

No. Dok. 6876

D1 621.816

Copy : 1

HJM

A

**ANALISIS MESIN BENDING UNTUK MENGETAHUI NILAI OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT CIPTALAKSANA ARMADA
SELARAS (PT CLAS)**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-syarat Penyelesaian
Program Studi DIV Teknik Industri Otomotif
Pada Politeknik STMI Jakarta

Oleh :

ROMLI HAMDANI

NIM: 1115072



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	5/7/2022
No Induk Buku	417/T10/SB/TK/22

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

2019

SUMBANGAN ALUMNI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

POLITEKNIK STMI JAKARTA

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL LAPORAN TUGAS AKHIR:

**ANALISIS MESIN BENDING UNTUK MENGETAHUI NILAI
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT CIPTA
LAKSANA ARMADA SELARAS**

DISUSUN OLEH:

NAMA : ROMLI HAMDANI

NIM : 1115072

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diperiksa dan disetujui untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis
dalam Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta
Kementerian Perindustrian R.I.

Jakarta, 22 Juli 2019

Dosen Pembimbing



Dianasanti Salati, S.T.,M.T

NIP.19810911 200901 2 007

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR :

ANALISIS MESIN BENDING UNTUK MENGETAHUI NILAI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT CIPTA LAKSANA ARMADA SELARAS.

DISUSUN OLEH:

NAMA : ROMLI HAMDANI

NIM : 1115072

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Selasa tanggal 3 September 2019.

Jakarta, 3 September 2019

Dosen Penguji 1

(Ir. Mohammad Rachmatullah, MBA)
NIP: 195504071984031004

Dosen Penguji 3

(Dr. Hendrastuti H,SMI, MT)
NIP: 195410301989032001

Dosen Penguji 2

(DR. Huwae Elias P. MSc,M.M)
NIP: 090012.539

Dosen Penguji 4

(Dianasanti Salati S.T,M.T)
NIP: 19810911 200901 2 007



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Romli Haundani
 NIM : 1115072
 Judul TA : Implementasi Metode Total productive Maintenance (TPM) Pada Mesin bending dan Mesin Shearing dengan Pengukuran OEE di PT Cipta Caturcahaya Armudan selaku DP (Cias)
 Pembimbing : Dianasanti Salati, S.T., M.T.
 Asisten Pembimbing :

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
23-05-19	Proposal	Pengajuan proposal	\$.
27-05-19	Bab 1-2	Mengajukan TA Bab 1-2	\$.
17-06-19	Bab 1-2	Revisi Bab 1-2	\$.
20-06-19	Bab 1-2	ACC Bab 2, Lanjut revisi bab 1	\$.
24-06-19	Bab 3-4	Mengajukan TA Bab 3-4	\$.
27-06-19	Bab 3-4	ACC Bab 1, Revisi bab 3-4	\$.
17-7-19	Bab 3-5	Revisi bab 4, mengajukan bab 5	\$.
22-7-19	Bab 4-6	Mengajukan bab 6, ACC bab 4	\$.
23-7-19	Bab 4-6	ACC bab 5, revisi bab 6	\$.
25-7-19	Bab 5-6	ACC Bab 6	

Mengetahui,
Ka Prodi

Teknik Industri Otomotif

Muhamad Agus, S.T., M.T
NIP: 19700829 200212 1 001

Pembimbing

Dianasanti Salati, S.T., M.T
NIP: 19810911 200901 2 007

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Romli Hamdani

NIM : 1115072

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Program Studi Teknik Industri Otomotif di POLITEKNIK STMI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **“ANALISI MESIN BENDING UNTUK MENGETAHUI NILAI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT CIPTA LAKSANA ARMADA SELARAS”**.

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, assistensi dengan dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau judul acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan di atas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 26 Juli 2019

Yang Membuat Pernyataan



(Romli Hamdani)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan Tugas akhir (TA).

Penyusunan Laporan TA ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma Empat (D4) di Politeknik STMI Jakarta, Program Studi Teknik Industri Otomotif.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada ayah dan ibu yang telah mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan TA ini, baik berupa moril maupun materil. Ucapan terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan TA, yaitu:

1. Kedua orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan materil dan moril sehingga penyusun mampu menyelesaikan laporan TA.
2. Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
3. Bapak Muhammad Agus, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
4. Ibu Dianasanti Salati, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu, ilmu dan tenaganya untuk memberikan bimbingan, petunjuk serta saran-saran kepada penulis.
5. Bapak Sutarto dan Ibu Kusrini, serta jajaran karyawan PT Cipta Laksana Armada Selaras atas bantuan ilmu dan pengalamannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan PKL ini.
6. Indra Mulyana Sardi dan Satrio Amungkasi sebagai *partner* PKL yang telah bersama-sama mengumpulkan data dan bekerjasama dengan baik selama proses PKL.
7. Bagus Parwawanto, Della Syifa Nabila, dan Nanda Laras teman seperjuangan dalam penulisan laporan TA

8. Forum Olahraga Mahasiswa atas ilmu, pengalaman, serta rasa kekeluargaan yang diberikan.
9. Teman-teman Politeknik STMI Jakarta Angkatan 2015 khususnya jurusan TIO yang saling membantu dan berbagi informasi terkini.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan TA ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata, semoga Laporan TA ini kiranya dapat memberikan manfaat bagi para pembaca di kemudian hari.

Jakarta, Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

Dalam mempertahankan mutu dan meningkatkan produktivitas, salah satu faktor terpenting yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan mesin. Berkaitan dengan hal tersebut, maka pihak yang menangani masalah perawatan harus mampu menemukan sistem perawatan yang paling baik untuk meminimasi kerusakan mesin dan jumlah *breakdown* mesin. Tujuan dari penelitian ini menganalisis kondisi perawatan mesin pada PT CLAS menggunakan metode *Overall Equipment Efectiveness* (OEE), Menghitung *avaibility*, *performance*, *quality* tingkat efektivitas mesin *bending* pada PT CLAS. Memberikan rekomendasi cara peningkatan efektivitas mesin menggunakan *fishbone*. Dan menghasilkan perbaikan perawatan menggunakan metode Total Produktif *Maintenance*. Setelah dilakukan penelitian diperoleh nilai rata-rata *Overall Equipment Efectiveness* (OEE) mesin *bending* sebesar 72,27%. Hasil ini masih jauh dari Standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) sebesar 85%. Diketahui bahwa *loss* terbesar yang menyebabkan rendahnya nilai OEE ini adalah *breakdown losses* pada mesin *bending* dengan presentase sebesar 48,11%. Yang menyebabkan besarnya *losses* terdiri dari faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Untuk meningkatkan produktivitas mesin maka membuat implementasi form pemeliharaan mesin *bending* dan yang diterapkan di PT CLAS pada akhir juni dan awal juli. Setelah implementasi maka nilai OEE pada mesin *bending* dengan presentase sebesar 75,47%. Demikian hasil OEE setelah implementasi naik pada mesin *bending* sebesar 3,2%.

Kata kunci: *Overall Equipment Efectiveness*, *Six big losses*, Perawatan mesin.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Definisi Maintenance	5
2.2. <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	6
2.3. Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)	8
2.4. Pengertian <i>Six Big Losses</i>	10
2.5. Diagram Pareto	12
2.6. Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone</i> , Ishikawa)	14
2.9. Rencana Perbaikan dengan 5W+1H	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Langkah-langkah Penelitian.....	19
3.1.1. Studi Lapangan	19
3.1.2. Perumusan Masalah	19
3.1.3. Studi Pustaka.....	19
3.1.4. Tujuan Penelitian	19
3.1.5. Pengumpulan data	19
3.1.6. Pengolahan Data	21
3.1.7. Analisis Hasil	24
3.1.8. Kesimpulan dan Saran	24
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	26
4.1 Pengumpulan Data	26
4.1.1. Profil Perusahaan	26
4.1.2. Lokasi PT CLAS	27

4.1.3.	Logo Perusahaan	28
4.1.4	Visi dan Misi Perusahaan.....	28
4.1.5	Sejarah Perusahaan	29
4.1.6.	Struktur Organisasi dan Uraian Pekerjaan	30
4.1.7.	Tata Letak Pabrik	31
4.1.8.	Ketenagakerjaan.....	36
4.1.9.	Hasil dan Proses Produksi.....	37
4.2.	<i>Running Time</i>	44
4.2.1.	Data Produksi Mesin <i>Bending</i>	45
4.2.2.	Data Produk <i>Defect</i> Mesin <i>Bending</i>	45
4.2.3.	Data Loading Time dan Downtime Mesin <i>Bending</i>	46
4.3.	Pengolahan Data	47
4.3.1.	Perhitungan Nilai <i>Availability Rate</i>	47
4.3.2.	Perhitungan Nilai <i>Performance Rate</i>	48
4.2.3.	Perhitungan Nilai <i>Quality Rate</i>	49
4.2.4.	Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	50
4.2.5.	Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	51
4.2.6.	Diagram Pareto	58
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		60
5.1.	Analisis Hasil Produksi Mesin <i>Bending</i>	60
5.2.	Analisis <i>Availability Rate</i> Mesin <i>Bending</i>	61
5.3.	Analisis <i>Performance Rate</i> Mesin <i>Bending</i>	62
5.4.	Analisis <i>Quality Rate</i> Mesin <i>Bending</i>	64
5.5.	Analisis <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Mesin <i>Bending</i>	65
5.6.	Analisis <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Bending</i>	66
5.7.	Analisis Diagram Pareto	67
5.8.	Analisis Diagram <i>Fishbone</i> Mesin <i>Bending</i>	68
5.9.	Analisis 5W+1H.....	70
5.10.	Hasil Implementasi	71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		76
6.1.	Kesimpulan	76
6.2.	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Diagram Pareto.....	16
Gambar II.2. Contoh <i>Fihsbone</i>	18
Gambar III.1. <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	21
Gambar IV.1. Lokasi PT CLAS	31
Gambar IV.2. Logo PT CLAS	32
Gambar IV.3. Struktur Organisasi PT CLAS	35
Gambar IV.4. <i>Layout Plant</i> 1	38
Gambar IV.5. <i>Layout Plant</i> 2	38
Gambar IV.6. <i>Box Alumunium</i>	42
Gambar IV.7. <i>Box Custom Promosi</i>	44
Gambar IV.8. <i>Car Carrier</i>	45
Gambar IV.9. <i>Box Service Car</i>	46
Gambar IV.10. <i>Box Freezer</i>	47
Gambar IV.11. Diagram Pareto Faktor <i>Six Big Losses</i> mesin <i>Bending</i>	64
Gambar V.1. Grafik perbandingan antara hasil produksi aktual terhadap target produksi pada mesin <i>bending</i>	65
Gambar V.2. Grafik perbandingan antara nilai <i>availability rate</i> standar dengan nilai <i>availability rate</i> aktual pada mesin <i>Bending</i>	67
Gambar V.3. Grafik perbandingan antara nilai <i>performance rate</i> standar dengan nilai <i>performance rate</i> aktual pada mesin <i>Bending</i>	68
Gambar V.4. Grafik perbandingan antara nilai <i>quality rate</i> standar dengan nilai <i>quality rate</i> aktual pada mesin <i>Bending</i>	70
Gambar V.5. Grafik perbandingan antara nilai OEE standar dengan nilai OEE aktual pada mesin <i>Bending</i>	71
Gambar V.6. Diagram Pareto Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>bending</i>	73
Gambar V.7. Diagram <i>Fishbone</i> dari Faktor <i>Idling and Minor Stoppages</i> Mesin <i>bending</i>	74
Gambar V.8. Form Implementasi Pemeliharaan mesin <i>bending</i>	78

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Nilai Ideal OEE.....	10
Tabel II.2. Tabel Rencana Perbaikan Dengan 5W+1H.....	20
Tabel III.1. <i>State of the art</i>	28
Tabel IV.1. Jadwal kegiatan karyawan.....	39
Tabel IV.2. Daftar karyawan PT CLAS.....	39
Tabel IV.3. Spesifikasi <i>box</i> alumunium.....	40
Tabel IV.4. Spesifikasi <i>box</i> alumunium (Lanjutan).....	41
Tabel IV.5. Spesifikasi <i>Box Freezer</i>	47
Tabel IV.6. Spesifikasi <i>Box Besi</i>	48
Tabel IV.7. <i>Running Time</i>	49
Tabel IV.8. Data Produksi mesin <i>bending</i> PT CLAS.....	50
Tabel IV.9. Data Produksi <i>defect</i> mesin <i>bending</i> PT CLAS.....	51
Tabel IV.10. Data <i>loading time</i> dan <i>Downtime</i> mesin <i>bending</i>	51
Tabel IV.11. Data <i>operating time</i> mesin <i>bending</i>	52
Tabel IV.12. Data perhitungan persentase Nilai <i>Availibility Rate</i> mesin <i>bending</i>	53
Tabel IV.13. Data perhitungan persentase Nilai <i>Performance Rate</i> mesin <i>bending</i>	54
Tabel IV.14. Data perhitungan persentase Nilai <i>Quality Rate</i> mesin <i>bending</i>	55
Tabel IV.15. Data hasil Perhitungan Persentase Nilai OEE mesin <i>bending</i>	56
Tabel IV.16. Data Hasil Perhitungan Presentase Nilai <i>Breakdown Losses</i> mesin <i>bending</i>	57
Tabel IV.17. Data Hasil perhitungan Persentase Nilai <i>Setup and Adjustment losses</i> mesin <i>bending</i>	58
Tabel IV.18. Data Nilai <i>Idling and Minor Stoppages</i> mesin <i>bending</i>	59
Tabel IV.19. Data Hasil Persentase Nilai <i>Reduce Speed</i> mesin <i>bending</i>	60
Tabel IV.20. Data Hasil Perhitungan Nilai <i>Rework Losses</i> mesin <i>bending</i>	62
Tabel IV.21. Data Hasil Perhitungan Nilai <i>Yield/scrap</i> mesin <i>bending</i>	63
Tabel IV.22. Data Persentase faktor <i>Six Big Losses</i> mesin <i>bending</i>	64

Tabel V.1. Data Persentase faktor <i>Six Big Losses</i> mesin <i>bending</i>	72
Tabel V.2. Perbaikan 5W+1H <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>bending</i>	69
Tabel V.3. Form Pemeliharaan mesin <i>bending</i>	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

PT Cipta Laksana Armada Selaras (PT CLAS) merupakan perusahaan karoseri yang bergerak di bidang industri manufaktur yang berkecimpung khusus di sektor otomotif. Salah satu produk yang diproduksi adalah *box* besi dan *box* alumunium. Produk unggulan dari PT CLAS adalah *box* besi yang memiliki beberapa varian yaitu *box* besi kendaraan *light-truck* empat roda standar (Mitsubishi FE 71, Hino 110 SD, DYNA 110 ST), *light-truck* empat roda *long* (Mitsubishi FE 71-L, Hino 110 SDL), *light-truck* enam roda standar (Mitsubishi FE 73 & 74, Hino 110 LD & 130 MD), *light-truck* enam roda *long* (Mitsubishi FE 84 HDL, Hino 130 MDL), dan *truck* (Fuso, Hino, Nissan, Isuzu). Permintaan konsumen terhadap komponen ini terus meningkat. Namun meningkatnya permintaan konsumen tersebut belum dapat dipenuhi secara optimal karena kendala yang terjadi pada perawatan mesin. Dengan tidak adanya perawatan maka target produk tidak akan tercapai, total target produksi dari bulan Januari 2019 hingga bulan Juni 2019 mesin *bending* sebesar 34.800 unit. Sementara total aktual produksi pada bulan Januari 2019 hingga Juni 2019 sebesar 25.800 unit.

Kendala yang terjadi dalam penelitian ini adalah kurang optimalnya kinerja dan performa mesin yang bersumber dari sistem penerapan *maintenance* yang kurang efektif pada mesin (tidak adanya penerapan *maintenance* pada mesin). Salah satu cara untuk menyelesaikan kendala dari kinerja mesin yang kurang optimal dan untuk mendukung peningkatan produktivitas adalah dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan mesin secara intensif terhadap peralatan-peralatan (mesin) produksi. Namun demikian, sering dijumpai tindakan perbaikan atau pemeliharaan yang dilakukan tidak tepat sasaran terhadap kendala yang sebenarnya terjadi. Untuk itu, perlu dilakukan pemeliharaan dan perawatan mesin yang efektif.

Pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dilakukan dengan menghitung *availability ratio*, *performance ratio*, dan *defect ratio*.

Kemudian dari analisis hasil pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan dengan menggunakan *Six Big Losses* yang kemudian dikategorikan menjadi 3 kategori utama berdasarkan aspek kerugiannya, yaitu *downtime losses*, *speed losses* dan *defects losses*.

Diharapkan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pihak perusahaan dapat meminimalisir kendala yang terjadi pada mesin *bending* sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Apa penyebab kegagalan yang terjadi pada mesin *bending* di PT CLAS ?
2. Berapa nilai *availability*, *performance*, *quality* tingkat efektivitas mesin *bending* dan *shearing* pada PT CLAS ?
3. Bagaimana cara untuk meningkatkan keefektifan mesin-mesin di PT CLAS ?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah yang sudah dituliskan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berbagai macam kegagalan yang terjadi pada mesin *bending* di PT CLAS.
2. Menghitung *availability*, *performance*, *quality* tingkat efektivitas mesin *bending* pada PT CLAS.
3. Memberikan rekomendasi cara peningkatan efektivitas mesin menggunakan *fishbone*.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat luasnya bidang pada penelitian ini, keterbatasan kemampuan penulis dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT CLAS.
2. Pengamatan data dilakukan pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.
3. Tidak membahas atau meneliti tentang keuangan dan biaya upah tenaga kerja.
4. Pengamatan dilakukan pada lini mesin *bending*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pihak perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan kepada perusahaan tentang perawatan mesin sekaligus memberikan usulan tentang metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sehingga dapat meningkatkan produktivitas maupun meningkatkan kualitas di PT CLAS.

2. Bagi pihak lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

3. Bagi Penulis

Manfaat diadakan penelitian ini agar dapat lebih memahami dan mencoba untuk menerapkan ilmu yang telah didapat penulis dan dipraktikan langsung ke lapangan kerja.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan gambaran umum dari penelitian berupa latar belakang masalah pada PT CLAS, perumusan masalah, tujuan penelitian untuk memecahkan masalah, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan pokok kendala dan tujuan penelitian sehingga dapat digunakan sebagai landasan teori dalam menyusun tugas akhir ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi urutan langkah-langkah pemecahan masalah secara sistematis penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi pendahuluan dan studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil, kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan. Data yang diperoleh yaitu data sekunder dan data primer yang digunakan dalam menganalisis kendala yang ada serta pengolahan data berdasarkan metode yang telah ditentukan.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi analisis serta pembahasan yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data melalui metode yang telah ditetapkan.

BAB VI : PENUTUP

Dalam bab ini dijelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan di masa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Definisi Maintenance

Menurut Sudrajat (2011), *Maintenance* adalah kegiatan pendukung bagi kegiatan komersil, maka seperti kegiatan lainnya, perawatan harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya kegiatan perawatan ini, maka mesin/peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai. Tujuan utama dari *maintenance* adalah sebagai berikut (Sudrajat, 2011):

1. Memperpanjang umur/masa pakai dari mesin/peralatan.
2. Menjaga agar setiap mesin/peralatan dalam kondisi baik dan dalam keadaan dapat berfungsi dengan baik.
3. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.
4. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
5. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Menurut Sudrajat (2011), yang termasuk jenis-jenis kegiatan *maintenance* adalah:

1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan Pencegahan adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Perawatan ini memiliki keuntungan seperti akan menjamin keandalan dari sistem, keselamatan pemakai, umur pakai mesin menjadi lebih panjang, dan dapat memperoleh *downtime* dari proses produksi. Sedangkan kerugiannya antara lain waktu operasi akan terbuang, kemungkinan terjadi *human error* (kesalahan manusia). Perawatan pencegahan dibagi menjadi dua yaitu perawatan berkala dan perawatan perbaikan. Perawatan berkala adalah perawatan yang telah terjadwal seperti inspeksi mesin pembersihan, pelumasan, dan pergantian suku cadang. Sedangkan perawatan perbaikan

adalah perawatan yang dilakukan untuk mengantisipasi kerusakan sebelum terjadi kerusakan berat. Dalam metode ini dapat diprediksi kapan kerusakan pada mesin akan terjadi sehingga dapat disiapkan *sparepart* (suku cadang) yang dibutuhkan terlebih dahulu.

2. Perawatan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Perawatan Korektif adalah suatu kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada mesin/peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan perawatan korektif yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya perawatan pencegahan ataupun telah dilakukan perawatan pencegahan tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak.

3. Perawatan Perbaikan (*Predictive Maintenance*)

Perawatan Perbaikan adalah tingkatan-tingkatan perawatan dilakukan pada tanggal yang telah ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil pada interval-interval waktu tertentu. Data rekaman yang untuk melakukan perawatan perbaikan itu antara lain dapat berupa data getaran, dan temperatur. Perencanaan perawatan perbaikan dapat dilakukan berdasarkan laporan oleh operator lapangan yang diajukan melalui *work order* (perintah kerja) ke departemen perawatan untuk dilakukan tindakan yang tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan.

2.2. *Total Productive Maintenance (TPM)*

Sistem yang digunakan dalam pelaksanaan *maintenance* yaitu dengan menggunakan sistem *Total Productive Maintenance* atau biasa disingkat TPM. TPM adalah suatu sistem yang digunakan untuk memelihara dan meningkatkan kualitas produksi melalui perawatan perlengkapan dan peralatan kerja seperti mesin dan peralatan kerja (Nakajima, 2006).

Konsep *Total Productive Maintenance* (TPM) pertama kali diterapkan di Jepang pada tahun 1971. Pada awalnya, Jepang belajar pemeliharaan produktifitas

dari Amerika, lalu digabungkan dengan kebudayaan Jepang (kerja tim). TPM merupakan pencapaian efisiensi pemeliharaan mandiri melalui satu sistem yang lengkap berdasarkan keikutsertaan seluruh karyawan. Selain itu, TPM gabungan dari beberapa ilmu tingkah laku (manusia dan mesin), rekayasa sistem, ekologi dan logistik.

TPM dirancang untuk mencegah terjadinya suatu kerugian karena terhentinya aktivitas produksi, yang disebabkan oleh kegagalan fungsi dari suatu mesin atau peralatan, kerugian yang disebabkan oleh hilangnya kecepatan produksi mesin yang diakibatkan oleh kegagalan fungsi suatu komponen tertentu dari suatu mesin produksi dan kerugian karena cacat yang disebabkan oleh kegagalan fungsi komponen atau mesin produksi. Fokus utama dari TPM adalah untuk memastikan semua perlengkapan dan peralatan produksi beroperasi dalam kondisi terbaik sehingga menghindari terjadinya kerusakan ataupun keterlambatan dalam proses produksi (Nakajima, 2006).

Menurut Nakajima (2006), TPM memiliki 8 (delapan) pilar atau pondasi yang terdiri dari:

1. Fokus pada pengembangan (*Focus improvement*)
2. *Autonomous maintenance* dan operator (“*Kobetsu Kaizen and Jishu Hozen*”).
3. Sistem perencanaan *maintenance* (*Planned Maintenance System*).
4. Pengembangan pelatihan dan kemampuan (*Training and Skill Development*) dalam mengimplementasikan *Competencies Based Matrix*.
5. *Master Plan Design, Early Equipment and Process Management*.
6. Sistem *maintenance* yang berkualitas (*Quality Maintenance System* “*Hinshitsu Hozen*”).
7. Departemen yang mendukung sistem TPM (*TPM in Support Departments (Office, Sales, Marketing, Finance/Accounting, IT and Administration)*).
8. Sistem manajemen keamanan kesehatan lingkungan (*Health Safety Environment Management System*).

Menurut Borris (2006), TPM dapat dimanfaatkan dengan efektif oleh perusahaan dalam mengembangkan keterlibatan setiap pekerja pada proses

produksi yang menggunakan mesin serta pemeliharaan fasilitas produksi untuk lebih mengefektifkan aliran produksi (*production flow*), meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya operasi. Keterlibatan pekerja secara total, pemeliharaan secara mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator, aktivitas-aktivitas kelompok kecil untuk meningkatkan kehandalan (*reliability*), kemudahan untuk dipelihara (*maintainability*), produktivitas peralatan serta perbaikan berkesinambungan (*kaizen*) merupakan prinsip-prinsip yang tercakup dalam TPM.

TPM memiliki parameter yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang mencakup tiga faktor yaitu mutu produk (*quality*), ketersediaan/lamanya mesin bisa dipakai (*availability*), dan kinerja dari mesin dalam menghasilkan produk (*performance*) (Borris, 2006).

2.3. Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) mulai diakui sebagai metode mendasar untuk mengukur kinerja pabrik di akhir 1980-an dan awal 1990-an. Ini adalah periode yang memperlihatkan munculnya perusahaan besar yang melakukan *benchmarking* serius mengenai pemeliharaan, pengenalan *Total Productive Maintenance* (TPM) di Amerika, dan berdirinya *Society for Maintenance* dan Keandalan Profesional (Hansen, 2001).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan salah satu metode yang dikembangkan dari penggunaan mesin/peralatan sebagai usaha untuk mengeleminasi kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh tidak efektifnya penggunaan mesin/peralatan (Mahmudi, 2007).

Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem perawatan, dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin atau peralatan, efisiensi produksi, dan kualitas output mesin atau peralatan. Standar OEE kelas dunia untuk masing-masing faktor berbeda-beda. Tabel standar OEE kelas dunia dari masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel II.1. Nilai Ideal OEE

OEE dan Fungsi-fungsinya	Nilai
<i>Availability</i>	> 90 %
<i>Performance Rate</i>	> 95 %
<i>Quality Rate</i>	> 99 %
OEE	> 85 %

(Sumber: Nakajima, 2006)

Hubungan dari ketiga komponen tersebut dapat dilihat pada rumus berikut ini (Nakajima, 2006):

$$\text{Overall Equipment Effectiveness (\%)} = A \times P \times Q \times 100\%$$

Dimana :
 A = *Availability* (waktu ketersediaan mesin & peralatan).
 P = *Performance effectiveness* (kinerja mesin).
 Q = *Quality* (kualitas produk).

Untuk menghitung nilai OEE, maka perlu diketahui nilai masing-masing komponen tersebut.

1. *Availability Rate*

Availability rate adalah suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. Dalam menghitung *availability*, diperlukan data waktu operasi (*operation time*) yaitu lamanya waktu proses produksi bagi mesin untuk menghasilkan output. Waktu operasi didapatkan dari *loading time* atau kapasitas waktu yang tersedia untuk mesin berproduksi dikurangi dengan waktu *downtime*. *Loading time* (waktu persiapan) didapatkan dari *running time* (waktu berjalan) atau jumlah jam kerja untuk proses produksi dikurangi dengan waktu henti (*downtime*) yang telah direncanakan antara lain istirahat, dan *set up* mesin. *Planned downtime* adalah waktu yang dijadwalkan untuk proses produksi berhenti selama bekerja.

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dimana : *Operation Time* = *Loading Time* – *Downtime*

$$\text{Loading Time} = \text{Running Time} - \text{Planned Downtime}$$

2. *Performance Rate*

Performance rate merupakan tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin menjalankan proses produksi. Contohnya adalah ketidakefisiensian operator

dalam menggunakan mesin. *Performance rate* didapatkan dengan mengalikan jumlah produksi dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk dibagi dengan waktu operasi. Kemudian diubah kedalam bentuk persentase.

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Output actual} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

3. *Rate of Quality*

Quality rate merupakan perbandingan antara produk yang baik dibagi dengan jumlah total produksi. Jumlah produk yang baik ini didapatkan dengan mengurangkan jumlah produksi dengan jumlah produk *defect* atau cacat. Kemudian setelah itu diubah kedalam bentuk persentase.

$$\text{Rate of Quality} = \frac{(\text{Output process} - \text{defect amount})}{\text{Output Process}} \times 100\%$$

2.4. Pengertian *Six Big Losses*

Setelah didapat data *Availability rate*, *Performance rate*, *Quality rate* dan OEE maka diperlukan pengidentifikasi kerugian peralatan. Terdapat 6 (enam) pengidentifikasi kerugian besar peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Keenam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut (Nakajima, 2006):

1) *Downtime* (Penurunan Waktu)

a. *Equipment failure / Breakdown losses* (Kerusakan peralatan)

Breakdown losses merupakan perbaikan peralatan yang belum dijadwalkan sebelumnya dimana waktu yang terserap oleh kerugian ini terlibat dari seberapa besar waktu yang terbuang akibat kerusakan peralatan/mesin produksi. Rumus perhitungan persentase *Breakdown Losses*:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

b. *Setup and adjustment losses* (Persiapan peralatan)

Setup and adjustment merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan

spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu. Sama dengan kerusakan komponen (*equipment failure*), kerugian ini dikategorikan dalam waktu muatan (*download time*).

Rumus perhitungan persentase *Setup and adjustment*:

$$\text{Setup and adjustment losses (\%)} = \frac{\text{Setup Time} + \text{Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

2) *Speed Losses* (Penurunan Kecepatan)

a. *Reduced speed* (Kecepatan rendah)

Reduced speed merupakan kerugian yang terjadi akibat peralatan dioperasikan di bawah standar kecepatan. Kemungkinan penyebab terjadinya kerugian ini terjadi pada saat mesin setelah diperbaiki kemudian melakukan *set up* ataupun ketidakmengertian operator dalam penyetelan mesin. Rumus perhitungan persentase *reduce speed*:

$$\text{Reduced speed (\%)} = \frac{(\text{Actual CT} - \text{Ideal CT}) \times \text{Total Produksi Aktual}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Untuk mencari aktual cycle time menggunakan rumus:

$$\text{Actual Cycle Time} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Total Produksi Aktual}} \times 100\%$$

b. *Idling and minor stoppage* (Beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat)

Idling and minor stoppages merupakan kerugian akibat beroperasi tanpa beban dan berhenti sesaat berulang-ulang karena berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP (*Work In Process*) tersedia. Rumus perhitungan persentase *Idling and minor stoppage*:

$$= \frac{\text{Operation Time} - (\text{Total Produksi aktual} \times \text{Actual cycle time})}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

c. *Defects* (Cacat)

a. *Defect losses* (Produk cacat dan pekerjaan ulang produk)

Defect losses merupakan waktu peralatan yang terbuang untuk menghasilkan produk cacat serta pengrajan ulang pada saat mesin

berjalan terus-menerus setelah proses penyetelan dan penyesuaian. Rumus perhitungan persentase *Defect Losses*:

$$Defect Losses = \frac{Aktual\ Cycle\ Time\ x\ Produk\ rework}{Operation\ Time} \times 100\%$$

- b. *Yield losses* (produksi yang stabil)

Yield losses merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku pada saat melakukan *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses yang stabil. Rumus perhitungan persentase *Yield Losses*:

$$Yield\ losses = \frac{Aktual\ Cycle\ Time\ x\ Produk\ Scrap}{Operation\ Time} \times 100\%$$

2.5. Diagram Pareto

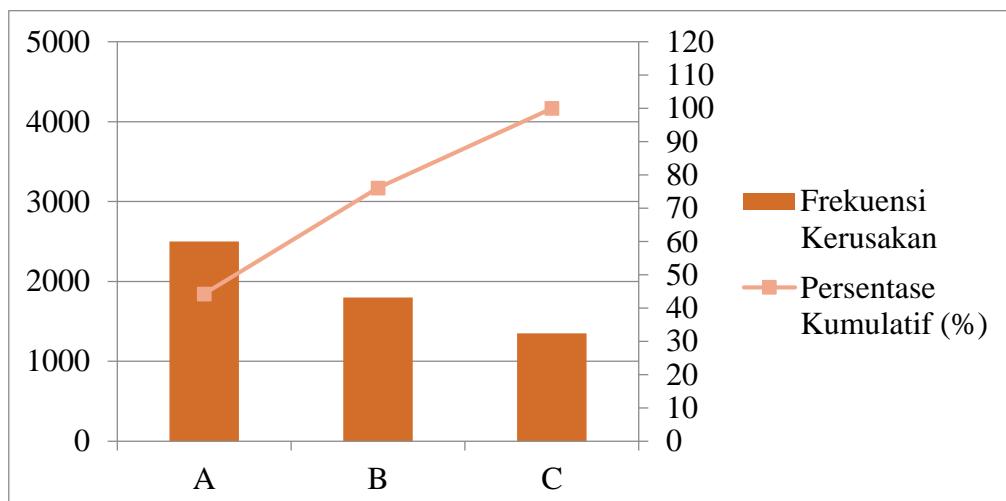
Diagram ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam melakukan penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan yang seharusnya pertama kali diatasi, maka akan dapat menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat atau pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti. Kegunaan dari diagram Pareto adalah (Wignjosoebroto, 2003):

1. Menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan koreksi dilakukan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

Prinsip dari diagram Pareto adalah “sedikit tetapi penting, banyak tetapi remeh”. Langkah-langkah dalam membuat diagram Pareto adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti dan penyebab-penyebabnya.
2. Menentukan periode waktu yang diperlukan untuk analisis (misalnya bulanan, mingguan atau harian).
3. Membuat catatan frekuensi kejadian pada lembaran periksa (*check sheet*).
4. Membuat daftar masalah sesuai dengan urutan frekuensi kejadian (dari tertinggi sampai terendah).
5. Menghitung Frekuensi kumulatif dan Persentase kumulatif.
6. Gambarkan Frekuensi dalam bentuk grafik batang.
7. Gambarkan kumulatif Persentase dalam bentuk grafik garis.
8. Interpretasikan (terjemahkan) diagram Pareto tersebut.
9. Mengambil tindakan berdasarkan prioritas kejadian/permasalahan.
10. Ulangi lagi langkah-langkah diatas dengan mengimplementasikan tindakan *improvement* (tindakan peningkatan) untuk melakukan perbandingan hasil.

Contoh dari diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Diagram Pareto
(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

Analisa diagram Pareto ini diklasifikasikan menjadi 3 kelas, yaitu:

- Kelas A dengan bobot 50% - 80%
- Kelas B dengan bobot 25% - 50%
- Kelas C dengan bobot 5% - 25%

Diagram Pareto merupakan langkah awal (berdasarkan skala prioritas) untuk melakukan perbaikan atau tindakan koreksi terhadap penyimpangan yang terjadi. Untuk melaksanakan perbaikan atau korelasi ini maka tiga hal berikut cukup penting untuk dipertimbangkan:

1. Setiap orang yang terlibat dalam permasalahan ini harus sepakat untuk bekerja sama mengatasinya.
2. Tindakan perbaikan harus benar-benar akan memberikan dampak positif yang kuat yang akhirnya juga akan menguntungkan semua pihak.
3. Tujuan nyata (dalam hal ini efisiensi dan produktivitas kerja diharapkan akan meningkat) harus bisa diformulasikan secara konkret dan jelas.

Diagram Pareto dapat diaplikasikan untuk proses perbaikan dalam berbagai macam aspek permasalahan. Diagram pareto ini seperti halnya diagram sebab-akibat lainnya, tidak hanya efektif digunakan untuk usaha pengendalian kualitas terhadap suatu produk, akan tetapi juga bisa diaplikasikan untuk (Wignjosoebroto, 2003):

1. Mengatasi *problem* dalam pencapaian efisiensi / produktivitas kerja yang lebih tinggi lagi.
2. Mengatasi *problem* keselamatan kerja (*safety*).
3. Penghematan / pengendalian *material*, energi, dan lain-lain.
4. Perbaikan sistem dan prosedur kerja.
5. Dan lain-lain.

2.6. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone, Ishikawa*)

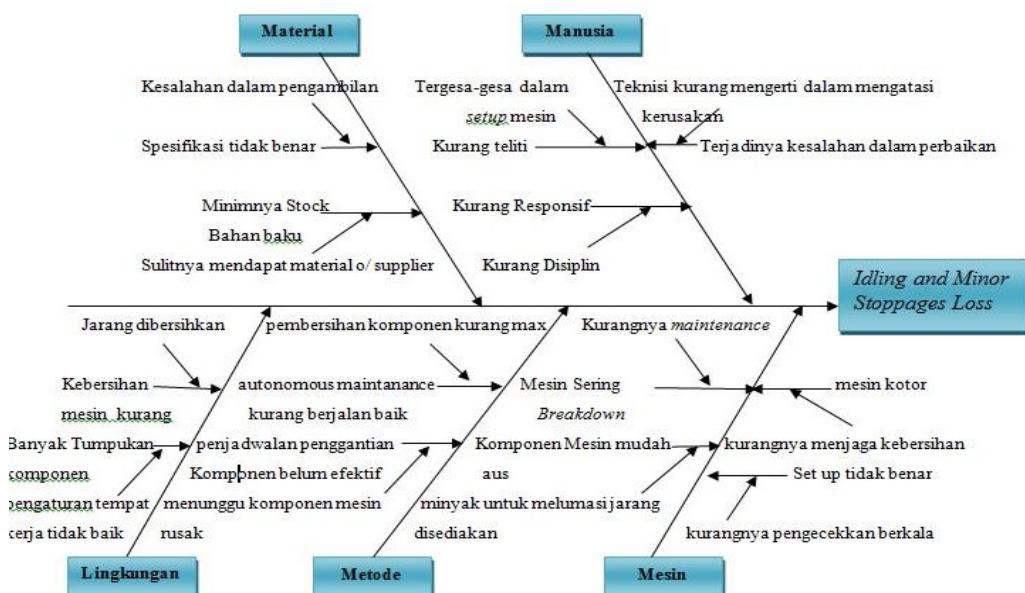
Diagram sebab akibat yang terkenal dengan istilah lain adalah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) yang diperkenalkan pertama kalinya oleh Prof. Kouru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943. Terkadang diagram ini disebut pula dengan *diagram Ishikawa* untuk menghormati nama dari penemunya. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Selain itu digunakan juga untuk mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Dalam hal ini metode sumbang saran

(*brainstorming method*) akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail.

Untuk mencari faktor-faktor apa saja penyebab terjadinya penyimpangan kualitas terhadap hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 (lima) faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu (Wignjosoebroto, 2003):

1. Manusia (*man*).
2. Metode kerja (*work method*).
3. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine* atau *equipment*).
4. Bahan-bahan baku (*raw materials*).
5. Lingkungan kerja (*work environment*).

Contoh penggambaran diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar II.2.



Gambar II.2. Contoh *Fishbone*
(Sumber: Dewi, 2014)

2.9 Rencana Perbaikan dengan 5W+1H

Rencana perbaikan merupakan rencana-rencana yang dibuat untuk melakukan perbaikan-perbaikan pada masalah yang telah ditemukan berdasarkan diagram sebab akibat yang telah dibuat. Rencana perbaikan dengan metode 5W+1H merupakan rencana perbaikan yang disusun dengan pertanyaan-pertanyaan yang

digunakan untuk mencari inti pokok dari suatu penulisan. Adapun penjelasan mengenai rumus 5W+1H adalah sebagai berikut:

1. *What* (Apa)

Kata tanya pertama dari rumus ini adalah apa. Kata tanya ini berisi mengenai permasalahan atau hal yang terjadi pada suatu peristiwa Sebagai contoh, dari penggunaan rumus *what* adalah apa yang menyebabkan kerjadian itu terjadi?

2. *Who* (Siapa)

Kata tanya siapa mengandung pertanyaan-pertanyaan mengenai pelaku atau orang lain dari sebuah peristiwa yang terjadi. Contoh dari penggunaan rumus *who* adalah siapa yang melakukan perbuatan tersebut?

3. *When* (Kapan)

Kata tanya kapan mengandung pertanyaan-pertanyaan mengenai waktu terjadinya peristiwa, berita atau cerita yang terjadi Contoh dari penggunaan rumus *when* adalah kapan peristiwa itu terjadi?

4. *Why* (Mengapa)

Kata tanya mengapa mengandung pertanyaan-pertanyaan mengenai alasan atau motivasi terjadinya sebuah peristiwa (Davis, 1996). Contoh dari penggunaan rumus *why* adalah mengapa hal tersebut bisa terjadi?

5. *Where* (Dimana)

Kata tanya dimana mengandung pertanyaan-pertanyaan mengenai tempat atau lokasi sebuah peristiwa yang terjadi. Contoh dari penggunaan rumus *where* adalah dimana peristiwa tersebut terjadi?

6. *How* (Bagaimana)

Kata tanya bagaimana mengandung pertanyaan-pertanyaan yang mengandung cara atau proses berlangsungnya sebuah peristiwa. Contoh dari penggunaan rumus *how* adalah bagaimana peristiwa tersebut bisa terjadi?

Pada rencana perbaikan 5W+1H terdapat lima faktor penyebab utama dari terjadinya suatu penyimpangan kualitas kerja yaitu:

- a. Manusia (*Man*)
- b. Metode kerja (*Work method*)
- c. Mesin (*Machine*)

- d. Bahan Baku (*Material*)
- e. Lingkungan kerja (*Environment*)

Tabel II.2. Tabel Rencana Perbaikan Dengan 5W+1H.

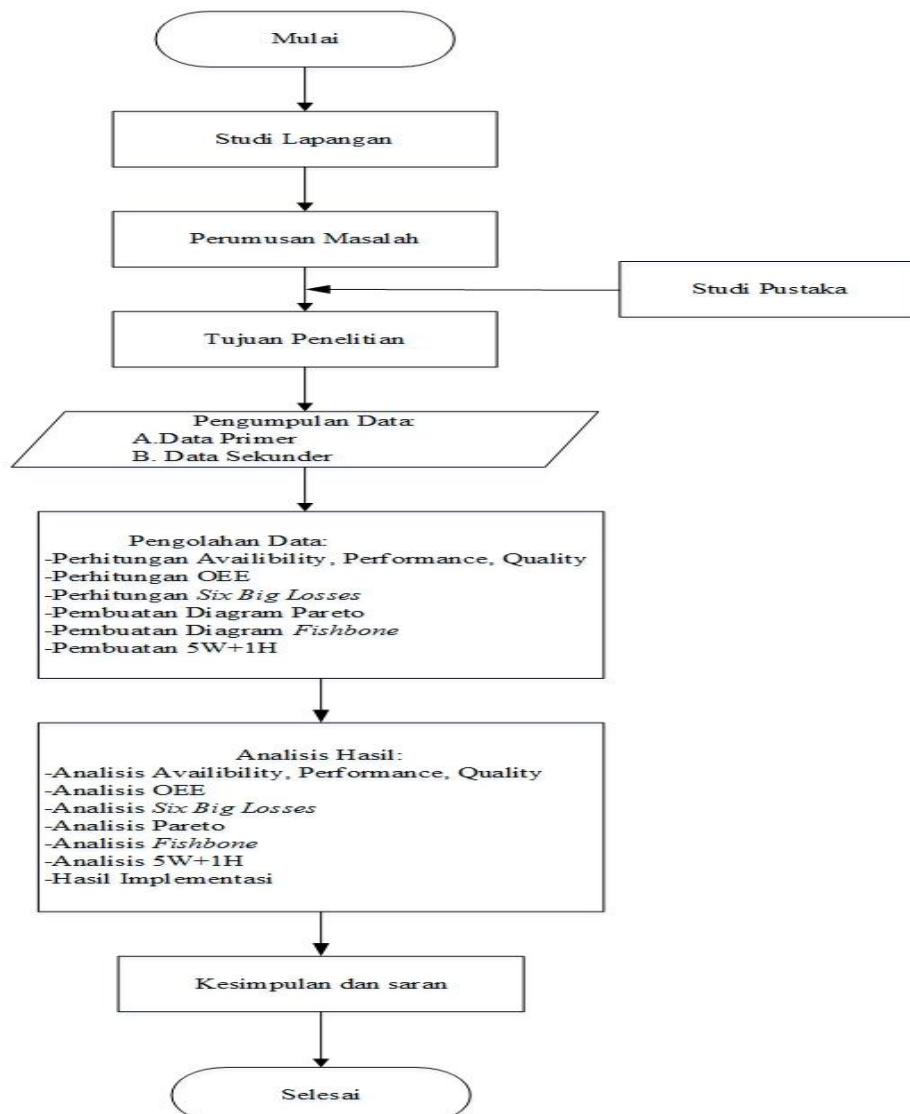
<i>Speeed Losses</i>						
Faktor	What	Why	Where	How	When	Who
<i>Man</i>	Operator kurang terampil	Kurangnya pelatihan	<i>Dojo</i>	Melakukan pelatihan secara berkala untuk tetap mengingatkan bagaimana melakukan proses produksi yang baik dan benar	Secepatnya	Divisi HRD
<i>Method</i>	Kesalahan saat meletakkan material ke <i>dies</i>	Operator tidak memperhatikan posisi saat meletakkan material ke dalam <i>dies</i>	P3CO3	Memberikan peringatan ke operator	Ketika proses produksi	Leader
<i>Machine</i>	<i>Preasure</i> angin turun	<i>Cutting tool</i> sudah haus	P3CO3	Melakukan <i>preventive maintenance</i> atau membuat jadwal pergantian pada <i>cutting tool</i> sebelum umur pakai habis	Secepatnya	Divisi <i>Maintanance</i>

(Sumber: Gaspers dan Vontana, 2015)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu kerangka yang memuat langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Pada bagian ini akan dijelaskan secara rinci semua urutan pelaksanaan penelitian mulai dari tahap awal yaitu penentuan lokasi, tempat penelitian, metode yang digunakan, dan sampai pada tahap akhir yaitu kesimpulan dan saran.



Gambar III.1. *Flowchart* Metodologi Penelitian
(sumber: Pengolahan data)

3.1. Langkah-langkah Penelitian

3.1.1. Studi Lapangan

Sebelum melakukan penelitian, pada tahap awal yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual perusahaan, proses produksi yang berlangsung dan dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi lapangan dan wawancara dengan operator mesin, dan kepala produksi secara langsung di lini mesin *bending* serta melakukan pengamatan secara langsung.

3.1.2. Perumusan Masalah

Identifikasi masalah merupakan kegiatan mengemukakan masalah-masalah yang ada di perusahaan. Adapun permasalahan yang ditemui di perusahaan PT Clas adalah kondisi mesin *bending* pada saat ini. Apakah sudah baik atau perlu peningkatan, kemudian memberikan alternatif solusi yang bisa diterapkan oleh perusahaan.

3.1.3. Studi Pustaka

Setelah melakukan studi lapangan, tahap selanjutnya adalah melakukan studi pustaka untuk menunjang penelitian dan memperoleh gambaran serta konsep-konsep yang akan digunakan. Kemudian didalam pengolahan data digunakan untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan perawatan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) .

3.1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui berbagai macam kegagalan yang terjadi pada mesin *bending* di PT CLAS, menghitung availability, performance, quality tingkat efektivitas mesin *bending* dan bagaimana memberikan rekomendasi pada mesin *bending*.

3.1.5. Pengumpulan data

Pengumpulan data yang berkaitan dengan informasi-informasi yang sesuai dengan kebutuhan objek yang diteliti sehingga memudahkan dalam melakukan pemecahan masalah dan analisis masalah. Dalam mengumpulkan data atau informasi terdapat 2 jenis sumber data yaitu:

- Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung pada obyek yang akan diteliti. Pada penelitian ini data primer didapatkan dengan cara sebagai berikut:

- a) Wawancara

Pada metode ini melakukan wawancara dengan pakar dan manajemen perawatan dari PT CLAS untuk memperoleh data. Selain itu juga dilakukan wawancara kepada karyawan perawatan sebagai tambahan informasi yang diperlukan dalam penelitian.

- b) Observasi

Dalam metode ini, pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung pada obyek yang diteliti. Observasi yang dilakukan seperti mengamati proses produksi, proses perawatan mesin dan lain sebagainya.

- Data sekunder

Data sekunder didapatkan melalui studi literatur berupa buku, website, jurnal, sebagai penunjang penelitian yang akan dilakukan.

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan cara wawancara dan observasi serta menggunakan data sekunder. Data-data yang dibutuhkan seperti:

- *Running time* (jumlah jam kerja untuk proses produksi)
- *Planned Downtime* adalah waktu yang dijadwalkan untuk proses produksi berhenti selama bekerja.
- *Downtime* (jumlah waktu dimana suatu equipment tidak dapat beroperasi disebabkan adanya kerusakan (failure) namun pabrik masih dapat beroperasi karena masih adanya peralatan lain yang bisa menggantikan fungsi sehingga proses produksi masih bisa berjalan.
- Urutan proses produksi
- Kapasitas produksi
- Jadwal perawatan

3.1.6 Pengolahan Data

Setelah diperoleh data yang dibutuhkan untuk kegiatan penelitian kemudian dilakukan pengolahan data untuk menghitung OEE seperti:

1. Availability rate

Availability adalah suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. Dalam menghitung *availability*, diperlukan data waktu operasi (*operation time*) yaitu lamanya waktu proses produksi bagi mesin untuk menghasilkan output. Waktu operasi didapatkan dari *loading time* atau kapasitas waktu yang tersedia untuk mesin berproduksi dikurangi dengan waktu *downtime*. *Loading time* (waktu persiapan) didapatkan dari *running time* (waktu berjalan) atau jumlah jam kerja untuk proses produksi dikurangi dengan waktu henti (*downtime*) yang telah direncanakan antara lain *set up* mesin.

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dimana : *Operation Time* = *Loading Time* – *Downtime*

$$\text{Loading Time} = \text{Running Time} - \text{Planned Downtime}$$

2. Performance rate

Performance rate merupakan tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin menjalankan proses produksi. Contohnya adalah ketidakefisiensian operator dalam menggunakan mesin. *Performance rate* didapatkan dengan mengalikan jumlah produksi dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk dibagi dengan waktu operasi. Kemudian diubah kedalam bentuk persentase.

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Output actual} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

3. Quality rate

Quality rate merupakan perbandingan antara produk yang baik dibagi dengan jumlah total produksi. Jumlah produk yang baik ini didapatkan

dengan mengurangkan jumlah produksi dengan jumlah produk *defect* atau cacat. Kemudian setelah itu diubah kedalam bentuk persentase.

$$\text{Rate of Quality} = \frac{(\text{Output process} - \text{defect amount})}{\text{Output Process}} \times 100\%$$

4. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

OEE yaitu matriks perhitungan untuk mengevaluasi kemajuan TPM yang mana dikemukakan dalam perhitungan *Availability*, *Performance*, dan *Quality*.

5. *Six big losses*

Setelah didapat data *Availability rate*, *Performance rate*, *Quality rate* dan OEE maka diperlukan pengidentifikasi kerugian peralatan. Terdapat 6 (enam) pengidentifikasi kerugian besar peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Keenam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut (Nakajima, 2006):

1) *Downtime* (Penurunan Waktu)

a. *Equipment failure / Breakdown losses* (Kerusakan peralatan)

Breakdown losses merupakan perbaikan peralatan yang belum dijadwalkan sebelumnya dimana waktu yang terserap oleh kerugian ini terlibat dari seberapa besar waktu yang terbuang akibat kerusakan peralatan/mesin produksi. Rumus perhitungan persentase *Breakdown Losses*:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

b. *Setup and adjustment losses* (Persiapan peralatan)

Setup and adjustment merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu. Sama dengan kerusakan komponen (*equipment failure*), kerugian ini dikategorikan dalam waktu muatan (*download time*).

Rumus perhitungan persentase *Setup and adjustment*:

$$\text{Setup and adjustment losses (\%)} = \frac{\text{Setup Time} + \text{Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

2) *Speed Losses* (Penurunan Kecepatan)

a. *Reduced speed* (Kecepatan rendah)

Reduced speed merupakan kerugian yang terjadi akibat peralatan dioperasikan di bawah standar kecepatan. Kemungkinan penyebab terjadinya kerugian ini terjadi pada saat mesin setelah diperbaiki kemudian melakukan *set up* ataupun ketidakmengertian operator dalam penyetelan mesin. Rumus perhitungan persentase *reduced speed*:

$$\text{Reduced speed (\%)} = \frac{\text{Operating Time} - (\text{Ideal CT} \times \text{Output})}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

b. *Idling and minor stoppage* (Beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat)

Idling and minor stoppages merupakan kerugian akibat beroperasi tanpa beban dan berhenti sesaat berulang-ulang karena berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP (*Work In Process*) tersedia. Rumus perhitungan persentase *Idling and minor stoppage*:

$$\text{Idling and minor stoppages (\%)} = \frac{\text{Non Productive}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

3) *Defects* (Cacat)

a. *Defect losses* (Produk cacat dan pekerjaan ulang produk)

Defect losses merupakan waktu peralatan yang terbuang untuk menghasilkan produk cacat serta pengrajan ulang pada saat mesin berjalan terus-menerus setelah proses penyetelan dan penyesuaian. Rumus perhitungan persentase *Defect Losses*:

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Cycle Time} \times \text{Defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

b. *Yield losses* (produksi yang stabil)

Yield losses merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku pada saat melakukan *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses yang stabil. Rumus perhitungan persentase *Yield Losses*:

$$Yield losses = \frac{Cycle Time \times Defect Saat Setting}{Loading Time} \times 100\%$$

3.1.7. Analisis Hasil

Tahapan ini mengenai analisis dan pembahasan terhadap langkah yang dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

1. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)
2. Analisis *six big losses*
3. Analisis diagram pareto
4. Analisis *fishbone* diagram
5. Analisis 5W+1H.
6. Hasil Implementasi

3.1.8. Kesimpulan dan Saran

Tahapan kesimpulan dan saran berisi hasil analisis dan pembahasan. Pada tahap ini menjelaskan secara singkat hasil dari rumusan masalah yang telah dibuat sekaligus memaparkan saran yang diberikan kepada perusahaan berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Saran tersebut diharapkan akan digunakan untuk mengembangkan perusahaan atau sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

Adapun posisi penelitian sebagai berikut:

Tabel III.1. *State of the art*

Tahun	Judul	Nama
2016	Analisis Peningkatan Efektivitas Mesin <i>Sewing</i> menggunakan metode OEE di PT Sioen Indonesia.	Achmad Rosid
2016	Analisis Produktivitas Perawatan Mesin dengan Metode TPM pada Mesin <i>Mixing Section</i>	Iswardi & M. sayuti
2018	Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan menggunakan metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).	Asyrof Afrianto
2019	Analisis Mesin Bending Untuk Mengetahui Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Bending di PT Cipta Laksana Armada Selaras (PT CLAS).	Romli Hamdani

(Sumber: Pengolahan Data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

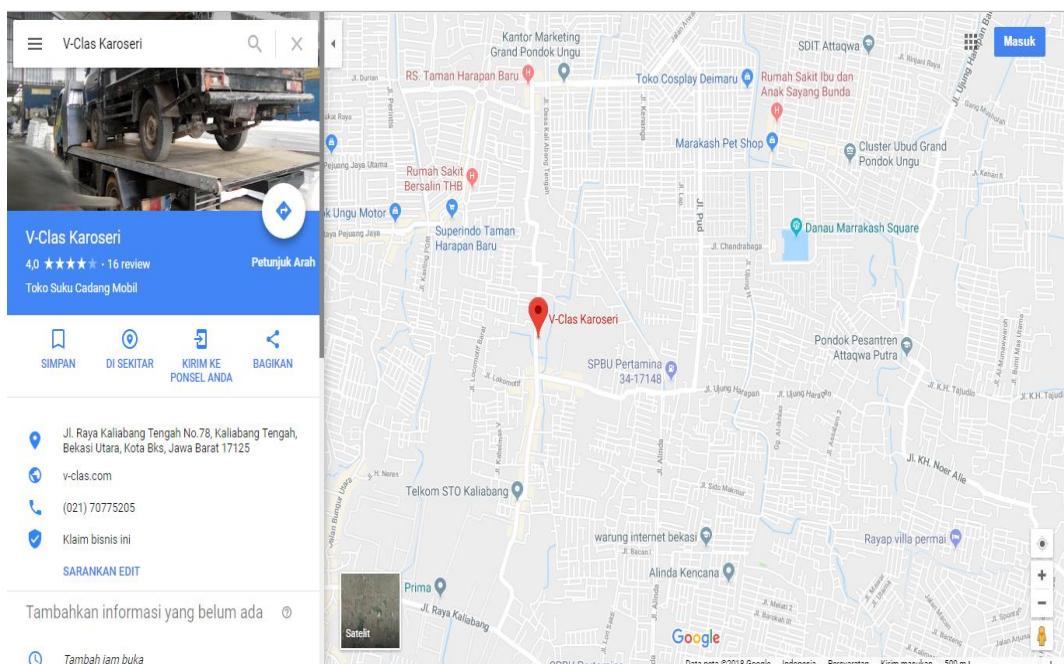
Dalam suatu penelitian data merupakan kunci untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan metode pengumpulan data sangat berpengaruh untuk mendapatkan data yang benar. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data umum perusahaan, deksripsi produk, data proses dan hasil produksi, data waktu kerja efektif, data *downtime*, *loading time*, dan data *operation time*.

4.1.1. Profil Perusahaan

Nama Perusahaan	: PT CIPTA LAKSANA ARMADA SELARAS
Merek Dagang	: V-CLAS Karoseri
Jenis Perusahaan	: Karoseri / modifikasi kendaraan roda 4 (empat) atau lebih
Alamat Perusahaan	: Jl. Kaliabang Tengah No. 78, Nain, Bekasi Utara
Workshop	: Jl. Raya Gilang No. 113, Taman Sepanjang-Sidoarjo
Official Website	: http://www.v-clas.com
Telp.	: 021-88970599
Fax.	: 021-88971879
E-mail	: marketing@v-clas.com adm@v-clas.com
SIUP	: 510/310-PERINDAG/PM/IV/2008
TDP	: 102615005073
NPWP	: 21.030.609.8-407.000
SPPKP	: PEM-0197/WPJ.00/KP.0103/2008
UU Gangguan	: 503/Kep/306-Disperindag/VII/2008
Ijin Usaha Industri	: 531/31/IUI/Indag.II/V/2008

Kapasitas Produksi	-Box Alumunium & Besi	: 1.200 unit /tahun
	-Mobil Khusus	: 100 unit /tahun
	- Dan lain-lain	: 300 unit/tahun
Karyawan	: 25 orang	
Pekerja Produksi	: 40 orang	

4.1.2. Lokasi PT CLAS



Gambar IV. 1. Lokasi PT CLAS
(Sumber: www.googlemaps.com, 2018)

Lokasi PT Clas berada di Jl. Kaliabang Tengah No. 78, Nain, Bekasi Utara yang berdekatan dengan PT Prima Pack. PT Clas memiliki beberapa plant pabrik di sepanjang jalan kaliabang tengah nain seperti plant *warehouse* atau penyimpanan keluar masuk kendaraan dan plant *painting*.

4.1.3. Logo Perusahaan



Gambar IV. 2 Logo PT CLAS
(Sumber: PT CLAS)

4.1.4 Visi dan Misi Perusahaan

VISI :

- Menjadi perusahaan karoseri sarana transportasi darat terbaik di indonesia.

MISI :

- Memberikan solusi yang tepat atas kebutuhan pembuatan, perbaikan dan renovasi armada transportasi angkutan darat.
- Memberikan layanan pembuatan, perbaikan dan renovasi sarana transportasi yang lengkap, berkelas dan berkualitas dengan harga yang pantas.
- Memiliki standar layanan yang baik terhadap pelanggan.

4.1.5 Sejarah Perusahaan

V-CLAS Karoseri adalah suatu merek dagang yang dimiliki oleh PT CLAS, yang telah terdaftar pada badan registrasi kekayaan intelektual Departemen Hukum & HAM RI. V-CLAS Karoseri telah ada sejak tanggal 8 Juli 2001, di bawah nama perusahaan Citra Lenteng Agung Sentosa dan dengan berkembangnya perusahaan pada 18 Juli 2008 Citra Lenteng Agung Sentosa berganti nama PT Cipta Laksana Armada Selaras.

V-CLAS Karoseri sejak awal berkomitmen menciptakan produk karoseri dengan inovasi-inovasi dan dengan kualitas yang bagus, sehingga konsumen merasa puas atas produk yang dihasilkan. Dengan mengandalkan Sumber Daya Manusia yang berpengalaman di bidang Karoseri, V-CLAS Karoseri mendorong terus supaya inovasi-inovasi fungsi dan kegunaan atas produk yang dihasilkan.

V-CLAS merupakan karoseri yang tergolong masih relatif muda berdiri tanggal 8 juli 2000 dan berbadan usaha perorangan. V-CLAS bermula dari sebuah bengkel *body repair* yang berdomisili di wilayah Bekasi. Pengerjaan *body repair* V-CLAS lebih spesifik ke perbaikan kendaraan niaga (perbaikan *box*, *bak branding*, atau *advertising*) dan berlangsung hingga tahun 2006. Dengan semakin berkembangnya perekonomian dan berjalannya waktu serta bertambahnya kepercayaan dan dukungan pada pelanggan, maka pada tahun 2007 V-CLAS merubah status badan usahanya dari usaha perseorangan menjadi perseroan terbatas (PT). Resmi didirikan pada tanggal 18/03/2008 dengan nama PT CIPTA LAKSANA ARMADA SELARAS (PT CLAS).

PT CLAS mempunyai filosofi :

"Menciptakan ide , melaksanakan ide, penuangan ide pada kendaraan yang selaras dan selaras yang disingkat menjadi (V-CLAS). "V-CLAS yang berarti menentukan pilihan yang berkelas maka terciptalah moto : 'harga pas, sesuai kualitas...'

Dengan terobsesi keinginan yang tinggi untuk bisa membuat produk karoseri yang berkualitas dan bermutu, berbekal pengalaman yang dimiliki oleh pemilik V-CLAS selama kurang lebih 15-16 tahun dalam bidang karoseri, sudah selayaknya bisa menciptakan dan membuat suatu produk karoseri yang diandalkan. Terbukti dalam waktu yang relatif singkat, produk V-CLAS bisa diterima oleh perusahaan-perusahaan multi nasional serta perusahaan-perusahaan Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM) terkemuka. Semakin tinggi kepercayaan dari konsumen kami pun semakin termotivasi untuk mengadakan pengembangan serta menciptakan ide-ide baru dalam pembuatan produk-produk yang custom. Akhirnya V-CLAS mempunyai produk yang tampil dengan model yang bervariasi dengan konstruksi yang kokoh serta mempunyai penampilan yang eksklusif, murah, kuat, dan tahan lama. Paduan antara keindahan, kekuatan, kenyamanan, dan keamanan menjadikan perihal yang tepat bagi pengunjung sarana angkutan.

4.1.6. Struktur Organisasi dan Uraian Pekerjaan

Pada umumnya setiap perusahaan memiliki susunan struktur organisasi. Pembentukan struktur organisasi adalah langkah awal untuk menjalankan aktivitas organisasi atau rencana sebuah perusahaan untuk melaksanakan fungsi perencanaan, pengorganisasian, dan pengawasan. Berikut struktur organisasi PT CLAS:



Gambar IV. 3. Struktur Organisasi PT CLAS
(Sumber: PT CLAS)

Berikut penjelasan mengenai struktur organisasi di PT CLAS:

1. Direktur

Direktur merupakan pimpinan paling tinggi dalam struktur organisasi yang mempunyai hak dalam pengambilan keputusan dan memimpin jalannya perusahaan.

Tugas :

- Bertanggung jawab terhadap semua aktivitas yang berlangsung di perusahaan.
- Memimpin dan mengendalikan aktivitas perusahaan.
- Berkoordinasi dengan semua kepala divisi untuk menentukan target produksi.
- Bertanggung jawab terhadap kemajuan sumber daya manusia yang ada di perusahaan.

2. Bagian Umum

Di dalam perusahaan terdapat *general affair* atau bagian umum yang mendukung jalannya kegiatan operasional dan segala urusan rumah tangga perusahaan.

a. Bagian Marketing :

- Memastikan kebutuhan pelanggan telah tercapai.
- Berkewajiban menentukan harga jual produk atas dasar *cost estimate* dari *finance*.

b. Bagian HRD :

- Bertanggung jawab atas fungsi operasional manajemen sumber daya manusia (lingkup pengadaan, pelatihan dan pemeliharaan).
- Bertanggung jawab atas perbuatan dan penyempurnaan kebijakan dan prosedur perusahaan.
- Berwenang memberi sanksi kepada karyawan yang melanggar sistem mutu.
- Bertanggung jawab atas fungsi sistem penggajian.
- Bertanggung jawab mengelola fungsi perizinan.
- Bertanggung jawab mengelola fungsi umum lainnya.
- Bertanggung jawab mengelola fungsi rumah tangga.

- Bertanggung jawab fungsi transportasi.
- Bertanggung jawab mengelola fungsi pemeliharaan kebersihan pabrik/kantor.

c. Bagian Purchasing

- Bertugas mengolah produk sampingan (limbah) semaksimal mungkin supaya ramah lingkungan dan tidak membahayakan masyarakat.
- Bertanggung jawab kepada *Factory Manager* dalam hal penanganan manajemen lingkungan perusahaan.
- Mengusulkan kepada *Factory Manager* dalam hal strategi pemasaran.

3. Bagian Finance

Bagian Finance adalah serangkaian tindakan yang terorganisir dalam pengelolaan sumber dana atau keuangan.

a. Administrasi

- Mengoordinasikan dan bertanggung jawab dalam pembuatan manual *business plan* dan *financial budget*.
- Mendukung dan melakukan koordinasi operasional dengan semua fungsi atau departemen untuk mencapai target manual *business plan* yang sudah ditetapkan.

b. Accounting

- Menyusun dan membuat laporan keuangan perusahaan.
- Menyusun dan membuat laporan perpajakan perusahaan.
- Menyusun dan membuat anggaran pendapatan perusahaan secara periodik (bulanan atau tahunan).
- Bertanggung jawab terhadap semua fasilitas dan peralatan kerja yang dipercayakan inventaris kepada bagian accounting.

c. Pajak

- Bertanggung jawab dan membuat laporan bulanan tentang PPh 21, PPh 22, PPh 23, dan PPN.
- Membuat laporan tahunan tentang PPh 29, dan PPh 21 karyawan dan laporan lain yang diperlukan untuk keperluan perpajakan.

d. Keuangan

- Membuat, memeriksa dan mengarsip faktur, nota pemasok, laporan Account Payable (AP)/Account Receivable (AR) untuk memastikan status utang/piutang.
- Membuat, mencetak tagihan dan surat tagihan untuk memastikan tagihan terkirim kepada pelanggan dengan benar dan tepat waktu.
- Menerima, memeriksa tagihan dari vendor dan membuat rekapnya untuk memastikan pembayaran terkirim tepat waktu.
- Memeriksa rangkuman kas kecil untuk memastikan penggunaan dan ketersediaan kas kecil yang efektif.
- Memasukkan penerimaan pembayaran dari pelanggan, dan pembayaran ke *supplier* (pemasok) dengan tepat waktu dan akurat untuk memastikan ketepatan waktu dan keakuratan penerimaan maupun pembayaran.
- Mengarsip seluruh dokumen transaksi untuk menjaga ketertiban administrasi dan memudahkan penelusuran dokumen.
- Melakukan *stock opname* setiap akhir bulan untuk melihat ada/tidaknya selisih jumlah barang di gudang dan catatan di keuangan.

4. Produksi

Produksi merupakan kegiatan menghasilkan dan mengolah suatu barang mentah menjadi barang jadi atau setengah jadi. Bagian produksi memiliki bagian sebagai berikut:

a. Karoseri

- Membuat perencanaan pengadaan barang dan distribusinya.
- Mengawasi dan mengontrol operasional gudang.
- Menjadi pemimpin bagi semua staf gudang.
- Mengawasi dan mengontrol semua barang yang masuk dan keluar sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP).
- Melakukan pengecekan pada barang yang diterima sesuai SOP.
- Membuat perencanaan, pengawasan dan laporan pergudangan.
- Memastikan ketersediaan barang sesuai dengan kebutuhan.

- Mengawasi pekerjaan staf gudang lainnya agar sesuai dengan standar kerja.
- Memastikan aktivitas keluar masuk barang berjalan lancar.
- Melaporkan semua transaksi keluar masuk barang dari dan ke gudang.

b. *Painting*

- Mengawal dan mengawasi produksi di proses *painting* mulai dari tahap *engineering sample, trial production*, sampai *mass production*.
- Membantu analisis dan penyelesaian masalah produksi diproses *painting*.
- Menyusun laporan secara tertulis dan gambar mengenai proses *painting*, penggunaan sumber daya material dan sumber daya manusia.
- Menyusun instruksi kerja dan memastikan operator bekerja sesuai instruksi.
- Melakukan patroli harian untuk mengawasi proses produksi di *section painting*.

c. *Finishing*

Suatu kegiatan yang berupa melakukan pengecekan tahap akhir hasil produk.

5. PPC

Merencanakan dan mengendalikan rangkaian produksi agar berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, pada bagian PPC dibagi menjadi:

a. *Sharing*

- Melakukan pemantauan dan pengendalian pencapaian target dan persediaan stok setiap bulan.
- Mengembangkan dan menjaga hubungan pemasok yang baik.
- Mempertahankan kesadaran kinerja pesaing.

b. *Bending*

Melakukan proses pembentukan besi.

c. *Quality Control*

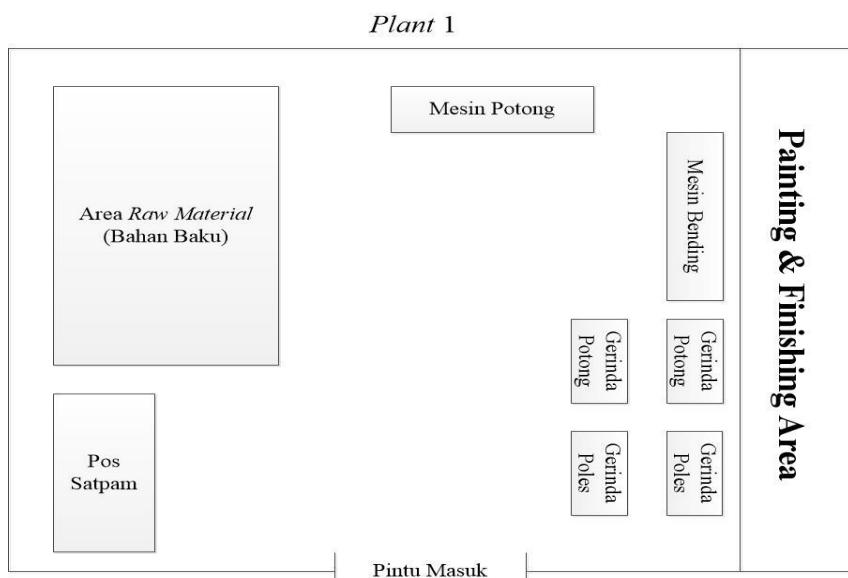
Melakukan pengecekan kualitas produk, untuk mengetahui adakah produk yang cacat atau tidak.

d. *Warehouse*

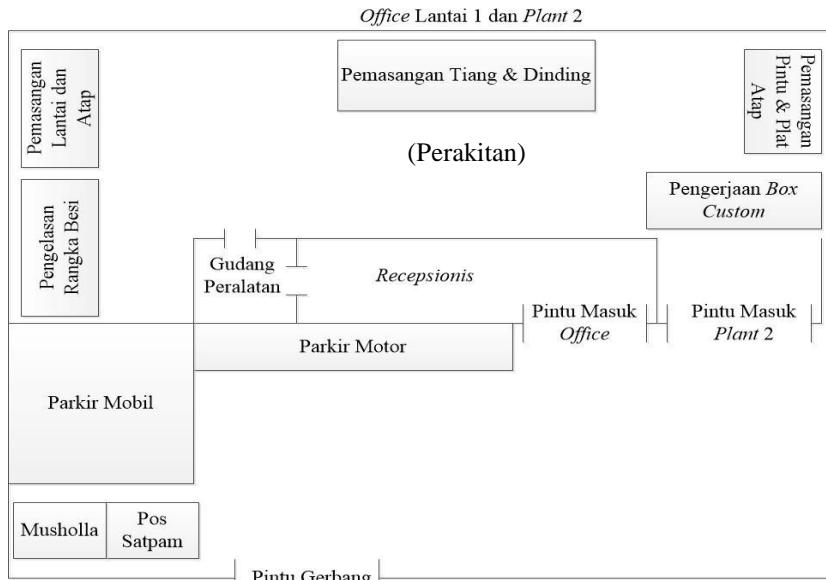
Melakukan penyimpanan terhadap bahan baku dan barang yang telah siap dikirim.

4.1.7. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu rancangan fasilitas menganalisis, membentuk konsep, dan mewujudkan sistem pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini pada umumnya digambarkan sebagai rancangan lantai yaitu susunan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan, dan sarana lain) untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara ekonomis dan aman (Apple, 1990). Penyusunan tata letak yang baik dapat memperlihatkan suatu penyusunan daerah kerja yang paling ekonomis untuk dijalankan, di samping itu akan menjamin keamanan dan kepuasan kerja dari pegawai. Untuk memperjelas alur produksi yang telah dijalani, berikut adalah *layout* dari *Plant 1* yang merupakan proses pembuatan dari bahan baku yang akan digunakan untuk *box* mobil dan penyimpanan bahan baku (gudang), *Plant 2* yang merupakan proses perakitan:



Gambar IV. 4. *Layout Plant 1*
(Sumber: PT CLAS)



Gambar IV. 5. Layout Plant 2

(Sumber: PT CLAS)

4.1.8. Ketenagakerjaan

Aspek tenaga kerja atau lebih dikenal dengan Sumber Daya Manusia (SDM) adalah salah satu faktor yang sangat penting bahkan tidak dapat dilepaskan dari sebuah organisasi, baik institusi maupun perusahaan. SDM juga merupakan kunci yang menentukan perkembangan perusahaan. Dalam konteks bisnis, SDM adalah orang yang bekerja dalam suatu organisasi yang sering pula disebut Tenaga Kerja (Karyawan). Keberadaan karyawan sebagai salah satu faktor produksi sangat penting bagi perusahaan. Berikut jadwal karyawan dan jumlah karyawan PT CLAS:

Tabel IV.1. Jadwal kegiatan karyawan

Hari	Jam Masuk	Jam Istirahat	Jam Keluar	Keterangan
Senin s.d. Jumat	08.00 WIB	12.00 – 13.00 WIB	16.30 WIB	Operasional
Sabtu	08.00 WIB	12.00 – 13.00 WIB	14.00 WIB	Non Operasional

(Sumber: PT CLAS)

Tabel IV.2. Daftar karyawan PT CLAS

Jabatan	Jumlah
Direktur	1 Orang
Staf Operasional	14 Orang
Bagian Gudang	2 Orang
Gudang Komponen	8 Orang
Bagian Produksi	13 Orang
Bagian Produksi Harian	8 Orang
<i>Security</i>	11 Orang
Total	57 Orang

(Sumber: PT CLAS)

4.1.9. Hasil dan Proses Produksi

Mobil *box* adalah kendaraan angkutan barang antar yang biasanya digunakan untuk mengangkut barang antar (*delivery van*) yang dimasukkan dalam suatu *box* yang terbuat dari besi ataupun dari alumunium. Dengan *box* ini barang akan terlindungi dari hujan, angin, dan di samping itu melindungi barang dari tangan-tangan jahil. Ada pula *box* yang dilengkapi dengan pendingin yang digunakan untuk mengangkut barang yang mudah busuk atau rusak karena suhu seperti angkutan es, daging, ikan, sayuran, dan buah-buahan. Produksi adalah mengubah barang agar mempunyai kegunaan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Jadi produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah guna atas suatu benda yang ditunjukkan untuk memuaskan orang lain melalui pertukaran (Maghfuri,1987:72). PT CLAS memproduksi beberapa produk *box* mobil, yaitu:

1. *Box* alumunium

Produk *box* alumunium V-CLAS ini menjadi nilai jual yang kompetitif dengan mengandalkan bahan yang kuat dengan seni yang menarik. *Box* Alumunium terdiri dari *box* alumunium *grand solid*, *box* alumunium komposit, dan *box* alumunium standar. *Box* alumunium *grand solid* biasa digunakan untuk mobil tipe FE 73 dan FE 74 (enam ban) dengan material *full* alumunium, *box* alumunium komposit digunakan untuk tipe FE 71 long (empat ban), *box* alumunium standar

digunakan mobil tipe L 300 dan FE 71 standar (empat ban). Spesifikasi Produk *box* alumunium sebagai berikut:

Tabel IV.3. Spesifikasi *box* alumunium

No.	Nama Komponen	Box Alumunium <i>Grand Solid</i>	Box Alumunium Standar	Box Alumunium Komposit	
1.	Lantai	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,0 mm	Pelat Besi 2,0 mm	Pelat Besi 2,0 mm	
2.	Dinding	Alumunium <i>Extrusion</i> 1,4 mm	Alumunium <i>Extrusion</i> 1,4 mm	Aluminium komposit panel	
3.	Penguat Dinding	Besi Omega	Besi Omega	Besi Kotak	
4.	Tiang <i>Box</i> depan/belakang	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,3 mm	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,3 mm	Alumunium <i>Extrusion</i>	
5.	Kusen <i>Box</i> atas	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,3 mm	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,3 mm	Pelat Tekuk 2,0 mm	
6.	Kusen <i>Box</i> Bawah	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,3 mm	Alumunium <i>Extrusion</i> 2,3 mm	Pelat Tekuk 2,0 mm	
7.	Pelat Atap	Pelat Galvalum	Pelat Galvalum	Pelat Galvalum	
8.	Lapisan Dalam	Melamin 3,0 mm	Tripleks 3,0 mm	Tripleks 3,0 mm	
9.	<i>Chassis & Slide Frame</i>	UNP 65/ Alumunium <i>Extrusion</i>	UNP 65 / Alumunium <i>Extrusion</i>	UNP 65 / Aluminium <i>Extrusion</i>	
10.	<i>Cross Member</i>	Alumunium	Besi UNP	Besi UNP	
11.	Pengaman Lampu	Ada (Standar Karoseri)		Lain-lain: Color: White Alm Sheet: 0,21 mm x 0,21 mm Polythylene: Tebal 3,5 mm Coil Coating: Polyester Total tebal: 4 mm	
12.	Karpet Penahan Lumpur	Ada (Standar Karoseri)			
13.	Lampu Dalam <i>Box</i>	Ada			
14.	Lampu Luar <i>Box</i>	4 buah LED			
15.	Cat <i>Box</i>	--			

(Sumber: PT CLAS)



Gambar IV.6. Box Alumunium

(Sumber: PT CLAS)

1. Modifikasi Mobil Custom / Promosi

Dengan menciptakan ide-ide yang cemerlang PT CLAS membuat mobil promosi, yang berfungsi sebagai pengangkut barang dan sebagai sarana promosi untuk pentas segala hal promosi, produk ini sangat diminati oleh perusahaan-perusahaan multinasional sebagai berikut:

- ❖ Perusahaan Telekomunikasi antara lain perusahaan PRO XL, ESIA, TELKOMSEL, SMART.
- ❖ Perusahaan Transportasi roda dua antara lain perusahaan YAMAHA, HONDA, dan SUZUKI.
- ❖ Perusahaan Transportasi Roda empat antara lain perusahaan MITSUBISHI, HINO, dan TOYOTA.
- ❖ Perusahaan di bidang makanan dan minuman antara lain perusahaan BELLFOOD, SOSRO, NESTLE, ABC, COCA COLA, dan KFC.

Spesifikasi mobil panggung atau mobil promosi sebagai berikut:

- Merek : Mitsubishi
- Tipe : FE 71 110 PS
- Dimensi karoseri : P 3.300 cm x L 1.800 cm x T 2.000 cm
- Chassis : UNP 80
- Crossmember : UNP 65
- Lantai : Pelat besi dilapisi alumunium bordes

- Dinding Depan : Alumunium *extrusion double hollow*
- Tiang dan Kusen : Pelat tekuk 4 mm
- Pintu Wing Atas : Alumunium *extrusion double hollow*
- Rangka Wing : Pelat *bending* dan *stall buis* 40 mm x 40 mm x 1,8 mm
- Lampu Dalam : 2 buah
- Lampu Luar : 2 buah depan, 2 buah belakang (model LED)
- Penguat *Chassis* : U Bolt
- Bantalan *Chassis* : Kayu 5/7 kamper kruing
- Pengaman Lampu : Standar karoseri
- Tangga Belakang : 1 buah
- Perisai : Model bus
- System Operasi : Hidrolic (bagian kiri)
- *Ralling* panggung : Bahan *stainless* (model kotak atau pipa)
- Perisai : Model bus
- Tangga lipat dua buah model *sleider* (penyimpanan dibawah panggung)
- Model *wing* sebelah kiri, pintu dari Nol (0) lantai
- Panggung model *sleiding* manual panjang 3.100 mm x lebar 800 mm (rangka pipa *stall*, lantai pelat bordes alumunium).



Gambar IV.7. Box Custom Promosi
(Sumber: PT CLAS)

2. *Car Carrier*

Produk ini diciptakan untuk mengangkut kendaraan. Produk ini sangat dibutuhkan perusahaan-perusahaan besar yang menjual produknya. Hal ini

mengingat dari sisi keamanan dan kenyamanan lebih andal dan terjamin. Perusahaan-perusahaan yang membutuhkan sebagai berikut :

- ❖ Perusahaan di bidang *dealer* mobil mewah seperti perusahaan MERCEDES BENZ, BMW, FERRARI, DAN HUMMER.
- ❖ Perusahaan di bidang *dealer* motor besar seperti perusahaan HARLEY DAVIDSON dan VIAR MOTOR INDONESIA.
- ❖ Perusahaan di bidang ekspedisi seperti perusahaan GUTA MANDIRI, ANUGRAH ABADI CAHAYA SEJATI, KMDI, J&T EKSPEDISI.
- ❖ Perusahaan di bidang asuransi seperti perusahaan SINAR MAS, JAYA PROTEKSI, ACA, AUTOCILLIN.

Spesifikasi *car carrier* sebagai berikut :

- Lantai (4 roda/6 roda/truck) : Pelat bordes 3,2 mm
- Dinding (4 roda/6 roda/truck) : Dinding depan 2,0 mm
- Lapisan Interior (4 roda/6 roda/truck) : UNP
- *Chassis* dan *Slide frame* : UNP
- *Cross member* : UNP 80-UNP 65
- Pengaman Lampu : Ada standar karoseri
- Karpet penahan lumpur : Ada standar karoseri
- Lampu luar *box* : 4 buah LED



Gambar IV.8. *Car Carrier*
(Sumber: PT CLAS)

3. Unit Service Car

Kendaraan ini berfungsi sebagai bengkel berjalan dengan membawa peralatan-peralatan yang dipakai bengkel dengan standar bengkel yang sebenarnya. Perusahaan-perusahaan yang memakai produk ini antara lain:

- PT Hino Motors Sales Indonesia
- PT Rema TiPTop
- PT Gajah Tunggal
- Astra Toyota (Auto 2000)
- Assa Rent



Gambar IV.9. *Box Service Car*
(Sumber: PT CLAS)

4. *Box Freezer*

Produk *box freezer* yang dibuat dari bahan alumunium dan ditambahkan dengan *Air Conditioner* (AC) ini diproduksi juga oleh PT CLAS, ada dua tipe yaitu model dua pintu dan model satu pintu. Mobil *box freezer* ini sangat cocok untuk berbagai jenis makanan beku, minuman, dan es krim. Dengan kapasitas yang luas akan menyimpan produk yang akan dikirim lebih banyak. Perusahaan yang memesan *box freezer* ini antara lain perusahaan es krim wall's dan perusahaan Cimory. Spesifikasi produk *box freezer* sebagai berikut:

Tabel IV.5. Spesifikasi *Box Freezer*

No.	Nama Komponen	<i>Box Freezer</i>
1.	Lantai	<i>Fiberglass reinforced multiplek</i>
2.	Dinding luar	<i>Fiberglass reinforced tiplek</i>
3.	Dinding Dalam	<i>Fiberglass</i>
4.	<i>Chassis</i> dan <i>Cross</i>	Besi UNP
5.	<i>Profile box/lis</i>	Alumunium extrussion

No.	Nama Komponen	Box Freezer
6.	Isolasi/peredam	Polyurethane tebal 0.9 cm
7.	<i>Density</i>	45-50
8.	<i>Finishing box</i>	<i>Gelcoat white color</i>
9.	Tirai pintu	Plastik tirai
10.	Pintu belakang	Standar satu pintu
11.	Aksesoris	Standar karoseri
12.	Perisai kolong	Standar karoseri
13.	Kusen pintu	<i>Stainless steel</i>
14.	Rangka pintu	<i>Sealing profile PVC</i>
15.	Lampu dalam box	LED 1 titik
16.	Lampu luar box	LED 4 titik
17.	Penahan Lumpur	Ada

(Sumber: PT CLAS)



Gambar IV.10. *Box Freezer*

(Sumber: PT CLAS)

5. *Box Besi*

Produk *box* besi ini paling banyak diproduksi setelah *box* alumunium, produk *box* besi ini dikenal dengan istilah *box* besi *vertical*. *Box* besi *vertical* banyak dipesan oleh perusahaan-perusahaan antara lain perusahaan PT Indomarco Prismatama (Indomart), PT Sumber Alfa Trijaya (Alfamart), PT Tirta Makmur Perkasa (CLUB). Adapun spesifikasi *box* besi *vertical* sebagai berikut :

Tabel IV.6. Spesifikasi *Box Besi*

No.	Nama Komponen	Box Besi Vertical
1.	Lantai	Pelat 2,3 mm/2,8 mm/3,2 mm
2.	Dinding	Pelat 1,8 mm/1,8 mm/2,0 mm
3.	Penguat Dinding	Pelat tekuk 1,8 mm-2,0 mm
4.	Tiang <i>box</i> depan/belakang	Pelat tekuk 2,3 mm/3,2 mm
5.	Kusen <i>Box</i> atas	Pelat tekuk 2,3 mm/3,2 mm

No.	Nama Komponen	Box Besi Vertical
6.	Kusen Box Bawah	Pelat tekuk 2,3 mm/3,2 mm
7.	Pelat Atap	Pelat Galvalum
8.	Lapisan Interior	Tripleks 4,0 mm/4,0 mm/6,0 mm
9.	Chassis dan Slide Frame	UNP 80/UNP 80/UNP 100
10.	Cross Member	UNP 50/UNP 65/UNP 80
11.	Pengaman Lampu	Ada (Standar Karoseri)
12.	Karpet Penahan Lumpur	Ada (Standar Karoseri)
13.	Lampu Dalam Box	Ada (Standar Karoseri)
14.	Lampu Luar Box	4 buah LED
15.	Cat Box & Bak Besi	Cat Dasar Epoxy & Cat Polyurethane
16.	Perisai kolong	Ada (Standar Karoseri)

(Sumber: PT CLAS)

Pada PT CLAS aktivitas produksi dibagi menjadi beberapa bagian.

Aktivitas produksi tersebut terbagi menjadi area produksi bahan baku, area perakitan, area *painting*, dan area gudang. Untuk area produksi bahan baku terdapat mesin *shearing*, mesin *bending*, mesin gerinda potong, mesin gerinda poles. Proses produksi di PT CLAS dimulai dari gudang material dan diakhiri pada bagian *shipping* yaitu merupakan bagian pengiriman produk kepada konsumen. Proses dimulai dari gudang material yaitu pelat yang akan dibuat menjadi dinding dan menjadi lantai. Dalam prosesnya mesin *bending* membuat pelat polos menjadi dinding-dinding *box* besi, dan mesin *shering* memotong pelat menjadi lantai *box*. Setelah jadi kemudian dibawa ke area perakitan yang akan diproses menjadi satu kesatuan *box*. Setelah dirakit menjadi *box*, kemudian dibawa ke area *painting* untuk dilakukan pengecatan. Dalam prosesnya dilakukan *quality control* untuk menjaga hasil agar sesuai standar karoseri PT CLAS. Setelah itu *box* besi masuk ke dalam area *shipping* untuk dikirim ke konsumen.

4.2. *Running Time*

Uraian jam kerja tersedia untuk mesin *bending* bulan januari 2019 sampai juni 2019.

Tabel IV.7. Data *Running Time*

Bulan	Jumlah Hari Kerja (hari)	Jam Kerja Per Hari (menit)	<i>Running Time</i> (menit)
Januari	22	450	9.900
Februari	18	450	8.100
Maret	20	450	9.000
April	20	450	9.000
Mei	21	450	9.450
Juni	15	450	6.750

(Sumber: PT CLAS)

Pada Tabel IV.7 dapat dilihat bahwa jam kerja yang tersedia pada mesin *bending* tergantung pada jumlah hari kerja. Khusus untuk setiap hari sabtu untuk permesinan seperti mesin *bending*, mesin *shearing*, mesin gerinda tidak terdapat jadwal proses produksi karena yang masuk hanya pekerja borongan di area perakitan dan area *painting*.

4.2.1. Data Produksi Mesin *Bending*

Material yang diproduksi di mesin *bending* yaitu pelat dinding dengan kapasitas produksi mencapai 300 unit perhari.

Total data produksi mesin *bending* PT CLAS pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.8. Data Produksi mesin *bending* PT CLAS

Bulan	Jumlah Hari Kerja (Hari)	Target produksi per hari (unit)	Target produksi per bulan (unit)	Aktual Produksi per bulan (unit)
Januari	22	300	6.600	5.000
Februari	18	300	5.400	3.900
Maret	20	300	6.000	4.300
April	20	300	6.000	4.400
Mei	21	300	6.300	4.950
Juni	15	300	4.500	3.250

(Sumber: PT CLAS)

4.2.2. Data Produk *Defect* Mesin *Bending*

Produk *defect* adalah hasil produksi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan. Produk *defect* yang diproduksi oleh mesin *bending*

merupakan produk cacat yang tidak dapat diperbaiki (*scrap*) ataupun produk cacat yang masih bisa diperbaiki (*rework*). Data produk *defect* periode bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 mesin bending.

Tabel IV.9. Data Produk *Defect* mesin *bending*

Bulan	Aktual Produksi (unit)	Output baik (unit)	Produk <i>Scrap</i> (unit)	Produk <i>Rework</i> (unit)	Produk <i>Defect</i> (unit)
Januari	5.000	4.880	10	110	120
Februari	3.900	3.802	8	90	98
Maret	4.300	4.180	20	100	120
April	4.400	4.280	25	95	120
Mei	4.950	4.835	30	85	115
Juni	3.250	3.195	5	50	55

(Sumber: Pengumpulan Data)

4.2.3. Data Loading Time dan Downtime Mesin Bending

Data *loading time* mesin bending diperoleh berdasarkan sesuai jam kerja yang tersedia (lihat Tabel IV.7) sedangkan data *downtime* diperoleh berdasarkan pengukuran waktu *set up and adjustment time* ditambah *breakdown time*. Rekapitulasi pengumpulan data *loading time* dan *downtime* mesin *bending* selama bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.10. Data *Loading time* dan *Downtime* mesin *bending*.

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Set up</i> (menit)	<i>Adjusment Time</i> (menit)	<i>Breakdown Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)
Januari	9.900	220	110	1.600	1.930
Februari	8.100	180	90	1.260	1.530
Maret	9.000	200	100	1.400	1.700
April	9.000	200	100	1.420	1.720
Mei	9.450	210	105	1.450	1.765
Juni	6.750	150	75	1.080	1.305

(Sumber: Pengumpulan Data)

4.2.3. Data *Operating Time* Mesin Bending

Operating time merupakan waktu yang tersedia untuk proses produksi tanpa memperhatikan waktu *downtime* mesin. Dengan kata lain, *operating time* merupakan waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi dalam kurun waktu tertentu. *Operating Time* diperoleh dari *Loading Time* (diperoleh berdasarkan sesuai jam kerja yang tersedia) dikurang *Downtime* (diperoleh berdasarkan

pengukuran waktu *set up and adjustment time* ditambah *breakdown time*). Untuk mendapatkan *Loading Time* diperlukan *Running Time* (waktu berjalan) dikurangi *Planned Downtime (Schedule Maintenance)* adalah waktu yang dijadwalkan untuk proses produksi berhenti selama jam kerja. Contoh perhitungan *Operating time* mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*:

$$\begin{aligned}
 \text{Loading Time} &= \text{Running Time} - \text{Planned Downtime} \\
 &= 9.900 \text{ menit} - 10 \text{ menit} \\
 &= 9.890 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Operating time} &= \text{Loading time} - \text{Downtime} \\
 &= 9.890 \text{ menit} - 1.930 \text{ menit} \\
 &= 7.960 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama, rekapitulasi data *operating time* mesin *bending* dan bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.11. Data *Operating Time* mesin *bending*.

Bulan	>Loading Time (menit) (X)	Downtime (menit) (Y)	Operating time (menit) (Z = (X-Y))
Januari	9.890	1.930	7.960
Februari	8.090	1.530	6.560
Maret	8.990	1.700	7.290
April	8.990	1.720	7.270
Mei	9.440	1.765	7.675
Juni	6.740	1.305	5.435

(Sumber: Pengumpulan Data)

4.3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah melakukan pengumpulan data yang telah dilakukan selama penelitian di PT CLAS. Data-data tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Availability Rate*, *Performance Rate*, *Quality Rate*, OEE, dan *Six Big Losses* yang terdapat pada mesin *bending*.

4.3.1. Perhitungan Nilai *Availability Rate*

Nilai persentase *Availability Rate* mesin *bending* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, mesin tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat (*breakdown*), persiapan produksi dan penyetelan mesin (*set up* dan *adjustment*).

Dalam perhitungan persentase nilai *availability rate* mesin *bending* bulan Januari yang diperlukan adalah *loading time* dan *downtime*. Contoh perhitungan persentase nilai *availability Rate* mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*:

$$\begin{aligned}
 Downtime &= Setup + Adjustment + Breakdown Time \\
 &= 220 \text{ menit} + 110 \text{ menit} + 1.600 \text{ menit} \\
 &= 1.930 \text{ menit} \\
 Availability Rate (\%) &= \frac{(Loading Time - Downtime)}{Loading Time} \times 100\% \\
 &= \frac{(9.890 \text{ menit} - 1.930 \text{ menit})}{9.890 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 80,49\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang sama, data hasil perhitungan persentase nilai *availability rate* mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebagai berikut:

Tabel IV.12. Data Perhitungan Persentase Nilai *Availability Rate* mesin *bending*

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit) (X)	<i>Set up</i> (menit) (Y)	<i>Adjustment Time</i> (menit) (S)	<i>Breakdown Time</i> (menit)(Z)	<i>Downtime</i> (menit) (Do = (Y+S + Z)	<i>Availability Rate</i> Do (A= $\frac{Do}{X} \times 100\%$)
Januari	9.890	220	110	1.600	1.930	80,49%
Februari	8.090	180	90	1.260	1.530	81,09%
Maret	8.990	200	100	1.400	1.700	81,09%
April	8.990	200	100	1.420	1.720	80,87%
Mei	9.440	210	105	1.450	1.765	81,30%
Juni	6.740	150	75	1.080	1.305	80,64%
Rata-rata						80,91%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel IV.12, rata-rata nilai *availability rate* periode bulan Januari 2019 sampai Mei 2019 mesin *bending* sebesar 80,91%.

4.3.2. Perhitungan Nilai *Performance Rate*

Persentase nilai *Performance rate* mesin *bending* dihitung berdasarkan ratio kecepatan operasi aktual dari peralatan dengan kecepatan ideal berdasarkan

kapasitas produksi. Untuk perhitungan *performance efficiency* dibutuhkan data dari *operation time*, total produksi aktual (lihat Tabel IV.8), dan waktu siklus.

Waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan pada mesin *bending* adalah 1,5 menit per unit. Perhitungan nilai *performance rate* bulan Januari 2019 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Rate (\%)} &= \frac{(\text{Aktual produksi} \times \text{waktu siklus})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(5.000 \text{ unit} \times 1,5 \text{ menit per unit})}{7.960 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 94,22\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang sama, rekapitulasi data persentase nilai *performance rate* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 dapat dilihat pada Tabel IV.13.

Tabel IV.13. Data Perhitungan Persentase Nilai *Performance Rate* mesin *bending*

Bulan	Operating Time (menit) (X)	Aktual Produksi (unit) (Y)	Waktu Siklus (menit) (Z)	Performance Rate (P = $\frac{Y \times Z}{X} \times 100\%$)
Januari	7.960	5.000	1.5	94,22%
Februari	6.560	3.900	1.5	89,18%
Maret	7.290	4.300	1.5	88,48%
April	7.270	4.400	1.5	90,78%
Mei	7.675	4.950	1.5	96,74%
Juni	5.435	3.250	1.5	89,70%
Rata-rata				91,52%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *performance rate* pada Tabel IV.13, rata-rata nilai *performance rate* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 91,52%.

4.2.3. Perhitungan Nilai *Quality Rate*

Perhitungan nilai *quality rate* mesin *bending* berdasarkan kerugian akibat yang ditimbulkan dari menurunnya kualitas produk serta banyaknya produk cacat yang dihasilkan oleh mesin dan peralatan pada saat digunakan.

Dalam perhitungan persentase nilai *quality rate* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diperlukan data aktual produksi dan *output defect* (lihat Tabel IV.9). Perhitungan persentase nilai *quality rate* mesin *bending* bulan Januari 2019 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Quality Rate} &= \frac{(\text{Aktual produksi} - \text{Produk Defect})}{\text{Aktual produksi}} \times 100\% \\
 &= (5.000 \text{ unit} - 120 \text{ unit}) / 5.000 \text{ unit} \times 100\% \\
 &= 97,60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang sama, rekapitulasi data persentase nilai *quality rate* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.14. Data perhitungan persentase nilai *Quality rate* mesin *bending*

Bulan	Aktual Produksi (unit) (X)	Produk Defect (unit) (Y)	Quality Rate (Q = (Y - X) x 100%)
Januari	5.000	120	97,60%
Februari	3.900	98	97,49%
Maret	4.300	120	97,21%
April	4.400	120	97,27%
Mei	4.950	115	97,68%
Juni	3.250	55	98,31%
Rata-rata			97,59%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *quality rate* pada Tabel IV.14, rata-rata nilai *quality rate* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 97,59%.

4.2.4. Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Hasil perhitungan persentase nilai OEE mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diukur dengan melakukan perkalian terhadap perhitungan persentase nilai *availability rate* (lihat Tabel IV.12), *performance rate* (lihat Tabel IV.13) dan *quality rate* (lihat Tabel IV.14). Hasil perhitungan persentase nilai OEE mesin *bending* Januari 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*:

$$\begin{aligned}
 \text{OEE} (\%) &= \text{Availability Rate} (\%) \times \text{Performance Rate} (\%) \times \text{Quality Rate} (\%) \\
 &= 80,49\% \times 94,22\% \times 97,60\%
 \end{aligned}$$

$$= 74,01\%$$

Tabel IV.15. Data Hasil Perhitungan Persentase Nilai OEE mesin *bending*

Bulan	Availability Rate (X)	Performance Rate (Y)	Quality Rate (Z)	OEE (O = (XxYxZ))
Januari	80,49%	94,22%	97,60%	74,01%
Februari	81,09%	89,18%	97,49%	70,49%
Maret	81,09%	88,48%	97,21%	69,74%
April	80,87%	90,78%	97,27%	71,41%
Mei	81,30%	96,74%	97,68%	76,83%
Juni	80,64%	89,70%	98,31%	71,11%
Rata-rata				72,27%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai OEE pada (Tabel IV.15), rata-rata nilai OEE mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 72,27%.

4.2.5. Perhitungan *Six Big Losses*

Setelah menghitung besarnya persentase nilai OEE mesin *bending* di bulan Januari 2019 sampai Juni 2019, tahap selanjutnya adalah menghitung persentase nilai *Six Big Losses*. Nilai *Six Big Losses* untuk mengidentifikasi penyebab menurunnya kinerja mesin. Perhitungan persentase nilai *Six Big Losses* sebagai berikut:

1. *Downtime Losses*

Downtime losses yang terjadi di mesin *Bending* dan mesin *Shearing* disebabkan karena adanya kerusakan mesin (*breakdown time*) dan peralatan serta waktu yang terbuang pada saat *set up* (*setup time*) mesin. Faktor-faktor yang termasuk *downtime losses* adalah:

a. *Breakdown Losses/Equipment Failure Losses*

Perhitungan persentase nilai *breakdown losses* mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sebagai berikut:

$$\text{Mesin } bending \text{ } Breakdown \text{ } Losses \text{ } (\%) = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1.600 \text{ menit}}{9.890 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 16,18\%
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, rekapitulasi data hasil perhitungan persentase nilai *breakdown losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019

Tabel IV.16. Data Hasil Perhitungan Persentase Nilai *Breakdown Losses* mesin *bending*

Bulan	<i>Breakdown Time</i> (menit) (X)	<i>Loading Time</i> (menit) (Y)	<i>Breakdown Losses (%)</i> (Z = (X - Y) x 100%)
Januari	1.600	9.890	16,16%
Februari	1.260	8.090	15,57%
Maret	1.400	8.990	15,57%
April	1.420	8.990	15,80%
Mei	1.450	9.440	15,36%
Juni	1.080	6.740	16,02%
Rata-rata			15,75%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *breakdown losses* pada Tabel IV.16, rata-rata nilai *breakdown losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 15,75%.

b. *Setup and Adjusment losses*

Untuk perhitungan persentase nilai *setup and adjustment losses* mesin *Bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diperlukan data *loading time* dan *setup time* ditambah *Adjusment Time* (lihat Tabel IV.10). Contoh perhitungan persentase nilai *setup and adjustment loss* mesin *bending* bulan Januari 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*:

$$\begin{aligned}
 \text{Setup and adjusment losses} &= \text{Setup time} + \text{Adjustement} / \text{Loading Time} \times 100\% \\
 &= 220 \text{ menit} + 110 \text{ menit} / 9.890 \text{ menit} \times 100\% \\
 &= 3,34\%
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *setup and adjustment losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.17. Data Hasil perhitungan Persentase Nilai *Setup and Adjustment losses* Mesin *Bending*

Bulan	<i>Set up</i> (menit) (X)	<i>Adjusment Time</i> (menit) (S)	<i>Loading Time</i> (menit) (Y)	<i>Set up and Adjusment Time Losses</i> ($Z = (X+S/Y) \times 100\%$)
Januari	220	110	9.890	3,34%
Februari	180	90	8.090	3,34%
Maret	200	100	8.990	3,34%
April	200	100	8.990	3,34%
Mei	210	105	9.440	3,34%
Juni	150	75	6.740	3,34%
Rata-rata				3,34%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *Setup and Adjustment losses* pada Tabel IV.17, rata-rata nilai *Setup and Adjustment losses* mesin *Bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 3,34%.

2. *Speed Losses*

Speed losses yang terjadi pada mesin *Bending* disebabkan karena penggunaan yang tidak sesuai dengan kecepatan maksimal. Faktor-faktor yang dikategorikan dalam *speed losses* adalah:

a. *Idling and minor stoppages losses*

Untuk menghitung nilai *Idling and minor stoppages losses* mesin *Bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diperlukan data waktu siklus (telah ditetapkan perusahaan sebesar 1,5 menit per unit), target produksi dan aktual produksi (lihat Tabel IV.8) serta *loading time* (lihat Tabel IV.7). Perhitungan persentase nilai *idling and minor stoppage* mesin *bending* bulan Januari 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*:

Untuk mencari *Actual Cycle Time* menggunakan rumus:

$$\text{Actual Cycle Time} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Total Produksi Aktual}}$$

$$= \frac{7.960}{5.000} \\ = 1.52$$

Idling and minor Stoppage Losses =

$$= \frac{\text{Operation Time} - (\text{Total Produksi aktual} \times \text{Actual cycle time})}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ = \frac{7.960 - (5.000 \times 1.52)}{7.960} \times 100\% \\ = 4,52\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, rekapitulasi data persentase nilai *Idling and minor stoppages losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.18. Data Hasil Persentase Nilai *Idling and Minor Stoppages* mesin *bending*

Bulan	Operation Time (menit)(X)	Total Produksi Aktual (unit)(Y)	Aktual Cycle Time (menit)(Z)	Idling and Minor Stoppages (%)
Januari	7.960	5.000	1,52	4,52%
Februari	6.560	3.900	1,68	0,12%
Maret	7.290	4.300	1,69	0,31%
April	7.270	4.400	1,65	0,13%
Mei	7.675	4.950	1,55	0,03%
Juni	5.435	3.250	1,67	0,13%
Rata-rata				0,87%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *idling and Minor Stoppages* pada Tabel IV.18, rata-rata nilai *idling and Minor Stoppages* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 0,87%.

b. *Reduced Speed*

Dalam menghitung nilai persentase *Reduced Speed* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diperlukan data waktu siklus (telah ditetapkan perusahaan sebesar 1,5 menit per unit), hasil *output* baik (lihat Tabel IV.9) serta data *operating time dan loading time* (lihat Tabel

IV.14). Perhitungan persentase nilai *reduced speed* mesin *bending* bulan Januari 2019 sebagai berikut:

$$\text{Reduced speed}(\%) = \frac{(Actual CT - Ideal CT) \times Total Produksi Aktual}{Loading Time} \times 100\%$$

$$\text{Actual Cycle Time} = \frac{(1,52 - 1,5) \times 5.000 \text{ unit}}{9.890} \times 100\%$$

$$= 4,55\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, rekapitulasi data hasil perhitungan persentase nilai *reduced speed* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.19. Data Hasil Perhitungan Persentase Nilai *Reduced speed* mesin *Bending*

Bulan	Loading Time (menit)	Operating time (menit)	Ideal Cycle Time (menit)	Actual Cycle Time (menit)	Total produksi aktual (unit)	Reduce Speed (%)
Januari	9.890	7.960	1,5	1,52	5.000	4,55%
Februari	8.090	6.560	1,5	1,68	3.900	8,67%
Maret	8.990	7.290	1,5	1,69	4.300	9,08%
April	8.990	7.270	1,5	1,65	4.400	7,34%
Mei	9.440	7.675	1,5	1,55	4.950	2,62%
Juni	6.740	5.435	1,5	1,67	3.250	8,19%
Rata-rata						6,74%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *reduced speed* pada Tabel IV.30 , rata-rata nilai *reduced speed* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 8,75%.

3. *Defect Losses*

Defect losses yang terjadi pada mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 karena menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Faktor-faktor yang termasuk dalam *defect losses* sebagai berikut:

a. *Rework Losses*

Untuk menghitung nilai persentase *rework losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diperlukan data waktu siklus (telah

ditetapkan perusahaan selama 1,5 menit per unit), jumlah *rework* per bulan (lihat Tabel IV.9) serta data *loading time* (lihat Tabel IV.7). Contoh hasil perhitungan persentase nilai *rework losses* mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sebagai berikut:

Untuk mencari aktual cycle time menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Actual Cycle Time} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Total Produksi Aktual}} \\ &= \frac{7.970}{5.000} \\ &= 1.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Losses} &= \frac{\text{Aktual Cycle Time} \times \text{Produk rework}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ &= \frac{1,52 \times 110 \text{ unit}}{7.970 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 2,2\% \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, rekapitulasi data persentase nilai *rework losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.20. Data Hasil Perhitungan Persentase Nilai *Rework Losses* Mesin *bending*

Bulan	Actual cycle time (menit)	Produk Rework (unit)	Operation Time (menit)	Rework Losses (%)
Januari	1.52	110	7.960	2,09%
Februari	1.68	90	6.560	2,30%
Maret	1.69	100	7.290	2,31%
April	1.65	95	7.270	2,15%
Mei	1.55	85	7.675	1,71%
Juni	1.67	50	5.435	1,53%
Rata-rata				2,01%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *rework losses* pada Tabel IV.20, rata-rata nilai *rework losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 2,01%.

b. *Yield/Scrap Losses*

Dalam menghitung nilai persentase *yield/scrap losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 diperlukan data waktu siklus (telah ditetapkan perusahaan selama 1,5 menit per unit), jumlah *scrap* per bulan (lihat Tabel V.9) serta data *loading time* (lihat Tabel IV.7). Contoh perhitungan persentase nilai *yield/scrap losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Yield losses} &= \frac{\text{Aktual Cycle Time} \times \text{Produk Scrap}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{1,52 \text{ menit} \times 10 \text{ unit}}{7.970 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 0,19\%
 \end{aligned}$$

Data hasil perhitungan persentase nilai *yield/scrap losses* mesin *Bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.

Tabel IV.21. Data Hasil Perhitungan Persentase Nilai *Yield/scrap Losses* mesin *bending*

Bulan	Actual Cycle Time (menit)	Produk Scrap (unit)	Operation Time (menit)	<i>Yield/Scrap Losses</i> (%)
Januari	1.52	10	7.960	0,19%
Februari	1.68	8	6.560	0,20%
Maret	1.69	20	7.290	0,46%
April	1.65	25	7.270	0,56%
Mei	1.55	30	7.675	0,60%
Juni	1.67	5	5.435	0,15%
Rata-rata				0,36%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi data perhitungan persentase nilai *yield/scrap losses* pada Tabel IV.21, rata-rata nilai *yield/scrap losses* mesin *bending* bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 sebesar 0,36%.

4.2.6. Diagram Pareto

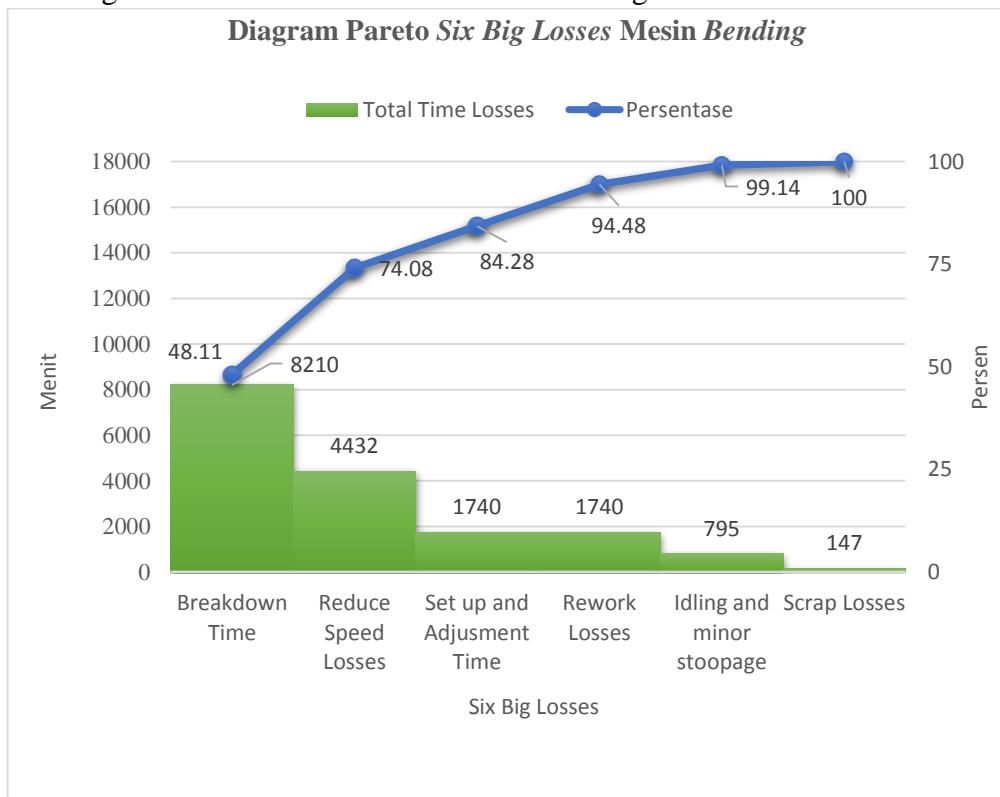
Dari hasil perhitungan losses yang telah dilakukan, kemudian diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil sehingga diperoleh urutan sebagai berikut:

Tabel IV.22. Data Persentase Faktor *Six Big Losses* mesin *bending*

No.	Kategori Losses	Six Big Losses	Total Time Losses (menit)	Persentase
1.	<i>Downtime Losses</i>	<i>Breakdown Losses</i>	8.210	48,11%
2.	<i>Speed Losses</i>	<i>Reduce Speed</i>	4.432	74,08%
3.	<i>Downtime Losses</i>	<i>Set up and Adjusment Time</i>	1.740	84,28%
4.	<i>Defect losses</i>	<i>Rework Losses</i>	795	94,48%
5.	<i>Speed Losses</i>	<i>Idling and minor stoppage</i>	625	99,14%
6.	<i>Defect Losses</i>	<i>Scrap Losses</i>	147	100%
Jumlah			17.064	100,00%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diurutkan seperti tabel di atas, kemudian dibuat diagram pareto. Diagram Pareto dari tabel di atas adalah sebagai berikut:



Gambar IV.11 Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin *Bending*
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel diatas dapat diketahui pada mesin *bending* bahwa losses terbesar disebabkan oleh *Breakdowntime losses* dengan presentase sebesar 48,11%.

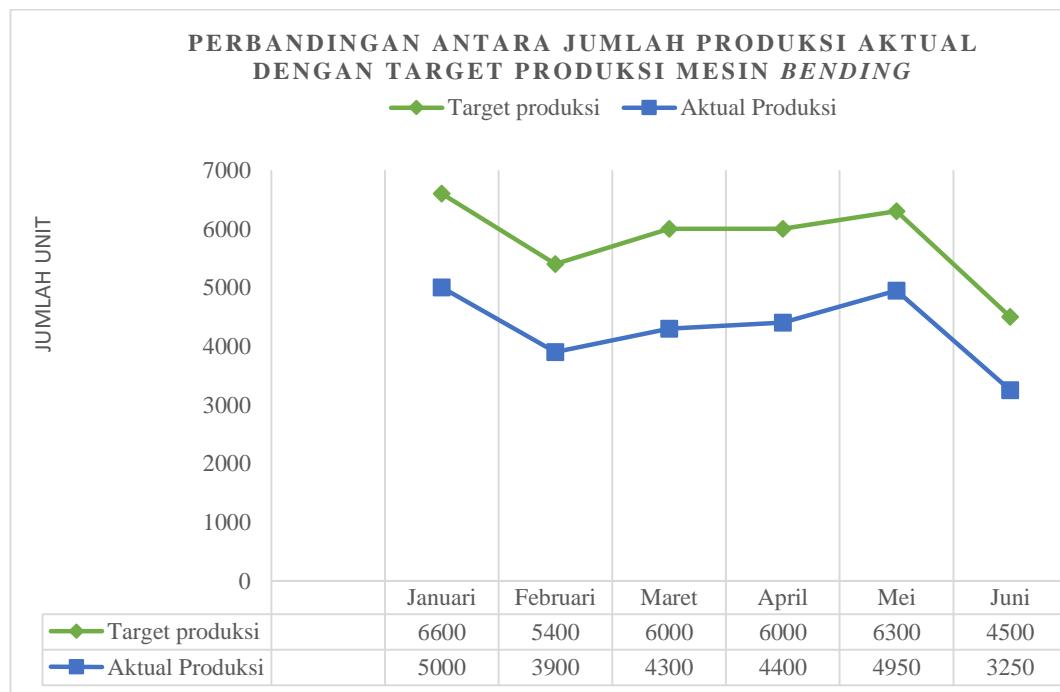
BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan mengenai hasil implementasi dari sistem perawatan dan perbaikan dengan metode OEE yang dilakukan terhadap mesin *bending* di PT CLAS. Hasil implementasi dari metode tersebut kemudian di analisis berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya, mengenai hal-hal yang akan dianalisis adalah sebagai berikut:

5.1. Analisis Hasil Produksi Mesin *Bending*

Hasil produksi mesin *bending* untuk bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 (lihat Tabel IV.8) tidak ada yang mencapai target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebanyak mesin *bending* 300 unit per hari. Grafik perbandingan antara hasil produksi aktual terhadap target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan pada mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.



Gambar V.1 Grafik perbandingan antara hasil produksi aktual terhadap target produksi pada mesin *bending*
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

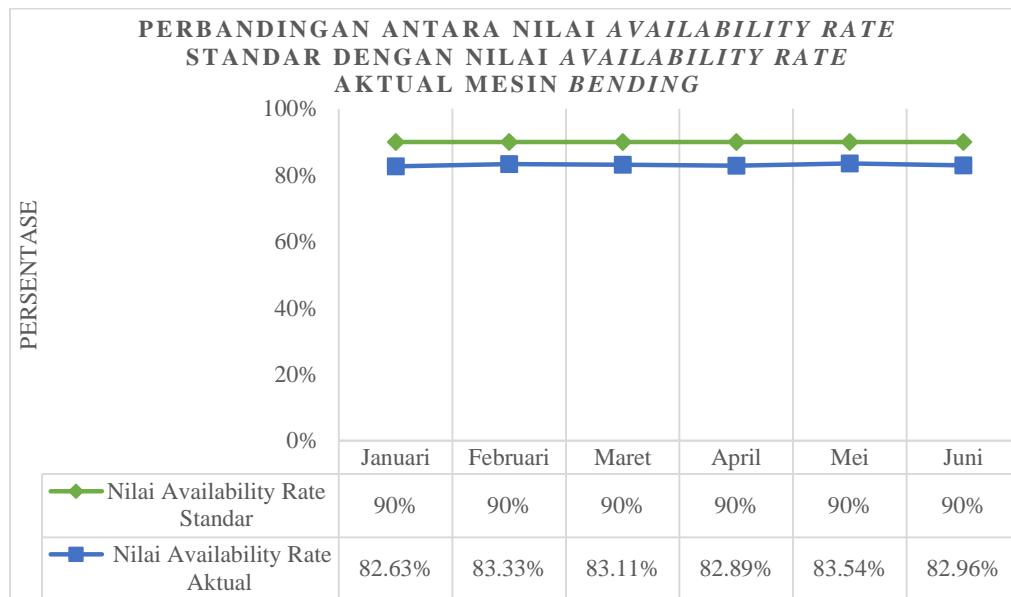
Pada gambar V.1 dapat dilihat bahwa grafik mengenai aktual produksi mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 cenderung fluktuasi (naik turun). Berdasarkan Gambar V.1, grafik hasil produksi yang dihasilkan oleh mesin *bending* dari bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 tidak ada yang mencapai target produksi yang telah ditetapkan perusahaan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan (lihat Tabel IV.8), hasil produksi pada mesin *bending* yang tertinggi terjadi di bulan Januari tahun 2019 yang mencapai 5.000 unit sedangkan hasil produksi yang terendah terjadi di bulan Juni tahun 2019 yang hanya mencapai 3.250 unit. Rendahnya hasil produksi ini tidak hanya disebabkan oleh *downtime* mesin yang terjadi, namun juga disebabkan karena jumlah hari kerja yang tersedia pada bulan Juni tahun 2019 lebih sedikit dibandingkan dengan bulan lainnya hal ini karena adanya libur cuti bersama dan libur hari raya Idul Fitri.

5.2. Analisis *Availability Rate* Mesin *Bending*

Perhitungan nilai persentase *availability rate* dari mesin *bending* disebabkan oleh beberapa faktor seperti, mesin tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat, persiapan produksi serta penyetelan mesin (*set up*) sehingga menyebabkan waktu operasi yang tersedia menjadi semakin berkurang.

Hasil perhitungan nilai *availability rate* mesin *bending* yang diperoleh berdasarkan dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya (lihat Tabel IV.12) kemudian disajikan dalam bentuk grafik. Grafik perbandingan antara nilai *availability rate* standar yang telah ditetapkan dengan hasil perhitungan persentase nilai *availability rate* aktual di bulan Januari 2019 sampai Juni 2019.



Gambar V.2. Grafik perbandingan antara nilai *availability rate* standar dengan nilai *availability rate* aktual pada mesin *Bending*
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan grafik diatas, nilai *availability rate* aktual pada mesin *bending* cenderung fluktusi dan tidak jauh beda persentase di setiap bulannya. Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar V.2 dapat diketahui nilai *availability rate* aktual pada mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 kurang dari nilai *availability rate* standar yang sudah ditetapkan. Berdasarkan perhitungan nilai *availability rate* mesin *bending* (lihat Tabel IV.12), dapat diketahui bahwa nilai *availability rate* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 memiliki nilai rata-rata mesin *bending* sebesar 83,08% hal ini dianggap kurang baik karena masih berada di bawah standar *Japan Intitute for Plan Maintenance* (JIPM) yaitu sebesar (90%).

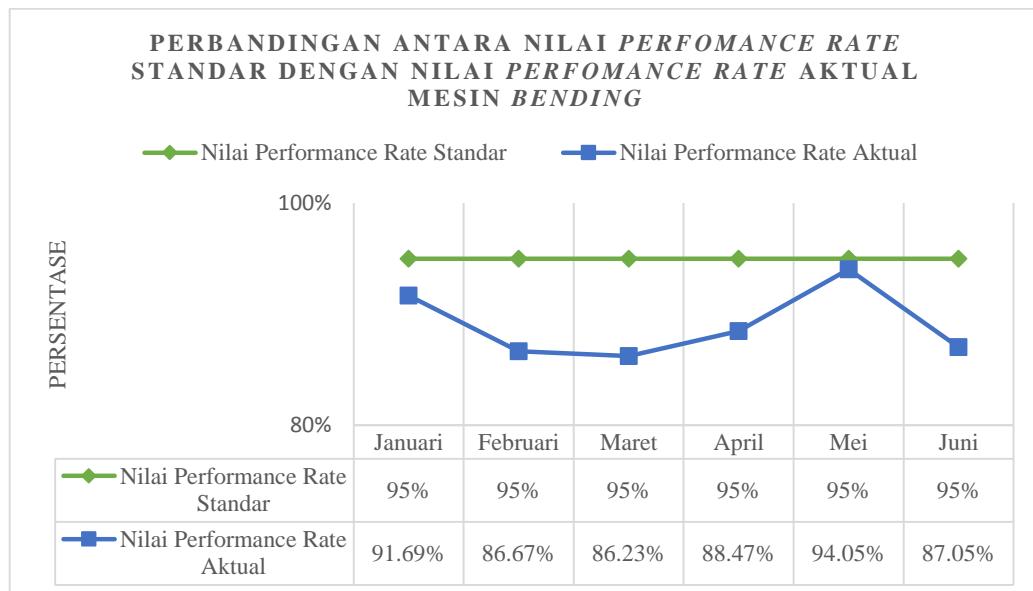
Berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya (lihat Tabel IV.10), persentase nilai *availability rate* aktual pada mesin *bending* yang tertinggi terjadi pada bulan Mei 2019 dengan persentase mencapai 83,54%. Sedangkan nilai *availability rate* aktual pada mesin *bending* yang terendah terjadi pada bulan Januari 2019 dengan persentase 82,63%.

5.3. Analisis *Performance Rate* Mesin *Bending*

Perhitungan nilai *performance rate* pada mesin *bending* dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari operator dan mesin yang digunakan

dalam mengerjakan suatu proses produksi. Nilai *performance rate* berpengaruh terhadap jumlah hasil produksi yang dihasilkan oleh perusahaan, apabila semakin tinggi *performance rate* perusahaan maka hasil produksi diharapkan juga semakin tinggi.

Hasil perhitungan nilai *performance rate* mesin *bending* diperoleh dari hasil pengolahan data (lihat Tabel IV.8) yang kemudian disajikan kedalam bentuk grafik. Grafik perbandingan antara persentase nilai *performance rate* standar yang telah ditetapkan dengan hasil perhitungan persentase nilai *performance rate* aktual di bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 (lihat Tabel IV.13) dapat dilihat pada Gambar IV.5.



Gambar V.3. Grafik perbandingan antara nilai *performance rate* standar dengan nilai *performance rate* aktual pada mesin *bending*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan pada Gambar IV.3, nilai *performance rate* aktual pada mesin *bending* cenderung fluktuatif. Pada Gambar IV.3 dapat diketahui nilai *performance rate* aktual pada mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 kurang dari nilai *performance rate* standar. Berdasarkan perhitungan nilai *performance rate* mesin *bending* (lihat Tabel IV.13) dapat diketahui bahwa nilai *performance rate* mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 memiliki nilai rata-rata sebesar 89,03% hal ini dianggap kurang baik, karena masih berada dibawah standar JIPM yaitu sebesar 95%. Dengan demikian, bahwa terjadi masalah pada

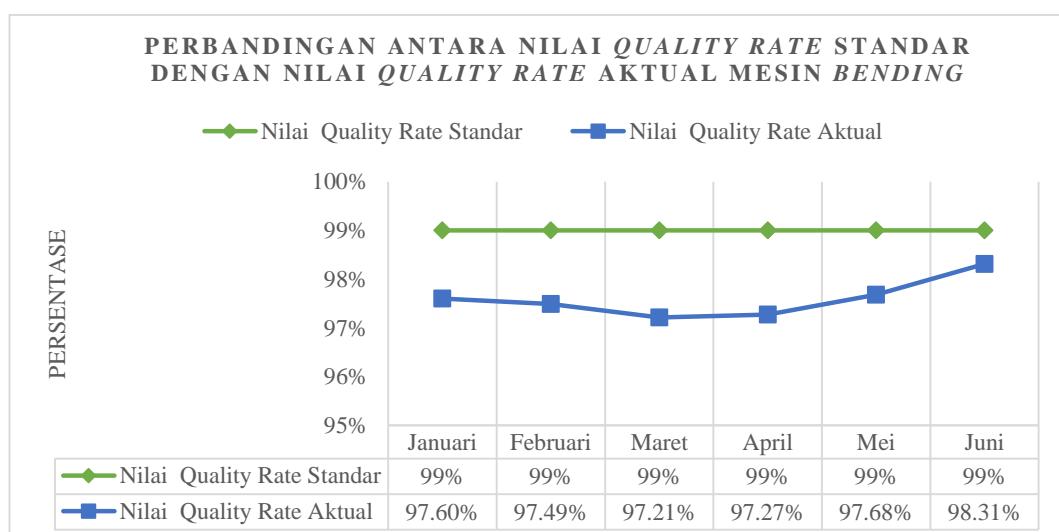
kinerja mesin *bending* yang menyebabkan hasil produksi tidak mencapai target yang diharapkan perusahaan.

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya (lihat Tabel IV.13), persentase nilai *performance rate* aktual pada mesin *bending* yang tertinggi terjadi di bulan Mei 2019 dengan persentase mencapai 94,05%. Sedangkan nilai *performance rate* aktual pada mesin *bending* yang terendah terjadi di bulan Maret 2019 dengan persentase mencapai 86,23%.

5.4. Analisis *Quality Rate* Mesin *Bending* dan Mesin *Shearing*

Nilai dari persentase *quality rate* sangat berpengaruh terhadap banyaknya jumlah *output* baik yang dihasilkan oleh mesin, apabila semakin tinggi persentase nilai *quality rate* yang dihasilkan oleh mesin, maka hasil *output* aktual dalam kondisi yang baik semakin tinggi.

Hasil perhitungan nilai *quality rate* mesin *bending* diperoleh dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya (lihat Tabel IV.14). Kemudian hasil perhitungan persentase nilai tersebut disajikan kedalam bentuk grafik untuk melihat perbandingan antara persentase nilai *quality rate* standar dengan nilai *quality rate* aktual pada mesin *bending*. Grafik perbandingan antara nilai *quality rate* standar yang telah ditetapkan dengan nilai *quality rate* aktual di bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 dapat dilihat pada Gambar IV.4.



Gambar V.4. Grafik perbandingan antara nilai *quality rate* standar dengan nilai *quality rate* aktual pada mesin *Bending*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

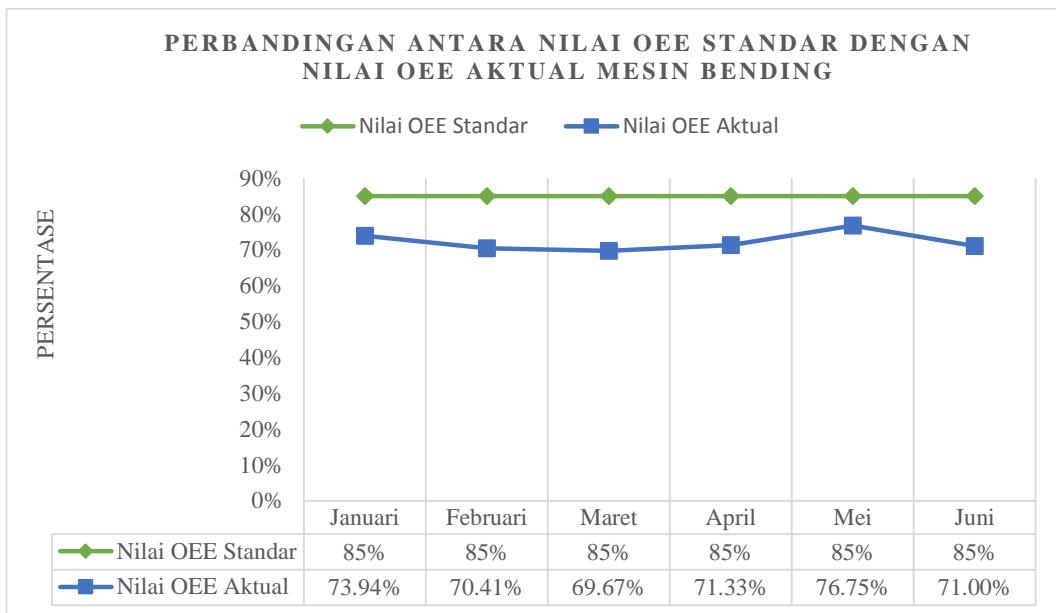
Berdasarkan pada Gambar IV.4, nilai *quality rate* aktual pada mesin *bending* cenderung fluktuasi. Pada Gambar IV.4 dapat diketahui nilai *quality rate* aktual pada mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 kurang dari nilai *quality rate* standar. Berdasarkan perhitungan nilai *quality rate* mesin *bending* dapat diketahui bahwa nilai *quality rate* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 memiliki nilai rata-rata sebesar 97,59%, hal ini dianggap kurang baik karena masih berada di bawah standar JIPM yaitu sebesar 99,99%.

Dengan demikian, hal ini menunjukkan bahwa kualitas hasil produksi yang dihasilkan oleh mesin *bending* cenderung kurang baik karena masih terdapat banyak *defect* (cacat) pada produk yang dihasilkan. Berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya, juga didapat persentase nilai *quality rate* aktual pada mesin *bending* yang tertinggi terjadi di bulan Juni 2019 dengan persentase yang mencapai 98,31%. Sedangkan nilai *quality rate* aktual pada mesin *bending* yang terendah terjadi di bulan Maret 2019 dengan persentase yang hanya mencapai 97,21%.

5.5. Analisis *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Mesin *Bending*

Hasil perhitungan nilai OEE pada mesin *bending* dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektifitas dari penggunaan suatu mesin atau peralatan yang ada. Apabila semakin tinggi nilai persentase OEE pada suatu mesin maka efektifitas dan kinerja dari penggunaan mesin atau peralatan secara aktual semakin baik.

Hasil perhitungan nilai OEE mesin *bending* diperoleh berdasarkan dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya (lihat Tabel IV.15) yang kemudian disajikan kedalam bentuk grafik. Grafik perbandingan antara nilai OEE standar yang telah ditetapkan JIPM dengan hasil perhitungan nilai OEE aktual yang terjadi di bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 dapat dilihat pada Gambar IV.5.



Gambar V.5. Grafik perbandingan antara nilai OEE standar dengan nilai OEE aktual pada mesin *Bending*
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan pada Gambar IV.5, nilai OEE aktual pada mesin *bending* cenderung fluktuasi. Pada Gambar IV.5 dapat diketahui nilai OEE aktual pada mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 kurang dari nilai OEE standar. Hal ini menunjukkan bahwa masih terjadi masalah pada kinerja mesin *bending* terutama yang berkaitan dengan performa mesin dan jumlah produksi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya, persentase nilai OEE mesin *bending* dapat diketahui bahwa nilai OEE pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 memiliki nilai rata-rata sebesar 72,18%, hal ini dianggap kurang baik, karena masih berada dibawah standar nilai JIPM yaitu sebesar 85,00%.

Dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya, persentase nilai OEE pada mesin *bending* dari bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 yang tertinggi terjadi di bulan Mei 2019 dengan persentase mencapai 76,75% dan untuk nilai OEE terendah terjadi di bulan Maret 2019 dengan persentase OEE yang hanya mencapai 69,67%.

5.6. Analisis *Six Big Losses* Mesin *Bending*

Persentase nilai *Six big losses* dipengaruhi efektifitas mesin yang memerlukan data mengenai jumlah kerugian waktu (*time loss*). Analisis terhadap *six big losses* dilakukan setelah dilakukan pengolahan data pada mesin *bending*.

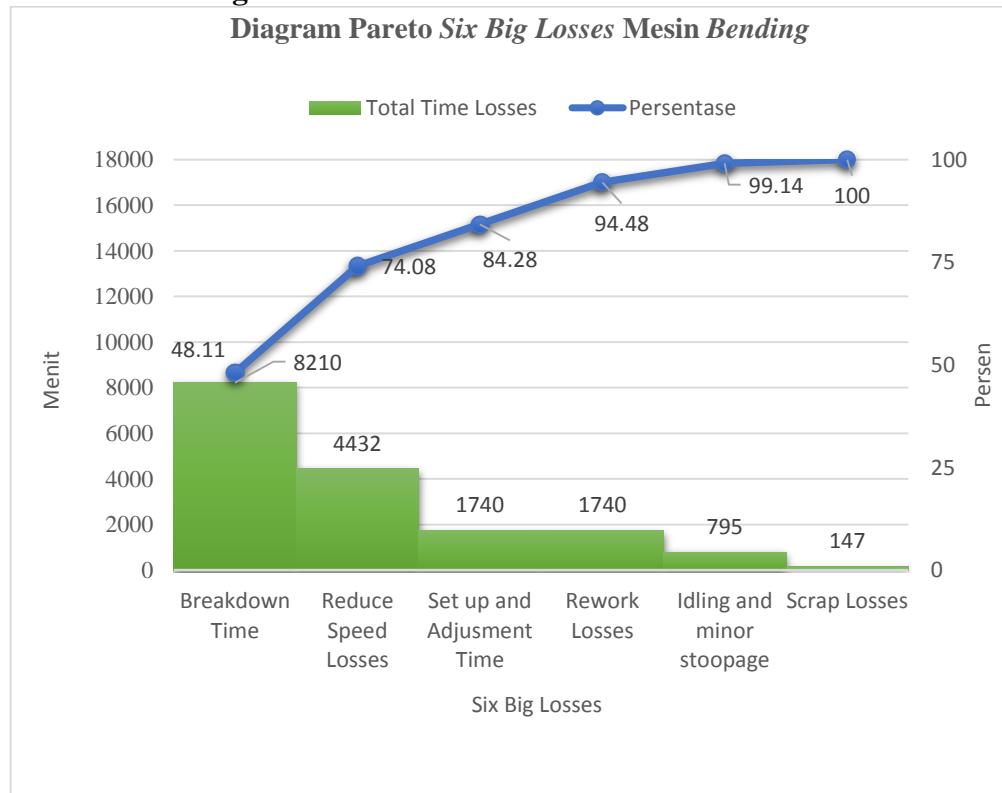
Tabel V.1. Data Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin bending

No.	Kategori <i>Losses</i>	<i>Six Big Losses</i>	<i>Total Time Losses</i> (menit)	Persentase
1.	<i>Downtime Losses</i>	<i>Breakdown Losses</i>	8.210	48,11%
2.	<i>Speed Losses</i>	<i>Reduce Speed</i>	4.432	74,08%
3.	<i>Downtime Losses</i>	<i>Set up and Adjustment Time</i>	1.740	84,28%
4.	<i>Defect losses</i>	<i>Rework Losses</i>	795	94,48%
5.	<i>Speed Losses</i>	<i>Idling and minor stoppage</i>	625	99,14%
6.	<i>Defect Losses</i>	<i>Scrap Losses</i>	147	100%
Jumlah			17.064	100,00%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan hasil persentase *time losses* berdasarkan analisis *six big losses* dari yang terbesar hingga yang terkecil. Pada mesin *bending* nilai *Time Loss* terbesar terjadi disebabkan oleh faktor *Breakdown Losses* dengan persentase 48,11%.

5.7. Analisis Diagram Pareto



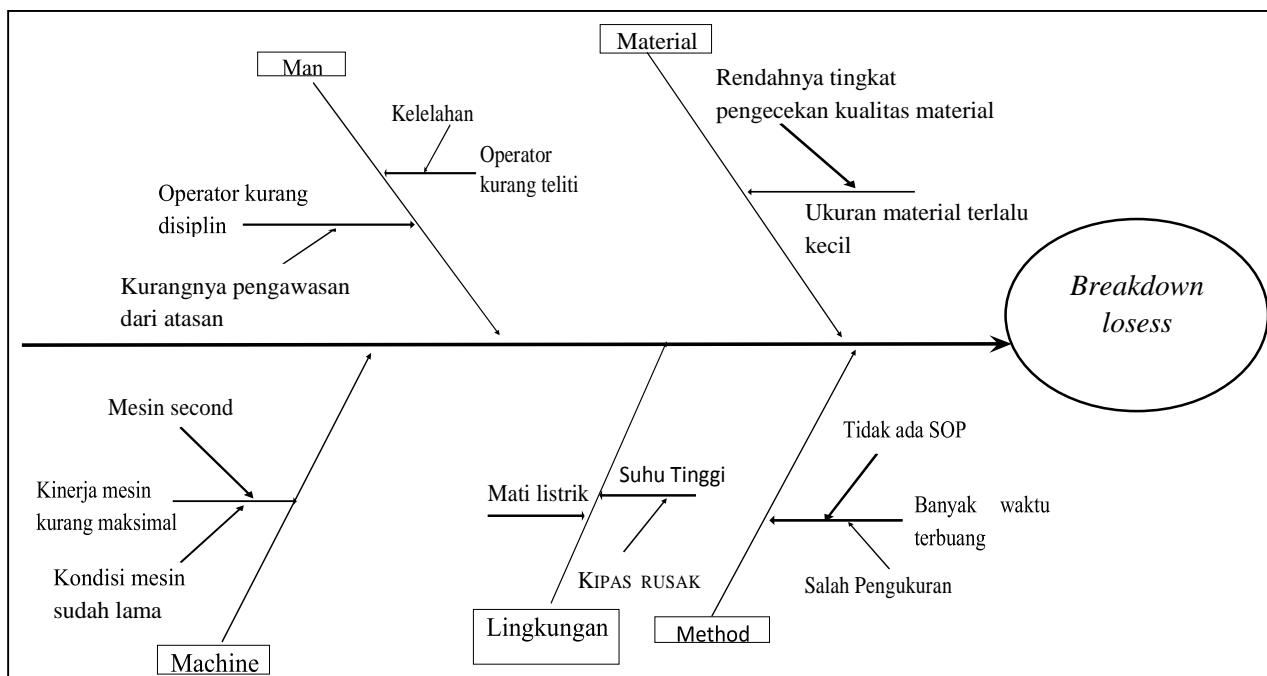
Gambar V.6 Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin bending
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari diagram pareto mesin *bending* di atas dapat diketahui bahwa kerugian terbesar adalah *Breakdown losses* dengan presentase 48,11%, merupakan kerugian akibat beroperasi tanpa beban dan berhenti sesaat berulang-ulang karena berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun *Work In Processs* (WIP).

5.8. Analisis Diagram *Fishbone* Mesin *Bending*

Melalui diagram *fishbone*, dapat dianalisis beberapa faktor yang menyebabkan kurangnya kinerja, performa, dan kualitas mesin *bending* yang disebabkan oleh kerugian *six big losses*. Dari hasil perhitungan *time lose* dapat diketahui kerusakan yang terjadi pada mesin *bending* pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 yang paling tinggi disebabkan oleh *Breakdown Losses* yang termasuk kategori *Downtime losses* dengan persentase yang mencapai 48,11%.

Dengan demikian, perbaikan dapat dilakukan dengan memfokuskan pada jenis *time lose* terbesar yaitu *Breakdown Losses* yang termasuk kedalam kategori *speed losses*. Setelah dapat menentukan masalah yang akan ditanggulangi, maka selanjutnya fokus terhadap perbaikan yang dilakukan yang disebabkan oleh 5 faktor yaitu *Man*, *Machine*, *Method*, *Material*, dan Lingkungan dengan menggunakan diagram *Fishbone* dapat dilihat pada gambar V.7.



Gambar V.7. Diagram *Breakdown Losses* Mesin *bending*
(Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar V.7 analisis diagram *fishbone* dijelaskan sebagai berikut:

1. Faktor Manusia (*Man*)

Banyaknya waktu terbuang di mesin *bending* berlangsung, hal ini dikarenakan kurang disiplinya operator dalam saat kegiatan proses produksi. Hal itu terjadi karena kurangnya pengawasan dari atasan. Kurangnya teliti operator pada saat proses produksi berlangsung dikarenakan kelelahan operator yang disebabkan operator bekerja sendiri.

2. Faktor Material

Material yang akan di *assembling* (perakitan) beberapa ada yang tidak sesuai standar. Hal ini dikarenakan rendahnya tingkat pengecekan kualitas material. Hal yang sering terjadi pada proses *bending* pelat dinding tidak sesuai ukuran, kadang terjadi ukuran material yang terlalu kecil.

3. Faktor *Machine*

Kinerja mesin kurang maksimal disebabkan tidak adanya jadwal perawatan pada mesin *bending*. Hal ini disebabkan kondisi mesin sudah lama, pada mesin *bending* sejak tahun 2012 dan dibeli pada kondisi bekas.

4. Faktor *Method*

Tidak ada SOP dan salah pengukuran pada pembuatan produk pelat sehingga menyebabkan waktu terbuang.

5. Faktor Lingkungan

Ruangan produksi terlalu panas mengakibatkan suhu tinggi, ditambahkan kipas angin yang sering rusak-rusakan dan sering terjadinya gangguan listrik yaitu turunnya sekringan dan mati listrik.

5.9. Analisis 5W+1H

Tabel V.2. Perbaikan 5W+1H Untuk Mengurangi *Six Big Losses* Mesin bending

Masalah	Faktor	What	Why	Where	How	When	Who
SIX BIG LOSS	Man	Operator kurang disiplin	Kurangnya pengawasan dari atasan	Mesin bending	Melakukan pemeriksaan/audit dadakan	Ketika melakukan pemeriksaan	Kepala produksi
	Material	Ukuran material terlalu kecil	Rendahnya tingkat pengecekan kualitas material	Mesin bending	Tingkatkan pemeriksaan material	Ketika melakukan proses produksi	Divisi Quality Control
	Machine	Kinerja Mesin kurang maksimal	Kondisi mesin sudah lama	Mesin bending	Melakukan penerapan perawatan secara <i>preventive maintenance</i>	Pada saat melakukan kegiatan <i>preventive maintenance</i>	Operator Maintenance
	Methods	Banyaknya waktu terbuang	Tidak ada SOP dan salah pengukuran	Mesin bending	Membuat SOP dan lebih teliti	Ketika melakukan <i>setting</i> dan saat produksi	Operator Maintenance
	Lingkungan	Mati Listrik	Turunya Saklar	Mesin bending	Melakukan persiapan Genset	Ketika sebelum melakukan proses produksi	Operator Maintenance
	Lingkungan	Suhu tinggi	Kipas rusak	Mesin bending	Melakukan pergantian kipas yang rusak	Pergantian saat kipas rusak	Operator Maintenance

(Sumber: Hasil Analisis Pengolahan Data)

5.10. Hasil Implementasi

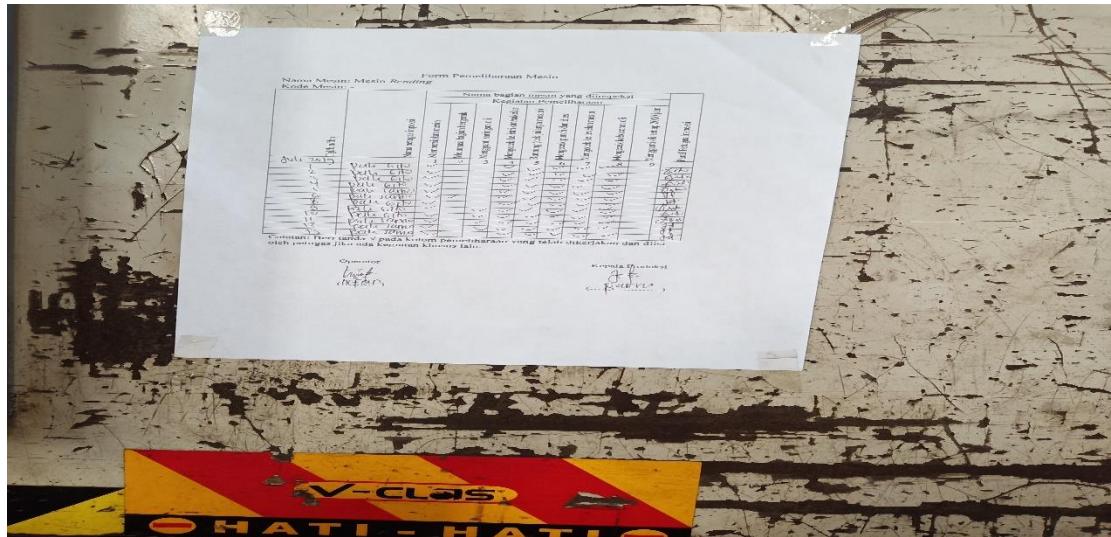
Setelah pengumpulan dan pengolahan data pada bulan januari 2019 sampai Juni 2019, didapatkan nilai OEE pada mesin *bending* sebesar 72,18%. Maka dapat dilakukan penerapan perbaikan pada mesin *bending*. Penerapan yang dilakukan di PT CLAS sebagai berikut:

1. Membuat form pemeliharaan mesin *bending* sebagai berikut:

Tabel V.3. Form Pemeliharaan mesin *bending*

(Sumber: Pengolahan data)

Kartu form pemeliharaan dan perbaikan mesin *bending* dapat ditempelkan langsung pada badan mesin *bending*, sehingga mudah dijangkau untuk diinspeksi secara berkala dapat dilihat Gambar V.8.



Gambar V.8. Form Implementasi Pemeliharaan Mesin *bending*
(Sumber: Pengolahan data)

2. Perhitungan *Running Time*, data produksi mesin *bending*, dan data *downtime* dan *operating* mesin *bending*.

Pengumpulan dan pengolahan data dilakukan pada tanggal 1 - 12 Juli 2019.

Data pengolahan data mesin *bending* sebagai berikut:

a. *Running Time*

$$\begin{aligned} \text{Rumus } Running \text{ } Time &= \text{Jumlah hari kerja} \times \text{Jam kerja per hari} \\ &= 10 \text{ hari} \times 450 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$Running \text{ } Time = 4.500 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} Loading \text{ } Time &= Running \text{ } Time - Planned \text{ } Downtime \\ &= 4.500 - 10 \\ &= 4.490 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Data produksi mesin *bending*

Target produksi pada mesin *bending* sebesar 300 unit per hari. Total data produksi mesin *bending* bulan juli dari tanggal 1-12 Juli 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*

$$\begin{aligned}\text{Target produksi/bulan} &= \text{Jumlah hari kerja} \times \text{target produksi/hari} \\ &= 10 \times 300 \text{ unit} \\ &= 3.000 \text{ unit}\end{aligned}$$

Sedangkan aktual produksi per bulan yang terjadi pada bulan Juli dari tanggal 1 sampai 12 pada mesin *bending* sebesar 2.210 unit.

c. Data *downtime* dan *operating time* mesin *bending*

Data *loading time* mesin *bending* diperoleh berdasarkan sesuai jam kerja yang tersedia, sedangkan data *downtime* diperoleh berdasarkan pengukuran waktu *set up and adjustment time* ditambah *breakdown time*. Pengumpulan data *downtime* dan *operating time* mesin *bending* bulan juli dari tanggal 1-12 Juli 2019 sebagai berikut:

Mesin *bending*

$$\begin{aligned}\text{Downtime} &= \text{set up} + \text{adjustment time} + \text{breakdown time} \\ &= 100 \text{ menit} + 50 \text{ menit} + 650 \text{ menit} \\ &= 800 \text{ menit}\end{aligned}$$

Mesin *bending*

$$\begin{aligned}\text{Operating time} &= \text{Loading time} - \text{downtime} \\ &= 4.490 \text{ menit} - 800 \text{ menit} \\ &= 3.690 \text{ menit}\end{aligned}$$

d. Perhitungan *availability*, *performance*, *quality*, dan hasil nilai OEE.

1. *Availability Rate*

Nilai persentase *Availability Rate* mesin *bending* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, mesin tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat (*breakdown*), persiapan produksi dan penyetelan mesin (*set up*).

Dalam perhitungan persentase nilai *availability rate* mesin *bending* bulan Juli dari tanggal 1 sampai 12 yang diperlukan adalah *loading time* dan *downtime*. Perhitungan persentase nilai *availability Rate* mesin *bending* pada bulan Juli dari tanggal 1 sampai 12 sebagai berikut:

Mesin *bending*

$$\text{Downtime} = \text{Setup} + \text{Adjustment Time} + \text{Breakdown Time}$$

$$\begin{aligned}
 &= 100 \text{ menit} + 10 \text{ menit} + 650 \text{ menit} \\
 &= 800 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Availability Rate (\%)} &= \frac{(\text{Loading Time} - \text{Downtime})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(4.490 \text{ menit} - 650 \text{ menit})}{4.490 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 85,52\%
 \end{aligned}$$

2. Performance Rate

Persentase nilai *Performance rate* mesin *bending* dihitung berdasarkan ratio kecepatan operasi aktual dari peralatan dengan kecepatan ideal berdasarkan kapasitas produksi. Untuk perhitungan *performance efficiency* dibutuhkan data dari *operation time*, total produksi aktual, dan waktu siklus.

Waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan pada mesin *bending* adalah 1,5 menit per unit. perhitungan nilai *performance rate* mesin *bending* bulan Juli 2019 dari tanggal 1 sampai tanggal 12 adalah sebagai berikut:

Mesin *bending*

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Rate (\%)} &= \frac{(\text{Aktual produksi} \times \text{waktu siklus})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(2.210 \text{ unit} \times 1,5 \text{ menit per unit})}{3.700 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 89,59\%
 \end{aligned}$$

3. Quality Rate

Perhitungan nilai *quality rate* mesin *bending* berdasarkan kerugian akibat yang ditimbulkan dari menurunnya kualitas produk serta banyaknya produk cacat yang dihasilkan oleh mesin dan peralatan pada saat digunakan.

Dalam perhitungan persentase nilai *quality rate* mesin *bending* bulan Juli 2019 dari tanggal 1 sampai 12 diperlukan data aktual produksi dan *output defect*. Perhitungan persentase nilai *quality rate* mesin *bending* bulan Juli 2019 dari tanggal 1 sampai 12 sebagai berikut:

Mesin *bending*

$$\text{Quality Rate} = \frac{(\text{Aktual produksi} - \text{Produk Defect})}{\text{Aktual produksi}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= (2.210 \text{ unit} - 33 \text{ unit}) / 2.210 \text{ unit} \times 100\% \\ &= 98,51\% \end{aligned}$$

4. Perhitungan OEE

Hasil perhitungan persentase nilai OEE mesin *bending* bulan Juli 2019 dari tanggal 1 sampai tanggal 12 diukur dengan melakukan perkalian terhadap perhitungan persentase nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Hasil perhitungan persentase nilai OEE mesin *bending* Juli 2019 dari tanggal 1 sampai 12 sebagai berikut:

Mesin *bending*

$$\begin{aligned} \text{OEE (\%)} &= \text{Availability Rate (\%)} \times \text{Performance Rate (\%)} \times \text{Quality Rate (\%)} \\ &= 85,52\% \times 89,59\% \times 98,51\% \\ &= 75,47\% \end{aligned}$$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengumpulan dan pengolahan data serta analisis yang telah dilakukan pada mesin *bending* PT CLAS, maka dapat disimpulkan:

1. Perhitungan rata-rata nilai OEE pada bulan Januari 2019 sampai Juni 2019 pada mesin *bending* sebesar 72,18%. Dengan demikian rata-rata nilai OEE mesin *bending* masih jauh diatas standar JIPM sebesar 85%.
2. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan rata-rata nilai *availability rate* mesin *bending* sebesar 80,93%, *rata-rata nilai performance rate* mesin *bending* sebesar 89,53%, dan rata-rata nilai *quality rate* mesin *bending* sebesar 97,59%. Meskipun nilai rata-rata *quality rate* mesin *bending* mendekati nilai standar yaitu 99,99% akan tetapi, nilai *availability rate* dan *performance rate* masih jauh dari standar JIPM sebesar 90% dan 95%.
3. Hasil perhitungan berdasarkan analisis *six big losses* yang terbesar menyebabkan rendahnya nilai OEE tersebut adalah *Breakdown Losses* yang memiliki persentase untuk mesin *bending* sebesar 48,11%. Dengan demikian, yang menjadi fokus utama perbaikan yaitu dilakukan terhadap kerugian yang disebabkan oleh faktor *Breakdown Losses*.

6.2. Saran

Saran-saran yang diberikan sesuai dengan kesimpulan yang dibuat, yaitu:

1. Perusahaan sebaiknya meningkatkan kepedulian operator dalam merawat peralatan yang digunakannya dalam sehari-hari.
2. Sebaiknya divisi *maintenance* dapat melakukan penerapan *predictive maintenance* terhadap mesin *bending*.
3. Sebaiknya divisi *maintenance* dari pihak terkait rutin melakukan pelatihan secara berkala terhadap operator ataupun *maintenance* agar dapat mengerti dan memahami bagaimana memberikan perlakuan terhadap mesin dengan kondisi baik maupun pada saat terjadinya *trouble*.

DAFTAR PUSTAKA

- Borris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance: Proven Strategies and Techniques to Keep Equipment Running at Peak Efficiency*. United States: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Dal, B, Tugwell P, dan Greatbanks, R. 2000. *Overall Equipment Effectiveness as a Measure for Operational Improvement*. New York: Apress Media.
- Dewi, Cynthia N. 2014. *Analisis Penerapan Total Productive Maintenance Dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT Essentra Surabaya*.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hansen, Robert C. 2001. *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits*. New York: Industrial Press, Inc.
- Mahmudi. 2007. *Manajer Kinerja Sektor Publik*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Nakajima, S. 2006. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press, Inc.
- Sanjaya dan Mutmainah. 2017. *Analisis Perawatan Mesin Press 80 Ton Pada Lini P3C03 3 dan 4 Dengan Metode TPM (Total Productive Maintenance) di PT XYZ*.
- Sudrajat, A. 2011. *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Refika Aditama. Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.
- Wireman, Terry. 2004. *Total Productive Maintenance, 2nd ed.* New York: Indusrial Press