ANALISIS PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) GUNA MENGURANGI *SIX BIG LOSSES* DAN UPAYA PERBAIKAN DENGAN PENDEKATAN *KAIZEN* 5S
(Studi Kasus: PT. PINDAD (PERSERO))

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Disusun Oleh :

Nama : Abadi Pinasthika
No. Mahasiswa : 14 522 328

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 22 Mei 2018



Abadi Pinasthika

14522328

SURAT BUKTI PENELITIAN

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Guna Mengurangi *Six Big Losses* dan Upaya Perbaikan dengan Pendekatan *Kaizen* 5S

(Studi Kasus: PT. PINDAD (PERSERO))

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Disusun Oleh

Abadi Pinasthika
NIM : 14522328

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir Lapangan
PT. PINDAD (Persero)

Koswara

Mengetahui,
PT. PINDAD (Persero)
A.n VP, HUMAN CAPITAL DAN
PENGEMBANGAN ORGANISASI

SITI NURUTRIANA, N
MANAGER PEMBELAJARAN DAN
PENGEMBANGAN KEPEMIMPINAN

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) GUNA MENGURANGI *SIX BIG LOSSES* DAN UPAYA PERBAIKAN DENGAN PENDEKATAN *KAIZEN* 5S
(Studi Kasus: PT. PINDAD (PERSERO))

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama	: Abadi Pinasthika
NIM	: 14522328
Fak/Jurusan	: FTI/Teknik Industri

Yogyakarta, 22 Mei 2018
Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Hudaya, M.M.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) GUNA MENGURANGI *SIX BIG LOSSES* DAN UPAYA PERBAIKAN DENGAN PENDEKATAN *KAIZEN* 5S

(Studi Kasus: PT. PINDAD (PERSERO))

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Abadi Pinasthika
NIM : 14 522 328
Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Telah dipertahankan didepan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, Juni 2018

Tim Penguji.

Ir. Hudaya, M.M. _____
Ketua

Ir. Sunaryo, M.P. _____
Anggota I

Abdullah 'Azzam, S.T., M.T. _____
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ YOGYAKARTA ★ FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahhirohmanirrohim
Alhamdulillahhirobbil'alamin

Karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya
Bapak Ismail B. Suharto, Alm.
Ibu Werdi Yudingsri

Untuk Bapak
Walaupun telah meninggal 10 tahun yang lalu, namun nasihat-nasihat mu yang sedikit banyak telah membentuk kepribadian saya sekarang ini
Selain itu, Terimakasih juga Pak selama hidupnya telah mengajarkan suatu prinsip hidup yang sederhana namun sangat mendalam.
Rinduku selalu ada kepada mu Pak, semoga dapat bertemu dengan mu lagi di surgaNya Aamiin

Untuk Ibu
Maafkan anak mu yang terakhir ini Bu, selama menjalani masa perkuliahan beberapa kali mengecewakan perasaan Ibu
Terimakasih banyak pula sudah mau membesarkan aku dengan perasaan sabar yang luar biasa
Dengan karya ini saya berharap dapat membalas semua itu
Serta, Ibu dapat merasa senang dan bangga

MOTTO

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

"Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."

(Q.S. Ar-Ra'd: 11)

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِنْ شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ ۖ وَلَئِنْ كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih".

(Q.S. Ibrahim: 7)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim,

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Asyhadu Alla Ilahailallah Wa Asyhadu Anna Muhammadarrasulullah Allahuma Shalli'ala Muhammad Wa'ala Alihi Washobihi Wasalam,

Alhamdulillahhirrobbil'alamiin, Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan nikmat-Nya program kerja praktek dan penyusunan laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tidak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing kita keluar dari zaman jahilliyah menuju zaman dengan penuh ilmu pengetahuan.

Tugas Akhir ini diadakan merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Tugas Akhir bertujuan untuk melatih kemampuan mahasiswa dalam merancang, memperbaiki dan menginstalasi sistem integral dengan mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai disiplin ilmu Teknik Industri.

Dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir di PT. PINDAD (Persero) dan penyusunan laporan kerja praktek, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, dan kesempatan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Hudaya, M.M. selaku dosen pembimbing tugas akhir jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
4. PT. PINDAD (Persero) yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas yang telah memudahkan penulis dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
5. Pak Koswara selaku pembimbing lapangan yang telah membantu dalam mendapatkan data yang dibutuhkan.
6. Pak Toto Mulyono selaku *junior manager* departemen produksi yang telah memberikan arahan dan masukan mengenai data yang dibutuhkan.

7. Seluruh *staff* PT. PINDAD (Persero) khususnya pada Divisi Alat Berat yang telah memberikan banyak informasi terkait dengan proses kerja yang dilakukan di perusahaan.
8. Orang tua saya untuk semua dukungan, doa, perhatian, motivasi, dan segalanya selama pembuatan laporan ini sehingga dapat selesai dengan lancer.
9. Andis Samsun, Sekar Indraswari, Gandes Aisyaharum, dan Andito Baratagama selaku saudara kandung untuk semua bantuan, doa, dan semangat yang telah diberikan kepada saya selama ini.
10. Ria Oktavia Putri Utami selaku teman dekat yang selalu menjadi pendamping dikala waktu senang ataupun susah, serta menemani dan memberi nasihat agar pembuatan laporan ini berjalan lancar.
11. Teman-teman Unknown sebagai sahabat yang telah mewarnai kehidupan perkuliahan dengan canda tawa ataupun kesedihan serta bantuan dalam proses pembuatan laporan ini.
12. Rekan-rekan Teknik Industri 2014 yang telah menjadi keluarga selama 4 tahun ini, semoga kesuksesan menghampiri kita semua.
13. Semua teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih untuk semua kebaikan yang telah diberikan kepada saya.

Penulis juga ingin berterimakasih kepada pihak-pihak yang terkait yang telah membantu dalam pembuatan laporan ini. Semoga kebaikan semua dibalas oleh Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna sehingga kami mengharapkan kritik dan saran dari semua pembaca demi melengkapi kekurangan dalam laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin.

*Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh***.**

Yogyakarta, 21 Mei 2018

Abadi Pinasthika

ABSTRAK

PT. PINDAD (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang termasuk dalam BUMN (Badan Usaha Milik Negara). PT. PINDAD (Persero) sendiri dalam sistem manufakturnya menggunakan sistem *make to order*. Pada PT. PINDAD (Persero), terdapat satu produk yang banyak dipesan yaitu Rumah *Isolating Cock* L. Pesanan tersebut memiliki fluktuasi mengenai jumlah pesanan. Agar dapat memenuhi fluktuasi pesanan tersebut perlu dilakukannya *total productive maintenance* (TPM). Namun, selama ini pada PT. PINDAD (Persero) belum ada penelitian mengenai TPM tersebut. Evaluasi TPM juga dapat dilakukan dengan upaya perhitungan nilai OEE atau *overall equipment effectiveness*. Oleh karena itu, pada penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengetahui besarnya nilai OEE pada proses produksi Rumah *Isolating Cock* L, khususnya pada mesin bubut (*turning*) Volman dan mengetahui kerugian (*losses*) dominan yang muncul, serta akar penyebab terjadinya kerugian tersebut. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan usulan perbaikan dengan pendekatan *kaizen* 5S. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan studi literatur. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE yang dihasilkan sebesar 81,4%. Sehingga dari hasil tersebut dapat dimasukkan dalam kategori ketiga yaitu sedang. Nilai terebut dikarenakan rendahnya nilai pada aspek *quality*. Sedangkan jenis *losses* yang dominan muncul adalah *rework losses* dan *reduced speed losses.*

Kata kunci : Fluktuasi, TPM, OEE, *Losses*, *Kaizen* 5S

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Penelitian 2
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Manfaat Penelitian 3
1.6. Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1. Kajian Deduktif 6
2.1.1. *Total Productive Maintenance* (TPM) 6
2.1.2. Manfaat *Total Productive Maintenance* (TPM) 7
2.1.3. *Overall Equipment Effectiveness* 7
2.1.4. *Six Big Losses* 10
2.1.5. *Pareto Diagram* 12
2.1.6. *Fishbone Diagram* 13
2.1.7. *Kaizen* 13
2.2. Kajian Induktif 14
2.3. Kesimpulan 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1. Diagram Alir Penelitian 17
3.2. Teknik Pengumpulan Data 20

3.2.1. Observasi 20
3.2.2. Wawancara 20
3.2.3. Studi Literatur 20
3.3. *Framework* Penelitian 20
3.4. Responden 21
3.5. Lokasi dan Waktu Penelitian 21
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 22
4.1. Pengumpulan Data 22
4.1.1. Visi Misi PT. PINDAD (Persero) 22
4.1.2. PT. PINDAD (Persero) 22
4.1.3. Data Spesifikasi Umum Mesin 23
4.1.4. Data *Planned Downtime* 23
4.1.5. Data *Set Up and Adjustment* 23
4.1.6. Data *Breakdown* Mesin 24
4.1.7. Data Produksi Rumah *Isolating Cock* L 25
4.2. Pengolahan Data 26
4.2.1. Perhitungan *Availability* 26
4.2.2. Perhitungan *Performance* 27
4.2.3. Perhitungan *Quality* 28
4.2.4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* 29
4.3. Perhitungan *Losses* 29
4.3.1. *Downtime Losses* 30
4.3.2. *Speed Losses* 31
4.3.3. *Defect Losses* 33
4.4. Pengaruh *Losses* 34
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 37
5.1. Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* 37
5.2. Analisis Perhitungan *Looses* 38
5.3. Analisis Hubungan OEE dengan *Losses* 40
5.4. Analisis Diagram Sebab Akibat 40
5.4.1. *Rework Losses* 40
5.4.2. *Reduce Speed Losses* 42
5.5. Upaya Perbaikan dengan Pendekatan *Kaizen* 5S 44
BAB VI PENUTUP 47
6.1. Kesimpulan 47
6.2. Saran 48

DAFTAR PUSTAKA..... 49
LAMPIRAN 51

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Waktu Planned Downtime 23
Tabel 4. 2 Waktu Set Up and Adjusment 24
Tabel 4. 3 Waktu Breakdown Mesin 24
Tabel 4. 4 Data Produksi Rumah Isolating Cock L 25
Tabel 4. 5 Nilai Persentase Availability Mesin Turning 26
Tabel 4. 6 Nilai Persentase Performance Mesin Turning 27
Tabel 4. 7 Nilai Persentase Quality Mesin Turning 28
Tabel 4. 8 Nilai Persentase OEE Mesin Turning 29
Tabel 4. 9 Nilai Persentase Breakdown Losses Mesin Turning 30
Tabel 4. 10 Nilai Persentase Set Up and Adjustment Losses Mesin Turning 31
Tabel 4. 11 Nilai Persentase Reduced Speed Losses Mesin Turning 32
Tabel 4. 12 Nilai Persentase Idling and Minor Stoppages Losses Mesin Turning 33
Tabel 4. 13 Nilai Persentase Rework Losses Mesin Turning 34
Tabel 4. 14 Persentase Masing-Masing Losses Tiap Bulannya 34
Tabel 4. 15 Rata-Rata Persentase Setiap Losses 36
Tabel 5. 1 Nilai Persentase OEE Mesin Turning 38
Tabel 5. 2 Rata-Rata Persentase Setiap Losses 39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 19
Gambar 4. 1 Persentase Masing-Masing Losses Tiap Bulan..... 35
Gambar 4. 2 Diagram Pareto Masing-Masing Looses..... 36
Gambar 5. 1 Diagram Pareto Masing-Masing Losses 39
Gambar 5. 2 Diagram Sebab Akibat (Fishbone) Rework Losses 41
Gambar 5. 3 Diagram Sebab Akibat (Fishbone) Reduced Speed Losses 43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. PINDAD (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang termasuk dalam BUMN (Badan Usaha Milik Negara) pada sektor industri pengolahan yang memproduksi alutsista TNI dan peralatan industri (PINDAD, 2015). PT. PINDAD (Persero) sendiri dalam sistem manufakturnya menggunakan sistem *make to order*. *Make to order* adalah suatu sistem yang membuat suatu produk sesuai dengan pesanan (Tarigan, 2005). Sehingga, proses produksi akan berjalan ketika adanya pesanan.

Dari beberapa produk yang dihasilkan PT. PINDAD (Persero), terdapat satu produk yang banyak dipesan yaitu Rumah *Isolating Cock* L. Jumlah pesanan produk *Isolating Cock* L tersebut berfluktuasi. Pada bulan Desember 2016 terdapat pesanan sebanyak 132 unit, bulan Januari 2017 terdapat pesanan 30 unit, bulan Maret 2017 terdapat pesanan 550 unit, dan untuk bulan Mei dan Juli 2017 masing-masing 400 dan 510 unit. Agar dapat memenuhi pesanan yang berfluktuasi tersebut, perlu dilakukannya *total productive maintenance*.

Namun, pada PT. PINDAD (Persero) sendiri belum ada penelitian mengenai penerapan *total productive maintenance* (TPM). TPM sendiri menurut Nakajima bertujuan untuk tercapainya keidealan kinerja, serta *zero loss* yang berarti tidaka ada cacat, *breakdown*, kecelakaan, dan kesia-siaan dalam proses baik dalam produksi maupun *changover* (Nakajima, 1988). Evaluasi TPM dapat dilakukan dengan upaya perhitungan nilai OEE atau *overall equipment effectiveness*. Sedangkan, *overall equipment effectiveness* adalah suatu metode yang mengukur tingkat efektivitas dalam pemakaian suatu mesin/peralatan atau sistem dengan memperhitungkan beberapa sudut pandang dalam proses pengukuran tersebut (Nakajima, 1988).

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan diterapkannya perhitungan OEE. Hal ini dikarenakan dengan menerapkan OEE kinerja mesin akan dinilai berdasarkan *availability*, *performance*, dan *quality* (Davis, 1995). Selanjutnya, untuk mengetahui faktor yang menjadi penyebab penurunan efektifitas suatu *equipment* atau *plant* secara keseluruhan dapat dilihat dari *six big losses. Six big losses* sendiri adalah enam macam kerugian yang dapat mengurangi tingkat efektivitas suatu mesin yang harus dihindari oleh setiap perusahaan. Sehingga nantinya perusahaan mengetahui *six big losses* mana yang paling dominan mempengaruhi penurunan efektifitas produksi perusahaan. Kemudian, dalam penelitian ini menggunakan metode *fishbone* untuk mengetahui sebab-sebab yang mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin den perspektif manusia (*man*),mesin (*machine*), metode (*methods*), bahan baku (*material*), dan lingkungan (*environment).* Selain itu, dilakukan upaya perbaikan menggunakan pendeketan *kaizen* 5S. *Kaizen* di sini yang berhubungan dalam perbaikan kebiasaan SDM mengenai 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*). Hal ini dikarenakan SDM merupakan elemen terpenting dalam usaha peningkatan kualitas ataupun produktivitas (Imai, 2001).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka peneliti mengambil beberapa rumusan masalah. Adapun rumusan masalah pada penelitian kali ini yaitu:

1. Berapa besarnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada proses produksi PT. PINDAD (Persero)?
2. Jenis *six big losses* apa yang paling dominan dalam mempengaruhi penurunan efektivitas mesin atau peralatan produksi pada PT. PINDAD (Persero)?
3. Faktor-faktor apa sajakah yang menyebabkan rendahnya produktivitas pada PT. PINDAD (Persero)?
4. Apa saja upaya perbaikan yang dapat dilakukan dengan pendekatan *kaizen* 5S?

1.3. Batasan Penelitian

Agar tujuan penelitian kali ini dapat tercapai dengan tepat dalam waktu yang cepat, maka perlu dibuat batasan-batasan masalah yaitu diantaranya sebagai berikut:

1. Objek penelitian dilakukan di PT. PINDAD (PERSERO) pada bagian permesinan divisi Alat Berat.
2. Penelitian kali ini berfokus pada proses produksi Rumah *Isolating Cock* L.

3. Mesin yang diteliti yaitu mesin *turning* atau mesin bubut konvensional.
4. Menggunakan metode OEE, *six big losses, kaizen* 5S, dan *fishbone* sebagai *tools* atau alat bantu selama dilakukannya penelitian.
5. Perhitungan OEE dan *six big losses* dilakukan berdasarkan data historis perusahaan setiap bulan selama 1 tahun pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018.
6. Pengumpulan data mengenai akar penyebab masalah dilakukan dengan wawancara terhadap semua pegawai pada bagian produksi dan *maintenance*.

1.4. Tujuan Penelitian

Setelah diketahui masalah – masalah yang terjadi penelitian ini memiliki tujuan, sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada proses produksi PT. PINDAD (Persero).
2. Mengetahui jenis *six big losses* yang paling dominan dalam mempengaruhi penurunan efektivitas mesin atau peralatan produksi pada PT. PINDAD (Persero)?
3. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas pada PT. PINDAD (Persero).
4. Memberikan usulan atau rekomendasi upaya perbaikan yang dapat dilakukan dengan pendekatan *kaizen* 5S.

1.5. Manfaat Penelitian

Harapan peneliti pada penelitian kali ini memiliki manfaat bagi:

1. Peneliti
   a. Dapat menjadi salah satu alternatif dalam melaksanakan kewajiban untuk melakukan suatu amal yang baik sebagai manusia yang beragama.
   b. Dapat memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan secara luas.
   c. Dapat memberikan hasil yang positif bagi perusahaan yang menjadi objek penelitian sehingga mengalami kemajuan.

2. Perusahaan
   a. Memberikan informasi mengenai kondisi perusahaan berdasarkan nilai OEE dan jenis *six big losses*, sehingga dapat dilakukannya upaya perbaikan.
   b. Meningkatkan produktivitas perusahaan yang berakhir menjadi profit bagi perusahaan.

1.6. Sistematika Penulisan

Agar di dalam penulisan tugas akhir ini lebih struktur maka selanjutnya sistematika penulisan penelitian kali ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Membuat kajian singkat mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan peneitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga untuk memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana cara menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan dengan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan dirilis pada sub bab V yaitu pada pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian dan kesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikasi pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kajian literatur yang terdiri dari kajian deduktif dan induktif. Kajian deduktif berupa pengertian landasan teori, sedangkan kajian induktif berupa penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya.

2.1. Kajian Deduktif

2.1.1. *Total Productive Maintenance* (TPM)

Pengertian TPM bisa diartikan yaitu suatu hubungan kerjasama yang erat dan menyeluruh antara perawatan dan organisasi produksi yang ditujukan untuk peningkatan kualitas produksi, pengurangan biaya produksi, pengurangan *waste*, peningkatan kemampuan peralatan, serta pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur (Rozaq, 2015). Secara lengkapnya definisi dari *total productive maintenance* menurut Wireman (2004) mencakup lima elemen yaitu sebagai berikut:

a. TPM memiliki tujuan untuk terciptanya suatu sistem *preventive maintenance* (PM) agar memperpanjang umur penggunaan mesin/peralatan.
b. TPM memiliki tujuan untuk pemaksimalan efektifitas mesin/peralatan secara menyeluruh (*overall effectiveness*).
c. TPM juga bisa diaplikasikan pada bermacam-macam departemen (seperti *engineering*, bagian produksi, dan bagian *maintenance*).
d. TPM pada penerapannya akan melibatkan semua elemen perusahaan dari tingkatan terendah yaitu para karyawan/operator lantai produksi hingga tingkatan manajemen tertinggi.
e. TPM adalah suatu pengembangan dari sistem *maintenance* berdasarkan PM melalui manajemen motivasi.

2.1.2. Manfaat *Total Productive Maintenance* (TPM)

Menurut Riyanto, Pada penerapan TPM secara sistematik dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan memiliki banyak manfaat khususnya menyangkut faktor-faktor berikut (Riyanto, 2001):

a. Tingkat produktivitas yang membaik dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.
b. Meningkatnya faktor kualitas dengan TPM, mengurangi resiko kerusakan pada mesin/peralatan dan *downtime* mesin dengan dilakukannya metode terfokus.
c. Waktu pengiriman ke konsumen dapat tepat waktu. Hal ini dikarenakan tidak adanya gangguan pada proses produksi sehingga produksi mudah dilakukan.
d. Menurunnya biaya produksi karena terjadinya pengurangan dari kerugian dan pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah.
e. Tingkat Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja membaik.
f. Meningkatnya motivasi kerja karyawan yang disebabkan oleh pembagian hak dan tanggung jawab ke masing-masing karyawan secara adil.

2.1.3. *Overall Equipment Effectiveness*

Salah satu penerapan TPM pada suatu perusahaan manufaktur diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Menurut Nakajima (1988), OEE merupakan suatu metode yang mengukur tingkat efektivitas dalam pemakaian suatu mesin/peralatan atau sistem dengan memperhitungkan beberapa sudut pandang dalam proses pengukuran tersebut. Selain itu, OEE dapat pula didefinisikan sebagai suatu metrik yang memfokuskan pada efektivitas suatu operasi produksi yang sedang berjalan (Rozaq, 2015). Formula matematis dari konsep *overall equipment effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut :

OEE = Availability x Performance x Quality x 100%.....…….. (i)

a. *Availability*

   Menurut Dianra pada perhitungan nilai *availability* mesin maka membutuhkan nilai-nilai yaitu sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

   1. *Machine Working Times* merupakan tersedianya waktu penggunaan mesin dalam satu hari waktu ini juga dapat ditambahkan dengan jam lembur

apabila waktu tersebut tersedia di perusahaan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Machine Working Times = Jam kerja + Jam lembur…….....(ii)

2. *Planned Downtime* merupakan jumlah waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
3. *Loading Time* merupakan waktu yang tersedia (*machine working times*) per hari dikurang dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*planned downtime*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

   Loading Time = Machine Working Time - Planned Downtime…….(iii)

4. *Downtime* merupakan jumlah waktu *setup* & *adjustment* seperti *briefing* atau *setting* mesin sebelum dimulainya proses produksi ditambah dengan waktu mesin berhenti operasi (*breakdown*) seperti pergantian dies atau terjadi kerusakan pada bagian tertentu. Rumusnya adalah sebagai berikut:

   Downtime = Setup & Adjustment + Breakdown…….(iv)

5. *Operation Time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan jumlah waktu *Setup* & *Adjustment* dan dikurangi juga dengan waktu mesin berhenti operasi (*Breakdown*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

   Operation Time = Loading Time – Downtime…..…….....(v)

6. *Availability* merupakan rasio perbandingan antara *Operation Time* dibagi dengan *Loading Time.* Rumusnya adalah sebagai berikut:

   Availability = $\frac{Operation\ Time}{Loading\ Time}$……...(vi)

b. *Performance*

Pada perhitungan nilai *Performance* mesin maka membutuhkan nilai-nilai berikut ini (Kho, 2016):

1. *Machine Working Times* yaitu tersedianya waktu penggunaan mesin dalam satu hari waktu ini juga dapat ditambahkan dengan jam lembur

apabila waktu tersebut tersedia di perusahaan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Machine Working Times = Jam kerja + Jam lembur…….(vii)

2. Jumlah Produksi Kotor (JPK) merupakan output hasil produksi selama mesin bekerja dalam setiap *Machine Working Times.*
3. *Run Time* adalah *Machine Working Times* setelah dikurangi dengan waktu *Setup & Adjustment* dan *Breakdown*. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Run Time = Machine Working Times – (*Setup & Adjustment* + *Breakdown*)…….(viii)

4. *Cycle Time* merupakan rasio perbandingan antara Jumlah Produksi Kotor (JPK) dibagi dengan *Run Time*. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Cycle Time = $\frac{Run\ Time}{JPK}$…….(ix)

5. *Performance* merupakan rasio perbandingan antara Jumlah Produksi Kotor (JPK) dikali dengan *Cycle Time* dibagi dengan *Machine Working Times.* Rumusnya adalah sebagai berikut:

Performance = $\frac{JPK\ x\ Cycle\ Time}{Machine\ Working\ Times}$……..(x)

c. *Quality*

Berdasarkan Baharuddin dalam menghitung nilai *Quality* mesin maka membutuhkan nilai-nilai dari (Baharuddin, et al., 2015):

1) Jumlah Produksi Kotor (JPK) merupakan output hasil produksi selama mesin bekerja dalam setiap *Machine Working Times.*
2) Jumlah Produksi Bersih (JPB) merupakan hasil pengurangan antara Jumlah Produksi Kotor (JPK) dikurangi dengan jumlah produk cacat atau kerusakan (*Scrap*) dan jumlah produk cacat yang bisa diproses kembali (*Reject & Rework*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

JPB = JPK - *Reject & Rework*……..(xi)

3) *Quality* merupakan rasio perbandingan antara Jumlah Produksi Bersih (JPB) dibagi dengan Jumlah Produksi Kotor (JPK). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Quality = \frac{JPB}{JPK} \quad \text{(xii)}$$

Menurut standar JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) nilai OEE akhir dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori sebagai berikut (Nakajima, 1988):

a) OEE < 40% TIDAK DITERIMA, dapat menimbulkan kerugian ekonomi signifikan dan daya saing sangat rendah.
b) 40% ≤ OEE < 59% RENDAH, maka perusahaan perlu melakukan pencarian dan memperbaiki kinerja sistem yang ada karena dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan daya saing rendah
c) 60% ≤ OEE < 84% SEDANG tetap diperlukan adanya perbaikan pada sistem agar nilai OEE naik menjadi di atas 85% sehingga perusahaan akan bergerak menuju kelas dunia. Kategori ini dapat menimbulkan sedikit kerugian ekonomi dan daya saing sedikit rendah.
d) 85% ≤ OEE < 95% KELAS DUNIA, kategori ini masuk ke dalam efek kelas dunia dan baik dalam daya saing, setiap perusahaan menjadikan kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.
e) OEE > 95% SEMPURNA, kategori ini memiliki sistem secepat mungkin, tanpa adanya waktu berhenti pada sistem dan mempunyai daya saing sempurna.

2.1.4. *Six Big Losses*

Alat ukur yang digunakan (OEE) yaitu untuk mengurangi atau menghilangkan *six big losses*. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) Keenam jenis kerugian tersebut menurut Nakajima (1988) adalah sebagai berikut:

A. *Downtime Losses*

Downtime Losses terdiri dari dua kerugian yaitu *breakdown losses* adalah suatu keadaan dimana mesin / peralatan mengalami kerusakan, sehingga mesin tidak dapat dioperasikan. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *breakdown losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

$$Breakdown\ Losses = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ Time}\ x\ 100\% \quad \text{(xiii)}$$

Kerugian lainnya adalah *setup and adjustment losses* merupakan waktu yang diperlukan untuk *setup* mesin mulai dari mesin berhenti hingga beroperasi dengan normal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *set up and adjustment losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

$$\textit{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{Total\ Set\ Up\ and\ Adjustment}{Loading\ Time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(xiv)}$$

B. *Speed Losses*

Speed Losses terdiri dari dua kerugian yaitu *reduced speed* yang disebabkan terjadinya penurunan kecepatan operasi mesin dari kecepatan normal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *reduced speed losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Firmansyah, et al., 2015):

$$\textit{Reduced Speed} = \frac{(Ideal\ Cycle\ Time\ x\ jumlah\ produksi) - Actual\ Production\ Time}{Loading\ Time}\ x100\% \quad \text{(xv)}$$

Kerugian lainnya adalah *idling* and *minor stoppages* yang disebabkan mesin berhenti sesaat yang disebabkan faktor eksternal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *Idling and minor stoppages losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Firmansyah, et al., 2015):

$$\textit{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{Non\ Productive\ Times}{Loading\ Time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(xvi)}$$

C. *Defect Losses*

Defect Losses terdiri dari dua kerugian yaitu *quality defect (process defect)* atau *rework losses* merupakan hasil proses produksi yang tidak memenuhi standar dari *quality control.* Adapun rumus untuk *rework losses* yaitu (Dianra, et al., 2015):

$$\textit{Rework Losses} = \frac{Total\ Rework\ x\ Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(xvii)}$$

Kerugian lainnya yaitu *yield losses* yang merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku diawal ketika *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses produksi yang stabil. Adapun rumus untuk *yield losses* yaitu (Dianra, et al., 2015):

$$\textit{Yield Losses} = \frac{Jumlah\ cacat\ pada\ awal\ produksi\ x\ Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(xviii)}$$

2.1.5. *Pareto Diagram*

Diagram Pareto adalah suatu bagan/diagram yang dikembangkan pada abad ke 19 oleh seorang ahli ekonomi Italia yaitu Vilfredo Pareto. Pareto sendiri adalah ilmuwan dari Italia yang membuat suatu teori bahwa 20% dari kondisi merupakan penyebab bagi 80% akibat. Diagram Pareto merupakan "diagram yang terdiri atas grafik garis yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan". "Dengan memakai diagram Pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan (*vital view*) dan masalah yang banyak tetapi kurang dominan (*trivial many*)" (Muhandri & Kadarisman, 2006).

Diagram Pareto merupakan "diagnostik kasar yang dapat membantu dalam pembuatan diagram sebab akibat (diagram Ishikawa) dan merupakan pelengkap dalam bagan kendali". "Dengan bantuan *pareto chart* tersebut, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian daripada meninjau berbagai sebab pada suatu ketika" (Nasution, 2004). Analisis Pareto dilakukan dengan harus mengatasi sebab kejadian, bukan gejalanya.

Diagram Pareto bisa cepat mengidentifikasi suatu jenis kerusakan produk yang sering terjadi. Nasution (2004) menjelaskan bahwa fungsi *pareto chart* antara lain:

a. Memperlihatkan prioritas penyebab kejadian atau persoalan yang harus ditangani.
b. Membantu dalam memfokuskan perhatian pada suatu masalah utama yang harus ditangani dalam suatu perbaikan.
c. Mempresentasikan dari hasil suatu upaya perbaikan
d. Membuat data menjadi suatu informasi yang berguna.

Berikut adalah cara menggambar diagram Pareto: (Nasution, 2004)

a. Identifikasi persoalan apa yang hendak diselidiki dan pilih mengenai macam data serta bagaimana mengenai data tersebut.
b. Susunlah data *tally sheet*, seperti kita menyelidiki kerusakan bagian atau *part* pada suatu pabrik dalam 3 tahun.
c. Data *sheet* disusun untuk dibuatnya diagram Pareto.
d. Gambarkan diagram Pareto menggunakan data pada langkah ke-3

2.1.6. *Fishbone Diagram*

Diagram tulang ikan (*fishbone*) merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas. Diagram ini juga sering disebut dengan diagram sebab-akibat (*cause effect diagram*) (Gasperz, 2007). Penggunaan diagram *fishbone* untuk menggambarkan faktor-faktor penyebab penurunan produktivitas dan dampak terhadap produktivitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab tersebut (Aditya, 2017). Penyebab-penyebab utama diidentifikasi menggunakan konsep 4M + 1 E yaitu *Machine* (mesin/peralatan), *Method* (metode), *Material* (bahan baku), *Man* (operator) dan *Environment* (lingkungan) (Aditya, 2017).

2.1.7. *Kaizen*

Kaizen adalah suatu istilah pada Bahasa Jepang mengenai konsep *continuous incremental improvement. Kai* memiliki arti perubahan, sedangkan *Zen* yang artinya baik. Namun, *kaizen* yang dimaksud pada penelitian ini yang berhubungan dalam perbaikan kebiasaan SDM mengenai 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*). Hal ini dikarenakan SDM merupakan elemen terpenting dalam usaha peningkatan kualitas ataupun produktivitas (Imai, 2001).

Dalam penerapan metode *kaizen*, terdapat 4 alat yang dapat digunakan. Adapun alat penerapan dalam *kaizen* tersebut yaitu (Tjiptono & A, 2001):

1. *Kaizen Checklist*

Kaizen checklist yaitu sebuah daftar pemeriksaan terhadap faktor-faktor yang dinilai membutuhkan dan layak untuk dilakukannya perbaikan.

2. *Kaizen five step plan*

Alat ini sering disebut juga 5-S. 5-S di sini adalah lima kata Jepang yang berawalan huruf S, yaitu *seiri, seiton, seiso, seiketsu,* dan *shitsuke*.

3. 5W+1H

Alat ini digunakan secara luas dalam dunia manajamen untuk berbagai keperluan. 5W dan 1H adalah *who* (siapa), *where* (di mana), *what* (apa), *when* (kapan), *why* (kenapa), dan *how* (bagaimana).

4. *Five* M *Checklist*

Pada *five* M *checklist* ini difokuskan pada lima faktor yang terdapat pada suatu proses produksi. Lima faktor tersebut yaitu *man* yang berarti operator atau orang, *machine* yang berarti mesin, *material* yang berarti material atau bahan, *method* yang berarti metode, dan

measurement yang berarti pengukuran. Setiap proses tersebut dapat dilakukan suatu perbaikan dengan cara peninjauan melalui lima faktor tersebut.

Menurut Budi metode *kaizen* memiliki tujuan dan memberikan beberapa keuntungan setelah menerapkannya. Adapun tujuan dan keuntungan penerapan *kaizen* yaitu (Kho, 2016):

1. Penghindaran terhadap biaya-biaya yang disebabkan dari 7 pemborosan (*seven waste*) dalam proses produksi
2. Adanya peningkatan nilai tambah pada operasional produksi. Hal ini berdampak pada peningkatan kualitas yang maksimal dengan biaya yang minimal, serta waktu yang dibuthkan dalam mengirim produk kepada konsumen menjadi lebih cepat.
3. Bisa menerapkan perubahan dengan cepat dan biaya yang rendah.

2.2. Kajian Induktif

Penelitian mengenai perhitungan *overall equipment effectiveness* sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Adapun penelitian tersebut yaitu sebagai berikut ini.

Penelitian oleh Afif Fahmi, dkk. Yang berjudul "IMPLEMENTASI TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE* SEBAGAI PENUNJANG PRODUKTIVITAS DENGAN PENGUKURAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA MESIN ROTARY KTH-8". Pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada mesin Rotary KTH-8. Hal ini dikarenakan *downtime* pada mesin tersebut yang besar sehingga menurunkan produktivitas. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengukuran OEE yang kemudian dilakukan perhitungan *six big losses* untuk mengetahui faktor terbesar penyebab nilai OEE tersebut. Setelah itu digunakannya *fishbone diagram* untuk menemukan penyebab permasalahan berdasarkan hasil *six big losses.* Hasil penelitian beliau menemukan bahwa tingkat produktivitas pada Mesin Rotary KTH-8 yaitu sebesar 73,456%, maka dianggap masih di bawah standar JIPM yaitu sebesar 85% (Fahmi, et al., 2012). Dari kajian literature tersebut dapat diambil pemikiran bahwa perhitungan OEE dapat mengetahui tingkat produktivitas suatu perusahaan, serta untuk mengetahui penyebab masalah-masalah yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE tersebut.

Penelitian kedua yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dyah dan Nadia pada tahun 2014 yang berjudul "Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* Pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya". Pada penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengukur nilai efektivitas peralatan, mencari akar penyebab masalah, dan memberikan usulan perbaikan. Metode pada penelitian beliau dengan menggunakan OEE yang dilanjutkan dengan perhitungan *six big losses.* Hasil pada penelitian ini yaitu pada mesin Cavitec VD-02 memiliki nilai OEE dengan rata-rata sebesar 28,50 %. Sehingga nilai tersebut termasuk rendah karena standar perusahaan kelas dunia yaitu idealnya adalah 85%. Faktor penyebab terbesar terhadap rendahnya nilai OEE yaitu *performance rate* dengan presentase *six big losses* pada *idling and minor stoppages loss* yaitu 41,08 % dari seluruh *time loss* (Rinawati & Dewi, 2014).

Penelitian selanjutnya yang mengenai perhitungan OEE yaitu penelitian yang berjudul "Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) Studi Kasus di PT. Adi Satria Abadi Kalasan". Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Isnaini Rozaq pada tahun 2015. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas peralatan total proses produksi, menetukan faktor penyebab rendahnya nilai OEE dengan indentifikasi *six big losses*, kemudian memberikan usulan perbaikan untuk penerapan TPM. Metode yang digunakan penelitian ini sama dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dibahas yaitu menggunakan OEE, *six big losses,* dan *fishbone diagram*. Hasil yang didapatkan yaitu nilai OEE pada studi kasus yang diambil masih bekisar dari 45-86% (Rozaq, 2015). Hal ini berarti nilai tersebut masih di bawah standar internasional.

Penelitian keempat yang mengenai perhitungan OEE yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dinda Hesti, dkk. Penelitian ini berjudul "Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Meminimalisi *Six Big Losses* Pada Mesin Produksi Dual Filters DD07 (Studi Kasus : PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur)". Tujuan pada penelitian beliau yaitu untuk mengetahui dan meminimumkan *losses* yang terjadi pada mesin produksi. Metode yang digunakan yaitu OEE yang kemudian identifikasi *six big losses*. Selain itu, digunakan analisis FMEA agar diketahui penyebab dominan kegagalan pada mesin tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat efektivitas mesin rata-rata sebesar 26,22%. Sedangkan *losses* yang terbesar mempengaruhi nilai efektivitas

yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduced speed losses*. Berdasarkan FMEA kegagalan yang diperbaiki berdasarkan prioritas yaitu *setting belt* tiap operator, pengaturan *timex,* dan pisau *hopper* (Triwardani, et al., 2013).

Penelitian kelima yaitu penelitian oleh Hery Suliantoro dan Nadya Sella Aulia pada tahun 2012. Penelitian beliau berjudul "Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,Universitas Diponegoro" yang memiliki tujuan penelitian yaitu untuk meningkatkan produktivitas pada PT. CCBI . Penelitian dilakukan di *line* 8 PT. CCBI dikarenakan tingkat frekuensi *breakdown* paling tinggi daripada *line* lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan usulan dengan metode 5S. Hasil yang didapatkan yaitu persentase nilai OEE antara 57,70-72,42%. Hal tersebut berarti masih di bawah standar OEE dunia yaitu 85%, maka perlu dilakukan perbaikan berkelanjutan (Suliantoro & Aulia, 2012). Namun, Penelitian ini tidak mengidentifikasi *losses* menggunakan *six big losses*, tetapi hanya berdasrkan hasil kemudian diinterpretasikan secara langsung *losses* yang ada.

2.3. Kesimpulan

Dari penelitian-penelitian sebelumnya dan kajian mengenai definisi TPM, manfaat TPM, OEE, dan lain-lain dapat diambil kesimpulan bahwa untuk menyelesaikan masalah mengenai evaluasi kinerja mesin yang mempengaruhi tingkat produktivitas dapat dilakukan dengan menghitung tingkat efektivitas kinerja mesin/peralatan pada proses produksi. Maka digunakannya metode OEE sudah dinilai tepat, lalu perhitungan *six big losses* dan penggunaan *fishbone diagram* untuk menemukan penyebab terbesar terhadap hasil nilai OEE dapat digunakan perusahaan untuk pengambilan keputusan perbaikan. Selain itu, pada penelitian ini, ditambahkan usulan upaya perbaikan mengugunakan pendekatan *kaizen* 5S yang dapat diimplementasikan secara mudah, praktis, dan biaya yang rendah bagi perusahaan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

a. Mulai

Peneliti melakukan penelitian di PT. PINDAD (Persero).

b. Observasi lapangan

Peneliti melakukan observasi di lapangan yaitu dengan melihat kondisi di PT. PINDAD (Persero) secara keseluruhan, secara khusus di bagian produksi dan *maintenance*.

c. Kajian Literatur

Merupakan pengumpulan informasi berupa definisi, teori, dan metode-metode yang berupa tinjauan pustaka yang membantu dalam menyelesaikan permasalahan pada penelitian yang akan dilakukan.

d. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian masalah-masalah apa saja yang terjadi dengan dukungan dari observasi dan *study literature* yang telah dilakukan sebelumnya, terkhusus pada bagian produksi dan *maintenance.* Pada tahap ini juga peneliti menentukan pihak-pihak mana saja yang dapat memberikan data yang diperlukan.

e. Pengumpulan data

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

1. Data primer yang dibutuhkan yaitu data terkait penelitian berupa data pengamatan langsung atau observasi lapangan dan data wawancara, dimana

data pengamatan langsungnya yaitu berupa data hasil wawancara mengenai sebab-sebab yang menimbulkan rendahnya produktivitas.

2. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu berupa data *machine work time, planned downtime, setup* & *breakdown*, jumlah produksi, *scrap, reject* & *rework* setiap bulannya selama 1 tahun terakhir. Selain itu juga data yang didapat dari literatur seperti jurnal, laporan, modul, buku, serta website yang terkait dengan tema yang diangkat dalam penelitian ini.

f. Pengolahan data

Pengolahan data pada penyelesaian masalah efektivitas mesin ini adalah menggunakan bantuan MS. Excel dan MS. Visio. Setelah ditetapkan permasalahan apa yang akan dilteliti dan pengumpulan data terpenuhi kemudian dilakukan input data yang kemudian diolah menggunakan rumus yang sudah ada agar didapatkan mendapatkan nilai yang diinginkan.

g. Analisa dan hasil pengambilan keputusan

Analisis dan pembahasan dilakukan setelah melakukan analisis dengan menggunakan metode OEE untuk mengetahui besarnya nilai efektivitas mesin, metode *six big losses* untuk mengetahui jenis *six big losses* mana yang menjadi penyumbang terbesar dalam kerugian, *pareto diagram* dan *fishbone diagram* untuk mengetahui sebab-sebab yang mengakibatkan turunnya produktivitas di PT. PINDAD (Persero).

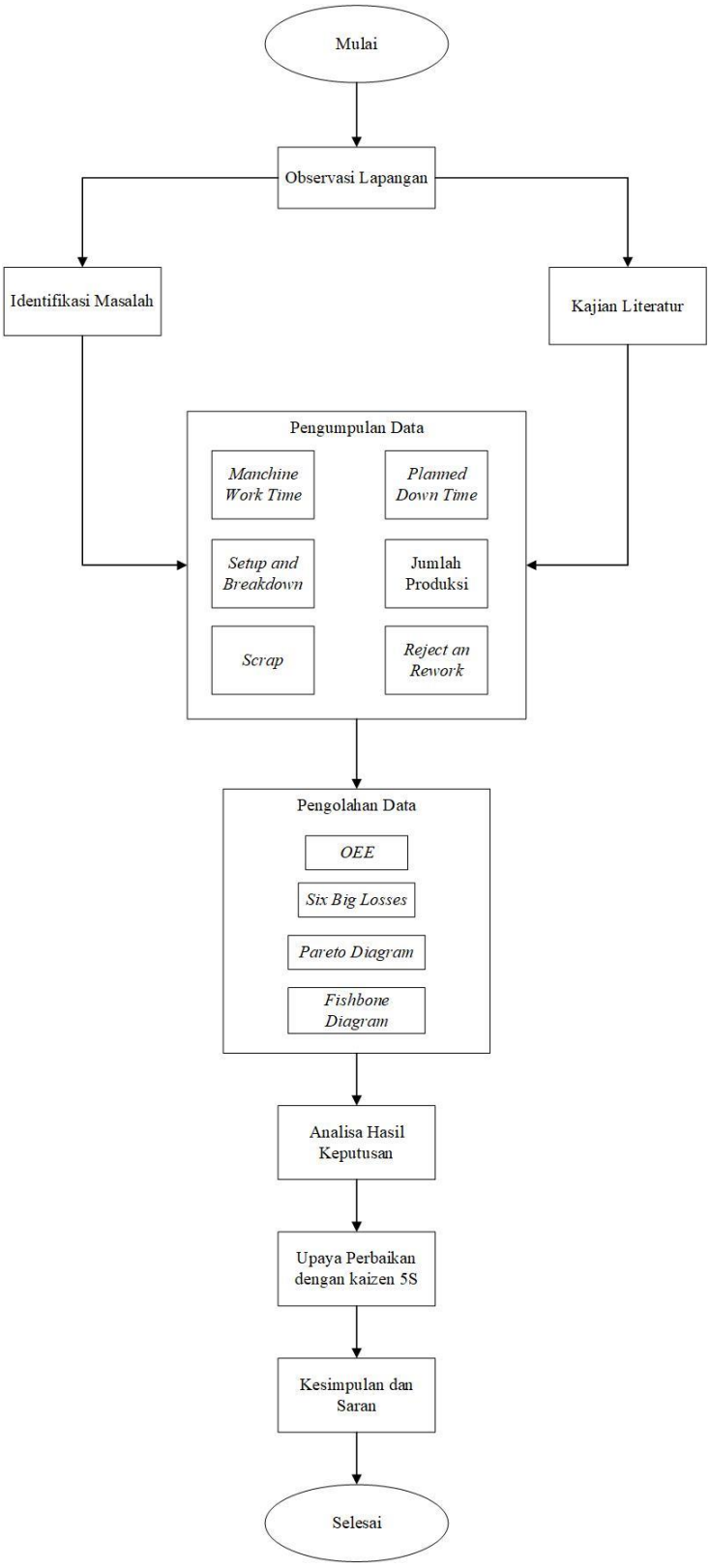
h. Upaya Perbaikan dengan Pendekatan *Kaizen* 5S

Setelah diketahui penyebab menurunnya produktivitas di PT. PINDAD (Persero) dilakukan upaya perbaikan. Upaya perbaikan tersebut menggunakan pendekata *kaizen* 5S yaitu *seiri, seiton, seiso, seiketsu,* dan *shitsuke.*

i. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan tahap-tahap yang telah dipaparkan di atas, maka dapat menjawab seluruh permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya termasuk pemilihan yang harus dilakukan dan dapat di tarik kesimpulan dengan hasil analisis yang dilakukan dan peneliti dapat menjelaskan atau memberikan saran.

j. Selesai



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Teknik Pengumpulan Data

3.2.1. Observasi

Pada penelitian ini dilakukannya observasi secara langsung. Observasi dilakukan dengan melihat kondisi di lantai produksi secara langsung. Kemudian juga mengambil data historis mengenai data kinerja mesin atau peralatan setiap bulan dalam 1 tahun terakhir. Maka, nantinya akan diolah dalam perhitungan OEE dan *six big losses*.

3.2.2. Wawancara

Setelah didapatkan hasil OEE dan *six big losses* dilakukannya wawancara dengan pegawai PT. PINDAD (Persero) dibagian produksi dan *maintenance.* Hal ini dilakukannya untuk menemukan akar penyebab terhadap hasil OEE dan *six big losses* yang telah didapatkan.

3.2.3. Studi Literatur

Selain data yang didapatkan secara langsung, penelititan kali ini melakukan pengambilan data juga melalui kajian-kajian literatur yang ada meliputi jurnal, artikel, dan buku-buku yang mengenai keterkaitan tersebut. Dengan melakukan kajian pustaka maka didapatkan hasil berupa pembelajaran tentang metode OEE, *six big losses*, *fishbone diagram* dan *kaizen* dalam pengendalian dan perbaikan kualitas produk. Selain itu, melihat dari peneliti-peneliti sebelumnya yang melakukan penelitian sejenis.

3.3. *Framework* Penelitian

Diawali dengan melihat proses produksi suatu perusahaan yang terdiri dari Manusia, Mesin, Bahan, Cara Kerja dan Lingkungan. Kemudian langkah yang dilakukan yaitu upaya untuk meningkatkan produktivitas suatu proses produksi. Produktivitas sendiri merupakan perbandingan antara *output* dengan *input*. Sehingga untuk meningkatkan produktivitas dapat dilakukan dengan peningkatan *output* perusahaan.

Salah satu peningkatan *output* yaitu dengan meningkatkan tingkat efektivitas proses produksi pada suatu perusahaan. Kemudian, diambil metode untuk meningkatkan efektivitas proses produksi yaitu dengan perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Lalu, dilanjutkan dengan perhitungan *siz big losses* dan identifikasi penyebab masalah menggunakan *fishbone diagram* agar ditemukan penyebab masalah rendahnya nilai OEE yang berujung rendahnya tingkat produktivitas. Selain itu, peneliti

berpikir untuk memberi usulan upaya perbaikan dalam rangka meningkatkan produktivitas dengan pendekatan *kaizen* 5S

3.4. Responden

Dalam penelitian kali ini, peneliti memerlukan responden pada bagian produksi dan *maintenance.* Responden dibutuhkan oleh peneliti dikarenakan untuk menemukan penyebab-penyebab yang dapat menurunkan produktivitas mesin/peralatan produksi. Oleh karena itu, peneliti menentukan responden merupakan para pegawai yang terlibat langsung terhadap kinerja mesin/peralatan produksi tersebut.

3.5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. PINDAD (Persero) khususnya pada bagian produksi dan *maintenance.* Penelitian dilakukan pada tanggal 23 April hingga 7 Mei pada tahun 2018.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Visi Misi PT. PINDAD (Persero)

1. Visi

"Menjadi produsen peralatan pertahanan dan keamanan terkemuka di Asia pada tahun 2023, melalui upaya inovasi produk dan kemitraan strategik".

2. Misi

"Melaksanakan usaha terpadu di bidang peralatan dan keamanan serta peralatan industri untuk mendukung pembangunan nasional dan secara khusus untuk mendukung pertahanan dan keamanan negara".

4.1.2. PT. PINDAD (Persero)

PT. PINDAD (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang termasuk dalam BUMN (Badan Usaha Milik Negara) pada sektor industri pengolahan yang memproduksi alutsista TNI dan peralatan industri (PINDAD, 2015). PT. PINDAD (Persero) sendiri berlokasi di Jalan Terusan Jendral Gatot Subroto No.517, Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa Barat 40285. Pada penelitian kali ini dipilih produk Rumah *Isolating Cock* L. Hal ini dikarenakan produk inilah yang paling sering diproduksi.

Adapun penelitian kali ini menggunakan data historis kinerja mesin dalam memproduksi Runah *Isolating Cock* L dari Bulan Februari 2017 hingga Januari 2018. Mesin yang akan diambil datanya pada penelitian kali ini adalah mesin bubut. Hal ini dikarenakan Mesin bubut sendiri merupakan mesin yang paling banyak digunakan dalam pembuatan Rumah *Isolating Cock* L.

4.1.3. Data Spesifikasi Umum Mesin

Pada proses produksi Rumah *Isolating Cock* L di PT. PINDAD (Persero) menggunakan mesin bubut konvensional Volman. Adapun data-data spesifikasi mesin bubut Volman yaitu sebagai berikut:

1. Nama Merk : VOLMAN S-35
2. Tipe Mesin : S-35
3. Nomor Seri : 040056
4. Tahun Pembuatan : 1949
5. Daya : 3,7 kW

4.1.4. Data *Planned Downtime*

Waktu *planned downtime* merupakan banyaknya waktu dalam satu bulan suatu mesin untuk melakukan *preventive maintenance.* Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kerusakan mesin yang menyebabkan *breakdown* mesin dan berhentinya proses produksi. *Planned downtime* mesin bubut Volman PT. PINDAD (Persero) dari bulan Februari 2017 hingga Januari 2018 dapat dilihat sepert pada tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4. 1 Waktu *Planned Downtime*

No	Bulan	*Planned Downtime* (Jam)
1	Februari 2017	2.5
2	Maret 2017	3.5
3	April 2017	2
4	Mei 2017	3.5
5	Juni 2017	3
6	Juli 2017	1.5
7	Agustus 2017	3.5
8	September 2017	3
9	Oktober 2017	3
10	November 2017	2.5
11	Desember 2017	3
12	Januari 2018	2

4.1.5. Data *Set Up and Adjustment*

Waktu *set up and adjustment* adalah waktu yang diperlukan untuk pengawalan sebelum mesin beroperasi serta akhiran setelah mesin selesai beroperasi. Waktu tersebut seperti *briefing*, pemanasan mesin, dan pendinginan mesin. Adapun waktu *set up and adjustment*

pada PT. PINDAD (Persero) untuk bulan Februari 2017 hingga Januari 2018 dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Waktu *Set Up and Adjusment*

No	Bulan	*Set Up and Adjustment* (Jam)
1	Februari 2017	20
2	Maret 2017	23
3	April 2017	18
4	Mei 2017	22
5	Juni 2017	17
6	Juli 2017	21
7	Agustus 2017	23
8	September 2017	20
9	Oktober 2017	22
10	November 2017	22
11	Desember 2017	18
12	Januari 2018	22

4.1.6. Data *Breakdown* Mesin

Breakdown mesin merupakan total waktu kerusakan mesin yang menyebabkan berhentinya proses produksi. Penyebab *breakdown* mesin yaitu adanya kerusakan mesin seperti mesin tidak bisa menyala dan pergantian *part* di luar jadwal sehingga diperlukannya waktu perbaikan. Waktu *breakdown* mesin pada PT. PINDAD (Persero) pada bulan Februari 2017 hingga Januari 2018 dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Waktu *Breakdown* Mesin

No	Bulan	*Breakdown* (Jam)
1	Februari 2017	23.5
2	Maret 2017	2
3	April 2017	2.25
4	Mei 2017	1
5	Juni 2017	0
6	Juli 2017	0
7	Agustus 2017	0
8	September 2017	1.5
9	Oktober 2017	0
10	November 2017	0
11	Desember 2017	0
12	Januari 2018	0

4.1.7. Data Produksi Rumah *Isolating Cock* L

Data produksi Rumah *Isolating Cock* L yang telah diproduksi yaitu sebagai berikut:

1. Waktu Kerja Mesin merupakan waktu yang tersedia untuk mesin beroperasi setiap bulannya.
2. *Ideal Cycle Time* merupakan waktu ideal yang dibutuhkan untuk mengerjakan satu produk Rumah *Isolating Cock* L pada mesin bubut Volman.
3. Jumlah Produksi Kotor adalah total produk atau barang yang diproses setiap bulannya pada mesin bubut Volman.
4. Waktu Aktual Proses Produksi merupakan total waktu aktual mesin bubut Volman memproduksi setiap bulannya.
5. Produk Baik merupakan banyaknya produk yang tergolong baik setiap bulannya pada mesin bubut Volman.
6. *Rework* merupakan banyaknya produk yang dikerjakan ulang sehingga mengurangi jumlah produk yang dapat dikerjakan oleh mesin bubut Volman.

Data waktu produksi Rumah *Isolating Cock* L pada bulan Februari 2017 hingga Januari 2018 menggunakan mesin bubut Volman dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4. 4 Data Produksi Rumah *Isolating Cock* L

No	Bulan	Waktu Kerja Mesin (Jam)	Waktu Aktual Produksi (Jam)	*Ideal Cycle Time* (Jam)	Jumlah Produksi Kotor (Unit)	Produk Baik (Unit)	Produk *rework* (Unit)
1	Februari 2017	476	367.9	1.74	249	208	41
2	Maret 2017	588	513.6	1.74	322	290	32
3	April 2017	420	373.9	1.74	229	212	17
4	Mei 2017	560	470.3	1.74	307	266	41
5	Juni 2017	476	374.6	1.74	262	213	49
6	Juli 2017	476	443.2	1.74	261	251	10
7	Agustus 2017	588	521.1	1.74	323	294	29
8	September 2017	504	445.5	1.74	276	252	24
9	Oktober 2017	560	470.3	1.74	307	266	41
10	November 2017	560	494.7	1.74	308	280	28
11	Desember 2017	448	406.2	1.74	245	230	15
12	Januari 2018	560	497.7	1.74	308	282	26

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Perhitungan *Availability*

Menurut Dianra (2015), rumus perhitungan *availability* yaitu:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time}$$

Dari rumus di atas, nilai *operation time* didapat dari *loading time* dikurangi dengan *downtime. Downtime* merupakan total dari penambahan waktu *set up and adjustment* dan waktu *breakdown.* Sedangkan *loading time* sendiri merupakan hasil pengurangan dari *machine work times* dan *planned downtime.*

Maka, dari rumus-rumus di atas, dapat didapatkan nilai persentase *availability* mesin *Turning* untuk bulan Februari 2017 sebagai berikut:

1. *Loading Time* = 476 - 2,5 = 473,5 jam
2. *Downtime* = 20 + 23,5 = 43,5 jam
3. *Operation Time* = 473,5 – 43,5 = 430 jam
4. *Availability* = $\frac{430}{473,5}\ x\ 100\%$ = 90,8%

Setelah itu, dengan perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai persentase *availability* dari periode Februari 2017 hingga Januari 2018. Hasil nilai persentase *availability* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4. 5 Nilai Persentase *Availability* Mesin *Turning*

No	Bulan	Waktu Kerja Mesin (Jam)	*Planned Downtime* (Jam)	*Total Downtime* (Jam)	*Loading Time* (Jam)	*Operating Time* (Jam)	*Availability*
1	Februari 2017	476	2.5	43.5	473.5	430	90.8%
2	Maret 2017	588	3.5	25	584.5	559.5	95.7%
3	April 2017	420	2	20.25	418	397.8	95.2%
4	Mei 2017	560	3.5	23	556.5	533.5	95.9%
5	Juni 2017	476	3	17	473	456	96.4%
6	Juli 2017	476	1.5	21	474.5	453.5	95.6%
7	Agustus 2017	588	3.5	23	584.5	561.5	96.1%
8	September 2017	504	3	21.5	501	479.5	95.7%
9	Oktober 2017	560	3	22	557	535	96.1%
10	November 2017	560	2.5	22	557.5	535.5	96.1%
11	Desember 2017	448	3	18	445	427	96.0%
12	Januari 2018	560	2	22	558	536	96.1%

4.2.2. Perhitungan *Performance*

Menurut Kho (2016), pada perhitungan nilai *Performance* mesin mempunyai rumus sebagai berikut:

$$Performance = \frac{\text{JPK x } Cycle\ Time}{Machine\ Working\ Times}$$

Dari rumus tersebut, pada *cycle time* digunakan *ideal cycle time* yang telah ditentukan oleh PT. PINDAD (Persero) yaitu sebesar 1,74 jam. Kemudian, nilai JPK merupakan jumlah produksi kotor. Jumlah produksi total sendiri didapatkan menggunakan rumus berikut ini:

$$Jumlah\ Produksi\ Kotor = \frac{Run\ Time}{Cycle\ Time}$$

Setelah itu, pada nilai *run time* didapatkan dengan rumus *Run Time = Machine Working Times – (Setup & Adjustment + Breakdown)*. Sedangkan pada nilai *machine working times* digunakan nilai waktu kerja mesin yang telah dijelaskan sebelumnya.

Maka, untuk menghitung nilai persentase *performance* pada bulan Februari 2017 yaitu sebagai berikut:

1. *Run Time* = 476 – (20 + 23,5) = 432,5 jam
2. JPK = Jumlah Produksi Kotor = $\frac{432,5}{1,74}$ = 249 unit
3. *Performance* = $\frac{249 \text{ x } 1,74}{476} x\ 100\%$ = 90,9%

Lalu, dengan perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai persentase *availability* dari periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.6 berikut ini,

Tabel 4. 6 Nilai Persentase *Performance* Mesin *Turning*

No	Bulan	Waktu Kerja Mesin (Jam)	Jumlah Produksi Kotor (Unit)	*Ideal Cycle Time* (Jam)	% *Performance*
1	Februari 2017	476	249	1.74	90.9%
2	Maret 2017	588	322	1.74	95.2%
3	April 2017	420	229	1.74	94.7%
4	Mei 2017	560	307	1.74	95.3%
5	Juni 2017	476	262	1.74	95.8%
6	Juli 2017	476	261	1.74	95.3%
7	Agustus 2017	588	323	1.74	95.5%
8	September 2017	504	276	1.74	95.1%
9	Oktober 2017	560	307	1.74	95.5%
10	November 2017	560	308	1.74	95.6%
11	Desember 2017	448	245	1.74	95.3%
12	Januari 2018	560	308	1.74	95.7%

4.2.3. Perhitungan *Quality*

Berdasarkan Baharuddin (2015), pada perhitungan nilai *quality* mesin dapat digunakan rumus seperti berikut ini:

$$Quality = \frac{\text{JPB}}{\text{JPK}}$$

Pada rumus tersebut, nilai JPB merupakan jumlah produk baik yang berarti banyak nya produk yang tergolong baik dari segi standar kualitas setiap bulannya. Sedangkan, nilai JPK menggunakan nilai jumlah produksi kotor. Sehingga, selisih antara nilai jumlah produksi kotor dengan jumlah produksi baik dimasukkan ke nilai produk *rework.* Dikarenakan, pada proses produksi produk Rumah *Isolating Cock* L produk yang kurang baik tidak langsung dibuang melainkan diperbaiki ulang agar sesuai dengan standar perusahaan.

Maka, untuk menghitung nilai persentase *quality* pada bulan Februari 2017 dapat digunakan perhitungan berikut ini:

1. JPK = Jumlah Produksi Kotor = 249 unit
2. JPB = Produk Baik = 208 unit
3. Quality $= \frac{208}{249}\ x\ 100\% = 84\%$.

Kemudian, dengan perhitungan yang sama, maka didapatkan nilai persentase *quality* untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4. 7 Nilai Persentase *Quality* Mesin *Turning*

No	Bulan	Jumlah Produksi Kotor (Unit)	Produk Baik (Unit)	Produk *Rework* (Unit)	% Quality
1	Februari 2017	249	208	41	83.7%
2	Maret 2017	322	290	32	90.2%
3	April 2017	229	212	17	92.7%
4	Mei 2017	307	266	41	86.8%
5	Juni 2017	262	213	49	81.3%
6	Juli 2017	261	251	10	96.3%
7	Agustus 2017	323	294	29	91.1%
8	September 2017	276	252	24	91.4%
9	Oktober 2017	307	266	41	86.5%
10	November 2017	308	280	28	91.0%
11	Desember 2017	245	230	15	93.7%
12	Januari 2018	308	282	26	91.5%

4.2.4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Setelah didapatkannya nilai dari persentase *availability*, persentase *performance*, dan persentase *quality* dapat dihitung nilai persentase OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dari mesin *Turning*. Adapun Formula matematis dari konsep OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dirumuskan sebagai berikut :

OEE = *Availability* x *Performance* x *Quality*

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase OEE mesin *Turning* untuk bulan februari 2017 yaitu sebagai berikut :

OEE = 91% x 90,9% x 83,7% = 69%

Maka, dengan menggunakann perhitungan yang sama, didapatkan nilai persentase OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin *Turning* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 yang dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4. 8 Nilai Persentase OEE Mesin *Turning*

No	Bulan	% Availability	*% Performance*	*% Quality*	OEE
1	Februari 2017	90.8%	90.9%	83.7%	69.0%
2	Maret 2017	95.7%	95.2%	90.2%	82.1%
3	April 2017	95.2%	94.7%	92.7%	83.6%
4	Mei 2017	95.9%	95.3%	86.8%	79.2%
5	Juni 2017	96.4%	95.8%	81.3%	75.1%
6	Juli 2017	95.6%	95.3%	96.3%	87.7%
7	Agustus 2017	96.1%	95.5%	91.1%	83.6%
8	September 2017	95.7%	95.1%	91.4%	83.3%
9	Oktober 2017	96.1%	95.5%	86.5%	79.4%
10	November 2017	96.1%	95.6%	91.0%	83.6%
11	Desember 2017	96.0%	95.3%	93.7%	85.7%
12	Januari 2018	96.1%	95.7%	91.5%	84.2%

4.3. Perhitungan *Losses*

Perhitungan *losses* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor kerugian apa saja dari faktor *six big losses* yang menyebabkan tidak maksimalnya hasil dari nilai persentase OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) pada mesin *turning*. Maka, dari hasil perhitungan ini dapat ditentukan pula faktor yang menjadi prioritas utama yang akan diperbaiki. Berikut ini merupakan perhitungan dari keenam kerugian tersebut.

4.3.1. *Downtime Losses*

Downtime Losses adalah suatu kerugian yang berupa banyaknya waktu yang terbuang, biasanya disebabkan dari kerusakan mesin produksi (Dianra, et al., 2015). *Downtime Losses* sendiri terdiri dari dua kerugian yaitu *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*. Berikut ini perhitungan dari kedua macam kerugian tersebut.

1. *Breakdown Losses*

   Breakdown Losses adalah suatu keadaan dimana mesin / peralatan mengalami kerusakan, sehingga mesin tidak dapat dioperasikan (Nakajima, 1988). Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *breakdown losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

$$Breakdown\ Losses = \frac{\text{Total } Breakdown\ Time}{Loading\ Time}\ x\ 100\%$$

   Dari persamaan tersebut, didapatkan nilai persentase *breakdown losses* untuk bulan Februari 2017 yaitu sebagai berikut:

$$Breakdown\ Losses = \frac{23{,}5}{473{,}5}\ x\ 100\% = 5\%$$

   Maka, dengan menggunakan perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk nilai persentase *breakdown losses* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4. 9 Nilai Persentase *Breakdown Losses* Mesin *Turning*

No	Bulan	*Breakdown* (Jam)	*Loading Time* (Jam)	*% Breakdown Losses*
1	Februari 2017	23.5	473.5	5.0%
2	Maret 2017	2	584.5	0.3%
3	April 2017	2.25	418.0	0.5%
4	Mei 2017	1	556.5	0.2%
5	Juni 2017	0	473.0	0.0%
6	Juli 2017	0	474.5	0.0%
7	Agustus 2017	0	584.5	0.0%
8	September 2017	1.5	501.0	0.3%
9	Oktober 2017	0	557.0	0.0%
10	November 2017	0	557.5	0.0%
11	Desember 2017	0	445.0	0.0%
12	Januari 2018	0	558.0	0.0%

2. *Set Up and Adjusment Losses*

Setup and adjustment losses merupakan waktu yang diperlukan untuk *setup* mesin mulai dari mesin berhenti hingga beroperasi dengan normal (Nakajima, 1988). Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *set up and adjustment losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

$$\textit{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total } \textit{Set Up and Adjustment}}{\textit{Loading Time}} x\ 100\%$$

Dari persamaan tersebut, didapatkan nilai persentase *set up and adjustment losses* untuk bulan Februari 2017 yaitu sebagai berikut:

$$\textit{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{20}{473{,}5} x\ 100\% = 4{,}2\ \%$$

Kemudian, dengan menggunakan perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk nilai persentase *set up and adjustment losses* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4. 10 Nilai Persentase *Set Up and Adjustment Losses* Mesin *Turning*

No	Bulan	*Set Up and Adjustment* (Jam)	*Loading Time* (Jam)	% *Set Up and Adjusment Losses*
1	Februari 2017	20	473.5	4.2%
2	Maret 2017	23	584.5	3.9%
3	April 2017	18	418.0	4.3%
4	Mei 2017	22	556.5	4.0%
5	Juni 2017	17	473.0	3.6%
6	Juli 2017	21	474.5	4.4%
7	Agustus 2017	23	584.5	3.9%
8	September 2017	20	501.0	4.0%
9	Oktober 2017	22	557.0	3.9%
10	November 2017	22	557.5	3.9%
11	Desember 2017	18	445.0	4.0%
12	Januari 2018	22	558.0	3.9%

4.3.2. *Speed Losses*

Speed losses adalah suatu keadaan dimana kecepatan proses produksi terganggu, sehingga produksi tidak mencapai tingkat yang diharapkan (Dianra, et al., 2015). *Speed Losses* terdiri dari dua kerugian yaitu *reduced speed* dan *idling* and *minor stoppages*. Berikut ini perhitungan dari kedua macam kerugian tersebut.

1. *Reduced Speed*

Reduced speed merupakan suatu kerugian yang terjadi akibat dari penurunan kecepatan operasi mesin dari kecepatan normal yang dimilikinya (Nakajima, 1988). Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *reduced speed losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Firmansyah, et al., 2015):

$$Reduced\ Speed = \frac{(Ideal\ Cycle\ Time\ x\ \text{jumlah produksi}) - Actual\ Production\ Time}{Loading\ Time}\ x\ 100\%$$

Dari persamaan di atas, dapat dihitung untuk nilai persentase *reduced speed* untuk bulan Februari 2017 sebagai berikut:

$$Reduced\ Speed\ Losses = \frac{(1.74\ x\ 249) - 367{,}9}{473{,}5}\ x\ 100\% = 13{,}6\%$$

Lalu, dengan menggunakan perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk nilai persentase *reduced speed losses* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4. 11 Nilai Persentase *Reduced Speed Losses* Mesin *Turning*

No	Bulan	Waktu Aktual Produksi (Jam)	*Ideal Cycle Time* (Jam)	Jumlah Produksi Kotor (Jam)	*Loading Time* (Jam)	*% Reduce Speed Losses*
1	Februari 2017	367.9	1.7	249	473.5	13.6%
2	Maret 2017	513.6	1.7	322	584.5	7.9%
3	April 2017	373.9	1.7	229	418.0	5.7%
4	Mei 2017	470.3	1.7	307	556.5	11.3%
5	Juni 2017	374.6	1.7	262	473.0	17.2%
6	Juli 2017	443.2	1.7	261	474.5	2.2%
7	Agustus 2017	521.1	1.7	323	584.5	6.9%
8	September 2017	445.5	1.7	276	501.0	6.8%
9	Oktober 2017	470.3	1.7	307	557.0	11.6%
10	November 2017	494.7	1.7	308	557.5	7.3%
11	Desember 2017	406.2	1.7	245	445.0	4.7%
12	Januari 2018	497.7	1.7	308	558.0	6.9%

2. *Idling and Minor Stoppages*

Idling and *minor stoppages* yang disebabkan mesin berhenti sesaat yang disebabkan faktor eksternal (Nakajima, 1988). Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *Idling and minor stoppages losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Firmansyah, et al., 2015):

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppages\ Losses = \frac{\text{Non Productive Times}}{Loading\ Time}\ x\ 100\%$$

Nilai *non productive times* sendiri merupakan selisih antara *operating time* dengan waktu aktual produksi.

Dari pengertian tersebut, perhitungan nilai persentase *idling and minor stoppages losses* untuk bulan Februari 2017 yaitu sebagai berikut:

$$Non\ Productive\ Times = 430 - 367{,}9 = 62{,}1\ jam$$

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppages\ Losses = \frac{62{,}1}{473{,}5}\ x\ 100\% = 13{,}1\%$$

Kemudian, dengan menggunakan perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk nilai persentase *idling and minor stoppages losses* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4. 12 Nilai Persentase *Idling and Minor Stoppages Losses* Mesin *Turning*

No	Bulan	Waktu Aktual Produksi (Jam)	*Operating Time* (Jam)	*Loading Time* (Jam)	% *Idling and Minor Stoppages Losses*
1	Februari 2017	367.9	430.0	473.5	13.1%
2	Maret 2017	513.6	559.5	584.5	7.9%
3	April 2017	373.9	397.8	418.0	5.7%
4	Mei 2017	470.3	533.5	556.5	11.3%
5	Juni 2017	374.6	456.0	473.0	17.2%
6	Juli 2017	443.2	453.5	474.5	2.2%
7	Agustus 2017	521.1	561.5	584.5	6.9%
8	September 2017	445.5	479.5	501.0	6.8%
9	Oktober 2017	470.3	535.0	557.0	11.6%
10	November 2017	494.7	535.5	557.5	7.3%
11	Desember 2017	406.2	427.0	445.0	4.7%
12	Januari 2018	497.7	536.0	558.0	6.9%

4.3.3. *Defect Losses*

Defect Losses adalah suatu kondisi dimana sebuah produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan (Dianra, et al., 2015). *Defect Losses* terdiri dari dua kerugian yaitu *quality defect (process defect)* merupakan hasil proses produksi yang tidak memenuhi standar dari *quality control,* kerugian lainnya yaitu *yield losses* yang merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku diawal ketika *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses produksi yang stabil (Nakajima, 1988).

Pada penelitian kali ini, hanya dapat menghitung faktor *rework losses.* Hal ini dikarenakan tidak ada produk Rumah *Isolating Cock* L yang cacat (*scrap*) lalu langsung

dibuang, tetapi produk tersebut akan diproses ulang sehingga termasuk dalam produk *rework.* Adapun rumus untuk *rework losses* yaitu (Dianra, et al., 2015):

$$Rework\ Losses = \frac{\text{Total } Rework\ x\ Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} x\ 100\%$$

Dari persamaan di atas dapat dihitung untuk nilai persentase *rework losses* untuk bulan Februari 2017 sebagai berikut:

$$Rework\ Losses = \frac{41\ x\ 1.74}{473{,}5} x\ 100\% = 14{,}9\%$$

Maka, dengan menggunakan perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk nilai persentase *rework losses* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 seperti pada tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4. 13 Nilai Persentase *Rework Losses* Mesin Turning

No	Bulan	Produk *Rework* (Unit)	*Ideal Cycle Time* (Jam/Unit)	*Loading Time* (Jam)	*% Rework Loses*
1	Februari 2017	41	1.74	473.5	14.9%
2	Maret 2017	32	1.74	584.5	9.4%
3	April 2017	17	1.74	418.0	6.9%
4	Mei 2017	41	1.74	556.5	12.7%
5	Juni 2017	49	1.74	473.0	18.1%
6	Juli 2017	10	1.74	474.5	3.5%
7	Agustus 2017	29	1.74	584.5	8.5%
8	September 2017	24	1.74	501.0	8.2%
9	Oktober 2017	41	1.74	557.0	13.0%
10	November 2017	28	1.74	557.5	8.7%
11	Desember 2017	15	1.74	445.0	6.0%
12	Januari 2018	26	1.74	558.0	8.1%

4.4. Pengaruh *Losses*

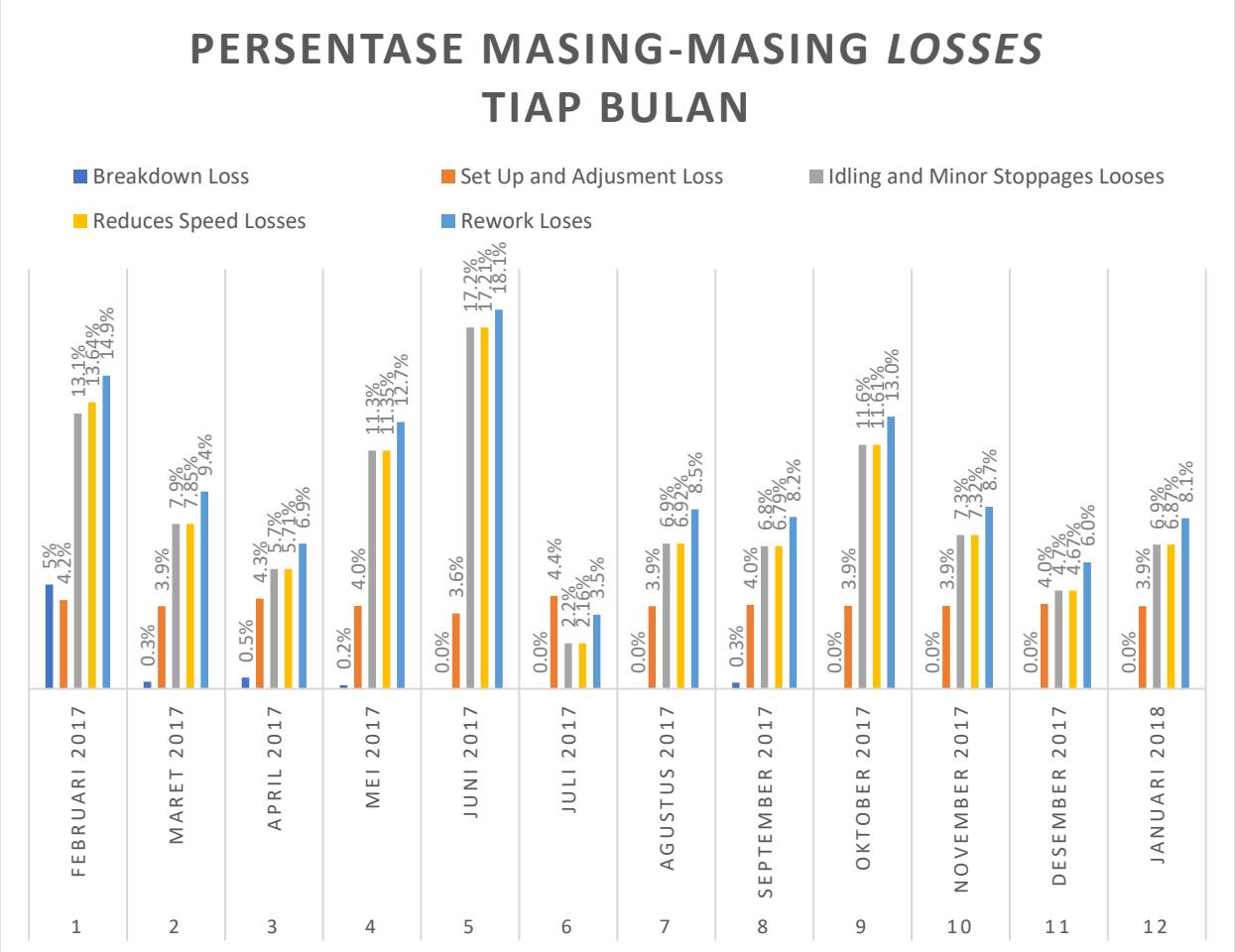
Setelah didapatkan hasil dari masing-masing *losses* atau kerugian setiap bulannya, maka dapat diketahui faktor apa yang memiliki nilai terbesar dari masing-masing bulan pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018. Adapun banyaknya persentase dari masing-masing *losses* dapat dilihat pada tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel 4. 14 Persentase Masing-Masing *Losses* Tiap Bulannya

No	Bulan	*Breakdown Loss*	*Set Up and Adjusment Loss*	*Idling and Minor Stoppages Looses*	*Reduces Speed Losses*	*Rework Losses*
1	Februari 2017	5%	4.2%	13.1%	13.6%	14.9%
2	Maret 2017	0.3%	3.9%	7.9%	7.9%	9.4%
3	April 2017	0.5%	4.3%	5.7%	5.7%	6.9%

No	Bulan	*Breakdown Loss*	*Set Up and Adjusment Loss*	*Idling and Minor Stoppages Looses*	*Reduces Speed Losses*	*Rework Losses*
4	Mei 2017	0.2%	4.0%	11.3%	11.3%	12.7%
5	Juni 2017	0.0%	3.6%	17.2%	17.2%	18.1%
6	Juli 2017	0.0%	4.4%	2.2%	2.2%	3.5%
7	Agustus 2017	0.0%	3.9%	6.9%	6.9%	8.5%
8	September 2017	0.3%	4.0%	6.8%	6.8%	8.2%
9	Oktober 2017	0.0%	3.9%	11.6%	11.6%	13.0%
10	November 2017	0.0%	3.9%	7.3%	7.3%	8.7%
11	Desember 2017	0.0%	4.0%	4.7%	4.7%	6.0%
12	Januari 2018	0.0%	3.9%	6.9%	6.9%	8.1%

Dari tabel 4.14 tersebut dapat ditampilkan juga dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.1 berikut ini.



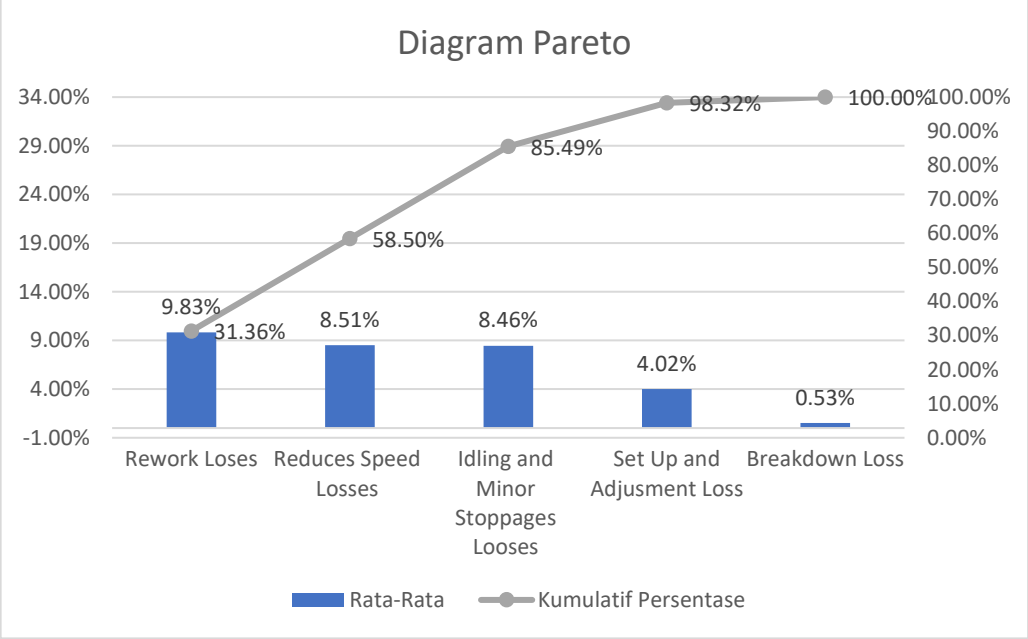
Gambar 4. 1 Persentase Masing-Masing *Losses* Tiap Bulan

Setelah itu, dihitung rata-rata persentase masing-masing *losses* dan persentase kumulatifnya untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018. Berikut rata-rata persentase setiap *losses* dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut ini.

Tabel 4. 15 Rata-Rata Persentase Setiap *Losses*

Jenis *Losses*	Rata-Rata	Persentase	Kumulatif Persentase
Rework Loses	9.83%	31.36%	31.36%
Reduces Speed Losses	8.51%	27.14%	58.50%
Idling and Minor Stoppages Looses	8.46%	27.00%	85.49%
Set Up and Adjusment Loss	4.02%	12.82%	98.32%
Breakdown Loss	0.53%	1.68%	100.00%
Total	31.35%	100.0%	

Dari tabel 4.15 di atas dapat pula dilihat menggunakan diagram pareto, seperti pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4. 2 Diagram Pareto Masing-Masing *Looses*

Dari diagram pareto 4.2 di atas dapat dilihat bahwa nilai *losses* terbesar pada mesin *Turning* di PT. PINDAD (Persero) untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018 adalah *rework losses* dan *reduced speed losses.*

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Setelah didapatkan hasil nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness)* setiap bulannya dari mesin *turning*, langkah selanjutnya yaitu menghitung rata-rata dari nilai OEE tersebut untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018. Sehingga dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori. Berikut kategori nilai OEE sebagai berikut: (Nakajima, 1988)

a) OEE < 40% TIDAK DITERIMA, dapat menimbulkan kerugian ekonomi signifikan dan daya saing sangat rendah.
b) 40% ≤ OEE < 59% RENDAH, maka perusahaan perlu melakukan pencarian dan memperbaiki kinerja sistem yang ada karena dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan daya saing rendah
c) 60% ≤ OEE < 84% SEDANG tetap diperlukan adanya perbaikan pada sistem agar nilai OEE naik menjadi di atas 85% sehingga perusahaan akan bergerak menuju kelas dunia. Kategori ini dapat menimbulkan sedikit kerugian ekonomi dan daya saing sedikit rendah.
d) 85% ≤ OEE < 95% KELAS DUNIA, kategori ini masuk ke dalam efek kelas dunia dan baik dalam daya saing, setiap perusahaan menjadikan kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.
e) OEE > 95% SEMPURNA, kategori ini memiliki sistem secepat mungkin, tanpa adanya waktu berhenti pada sistem dan mempunyai daya saing sempurna.

Adapun hasil perhitungan OEE mesin *turning* dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 1 Nilai Persentase OEE Mesin *Turning*

No	Bulan	% *Availability*	*% Performance*	*% Quality*	OEE
1	Februari 2017	90.8%	90.9%	83.7%	69.0%
2	Maret 2017	95.7%	95.2%	90.2%	82.1%
3	April 2017	95.2%	94.7%	92.7%	83.6%
4	Mei 2017	95.9%	95.3%	86.8%	79.2%
5	Juni 2017	96.4%	95.8%	81.3%	75.1%
6	Juli 2017	95.6%	95.3%	96.3%	87.7%
7	Agustus 2017	96.1%	95.5%	91.1%	83.6%
8	September 2017	95.7%	95.1%	91.4%	83.3%
9	Oktober 2017	96.1%	95.5%	86.5%	79.4%
10	November 2017	96.1%	95.6%	91.0%	83.6%
11	Desember 2017	96.0%	95.3%	93.7%	85.7%
12	Januari 2018	96.1%	95.7%	91.5%	84.2%

Dari tabel 5.1 di atas, dapat dihitung rata-rata nilai OEE mesin *turning* untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018 yaitu sebesar 81,4%. Sehingga dari hasil tersebut menurut standar klasifikasi *Lean Production* (2016), dapat dimasukkan dalam kategori ketiga yaitu nilai OEE diantara 60-84 % atau disebut kategori sedang. Oleh karena itu, perlu adanya suatu upaya perbaikan agar meningkatnya nilai OEE tersebut. Hal ini dilakukan agar tercapainya nilai OEE di atas 85% sehingga PT. PINDAD (Persero) masuk dalam kategori kelas dunia.

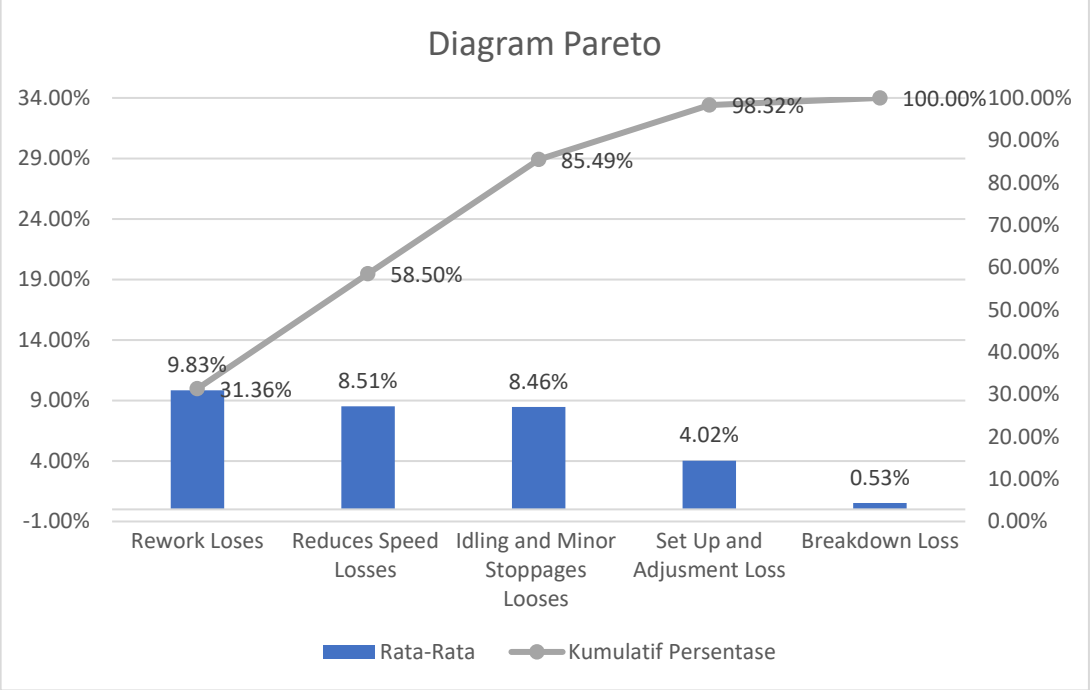
5.2. Analisis Perhitungan *Looses*

Pada bagian ini dilakukannya analisis terhadap hasil perhitungan *losses.* Analisis ini bertujuan agar diketahui *losses* manakah yang paling dominan menyebabkan rendahnya nilai OEE. Adapun perhitungan rata-rata setiap *losses* untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018 dapat dilihat seperti pada tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5. 2 Rata-Rata Persentase Setiap *Losses*

Jenis *Losses*	Rata-Rata	Persentase	Kumulatif Persentase
Rework Loses	9.83%	31.36%	31.36%
Reduces Speed Losses	8.51%	27.14%	58.50%
Idling and Minor Stoppages Looses	8.46%	27.00%	85.49%
Set Up and Adjusment Loss	4.02%	12.82%	98.32%
Breakdown Loss	0.53%	1.68%	100.00%
Total	31.35%	100.0%	

Dari tabel 5.2 di atas dapat ditampilkan dalam suatu diagram pareto seperti pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5. 1 Diagram Pareto Masing-Masing *Losses*

Dari gambar 5.1 di atas dapat dilihat bahwa terdapat 2 jenis *losses* yang dominan. *Losses* tersebut adalah *rework losses* dan *reduced speed losses*. *Rework losses* memiliki nilai sebesar 9,83% dan persentase terhadap *losses* lain yaitu sebesar 31,36%. Sedangkan *reduced speed losses* memiliki nilai sebesar 8,51% dan persentase terhadap *losses* lain sebesar 27,14%.

5.3. Analisis Hubungan OEE dengan *Losses*

Hubungan antar OEE dengan *losses* memiliki hubungan berbanding terbalik. Hal ini berarti apabila nilai OEE suatu proses produksi rendah maka akan menghasilkan nilai untuk *six big losses* yang tinggi. Begitu pula sebaliknya.

Pada PT. PINDAD (Persero) didapatkan rata-rata nilai OEE untuk mesin *turning* pada periode Februari 2017 hingga Januari 2018 sebesar 81,4%. Hal ini menjadikan proses pada mesin *turning* termasuk dalam kategori sedang yang sedikit lagi mencapai tingkat dunia. Tercapainya nilai OEE tersebut dikarenakan kurang tingginya nilai persentase dari segi *quality.* Sehingga munculnya *losses* yang menjadi salah satu *losses* dominan yaitu *rework losses.* Tingginya nilai *rework losses* pada mesin *turning* dikarenakan dari jumlah produk yang termasuk *rework*. Oleh karena itu, pada tahap selanjutnya akan diidentifikasi penyebab dari munculnya *losses* tersebut.

5.4. Analisis Diagram Sebab Akibat

Berdasarkan hasil perhitungan *losses* didapatkan bahwa terdapat 2 jenis *losses* yang dominan, yaitu *rework losses* dan *reduced speed losses.* Pada penelitian ini berfokus mencari akar penyebab pada 2 jenis *losses* tersebut. Hal ini dikarenakan seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya yang berfokus pada *losses* yang dominan dari masing-masing aspek. Namun, pada penelitian kali ini hanya berfokus pada aspek *performance* dan *quality* dikarenakan 2 aspek tersebut, terutama aspek *quality* yang menyebabkan rendahnya hasil nilai OEE.

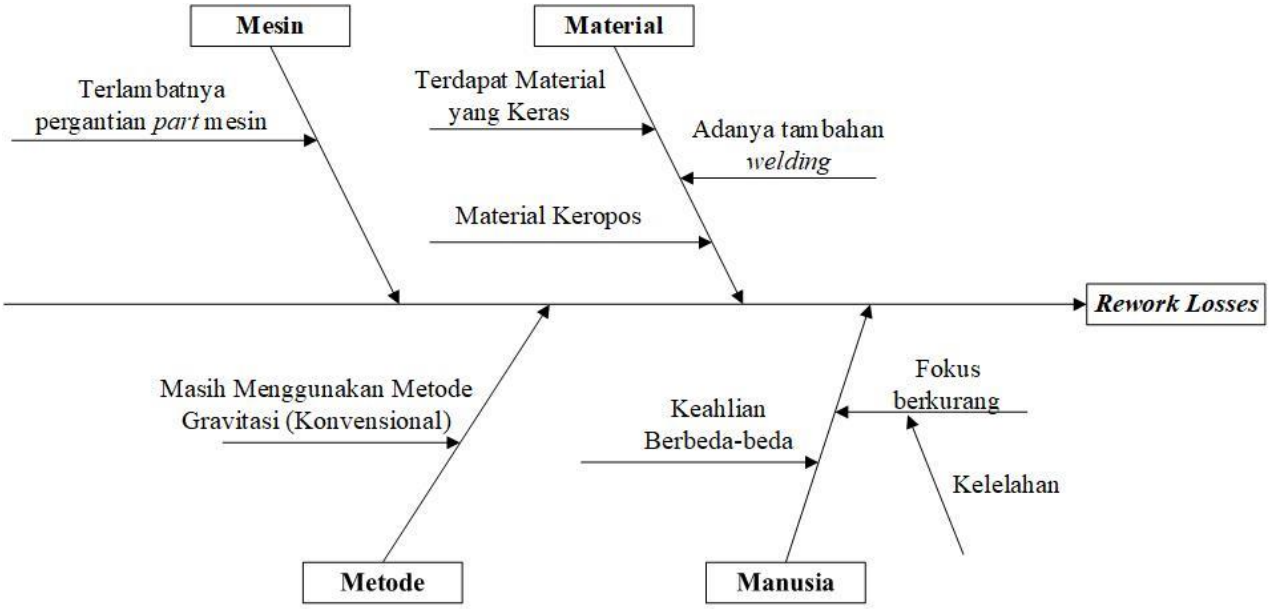
Tahap selanjutnya yaitu mencari akar penyebab dari muncul nya kedua *losses* tersebut. Pencarian akar penyebab dilakukan dengan bantuan *tools* yaitu diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat. Berikut analisis dari kedua *losses* tersebut.

5.4.1. *Rework Losses*

Pada *rework losses* ini terjadi dikarenakan dari terdapatnya produk yang termasuk *rework.* Sehingga menurunkan jumlah produksi yang dihasilkan dari yang seharunya (ideal). Pada tahap ini dilakukan penelusuran mengenai penyebab-penyebab yang menimbulkan produk Rumah *Isolating Cock* L tergolong *rework.* Pencarian akar penyebab menggunakan *tools* diagram sebab-akibat (*fishbone*). Dalam pencarian akar penyebab digunakan 5 aspek. 5 aspek tersebut yaitu manusia, mesin, material, metode,

dan lingkungan. Namun, hanya terdapat dari aspek manusia, material, metode, dan mesin yang menyebabkan tingginya nilai *rework losses.*

Adapun diagram sebab akibat pada *rework losses* ini dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5. 2 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*) *Rework Losses*

Dari gambar 5.2 di atas dapat dijelaskan untuk masing-masing aspek yaitu sebagai berikut:

1. Manusia

   Aspek manusia termasuk dalam penyebab dari *rework losses.* Penyebab dari aspek manusia di sini seperti berkurangnya fokus saat bekerja sehingga menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan keinginan, serta melewati standar toleransi yang telah ditetapkan perusahaan. Adapun penyebab berkurangnya fokus para operator lebih disebabkan oleh kelelahan dari operator tersebut. Hal ini dikarenakan operator bekerja mengejar target produksi sehingga diharuskan melawan kelelahannya.

   Penyebab lain dari aspek manusia yaitu perbedaan keahlian. Hal ini menyebabkan pula hasil produk yang bervariasi. Oleh karena itu, perbedaan keahlian ini menyebabkan banyaknya produk yang harus di kerjakan ulang (*rework*) agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan.

2. Material

   Pada aspek material di sini, hal-hal yang menimbulkan *rework losses* yaitu seperti terdapatnya beberapa material yang keras, adanya penambahan *welding*, dan keropos.

Hal ini menyebabkan perlu adanya pengerjaan ulang atau pekerjaan tambahan agar didapatkannya material yang sesuai dengan standar perusahaan. Sehingga, material dapat diproses dalam pembuatan produk.

3. Metode

Aspek metode juga menjadi salah satu penyebab dalam munculnya *rework losses.* Adapun penyebabnya yaitu pada proses produksi Rumah *Isolating Cock* L masih menggunakan metode gravitasi. Sehingga sangat mungkin terjadinya perbedaan hasil masing-masing operator. Oleh karena itu, harus dilakukannya pengerjaan ulang agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

4. Mesin

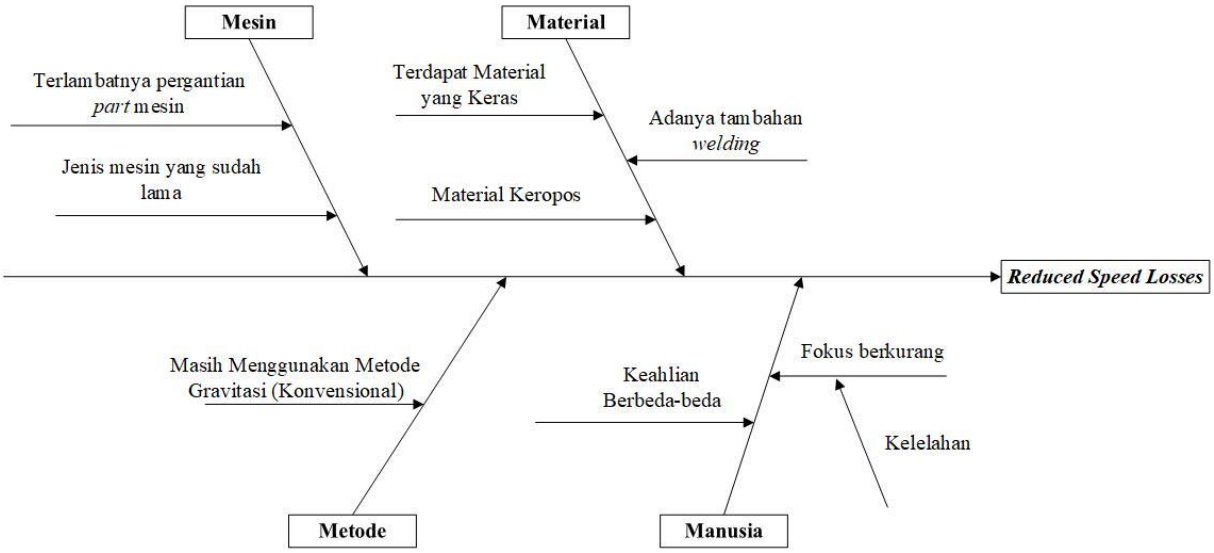
Pada aspek mesin di sini bukan dalam artian mesin sering macet atau mati yang dibuktikan tingginya nilai persentase *availability* dan *performance.* Aspek mesin yang menjadi penyebab munculnya *rework losses* yaitu terlambatnya pergantian *part* mesin. Hal ini menyebabkan kurang optimalnya hasil dari pengerjaan mesin tersebut. Sehingga menyebabkan adanya pengerjaan ulang agar produk sesuai dengan standar perusahaan.

5.4.2. *Reduce Speed Losses*

Pada *reduced speed losses* merupakan suatu kerugian yang terjadi akibat dari penurunan kecepatan operasi mesin dari kecepatan normal yang dimilikinya (Nakajima, 1988). Hal ini berdampak pada berkurangnya jumlah produk yang dihasilkan.

Pada tahap ini dilakukan penelusuran mengenai penyebab-penyebab yang menimbulkan produk Rumah *Isolating Cock* L tergolong *rework.* Pencarian akar penyebab menggunakan *tools* diagram sebab-akibat (*fishbone*). Dalam pencarian akar penyebab digunakan 5 aspek. 5 aspek tersebut yaitu manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Namun, hanya terdapat dari aspek manusia, material, metode, dan mesin yang menyebabkan tingginya nilai *rework losses.*

Diagram sebab-akibat munculnya *reduced speed losses* dapat dilihat seperti pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5. 3 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*) *Reduced Speed Losses*

Dari gambar 5.2 di atas dapat dijelaskan untuk masing-masing aspek yaitu sebagai berikut:

1. Manusia

   Aspek manusia termasuk dalam penyebab dari *reduced speed losses*. Penyebab dari aspek manusia di sini seperti berkurangnya fokus saat bekerja sehingga menurunkan kecepatan standar yang bisa dilakukan oleh operator tersebut dalam operasi mesin. Adapun penyebab berkurangnya fokus para operator lebih disebabkan oleh kelelahan dari operator tersebut. Hal ini dikarenakan operator bekerja mengejar target produksi sehingga diharuskan melawan kelelahannya.

   Penyebab lain dari aspek manusia yaitu perbedaan keahlian. Hal ini menyebabkan pula kecepatan proses operasi mesin yang bervariasi. Oleh karena itu, perbedaan keahlian ini menyebabkan naik turunnya kecepatan proses operasi mesin yang berdampak pada munculnya kerugian *reduced speed losses*.

2. Material

   Pada aspek material di sini, hal-hal yang menimbulkan *reduced speed losses* yaitu seperti terdapatnya beberapa material yang keras, adanya penambahan *welding*, dan keropos. Hal ini menyebabkan berkurangnya kecepatan proses produksi yang diakibatkan adanya proses tambahan. Sehingga menimbulkan pula menurunnya jumlah produksi yang dapat dihasilkan mesin tersebut.

3. Metode

Aspek metode juga menjadi salah satu penyebab dalam munculnya *reduced speed losses.* Adapun penyebabnya yaitu pada proses produksi Rumah *Isolating Cock* L masih menggunakan metode gravitasi. Sehingga sangat mungkin terjadinya perbedaan waktu proses produksi dari masing-masing operator. Oleh karena itu, adanya ketidakstabilan waktu proses produksi yang berdampak munculnya kerugian *reduced speed losses*.

4. Mesin

Pada aspek mesin di sini bukan dalam artian mesin sering macet atau mati yang dibuktikan tingginya nilai persentase *availability* dan *performance.* Aspek mesin yang menjadi penyebab munculnya *reduced speed losses* yaitu terlambatnya pergantian *part* mesin. Hal ini menyebabkan kurang optimalnya kecepatan proses produksi dari mesin tersebut. Penyebab lain yaitu umur mesin yang sudah tua. Hal ini menyebabkan kecepatan yang dimiliki mesin berbeda pada saat awal digunakan dengan pertengahan atau akhir pemakaian. Oleh karena itu, munculnya *reduced speed losses* dapat terjadi.

5.5. Upaya Perbaikan dengan Pendekatan *Kaizen* 5S

Setelah dilakukan penelusuran mengenai akar penyebab dari 2 *losses* dominan tersebut, selanjutnya yaitu usulan upaya perbaikan dengan pendekatan *kaizen* 5S. *Kaizen* sendiri merupakan suatu istilah pada Bahasa Jepang mengenai konsep *continuous Incremental Improvement. Kai* memiliki arti perubahan, sedangkan *Zen* yang artinya baik. Namun, *kaizen* yang dimaksud pada penelitian ini yang berhubungan dalam perbaikan kebiasaan SDM mengenai 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*). Hal ini dikarenakan SDM merupakan elemen terpenting dalam usaha peningkatan kualitas ataupun produktivitas (Imai, 2001).

Kedua *losses* dominan yaitu *rework losses* dan *reduced speed losses* memiliki beberapa akar penyebab masalah dari aspek manusia yaitu kelelahan dan keahlian yang berbeda-beda. Sehingga upaya perbaikan dengan pendekatan *kaizen* 5S ini ditujukan untuk menghilangkan akar penyebab masalah dari kedua *losses* yang dominan tersebut. Berikut ini usulan upaya perbaikan dengan pendekatan *kaizen* 5S pada PT. PINDAD (Persero):

1. *Seiri* (Pemilahan)

Seiri dapat diartikan juga pemilahan. Pemilahan yang dimaksud di sini yaitu memindahkan barang-barang yang tidak diperlukan dalam proses produksi Rumah *Isolating Cock* L.

Pada PT. PINDAD (Persero) perlu tetap menerapkan *seiri* ini pada semua aspek, dalam penelitian ini khususunya pada proses produksi Rumah *Isolating Cock* L. Pemilahan dapat berupa memindahkan barang-barang yang tidak diperlukan seperti produk-produk lain, *tools* yang memang tidak digunakan dalam pembuatan Rumah *Isolating Cock* L ataupun alat ukur yang tidak digunakan. Hal ini akan meningkatkan kecepatan kerja operator dan membuat nyaman operator tersebut pada saat melakukan operasi mesin. Maka, diharapkan operator tidak mudah Lelah dikarenakan area kerja yang telah nyaman.

2. *Seiton* (Penataan)

Seiton pada penelitian ini diartikan sebagai penataan. Penataan yaitu berupa penataan ruang produksi. Hal ini bertujuan agar barang-barang yang akan digunakan tertata rapi dan mudah dalam pencarian saat proses produksi berjalan.

Pada PT. PINDAD (Persero) sebaiknya tetap melakukan penataan pada setiap aspek. Khususnya pada penelitian kali ini yaitu pada mesin *turning.* Hal-hal yang perlu ditata yaitu seperti *tools* dan alat ukur yang akan digunakan ditata berdasarkan urutan pemakaian. Sehingga kecepatan dan akurasi operator saat melaksanakan proses produksi berjalan baik dan benar. Penataan *tools* dan alat ukur yang sesuai dengan urutan pemakaian tersebut diharapkan dapat mengurangi ataupun menghilangkan akar penyebab masalah yaitu kelelahan dan keahlian yang berbeda-beda dari operator.

3. *Seiso* (Pembersihan)

Pada penelitian ini, *seiso* diartikan sebagai pembersihan. Pembersihan seperti menjaga kebersihan dalam ruang produksi maupun *office* yang dilakukan dengan membuang sampah, kotoran, dan lain-lain ke tempat yang telah disediakan.

Pada PT. PINDAD (Persero) sendiri telah sadar bahwa kebersihan merupakan wujud dari kompetensi yang dimiliki di lingkungan perusahaan, sehingga telah melakukan penjagaan kebersihan dalam berbagai aspek. Pada penelitian ini, memfokuskan kebersihan ruang produksi yang telah baik. Hal ini dikarenakan telah

ada seperti suatu jadwal kebersihan di ruang produksi yang setiap harinya dilakukan dengan tertib. Diharapkannya dengan menjaga kebersihan pada mesin juga dapat meningkatkan kecepatan proses produksi dan meningkatkan akurasi hasil produksi.

4. *Seiketsu* (Penjagaan)

Seiketsu merupakan suatu tahapan kerja di mana terdapat suatu standar kerja. Standar kerja dapat berupa SOP (*Standard Operasional Procedure)* ataupun IK (Instruksi Kerja). Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi mengenai SOP ataupun IK.

Pada PT. PINDAD (Persero) sendiri telah mempunyai IK dalam setiap aspek. Pada penelitian ini berfokus pada IK (Intruksi Kerja) penggunaan mesin *turning.* Pada IK mesin *turning* disarankan adanya penambahan mengenai definisi IK tersebut. Hal ini agar operator yang membaca dapat lebih paham mengenai IK tersebut. Harapannya, setelah operator lebih paham dapat meningkatkan keterampilan dan kecepatan pada saat melakukan operasi mesin *turning*, serta dapat menghilangkan akar penyebab masalah kedua *losses* dominan yaitu keahlian yang berbeda-beda. Selain itu, juga adanya penambahan mengenai petunjuk suatu ukuran standar pergantian *part*/bagian mesin. Hal ini agar dapat mengurangi ataupun menghilangkan kejadian keterlambatan pergantian *part*/bagian mesin yang menjadi salah satu akar penyebab terjadinya *losses*.

5. *Shitsuke* (Kebiasaan)

Pada tahap *shitsuke* ini merupakan tujuan dari 5S, yaitu membiasakan melakukan semua aktivitas dengan baik dan benar. Hal ini agar terciptanya area kerja yang lebih baik.

Pada PT. PINDAD (Persero) sudah mempunyai beberapa kebiasaan atau budaya yang baik yaitu seperti adanya apel atau *briefing* sebelum bekerja. Pada *briefing* tersebut dibacakannya kembali masing-masing instruksi kerja. Hal ini merupakan perwujudan dari perhatian seorang atasan kepada operator. Selain itu, penerapan upaya perbaikan *kaizen* 5S ini dilakukan dengan menerapkan tanggung jawab individual yakni kesadaran diri masing-masing dari semua operator agar selalu menjaga kerapihan dan kebersihan area kerjanya. Dalam menjaga ataupun meningkatkan tanggung jawab masing-masing operator perlu dilakukan jadwal rutin untuk melakukan suatu evaluasi perbaikan *kaizen* 5S yang didukung dengan pembuatan poster *kaizen* 5S yang dipasang di area kerja.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan-pembahasan sebelumnya pada penelitian ini, dapat diambil suatu kesimpulan, yaitu:

1. Besarnya rata-rata nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin *turning* untuk periode Februari 2017 hingga Januari 2018 yaitu sebesar 81,4%. Sehingga dari hasil tersebut dapat dimasukkan dalam kategori sedang. Oleh karena itu, perlu adanya suatu upaya perbaikan agar meningkatnya nilai OEE.
2. Jenis *Six Big Losses* yang dominan pada mesin *turning* yaitu *rework losses* dan *reduced speed losses*. *Rework losses* memiliki nilai sebesar 9,83% dan persentase terhadap *losses* lain yaitu sebesar 31,36%. Sedangkan *reduced speed losses* memiliki nilai sebesar 8,51% dan persentase terhadap *losses* lain sebesar 27,14%.
3. Berdasarkan pemetaan diagram sebab-akibat faktor-faktor yang menyebabkan munculnya kedua *losses* tersebut secara umum yaitu:
   a. Manusia : Kelelahan dan perbedaan keahlian
   b. Material : Material yang keras, adanya penambahan *welding*, dan keropos.
   c. Metode : Masih menggunakan sistem gravitasi.
   d. Mesin : Terlambatnya pergantian *part* mesin ataupun mesin yang sudah berumur.
4. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan dengan pendekatan *kaizen* 5S yaitu:
   a. *Seiri*

      Melakukan pemilahan yang dapat berupa memindahkan barang-barang yang tidak diperlukan seperti produk-produk lain, *tools* yang memang tidak digunakan dalam pembuatan Rumah *Isolating Cock* L ataupun alat ukur yang tidak digunakan.

b. *Seiton*

Melakukan penataan seperti penataan *tools* dan alat ukur yang akan digunakan ditata berdasarkan urutan pemakain.

c. *Seiso*

Melakukan dengan tertib dan konsisten terhadap jadwal pembersihan baik ruang produksi, *office*, maupun mesin produksi.

d. *Seiketsu*

Melakukan evaluasi pada IK (Intruksi Kerja) penggunaan mesin *turning*. Evaluasi IK mesin *turning* seperti disarankannya adanya penambahan mengenai definisi IK tersebut.

e. *Shitsuke*

Tetap melakukan apel atau *briefing* dikarenakan dapat meningkatkan motivasi kerja operator yang diujungnya dapat meningkatkan efektivitas kerja operator dalam operasi mesin.

6.2. Saran

1. Untuk Perusahaan
   a. Diadakannya evaluasi kinerja mesin baik menggunakan metode OEE atau yang lain agar dapat mempertahankan ataupun menambah tingkat produktivitas.
   b. Lebih dirapikan kembali pencatatan manual mengenai kinerja mesin dan hasil produksi mesin.
2. Untuk Penelitian Selanjutnya
   a. Dapat mengembangkan penelitian mengenai evaluasi kinerja mesin menggunakan metode-metode *maintenance* lainnya.
   b. Adanya penelitian lebih lanjut untuk usulan perbaikan dengan menggunakan metode-metode lainnya yang dapat diterapkan secara langsung di PT. PINDAD (Persero).

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, S., 2017. *Analisis Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Divisi Drawing-Cutting Guna Meminimumkan Six Big Losses PT Alam Lestari Unggul Tangerang,* Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Baharuddin, Y., Arif, R. & Rakhmat, H., 2015. Analisa Overall Equipment Effectiveness Untuk Memperbaiki Sistem Perawatan Mesin Dop Berbasis Total Productive Maintenance. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri,* III(1).

Davis, R. K., 1995. *Productivity Improvements Through TPM.* United Kingdom: Prentice Hall.

Dianra, A., Yanti, A. & Hendro, P., 2015. Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses. *Jurnal Online ITENAS,* III(03).

Fahmi, A., Rahman, A. & Efranto, R. Y., 2012. *Implementasi Total Productive Maintenance Sebagai Penunjang Produktivitas Dengan Pengukuran Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Rotary KTH-8 (Studi Kasus PT.Indonesian Tobacco),* Malang: Program Studi Teknik Industri Universitas Brawijaya.

Firmansyah, M. M., Susanty, A. & Puspitasari, D., 2015. *Analisis Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses pada Mesin Pencelupan Benang (Studi Kasus PT. Pismatex Textile Industry),* Semarang: Universitas Diponegoro.

Gasperz, V., 2007. *Lean Six Sigma.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Imai, M., 2001. *Kaizen (Ky'zen) Kunci Sukses Jepang Dalam Persaingan.* Jakarta: PT. Pustaka Binaman Presindo.

Kho, B., 2016. *Cara Menghitung OEE (Overall Equipment Effectiveness) TPM (online).* [Online]
Available at: http://ilmumanajemenindustri.com/cara-menghitung-oee-overall-equipmenteffectiveness-tpm/
[Accessed 2 Maret 2018].

Kho, B., 2016. *Pengertian Kaizen dalam Meningkatkan Kualitas dan Produktivitas Produksi.* [Online]
Available at: http://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-kaizen-dalam-meningkatkan-kualitas-dan-produktivitas/
[Accessed 12 Desember 2017].

Muhandri, T. & Kadarisman, 2006. *Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan.* Bogor: IPB Press.

Nakajima, S., 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance.* 1st ed. Cambridge: Productivity Inc.

Nasution, M., 2004. *Manajemen Mutu Terpadu.* Bogor: Ghalia Indonesia.

PINDAD, P., 2015. *Tempa Cor & Alat Perkeretaapian.* [Online] Available at: https://www.pindad.com/forging-and-casting [Accessed 19 Mei 2018].

Production, L., 2016. *OEE (Overall Equipment Effectiveness).* [Online] Available at: http://www.leanproduction.com/oee.html [Accessed 2 Maret 2018].

Rinawati, D. I. & Dewi, N. C., 2014. Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya. *Prosiding SNATIF,* Volume I, pp. 21-26.

Riyanto, B., 2001. *Dasar-Dasar Produksi.* 4th ed. Yogyakarta: BPFE.

Rozaq, M. I., 2015. *Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Studi Kasus Di PT. Adi Satria Abadi Kalasan,* Yogyakarta: Program Studi Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta.

Suliantoro, H. & Aulia, N. S., 2012. *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Usulan Perbaikan Dengan Metode 5S Pada Line 8 PT. Coca Cola Bottling Indonesia Central Java,* Semarang: Universitas Diponegoro .

Tarigan, Z. J. H., 2005. Perancangan Penjualan dan Perencanaan Produksi yang Terintegrasi dengan Menerapkan Teknologi Enterprise Resource Planning. *Jurnal Teknik Industri,* p. 139.

Tjiptono, F. & A, D., 2001. *Total Quality Management.* Refisi ed. Yogyakarta: ANDI.

Triwardani, D. H., Rahman, A. & Tantrika, C. F. M., 2013. *Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisi Six Big Losses Pada Mesin Produksi Dual Filters DD07 (Studi Kasus: PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur),* Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.

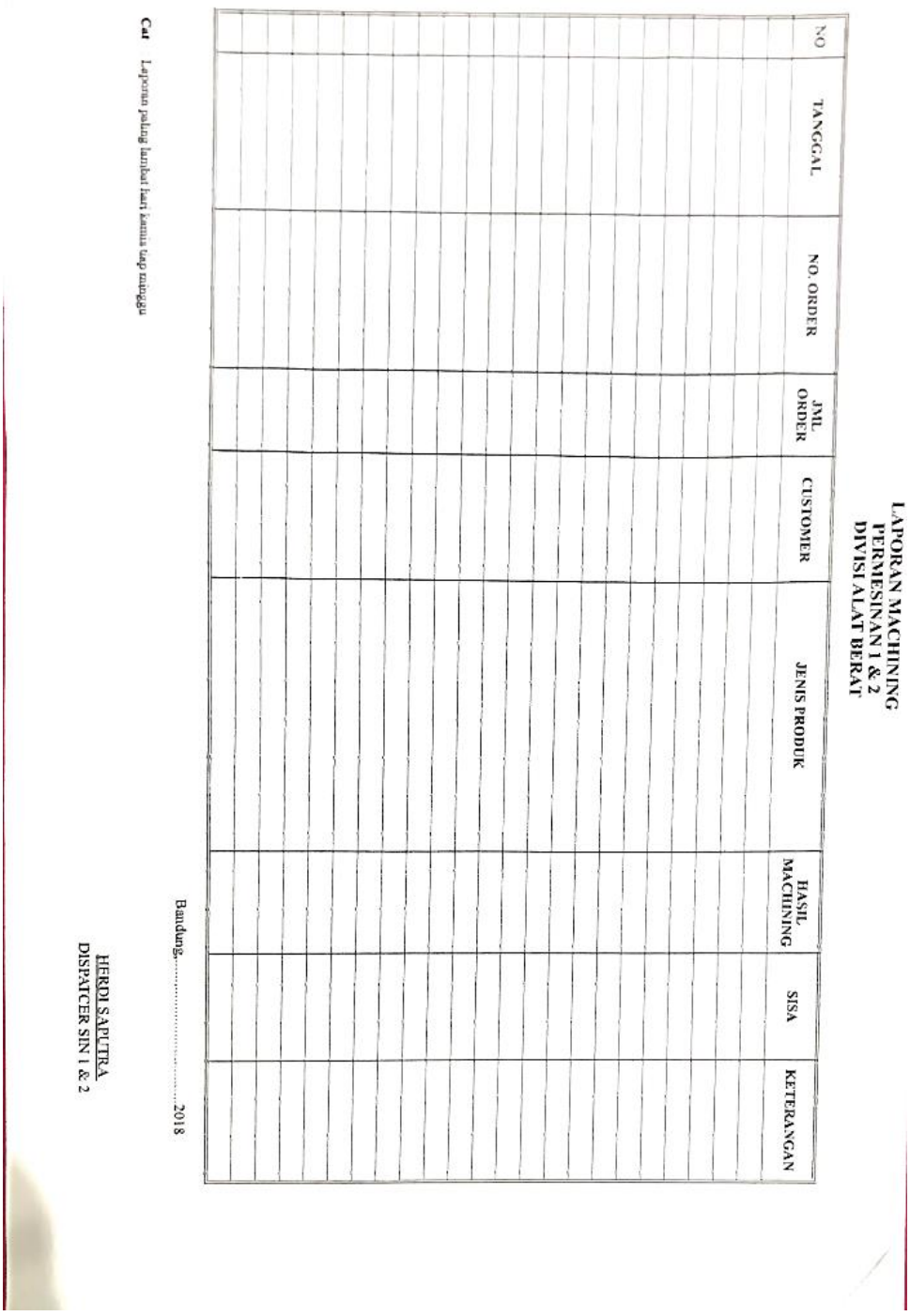
Wireman, T., 2004. *Total Productive Maintenance.* 2nd ed. New York: Industrial Press.

LAMPIRAN

Lampiran A Gambar Produk Rumah *Isolating Cock* L



Lampiran B Contoh Laporan *Machining* Permesinan 1&2 Divisi Alat Berat



LAPORAN MACHINING
PERMESINAN 1 & 2
DIVISI ALAT BERAT

NO	TANGGAL	NO. ORDER	JML ORDER	CUSTOMER	JENIS PRODUK	HASIL MACHINING	SISA	KETERANGAN

Bandung.....2018

HERDI SAPUTRA
DISPATCER SIN 1 & 2

Cat Laporan paling lambat hari kamis tiap minggu

Lampiran C Surat Keterangan Praktek Kerja Industri PT. PINDAD (Persero)

PT. PINDAD (PERSERO)

Surat Keterangan

NOMOR : Sket/594 / P / BD / V / 2018

Menerangkan bahwa:

N a m a : Abadi Pinasthika
Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 05 Januari 1997
Nomor Induk : 1452328
Sekolah/Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan PRAKTEK KERJA INDUSTRI di PT. PINDAD (PERSERO) BANDUNG

Mulai tanggal 23 April 2018 sampai dengan 07 Mei 2018
Pada bidang Teknik Industri di Divisi Alat Berat

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di Bandung
Pada tanggal 07 Mei 2018

PT. PINDAD (PERSERO)
A.n. IWAN HERMAN CAPITAL DAN PENGEMBANGAN ORGANISASI

SITI NURFITRIYANA N
MANAGER PEMBELAJARAN DAN PENGEMBANGAN KEPEMIMPINAN