

**PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* MENGGUNAKAN
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN *SIX BIG LOSSES*
UNTUK MENGEVALUASI EFEKTIVITAS MESIN
(STUDI KASUS PADA PT SUBAH SPINNING MILLS)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia**



**Disusun oleh :
Adinda Sekar Ludwika
17522140**

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

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap 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, 19 Agustus 2021



Adinda Sekar Ludwika

NIM. 17522140

اجتازت ابسة ادابها

SURAT KETERANGAN PENELITIAN



PT. SUBAH SPINNING MILLS

Jl. Raya Clapar Km. 14 Subah, Kabupaten Batang, Jawa Tengah
Telp. (0285) 4493598 Fax. (0285) 4493600

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

No. 002/SSM/IV/2021

Sehubungan dengan surat dari Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Nomor : 110/Penelitian TA/Sek Prodi S1/20/TI/III/2021. Hal : Permohonan Ijin Penelitian Ijin Tugas Akhir tertanggal 3 Mei 2021, maka PT. Subah Spinning Mills dengan ini menerangkan nama mahasiswa dibawah ini :

Nama : Adinda Sekar Ludwika
NIM : 17522140
Prodi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Jenjang : S1

Benar telah melakukan penelitian di PT. Subah Spinning Mills pada tanggal 12 April 2021 s/d 30 April 2021 guna melengkapi data pada penyusun Skripsi berjudul : **"Penerapan Total Productive Maintenance Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Untuk Mengevaluasi Efektivitas Mesin yang bertempat di PT. Subah Spinning Mills"**.

Dengan Surat Keterangan diperbuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Batang, 03 Mei 2021

PT. Subah Spinning Mills

M. Nur Cahyo Putra

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *SIX BIG LOSSES* UNTUK MENGEVALUASI EFEKTIVITAS MESIN (STUDI KASUS PADA PT SUBAH SPINNING MILLS)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh:

Nama : Adinda Sekar Ludwika

NIM : 17522140

Yogyakarta, 19 Agustus 2021

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *SIX BIG LOSSES* UNTUK MENGEVALUASI EFEKTIVITAS MESIN (STUDI KASUS PADA PT SUBAH SPINNING MILLS)

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Adinda Sekar Ludwika
NIM : 17522140

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 11 Oktober 2021

Tim Penguji

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

Ketua

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

Anggota I

Dian Janari, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya yang tak terhingga sehingga saya dapat menyelesaikan karya tugas akhir ini.

Saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk kedua orang tua saya tercinta, Bapak Dwi Waldiyanto dan Ibu Kasih Winarni yang telah memberikan kasih sayang, segala bentuk upaya terbaik dan doa tiada henti yang amat tak ternilai harganya sejak dari hari pertama saya ada di dunia hingga saat ini, serta atas dukungan moril materiil dan motivasi yang selalu diberikan sejak awal kuliah hingga menyelesaikan tugas akhir ini.

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

HALAMAN MOTTO

"Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga."

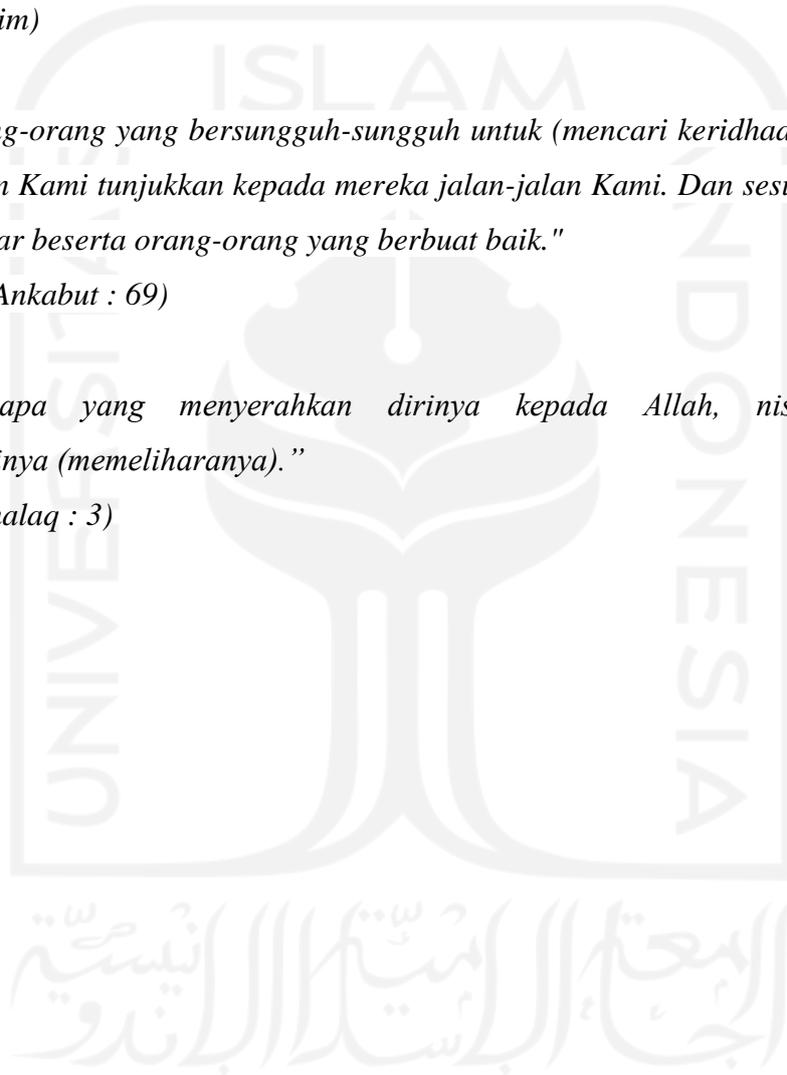
(HR. Muslim)

"Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh untuk (mencari keridhaan) Kami, benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Dan sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat baik."

(Q.S Al - 'Ankabut : 69)

"Barangsiapa yang menyerahkan dirinya kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupinya (memeliharanya)."

(Q.S At-Thalaq : 3)



KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirrobbil'alamin. Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat, anugerah dan nikmat-Nya. Sholawat serta salam senantiasa dihaturkan kepada nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat Allah SWT atas ilmu, kekuatan dan kelancaran yang telah diberikan sehingga Tugas Akhir dengan judul **“PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE MENGGUNAKAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN SIX BIG LOSSES UNTUK MENGEVALUASI EFEKTIVITAS MESIN (Studi Kasus Pada PT Subah Spinning Mills)** ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 pada program studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Adanya Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan di bangku perkuliahan ke lapangan nyata.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, motivasi, saran dan koreksi dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan kelancaran dalam melaksanakan penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan,

masukan, motivasi, koreksi dan saran selama penyusunan hingga proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

5. Kedua orang tua saya, Bapak Dwi Waldiyanto dan Ibu Kasih Winarni, adikku Raka Ludwika serta seluruh keluarga besar atas segala perhatian, doa, dukungan dan semangat yang selalu diberikan.
6. PT Subah Spinning Mills yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas yang telah memudahkan penulis dalam melaksanakan tugas akhir.
7. Bapak M. Nur Cahyo Putra selaku kabag *maintenance* di PT Subah Spinning Mills yang telah membantu dalam mendapatkan data yang dibutuhkan serta arahan dan masukan yang diberikan.
8. Kepada sahabat-sahabat saya Fitri Rachma, Santi Shofarina, Candra Gustika, Dinda Amalia, Muhammad Faldy dan Kumul Efendi yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih belum sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pembaca demi melengkapi kekurangan dalam laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin Yaa Rabbal 'Aalamin.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 19 Agustus 2021



Adinda Sekar Ludwika

ABSTRAK

PT Subah Spinning Mills merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada industri pemintalan benang. Dalam melakukan proses produksi benang, mesin yang memegang peranan penting terhadap proses pemintalan benang adalah mesin *ring spinning frame*. Pada mesin tersebut terjadi proses pemintalan benang yang sesungguhnya karena fungsi dari mesin ini adalah merubah *roving* (benang setengah jadi) menjadi benang jadi. Kendala yang dialami perusahaan yaitu seringnya terjadi kerusakan pada mesin *ring spinning frame* yang menyebabkan proses produksi terhambat. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan evaluasi *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menggunakan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang menggambarkan tingkat efektivitas mesin berdasarkan parameter *availability*, *performance rate* dan *quality rate*. Selanjutnya hasil OEE diidentifikasi dengan *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor apa yang mempengaruhi besarnya nilai OEE. Akar permasalahan dari *six big losses* yang terjadi dianalisis menggunakan diagram *fishbone*. Hasil OEE pada mesin *ring spinning frame* selama periode penelitian yaitu dari bulan Februari 2020 hingga Januari 2021 adalah sebesar 77,04% yang menurut standar nilai OEE tergolong dalam kategori sedang. Faktor yang mempengaruhi nilai OEE menjadi kurang maksimal adalah *breakdown losses*, *set up & adjustment losses* dan *idling & minor stoppages losses*. Rekomendasi yang diberikan untuk mengatasi permasalahan adalah dengan menerapkan pilar yaitu *planned maintenance*, *autonomous maintenance*, *training and education*, *safety health and environment*.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance*, *Overall Equipment Effectiveness*, *Six Big Losses*, *Fishbone Diagram*.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Deduktif	7
2.1.1 Pengertian <i>Maintenance</i> (Perawatan)	7
2.1.2 Pengertian <i>Total Productive Maintenance</i>	9
2.1.3 Pilar <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	10
2.1.4 Manfaat <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	11
2.1.5 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	12
2.1.6 <i>Six Big Losses</i>	15
2.1.7 <i>Pareto Diagram</i>	17
2.1.8 <i>Fishbone Diagram</i>	18
2.2 Kajian Induktif	18
BAB III METODE PENELITIAN	31

3.1	Subjek dan Objek Penelitian	31
3.2	Pengumpulan Data	31
3.2.1	Metode Pengumpulan Data.....	31
3.2.2	Jenis Data.....	31
3.3	Diagram Alir Penelitian	32
3.4	Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		38
4.1	Pengumpulan Data	38
4.1.1	Profil PT Subah Spinning Mills.....	38
4.1.2	Data Spesifikasi Mesin	39
4.1.3	Data <i>Breakdown</i> dan <i>Set up and Adjustment Time</i>	39
4.1.4	Data <i>Planned Downtime</i>	40
4.1.5	Data Produksi dan Produk <i>Defect</i>	41
4.1.6	Data Waktu Produksi	42
4.2	Pengolahan Data <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	43
4.2.1	Perhitungan <i>Availability Rate</i>	43
4.2.2	Perhitungan <i>Performance Rate</i>	46
4.2.3	Perhitungan <i>Quality Rate</i>	47
4.2.4	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	48
4.3	Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	49
4.3.1	Perhitungan <i>Downtime Losses</i>	49
4.3.2	Perhitungan <i>Speed Loss</i>	52
4.3.3	Perhitungan <i>Defect Loss</i>	55
4.4	Rekapitulasi Persentase <i>Six Big Losses</i>	58
4.5	Diagram Pareto.....	59
4.6	Diagram <i>Fishbone</i>	61
BAB V PEMBAHASAN.....		66
5.1	Analisis Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	66
5.2	Analisis <i>Six Big Losses</i>	68
5.3	Analisis Hubungan OEE dengan <i>Six big Losses</i>	69
5.4	Analisis Diagram <i>Fishbone</i>	70
5.4.1	Analisis <i>Breakdown Losses</i> Dengan Diagram <i>Fishbone</i>	70
5.4.2	Analisis <i>Set up & Adjustment Losses</i> Dengan Diagram <i>Fishbone</i>	73

5.4.3	Analisis <i>Idling & Minor Stoppages Losses</i> Dengan Diagram <i>Fishbone</i> ..	76
5.5	Rekomendasi Perbaikan	79
5.6	Penerapan Rekomendasi Perbaikan	83
5.6.1	Penerapan Rekomendasi <i>Breakdown Losses</i>	83
5.6.2	Penerapan Rekomendasi <i>Set up & Adjustment Losses</i>	84
5.6.3	Penerapan Rekomendasi <i>Idling & Minor Stoppages Losses</i>	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		87
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA		90
LAMPIRAN.....		93



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Nilai <i>Breakdown</i> Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	2
Tabel 2. 1 Standar Nilai OEE	13
Tabel 2. 2 Kajian Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 4. 1 Data <i>Breakdown</i> dan <i>Set up and Adjustment</i>	40
Tabel 4. 2 Data <i>Planned Downtime</i>	41
Tabel 4. 3 Data Produksi Benang PT Subah Spinning Mills.....	42
Tabel 4. 4 Data Waktu Produksi	43
Tabel 4. 5 Perhitungan <i>Loading Time</i> dan <i>Operation Time</i>	44
Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai <i>Availability</i> Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	45
Tabel 4. 7 Perhitungan Nilai <i>Performance</i> Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	46
Tabel 4. 8 Perhitungan <i>Quality Rate</i> Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	48
Tabel 4. 9 Perhitungan OEE Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	49
Tabel 4. 10 Perhitungan Nilai <i>Breakdown Losses</i>	50
Tabel 4. 11 Perhitungan Nilai <i>Setup and Adjustment Losses</i>	51
Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai <i>Idling and Minor Stoppages Losses</i>	53
Tabel 4. 13 Perhitungan Nilai <i>Reduced Speed Losses</i>	54
Tabel 4. 14 Perhitungan Nilai <i>Reject/rework Losses</i>	56
Tabel 4. 15 Perhitungan Nilai <i>Scrap Losses</i>	57
Tabel 4. 16 Persentase <i>Losses</i> Periode Februari 2020 - Januari 2021	58
Tabel 4. 17 Rata-rata <i>Losses</i> Mesin	59
Tabel 4. 18 Jenis Kerusakan Komponen Mesin	61
Tabel 4. 19 Frekuensi Kerusakan Komponen Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	62
Tabel 4. 20 Aktivitas <i>Changeover</i> Produk.....	63
Tabel 5. 1 Nilai Persentase OEE Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	67
Tabel 5. 2 Persentase <i>Losses</i>	68
Tabel 5. 3 Rekomendasi Perbaikan.....	80
Tabel 5. 4 Usulan Prosedur <i>Changeover</i>	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4. 1 Mesin <i>Ring Spinning Frame</i>	39
Gambar 4. 2 Grafik Persentase <i>Losses</i> Setiap Bulan	59
Gambar 4. 3 Diagram Pareto Untuk <i>Losses</i> Setiap Bulan	60
Gambar 4. 4 Diagram <i>Fishbone Breakdown Losses</i>	63
Gambar 4. 5 Diagram <i>Fishbone Set up and Adjustment Losses</i>	65
Gambar 4. 6 Diagram <i>Fishbone Idling & Minor Stoppage Losses</i>	65
Gambar 5. 1 Diagram Pareto <i>Losses</i>	69
Gambar 5. 2 Diagram <i>Fishbone Breakdown Losses</i>	71
Gambar 5. 3 Diagram <i>Fishbone Set up & Adjustment Losses</i>	73
Gambar 5. 4 Diagram <i>Fishbone Idling & Minor Stoppages Losses</i>	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu indikator keberhasilan suatu industri manufaktur ditentukan oleh kelancaran proses produksinya. Dalam melakukan proses produksi, mesin sebagai alat mekanik utama memegang peran yang penting. Oleh karena itu dibutuhkan kondisi mesin yang siap beroperasi, baik dari segi kapasitas, kemampuan, ketelitian dan kelayakannya.

Seiring berjalannya waktu, mesin yang terus menerus beroperasi akan mengalami kendala berupa kerusakan yang menyebabkan terhentinya proses produksi. Karena resiko kerusakan ini dapat terjadi sewaktu-waktu maka apabila tidak segera ditangani akan menyebabkan kerugian berupa keterlambatan produksi, penambahan biaya perbaikan mesin, keterlambatan pengiriman barang dan ketidaksesuaian jumlah produksi dengan target yang telah ditentukan. Hal yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk memastikan mesin dapat beroperasi dengan baik adalah dengan melakukan perawatan dan pemeliharaan mesin secara berkala. Upaya yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan pada mesin adalah dengan melakukan analisis tingkat keefektifan kinerja suatu mesin. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi mengenai keefektifan kinerja mesin adalah dengan menggunakan *Total Productive Maintenance* (TPM).

TPM adalah metode dalam *maintenance* yang dilakukan dengan cara mengoptimasi tingkat efektivitas suatu mesin atau peralatan serta mengurangi atau menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*) melalui identifikasi terlebih dahulu. Evaluasi TPM dapat dilakukan menggunakan upaya perhitungan nilai OEE atau *Overall Equipment Effectiveness*. Sedangkan, *Overall Equipment Effectiveness* adalah suatu metode yang mengukur taraf efektivitas pada pemakaian suatu mesin/peralatan atau sistem dengan memperhitungkan beberapa sudut pandang pada proses pengukuran tersebut (Nakajima, 1988). Menurut Stamatis (2006) dalam bukunya yang berjudul *The OEE Primer*, menyebutkan bahwa metode pengukuran OEE memecah kinerja unit

manufaktur menjadi tiga komponen terpisah tetapi dapat diukur yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *rate of quality*. Setiap komponen menunjuk pada aspek proses yang dapat ditargetkan untuk perbaikan. Penurunan tingkat efektivitas mesin disebabkan oleh enam faktor kerugian yang dikenal dengan istilah *six big losses*, yang dikelompokkan menjadi tiga komponen utama yaitu *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses*. Dengan menggunakan *six big losses*, perusahaan dapat mengetahui faktor *six big losses* mana yang menyebabkan nilai OEE berada di bawah standar sehingga mempengaruhi penurunan efektivitas mesin produksi perusahaan.

PT Subah Spinning Mills adalah perusahaan pemintalan benang yang berlokasi di daerah Batang, Jawa Tengah. PT Subah Spinning Mills didirikan pada 19 Januari 2011. Produksi yang dilakukan perusahaan ini bersifat *make to order*. PT Subah Spinning Mills menggunakan beberapa jenis mesin yaitu *Blowing*, *Carding*, *Drawing Breaker*, *Drawing Finisher*, *Roving (Flyer)*, *Ring Spinning Frame* dan *Winding*. Karena penggunaan mesin yang terus menerus beroperasi dengan kapasitas produksi yang besar, maka diperlukan pemantauan untuk mengukur efektivitas mesin menggunakan *Total Productive Maintenance*.

Salah satu mesin yang berperan penting dalam pemintalan benang adalah mesin *Ring Spinning Frame*, yang berfungsi sebagai pengubah *sliver roving* (benang setengah jadi) menjadi gulungan kecil benang jadi. Dengan posisi yang memegang peranan penting maka mesin *Ring Spinning Frame* harus dalam kondisi yang selalu optimal agar dapat beroperasi dengan maksimal. Namun, mesin tersebut sering mengalami permasalahan atau kendala berupa *breakdown* (kerusakan) mesin yang tinggi jika dibandingkan dengan mesin produksi lain. Permasalahan berupa *breakdown* tersebut dapat mengganggu kelancaran proses produksi. Besar nilai *breakdown* mesin *ring spinning frame* dimuat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Nilai *Breakdown* Mesin *Ring Spinning Frame*

Bulan	<i>Breakdown</i> (Jam)
Februari 2020	23,17
Maret 2020	66,20
April 2020	66,60
Mei 2020	30,07
Juni 2020	26,27

Bulan	Breakdown (Jam)
Juli 2020	45,58
Agustus 2020	24,88
September 2020	36,95
Oktober 2020	32,52
November 2020	37,62
Desember 2020	66,85
Januari 2021	42,12

Selain permasalahan berupa sering terjadinya *breakdown* pada mesin, selama ini dari pihak perusahaan belum melakukan pengukuran kinerja mesin. Data dan pencatatan mengenai mesin belum diarsipkan sehingga *historical records* tiap mesin belum tercatat secara detail. Menilik dari permasalahan tersebut, oleh karena itu diperlukan pengukuran kinerja mesin pada mesin *Ring Spinning Frame* karena mesin tersebut adalah mesin dengan nilai *breakdown* tertinggi dibanding mesin lain, untuk mengetahui persentase tingkat kinerja peralatan produksi.

Pada penelitian yang dilakukan ini, metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut yaitu menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM). Dalam penerapan metode TPM, dilakukan dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin yang bermasalah untuk mengetahui seberapa efektif proses produksi tersebut. Perhitungan OEE ini mempertimbangkan parameter berupa lamanya waktu untuk produksi, performa kerja mesin, jumlah produk yang diproduksi dan kualitas dari produk yang dihasilkan. Analisis *Six Big Losses* digunakan untuk mengetahui jenis kerugian yang mempengaruhi besarnya nilai OEE yang memiliki efek terhadap efektivitas mesin *Ring Spinning Frame*. Adapun cara mengetahui penyebab munculnya *losses* tersebut, dilakukan analisis dengan menggunakan *fishbone diagram*. Kemudian hasil analisis tersebut dijadikan acuan untuk memberikan rekomendasi sesuai dengan pilar TPM. Sehingga penelitian ini menggunakan aspek TPM yang lengkap dan tidak hanya menganalisis kondisi efektivitas mesin *Ring Spinning Frame* namun juga memberi rekomendasi yang bertujuan agar dapat mengurai permasalahan efektivitas mesin di PT Subah Spinning Mills.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah yang akan diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *ring spinning frame* PT Subah Spinning Mills?
2. Apa saja jenis *six big losses* yang dominan mempengaruhi efektivitas mesin?
3. Bagaimana hasil analisis penyebab *six big losses* pada mesin produksi?
4. Rekomendasi apa yang akan diberikan kepada perusahaan untuk meningkatkan tingkat kinerja mesin?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang ada maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Ring Spinning Frame* PT Subah Spinning Mills.
2. Mengetahui jenis *six big losses* yang dominan mengurangi efektivitas mesin *Ring Spinning Frame*.
3. Mengetahui penyebab penurunan efektivitas mesin *Ring Spinning Frame* karena munculnya *six big losses* sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk upaya minimasi jenis kerugian.
4. Memberikan rekomendasi kepada perusahaan sesuai dengan metode TPM dan pilarnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini akan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Memberi informasi kepada perusahaan mengenai kondisi efektivitas mesin yang diteliti berdasarkan hasil penelitian.
2. Hasil analisis penelitian dan rekomendasi perbaikan yang didapatkan dapat menjadi bahan masukan bagi pihak perusahaan untuk menentukan kebijakan perusahaan dimasa yang akan datang.

1.5 Batasan Penelitian

Agar ruang lingkup tidak menyimpang dari yang ditentukan dan tujuan dapat tercapai tepat sasaran maka perlu adanya suatu batasan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan pada mesin *Ring Spinning Frame*
2. Penelitian tidak mencakup biaya-biaya yang terjadi dalam penerapan TPM
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah TPM dengan perhitungan OEE serta analisis *six big losses*.
4. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pada rentang bulan Februari 2020 – Januari 2021.
5. Rekomendasi yang diberikan kepada PT Subah Spinning Mills berdasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk memberikan gambaran secara umum mengenai penelitian yang akan dilakukan. Berikut merupakan sistematika penulisan penelitian Tugas Akhir:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas kajian induktif dan deduktif yang membuktikan bahwa topik penelitian yang diambil memenuhi syarat dan kriteria yang telah dijelaskan di atas. Kajian deduktif berisi materi yang digunakan acuan dalam menyelesaikan permasalahan. Sedangkan kajian induktif berisi uraian hasil penelitian terdahulu yang dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain dan memiliki hubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat rancangan penelitian meliputi objek penelitian, cara pengumpulan data, teknik pengolahan data, dan alur penelitian. Metode penelitian ini merupakan urutan langkah yang dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memuat mengenai data yang digunakan untuk penelitian dan pengolahan data. Hasil dari pengolahan data akan digunakan untuk membantu dalam memecahkan masalah yang terjadi di perusahaan.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini memuat pembahasan hasil penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan dari dilakukannya penelitian sehingga dapat digunakan untuk membuat rekomendasi perbaikan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat mengenai kesimpulan terhadap analisis pembahasan dan rekomendasi atau saran dari hasil yang didapatkan dari permasalahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menjelaskan tentang kajian literatur yang terdiri dari kajian deduktif dan induktif. Kajian deduktif adalah pengertian dari landasan teori penelitian, sedangkan kajian induktif adalah penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain.

2.1 Kajian Deduktif

2.1.1 Pengertian *Maintenance* (Perawatan)

Maintenance (perawatan) adalah aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau alat-alat pabrik dengan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan supaya tercipta suatu keadaan operasional produksi sesuai dengan apa yang telah direncanakan (Assauri, 2008). Tujuan utama dari *maintenance* ini adalah sebagai berikut (Patrick, 2001) :

- a. Menjaga kemampuan mesin produksi untuk memenuhi kebutuhan sesuai target dan rencana produksi.
- b. Mengurangi pemakaian diluar batas dan menjaga kondisi peralatan yang ada dalam perusahaan.
- c. Menghindari kegiatan operasi mesin dan peralatan yang dapat membahayakan kegiatan kerja.
- d. Menjaga kualitas produk sesuai standar yang diharapkan dan menjaga kegiatan produksi berjalan dengan baik dan lancar.
- e. Melakukan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien sehingga biaya perawatan dapat ditekan menjadi sehemat mungkin.
- f. Menjalin kerjasama dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari perusahaan agar dapat mencapai keuntungan semaksimal mungkin dengan biaya produksi yang ditekan menjadi rendah.

Menurut Sudrajat (2011), bentuk dari *maintenance* adalah sebagai berikut:

a. *Preventive Maintenance*

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan sebelum mesin mengalami kerusakan. Perawatan ini berfungsi untuk dapat mencegah terhentinya mesin yang tidak direncanakan. Keuntungan kebijakan ini akan menjamin keandalan dari suatu sistem tersebut.

b. *Breakdown Maintenance*

Perawatan ini adalah kebijakan perawatan dengan cara mesin/peralatan dioperasikan sampai mengalami rusak, untuk kemudian diperbaiki atau diganti. Jenis *maintenance* ini biasanya dilakukan pada mesin jenis baru untuk mengetahui keandalan dari mesin tersebut.

c. *Scheduled Maintenance*

Perawatan ini memiliki tujuan untuk mencegah adanya kerusakan dan dilakukan secara periodik atau dalam rentang waktu tertentu. Rentang waktu ini dibuat berdasarkan pengalaman, data masa lalu dari mesin bersangkutan atau rekomendasi langsung dari pabrik pembuatan mesin.

d. *Predictive Maintenance*

Perawatan *predictive* ini adalah strategi perawatan dimana pelaksanaannya didasarkan kondisi mesin itu sendiri. Perawatan *predictive* disebut juga perawatan (*condition based maintenance*) atau monitoring sebagai penentuan kondisi mesin dengan rutin memeriksa mesin, sehingga dapat diketahui keandalan mesin. Penerapan *predictive maintenance* ini dapat meningkatkan tingkat *reliability* mesin.

e. *Corrective Maintenance*

Menurut Nachnul dan Imron (2013) *corrective maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada peralatan yang mengganggu fungsi peralatan. Aktivitas ini bertujuan untuk memulihkan sistem dari keadaan rusak menjadi beroperasi kembali. Aktivitas *corrective maintenance* mencakup kegiatan persiapan (*Prepare Time*) yaitu persiapan tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan, adanya perjalanan, tes alat dan lain-lain.

2.1.2 Pengertian *Total Productive Maintenance*

TPM (*Total Productive Maintenance*) merupakan suatu filosofi yang memiliki tujuan memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang dipakai dalam industri. TPM adalah pemeliharaan dasar yang melibatkan seluruh aspek berupa sumber daya manusia, sehingga apabila diimplementasikan akan meningkatkan kualitas, mengurangi biaya dan produktivitas, serta menekan adanya biaya. Sistem pemeliharaan ini dilakukan dengan membuat kelompok-kelompok kecil supaya dapat direalisasikan dengan baik. Dalam pengertian lain TPM adalah suatu proses untuk memaksimalkan suatu produktivitas dari mesin dan peralatan dalam masa pakainya (Nakajima, 1988).

TPM membawa pemeliharaan ke dalam fokus yang dibutuhkan dan merupakan bagian penting dari suatu bisnis. *Downtime* sebagai pemeliharaan dijadwalkan sebagai bagian dari waktu produksi dan dalam beberapa hal, sebagai suatu bagian berkesinambungan dalam proses produksi. Tidak ada lagi kerusakan pada waktu yang tidak ditentukan dalam alur material. Tujuannya adalah untuk menjaga keadaan darurat dan meminimumkan pemeliharaan tidak terjadwal (Nakajima, 1988). Tujuan utama dari TPM merupakan *zero breakdown* dan *zero defect*. Jika suatu kerusakan dapat dihilangkan maka akan meningkatkan tingkat beroperasinya alat, penurunan ongkos, meningkatnya produktivitas tenaga kerja dan pengurangan *inventory*. Implementasi TPM ini akan dapat menghemat biaya dengan meningkatkan produktivitas dari mesin atau peralatan di perusahaan.

Adapun definisi dari *Total Productive Maintenance* menurut Wireman (2004) yaitu sebagai berikut:

- a. TPM bertujuan untuk menciptakan sistem *preventive maintenance* (PM) agar memperpanjang umur penggunaan mesin/peralatan.
- b. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas mesin/peralatan secara menyeluruh (*overall effectiveness*).
- c. TPM dapat diimplementasikan pada berbagai departemen (misalnya dalam *engineering*, bagian produksi, dan bagian *maintenance*).
- d. Penerapan TPM melibatkan seluruh elemen perusahaan dari level paling bawah yaitu karyawan/operator rantai produksi hingga level manajemen tertinggi.
- e. TPM merupakan pengembangan sistem *maintenance* berdasarkan *Preventive Maintenance*.

2.1.3 Pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

Untuk menerapkan konsep TPM (*Total Productive Maintenance*) dalam sebuah perusahaan manufaktur, diperlukan pilar yang kokoh. Pilar utama TPM disebut dengan 8 Pilar TPM (*Eight Pillar of Total Productive Maintenance*). Pilar TPM mayoritas berfokus pada teknik untuk meningkatkan keandalan mesin dan peralatan produksi. Borris, S (2006) dalam bukunya yang berjudul *Total Productive Maintenance* menyebutkan bahwa 8 Pilar TPM (*Eight Pillar of TPM*) diantaranya adalah:

1. *Autonomous Maintenance/Jishu Hozen* (Perawatan Otonomus)
Autonomous Maintenance atau *Jishu Hozen* memberikan tanggung jawab perawatan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pemberian lubrikasi/minyak dan inspeksi mesin. Jika operator dapat dilatih untuk melaksanakan tugas-tugas dasar ini, ini memberi kesempatan pada operator untuk meningkatkan tingkat keterampilan, membuat lebih bertanggung jawab atas pengoperasian alat, meningkatkan prospek pekerjaan dan meringankan tugas teknis.
2. *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana)
Planned Maintenance merupakan penjadwalan perawatan berdasarkan rasio kerusakan yang pernah terjadi dan/atau tingkat kerusakan yang telah diprediksi. Tujuan *Planned Maintenance* adalah mencapai tingkat *zero breakdown*.
3. *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas)
Quality Maintenance berfungsi untuk memastikan peralatan atau mesin produksi mendeteksi dan mencegah kesalahan selama proses produksi berlangsung. Sehingga dapat memantau proses produksi agar menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Maka, tingkat kegagalan produk akan lebih terkendali.
4. *Focused Improvement / Kobetsu Kaizen* (Perbaikan yang terfokus)
Membentuk tim kerja untuk mengidentifikasi mesin/peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan. Tim ini digunakan untuk menyelidiki masalah dan menemukan solusi permanen. Masalah yang sedang dipertimbangkan harus dievaluasi untuk membenarkan apakah perbaikan akan memberikan manfaat positif dan hemat biaya.

5. *Early Equipment Management* (Manajemen Awal pada Peralatan Kerja)
Early Equipment Management merupakan pilar TPM yang menggunakan historis dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan kerja mesin optimal. Tujuan dari pilar ini adalah mengurangi *waste* selama implementasi mesin baru atau saat kegiatan produksi produk baru.
6. *Training and Education* (Pelatihan dan Pendidikan)
 Dengan melakukan pelatihan maka kemampuan operator dapat meningkat sehingga meminimalisir tingkat kerusakan peralatan dan dapat meningkatkan produktivitas kerja.
7. *Safety, Health and Environment* (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan)
 Perusahaan diwajibkan untuk menyediakan lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya yang bertujuan untuk mencapai target tempat kerja yang nol kecelakaan. Pentingnya ditekankan oleh kebutuhan untuk melindungi operator. Untuk merealisasikan tujuan ini, harus mencakup penilaian risiko, peta bahaya, dan beberapa konsep keselamatan lainnya secara rinci. Operator juga didorong untuk membantu pengembangan prosedur kerja yang aman.
8. *TPM in Administration* (TPM dalam Administrasi)
 Setiap departemen dalam suatu perusahaan memiliki dampak pada produksi. Pilar ini menggunakan teknik TPM untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang dapat diterima oleh seluruh elemen dalam perusahaan.

2.1.4 Manfaat *Total Productive Maintenance* (TPM)

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

- a. Tingkat produktivitas yang membaik akibat dari penerapan TPM akan meminimalkan kerugian perusahaan.
- b. Dilakukannya metode terfokus sesuai TPM dapat mengurangi resiko kerusakan pada mesin/peralatan dan *downtime* mesin

- c. Tidak adanya gangguan pada proses produksi menyebabkan proses distribusi kepada konsumen menjadi tepat waktu
- d. Menurunnya biaya produksi karena kerugian dan pekerjaan tanpa nilai tambah dapat direduksi.
- e. Tingkat keselamatan dan kesehatan lingkungan kerja membaik.
- f. Pembagian hak dan tanggung jawab secara adil kepada karyawan dapat meningkatkan motivasi kerja.

2.1.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Penerapan TPM pada perusahaan manufaktur untuk mengukur efektivitas mesin adalah dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Menurut Nakajima (1988), OEE adalah metode pengukuran tingkat efektivitas suatu mesin/peralatan atau sistem untuk mencapai kinerja peralatan terbaik.. Agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar, OEE menggarisbawahi tiga dari enam kerugian utama (*six big losses*) yang harus diantisipasi yaitu *quality loss*, *downtime loss*, dan *speed loss*. Ketiga kerugian ini mempengaruhi tingkat tiga faktor yang menentukan nilai OEE yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*.

Adapun *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) menetapkan OEE *benchmark* dan skor yang harus dicapai bagi masing-masing faktor OEE. Berikut ini merupakan kategori nilai OEE menurut Nakajima (1988) dalam Tamim (2017) yaitu sebagai berikut:

- a. $OEE < 65\%$
Termasuk dalam kelas perusahaan kategori tingkat rendah. Terdapat kerugian ekonomi dengan daya saing sangat rendah dan membutuhkan *improvement* sesegera mungkin.
- b. $65\% < OEE < 75\%$
Termasuk dalam kategori kelas perusahaan standar. Diterima jika perusahaan hanya ketika berada dalam proses perbaikan. Terdapat kerugian ekonomi dan daya saing yang rendah.

c. $75\% < OEE < 85\%$

Termasuk dalam kelas perusahaan kategori sedang. Diperlukan perbaikan hingga OEE nilainya diatas 85% dan bergerak menuju perusahaan kelas dunia. Terdapat sedikit kerugian ekonomi dengan daya saing sedikit rendah.

d. $85\% < OEE < 95\%$

Termasuk dalam kelas perusahaan bagus. Kategori ini masuk ke dalam perusahaan kelas dunia dan memiliki daya saing yang baik. Bagi perusahaan, kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.

e. $OEE > 95\%$

Termasuk dalam kelas perusahaan unggulan. Kategori ini memiliki sistem perusahaan yang sangat cepat, tanpa adanya waktu berhenti pada sistem produksi dengan daya saing sempurna.

Sedangkan standar OEE *benchmark* dari masing-masing faktor menurut Stamatis D.H (2010) dalam bukunya yang berjudul “*The OEE Primer Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*”, adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Standar Nilai OEE

FAKTOR OEE	WORLD CLASS STANDARD
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality</i>	99%
<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	85%

Adapun persamaan matematis dari ketiga faktor *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

Untuk mengetahui nilai setiap faktor komponen OEE, maka diperlukan perhitungan nilai dari setiap komponen tersebut. Penjelasan dan perhitungan dari faktor komponen OEE diuraikan sebagai berikut:

1. *Availability*

Availability adalah suatu perbandingan antara *operation time* dengan *loading time*. Rumus perhitungan untuk mengetahui nilai *availability* adalah sebagai berikut (Wireman, 2014) :

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Operation time adalah waktu yang tersedia selama mesin melakukan produksi dikurangi dengan *downtime*. *Loading time* merupakan waktu tersedia dalam satu periode waktu (hari atau bulan) dikurangi dengan *planned downtime*. Sedangkan *planned downtime* merupakan waktu yang telah dijadwalkan untuk pemeliharaan dan perawatan mesin. Sehingga apabila diformulasikan adalah sebagai berikut :

$$Operation\ Time = Loading\ Time - Downtime$$

$$Loading\ Time = Machine\ Working\ Time - Planned\ Downtime$$

2. *Performance Rate*

Performance merupakan tolak ukur dari efisiensi mesin ketika melakukan proses produksi. Untuk menghitung *performance* dibutuhkan tiga faktor yaitu :

- *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal)
- *Processed amount* (jumlah produksi)
- *Operation time* (waktu operasi mesin)

Sehingga rumus perhitungan *performance* adalah sebagai berikut (Wireman, 2004):

$$Performance = \frac{Processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{Operation\ Time} \times 100\%$$

3. *Quality Rate*

Rasio kualitas atau *quality rate* merupakan suatu perbandingan antara jumlah produk baik (tidak cacat) dengan jumlah total produk yang diproses.

$$Quality = \frac{\text{total jumlah produksi} - \text{jumlah produk defect}}{\text{total jumlah produksi}} \times 100\%$$

Jumlah produk baik didapat dengan mengurangi jumlah produksi (*processed amount*) dengan jumlah produk cacat (*defect amount*). Sehingga rumus perhitungan *quality rate* adalah sebagai berikut:

$$Quality = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

2.1.6 Six Big Losses

Metode OEE digunakan untuk meningkatkan efektivitas mesin dan mengurangi atau menghilangkan penyebabnya yang disebut *six big losses* atau enam kerugian utama yang menyebabkan mesin dan peralatan produksi tidak dapat beroperasi dengan baik. Menurut Denso (2006), terdapat tiga kategori utama dari *six big losses* yaitu *downtime loss*, *speed loss* dan *defect loss*. *Breakdown* dan *set up and adjustment time* termasuk ke dalam kategori *downtime loss*, *idling and minor stoppage loss* dan *reduced speed loss* termasuk ke dalam kategori *speed loss*, sedangkan *quality defect and rework* dan *yield/scrap loss* masuk ke dalam kategori *defect losses*, berikut merupakan *losses* tersebut :

a. Downtime Loss

1. Breakdown Losses

Adalah kerugian yang dikarenakan oleh kerusakan yang berimbas pada berkurangnya jumlah produksi atau kerugian material karena produk yang dihasilkan cacat. Rumus perhitungan yang digunakan adalah (Jono, 2015):

$$Breakdown losses = \frac{\text{total breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2. Set Up and Adjustment Losses

Set up and adjustment losses *Setup and adjustment losses* termasuk dalam *downtime loss* karena adanya waktu yang hilang akibat lamanya waktu

setup, yang disebabkan oleh *briefing*, *changeover* produk, tidak adanya operator (*operator shortages*), pengaturan mesin, waktu pemanasan dan juga pendinginan mesin (Denso, 2006). Rumus perhitungan yang digunakan adalah:

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

b. *Speed Loss*

1. *Idling and minor stoppages losses*

Kerugian karena berhentinya mesin yang mengakibatkan mesin macet atau beroperasi tanpa menghasilkan/menganggur. Rumus perhitungan yang digunakan untuk mencari nilai *idling & minor stoppages losses* adalah sebagai berikut (Kristanto et.al 2020) :

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{Non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

dengan:

$$\text{Non productive time} = \text{operating time} - \text{actual production time}$$

$$\text{Actual production time} = \frac{\text{Jumlah produksi per bulan}}{\text{produksi produk ideal}}$$

2. *Reduced speed losses*

Merupakan kerugian karena kecepatan produksi menurun yang terjadi jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dan kecepatan mesin yang telah ditentukan beroperasi dalam kecepatan normal. *Ideal cycle time* atau waktu siklus ideal adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu unit produk. Adapun rumus perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *reduced speed losses* adalah sebagai berikut (Jono, 2015):

$$\text{Reduced speed} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{prod. amount})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

dengan:

$$\text{Ideal cycle time} = \frac{\text{loading time}}{\text{total produksi}} \times 1 - \frac{\text{downtime}}{\text{operation time}}$$

c. *Defect Loss*

1. *Quality Defect and Reject*

Adalah suatu kerugian karena terdapat produk cacat yang dihasilkan selama produksi. Produk *reject* perlu dilakukan *rework* atau dirubah menjadi *scrap*. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut (Jono, 2015):

$$\text{Reject losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total defect product}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2. *Yield/scrap losses*

Scrap losses termasuk kerugian yang timbul ketika terdapat produk cacat di awal proses produksi. Ini terjadi karena kondisi operasi yang tidak stabil, kekeliruan pada saat setup mesin hingga proses *warm-up* yang kurang atau kesalahan operator mesin. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut (Jono, 2015):

$$\text{Scrap losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.1.7 *Pareto Diagram*

Diagram pareto merupakan grafik yang menunjukkan suatu masalah berdasarkan urutan dari banyaknya kejadian. Urutan dimulai dari jumlah masalah yang paling banyak sampai dengan yang paling sedikit terjadi (Heizer & Render, 2011). Diagram pareto merupakan kombinasi dua macam bentuk grafik yaitu grafik kolom dan grafik garis yang berguna untuk:

1. Memperlihatkan pokok permasalahan.
2. Menyatakan perbandingan dari masing-masing masalah terhadap jumlah masalah keseluruhan.
3. Menunjukkan perbandingan masalah sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan.

2.1.8 *Fishbone Diagram*

Diagram *fishbone* adalah alat visualisasi untuk mengkategorikan penyebab potensial dari suatu masalah. Alat ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Biasanya digunakan untuk analisis akar penyebab (Nasution, 2005).

Menurut Heizer dan Render (2011), diagram sebab akibat juga dikenal sebagai diagram Ishikawa dan *fishbone diagram* karena bentuknya menyerupai tulang ikan. Dimana, setiap tulang mewakili kemungkinan sumber kesalahan. Diagram ini berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada masalah yang diteliti. Faktor-faktor penyebab utama ini dapat dikelompokkan antara lain:

1. Bahan baku (*Material*)
2. Mesin (*Machine*)
3. Tenaga Kerja (*Man*)
4. Metode (*Method*)
5. Lingkungan (*Environment*)

2.2 Kajian Induktif

Kajian induktif adalah sebuah kajian yang berupa fakta yang didapat dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini, yaitu mengenai penerapan *Total Productive Maintenance* dengan *Overall Equipment Effectiveness* dan *Six Big Losses*.

Penelitian pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Sandeep Singh et.al (2020) yang berjudul “*Justification of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Indian Sugar Mill Industry for Attaining Core Excellence*”. Penerapan OEE secara signifikan meningkatkan efektivitas mesin dari 4 *workstation* sebesar 2 hingga 8 persen. Selain itu lama *downtime* juga menurun dari 22 ke 7 menit, tingkat produk *reject* menurun dari 22 ke 33 ton per hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa OEE dapat dianggap sebagai satu-satunya alat pengukur untuk permesinan yang dapat digunakan untuk menilai kesuksesan dan kegagalan perusahaan. Dari pembahasan di atas, jelas bahwa keberhasilan pelaksanaan OEE di pabrik gula dapat membawa perubahan positif dalam sektor pengolahan. Pengembangan industri hanya mungkin terjadi bila manajemen akan memberi ruang dan secara jujur menerapkan strategi peningkatan kinerja seperti OEE.

Penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Panagiotis Tsarouhas (2018) yang berjudul “*Improving Operation of the Croissant Production Line Through Overall Equipment Effectiveness (OEE)*”. Makalah ini didasarkan pada penilaian data kegagalan lini produksi *croissant* otomatis dalam kondisi kerja nyata. Didapatkan hasil yaitu nilai *availability* sebesar 91,29%; *efficiency rate* sebesar 83,09%; *quality rate* sebesar 98,88% dan total OEE sebesar 75,01%. Penyebab utama OEE bernilai rendah adalah faktor *downtime* dan *speed loss*. Lini produksi *croissant* dapat ditingkatkan dengan dua cara yaitu menghilangkan atau membatasi perbaikan sebesar 5,33% dan menghilangkan perbaikan tak terduga sebesar 6,33% yang terjadi akibat kerusakan tak terprediksi. Hal ini dapat dilakukan dengan strategi pemeliharaan yang tepat berdasarkan program implementasi TPM guna mengoptimalkan efektivitas peralatan. Misalnya, pemeliharaan preventif (pelumasan, penyesuaian ketegangan ban berjalan, pengencangan baut, pembersihan, inspeksi, dll.) dari setiap mesin untuk lini produksi *croissant* selama istirahat yang harus dilakukan oleh operator (staf pemeliharaan) untuk mencegah kerusakan dan agar lebih cepat ditangani jika kegagalan tertentu telah terdeteksi.

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Pardeep Gupta & Sachit Vardhan (2016) yang berjudul “*Optimizing OEE, Productivity and Production Cost for Improving Sales Volume in an Automobile Industry Through TPM: A Case Study*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman bagaimana peningkatan kinerja manufaktur ditinjau dari volume penjualan volume dengan peningkatan OEE, produktivitas dan biaya produksi. Dengan inisiatif pilar *Planned Maintenance* (PM) dari 2008 hingga 2014, sejumlah *downs* berkurang dari 326 menjadi 31, jam kerusakan turun dari 3100 menjadi 300, berarti waktu untuk memperbaiki dalam jam berkurang dari 9,5 menjadi 2 jam dan biaya perawatan dalam INR/traktor berkurang dari 1350 menjadi 760. Hasil mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan OEE sebesar 39% dalam kurun waktu 5 tahun. Terjadi pengurangan biaya produksi dari 9,26% menjadi 6,4% dalam waktu enam tahun. Terjadi pertumbuhan penjualan dari 27.423 traktor pada tahun 2008 menjadi 78.765 pada tahun 2014, yang meningkatkan pangsa pasar perusahaan dari 9,1% menjadi 12,8%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa OEE bukan satu-satunya kriteria peningkatan produktivitas, sedangkan peningkatan kapasitas melalui peningkatan proyek atau peningkatan teknologi dengan penanaman modal juga diperlukan dan berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas.

Penelitian keempat yaitu yang dilakukan oleh Wiyagung Pangestu et al. (2019) yang berjudul “Analisa dan Peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* Pada *Line Axle Shaft* Di PT X” menjelaskan bahwa proses *machining axle shaft* yang ada pada *Line Axle Shaft C* berlangsung secara terus menerus, dengan demikian *Line Axle Shaft C* ini perlu perhatian khusus serta tidak terlepas dari masalah efektivitas mesin atau peralatan secara keseluruhan menjadi satu (*Line Axle Shaft C*). Dengan adanya permasalahan yang ada, maka dilakukan perhitungan OEE untuk mengetahui kinerja mesin pada *Line Axle Shaft* dan untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab ketidakefektifan mesin yang mungkin terjadi. Hasil dari perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari keseluruhan mesin pada *Line Axle Shaft* menunjukkan bahwa nilai OEE adalah sebesar 72,39%. Dengan hasil nilai OEE yang dimiliki oleh PT. X tersebut maka nilai OEE pada *Line Axle Shaft* belum memenuhi nilai *World Class Standard* yang ditetapkan yaitu 85%. Penyebab dari masalah ini adalah sebelumnya tidak ada penelitian dengan menggunakan metode OEE serta keefektifan mesin atau peralatan oleh perusahaan, *set up* mesin yang dilakukan karyawan caranya kurang tepat dan berlangsung lambat serta *preventive maintenance* yang dilaksanakan kurang optimal.

Penelitian kelima adalah penelitian yang dilakukan oleh Zenithia Intan M. dan Pringgo Widyo L. (2018) yang berjudul “*Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses: A Case Study*”. Penelitian ini dilakukan pada unit Spinning II pada PT Apac Inti Corpora yang memiliki tujuan untuk mengukur nilai dari efektivitas mesin, menemukan penyebab dari akar permasalahan dan memberi rekomendasi perbaikan. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa nilai OEE sebesar 79,96% dengan nilai *availability rate* sebesar 97,72%, nilai *quality rate* 99,44% dan nilai *performance* sebesar 82,29%. Karena nilai OEE belum memenuhi nilai standar dunia yaitu 85% maka dilakukan analisis *six big losses*, dengan hasil yang menunjukkan bahwa jenis kerugian terbesar adalah *reduced speed loss* dengan persentase sebesar 17,303%. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diketahui faktor-faktor penyebab terjadinya mesin *ring frame* dimana jumlah operator *doffing* lebih sedikit, proses penyiapan mesin terlalu lama dan terkadang dalam posisi memasukkan spindel-spindel mesin tidak benar, kondisi mesin sudah cukup tua sehingga menyebabkan banyak kasus kerusakan.

Penelitian keenam adalah penelitian yang dilakukan oleh Andi Eko dan M. Hermansyah (2019) dengan judul “Penerapan TPM Dengan Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dan *Six Big Losses* Pada Mesin *Reverse Osmosis* Di Bagian *Utility* PT Widatra Bhakti”. Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *reverse osmosis* PT.Widatra Bhakti menunjukkan OEE tertinggi pada bulan november tahun 2017 sebesar 45,3%, pada periode tersebut mesin RO memiliki persentase *availability* sebesar 60,3%, *performance rate* sebesar 63,46% dan *rate of quality* sebesar 94.9 %, Faktor yang paling mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin RO adalah faktor *reduced speed loss* dan *yield scrap loss*. Faktor *reduced speed loss* dan *yield scrap loss* menyebabkan waktu yang tidak efektif sebesar 30,31% dan 53,57% dibandingkan dengan faktor lainnya. Penyebab *reduced speed loss* pada mesin RO umumnya disebabkan oleh faktor mesin karena sering terjadinya *block* pada filter sehingga *pressure* air berkurang dan penyebab *yield scrap loss* juga merupakan faktor spesifikasi mesin.

Penelitian ketujuh adalah penelitian yang dilakukan oleh M. Nur dan H. Haris (2019) dengan judul “Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin Melalui Analisa Penerapan TPM Menggunakan Metode OEE Dan *Six Big Losses* Di PT P&P Bangkinang”. Permasalahan yang terjadi adalah kerusakan mesin *dryer* yang menurunkan tingkat efisiensi dan efektivitas mesin, menyebabkan kemacetan atau berhentinya proses produksi dan menimbulkan biaya perbaikan yang cukup besar. Tujuan penelitian ini digunakan untuk memberikan usulan atau evaluasi perbaikan efektivitas mesin pada perusahaan melalui penerapan TPM menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian yaitu nilai *availability* sebesar 91,41%, *performance* sebesar 99%, *quality* sebesar 97,71%, dan nilai rata-rata OEE sebesar 88,42%. Hasil analisis *six big losses* menunjukkan faktor yang berpengaruh adalah *Idle & Minor Stoppage* sebesar 345,72 jam, *Setup And Adjustment* sebesar 230,25 jam, *Equipment Failure* sebesar 115,47 jam dan *Reduce Speed* adalah 41,42 jam. Komponen mesin yang menjadi prioritas perawatan berdasarkan ranking sesuai tabel FMEA untuk mesin *dryer* adalah *Buner Dryer*, *Pipa Steam*, *Bilik Dryer*, *Blower Dryer* dan Rantai/roda gigi. Perbaikan yang diusulkan yaitu berupa pemanfaatan lembaran *checklist* prosedur perawatan yang nantinya diisi dan dilaporkan oleh operator mesin.

Penelitian kedelapan adalah penelitian yang dilakukan oleh Dewi N. dan Lysa S. (2019) dengan judul “*Overall Equipment Effectiveness (OEE) Measurement Analysis for Optimizing Smelter Machinery*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penyebab rendahnya performa mesin *smelter* dan menentukan usulan perbaikan. Metode yang digunakan adalah OEE dengan menganalisis penyebab menggunakan *six big losses* dan menggunakan *fishbone* untuk menentukan akar penyebab permasalahan lalu hasilnya akan digunakan sebagai acuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan. Hasilnya adalah nilai OEE pada periode Januari – Desember 2017 pada mesin *smelter* CK2 sebesar 65,09% dan 65,83% pada mesin *smelter* CK3, sehingga keduanya masih dibawah *World Class Manufacturing Standard*. Rendahnya OEE disebabkan oleh kedua faktor terbesar *six big losses* yaitu *reduced speed loss* dan *breakdown*.

Penelitian kesembilan adalah penelitian yang dilakukan oleh Restyoko et.al (2018) dengan judul “*Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pump Blower Plant PT Pabrik Baja Terpadu*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai OEE dan nilai *Six Big Losses* yang mempengaruhi kinerja mesin *Cooling Pump*. Hasilnya adalah nilai rata-rata OEE *Cooling Pump* sebesar 84,78%, dan pada *Six Big Losses* faktor yang paling tinggi ada pada *Idle and Minor Stoppage* sebesar 15,64%. Masalah pada *Cooling Pump* yaitu karena motor penggerak mengalami *trip* karena sensor membaca indikasi temperatur tinggi pada *bearing*, lalu digunakan metode *5 Why Analysis* sebagai alat untuk mencari akar masalah yang ada. Usulan perbaikan yang diberikan adalah melakukan pelumasan secara terjadwal selama 4000 jam beroperasi dan melakukan inspeksi rutin harian.

Penelitian kesepuluh adalah penelitian yang dilakukan oleh M. Nurdin et.al (2018) dengan judul “*Analysis and Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Press Machine in PT Asian Bearindo*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas peralatan, menemukan akar penyebab masalah dan memberikan usulan perbaikan. Penelitian ini dilakukan pada mesin *press* dimana yang memiliki tingkat *breakdown* tertinggi. Metode yang digunakan adalah OEE dan *six big loss* untuk mengetahui faktor terbesar yang mempengaruhi nilai OEE. Hasilnya adalah nilai rata-rata OEE sebesar 26,12% dimana nilai ini sangat rendah karena nilai *World Class Standard* untuk OEE adalah sebesar 85%. Faktor *six big losses* yang menyebabkan rendahnya OEE adalah *idling and minor stoppages loss* sebesar 41,26% dari keseluruhan *time loss*.

Tabel 2. 2 Kajian Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1.	Sandeep Singh, Karanbir Singh, Vinod Mahajan, Gurcharan Singh	2020	<i>Justification of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Indian Sugar Mill Industry for Attaining Core Excellence</i>	Penerapan OEE secara signifikan meningkatkan efektivitas mesin sebesar 2 hingga 8 persen. Selain itu lama <i>downtime</i> juga menurun dari 7 ke 22 menit, tingkat produk <i>reject</i> menurun dari 22 ke 33 ton per hari. Sehingga disimpulkan bahwa OEE dapat dianggap sebagai satu-satunya alat pengukur untuk permesinan yang dapat digunakan untuk menilai kesuksesan dan kegagalan perusahaan.	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	- Penelitian ini tidak menggunakan analisis <i>six big losses</i> . - Penelitian ini memiliki batasan yaitu tidak mencakup rekomendasi perbaikan - Penelitian ini tidak menggunakan <i>tools fishbone diagram</i> dan <i>pareto diagram</i>
2.	Panagiotis Tsarouhas	2018	<i>Improving Operation of the</i>	Didapatkan hasil yaitu nilai <i>availability</i> sebesar	Persamaan metode yang digunakan	- Penelitian ini menggunakan

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
			<i>Croissant Production Line Through Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	91,29%; <i>efficiency rate</i> sebesar 83,09%; <i>quality rate</i> sebesar 98,88% dan total OEE sebesar 75,01%. Penyebab utama OEE bernilai rendah adalah faktor <i>downtime</i> dan <i>speed loss</i> .	yaitu berupa OEE dan <i>Six Big Losses</i>	analisis statistika untuk menghitung OEE - Penelitian ini tidak menggunakan <i>tools fishbone diagram</i> dan <i>pareto diagram</i>
3.	Pardeep Gupta & Sachit Vardhan	2016	<i>Optimizing OEE, Productivity and Production Cost for Improving Sales Volume in an Automobile Industry Through TPM: A Case Study</i>	Hasil mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan OEE sebesar 39% dalam kurun waktu 5 tahun. Terjadi pengurangan biaya produksi dari 9,26% menjadi 6,4% dalam waktu enam tahun. Terjadi pertumbuhan penjualan dari 27.423 traktor pada tahun 2008 menjadi 78.765 pada tahun 2014,	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	- Penelitian ini mencakup perhitungan biaya produksi - Penelitian ini tidak menggunakan <i>tools fishbone diagram</i> dan <i>pareto diagram</i> - Penelitian ini melibatkan variabel biaya produksi

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				yang meningkatkan pangsa pasar perusahaan dari 9,1% menjadi 12,8%.		
4.	Wiyagung Pangestu, Tjahyono Wasiati Wardani	2019	Analisa dan Peningkatan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Pada <i>Line Axle Shaft</i> Di PT X	Hasil dari perhitungan nilai OEE dari keseluruhan mesin pada <i>Line Axle Shaft</i> menunjukkan bahwa nilai OEE sebesar 72,39% yang dipengaruhi oleh tingginya faktor <i>performance</i> . Penyebab masalah ini adalah tidak ada analisis OEE serta efektivitas mesin oleh perusahaan, <i>set up</i> mesin yang dilakukan karyawan caranya kurang tepat dan berlangsung lambat serta <i>preventive maintenance</i> yang dilakukan kurang	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE, <i>Six Big Losses</i> , dan <i>fishbone diagram</i>	- Rekomendasi perbaikan tidak berupa penerapan pilar TPM - Penelitian ini tidak menggunakan <i>tools</i> berupa <i>pareto chart</i>

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				optimal.		
5.	Zenithia Intan M dan Pringgo Widyo L	2018	<i>Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses: A Case Study</i>	Didapatkan bahwa nilai OEE sebesar 79,96% dengan nilai <i>availability rate</i> sebesar 97,72%, nilai <i>quality rate</i> 99,44% dan nilai <i>performance</i> sebesar 82,29%, dengan hasil yang menunjukkan bahwa jenis kerugian terbesar adalah <i>reduced speed loss</i> dengan persentase 17,303%.	- Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE, <i>Six Big Losses</i> , <i>pareto chart</i> dan <i>fishbone diagram</i> - Subjek dan objek penelitian sama yaitu mesin <i>Ring Spinning Frame</i> dan efektivitasnya	Rekomendasi perbaikan tidak berupa penerapan berdasarkan pendekatan pilar TPM melainkan dari hasil analisis <i>fishbone diagram</i> sebagai acuan untuk rekomendasi perbaikan.
6.	Andi Eko dan M. Hermansyah	2019	Penerapan TPM Dengan Menggunakan	Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) pada mesin <i>reverse osmosis</i>	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE,	Penelitian ini memiliki batasan yaitu tidak mencakup rekomendasi

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
			<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Reverse Osmosis Di Bagian Utility PT Widatra Bhakti</i>	menunjukkan OEE tertinggi pada November 2017 sebesar 45,3%, dengan persentase <i>availability</i> sebesar 60,3%, <i>performance rate</i> sebesar 63,46% dan <i>rate of quality</i> sebesar 94.9 %, penyebab rendahnya efektivitas mesin RO adalah dari faktor <i>reduced speed loss</i> dan <i>yield scrap loss</i> .	<i>Six Big Losses</i> , dan <i>fishbone diagram</i>	perbaikan
7.	M. Nur dan H. Haris	2019	Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin Melalui Analisa Penerapan TPM Menggunakan Metode OEE Dan <i>Six Big Losses</i> Di PT	Hasil penelitian yaitu didapatkan <i>availability</i> sebesar 91,41%, <i>performance</i> sebesar 99%, dan nilai rata-rata OEE sebesar 88,42%. Hasil analisis <i>six</i>	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE, <i>Six Big Losses</i> dan <i>quality tools</i> berupa <i>pareto chart</i>	- Penelitian ini menggunakan metode analisis lainnya yaitu FMEA - Rekomendasi perbaikan menggunakan <i>tools</i> berupa <i>checklist</i>

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
			Bangkinang	<i>big losses</i> menunjukkan faktor yang berpengaruh adalah <i>Idle & Minor Stoppage</i> sebesar 345,72 jam, <i>Setup And Adjustment</i> sebesar 230,25 jam, <i>Equipment Failure</i> sebesar 115,47 jam dan <i>Reduce Speed</i> adalah 41,42 jam.		perawatan
8.	Dewi N. dan Lysa S.	2019	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) Measurement Analysis for Optimizing Smelter Machinery</i>	Hasilnya adalah nilai OEE pada periode Januari – Desember 2017 pada mesin <i>smelter</i> CK2 sebesar 65,09% dan 65,83% pada mesin <i>smelter</i> CK3, sehingga keduanya masih dibawah <i>World Class Manufacturing Standard</i> . Rendahnya OEE	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE, <i>Six Big Losses</i> , <i>pareto chart</i> dan <i>fishbone diagram</i>	Penelitian ini menggunakan hasil analisis <i>fishbone diagram</i> pada <i>losses</i> yang paling berpengaruh sebagai acuan untuk rekomendasi perbaikan

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				disebabkan oleh kedua faktor terbesar <i>six big losses</i> yaitu <i>reduced speed loss</i> dan <i>breakdown</i> .		
9.	Restyoko Adham Kameiswara, Arif Budi Sulisty, dan Wawan Gunawan	2018	Analisa <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Dalam Mengurangi <i>Six Big Losses</i> Pada <i>Cooling Pump Blower Plant</i> PT Pabrik Baja Terpadu	Hasilnya adalah nilai rata-rata OEE <i>Cooling Pump</i> sebesar 84,78%, dan pada <i>Six Big Losses</i> faktor yang paling tinggi ada pada <i>Idle and Minor Stoppage</i> sebesar 15,64%. Masalah pada <i>Cooling Pump</i> adalah motor penggerak kendala <i>trip</i> karena sensor membaca adanya gejala temperatur tinggi pada bagian <i>bearing</i> .	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE dan <i>Six Big Losses</i>	- Penelitian ini menggunakan <i>5 Why Analysis</i> - Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah membuat jadwal rutin pemeliharaan
10.	M. Nurdin, Muhammad Firdaus,	2018	<i>Analysis and Implementation of Total Productive</i>	Hasilnya adalah nilai rata-rata OEE sebesar 26,12% dimana nilai ini sangat	Persamaan metode yang digunakan yaitu berupa OEE,	Penelitian ini menggunakan hasil analisis <i>fishbone</i>

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
	Febrinayanti, Erry Rimawan		<i>Maintenance (TPM) using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Press Machine in PT Asian Bearindo</i>	rendah karena nilai <i>World Class Standard</i> untuk OEE adalah sebesar 85%. Faktor <i>six big losses</i> yang menyebabkan rendahnya OEE adalah <i>idling and minor stoppages loss</i> sebesar 41,26% dari keseluruhan <i>time loss</i> .	<i>Six Big Losses</i> dan <i>fishbone diagram</i>	<i>diagram</i> pada <i>losses</i> yang paling berpengaruh sebagai acuan untuk rekomendasi perbaikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah mesin *Ring Spinning Frame* di PT Subah Spinning Mills. Adapun objek penelitian atau pokok permasalahan yang diteliti adalah efektivitas mesin *Ring Spinning Frame* pada PT Subah Spinning Mills.

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Metode Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini:

1. Observasi

Observasi yaitu proses dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung pada mesin *Ring Spinning Frame* di PT Subah Spinning Mills.

2. Wawancara

Melakukan wawancara secara langsung kepada operator mesin dan operator produksi *Ring Spinning Frame* serta kepala bagian *maintenance* untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi dan spesifikasi mesin serta untuk mengetahui penyebab *breakdown* yang sering terjadi.

3. Studi Pustaka

Melakukan pengumpulan informasi melalui dokumen tertulis maupun elektronik, jurnal atau buku yang berkaitan dengan topik yang sedang diteliti dan dapat mendukung penelitian.

3.2.2 Jenis Data

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan sekunder. Berikut ini merupakan dua jenis data tersebut:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan langsung di lapangan yaitu berupa hasil wawancara langsung dan observasi lapangan. Adapun data primer yang didapatkan pada penelitian ini adalah data *breakdown and set up, planned downtime, machine working time, production amount, ideal production amount, defect & scrap/yield*.

2. Data Sekunder

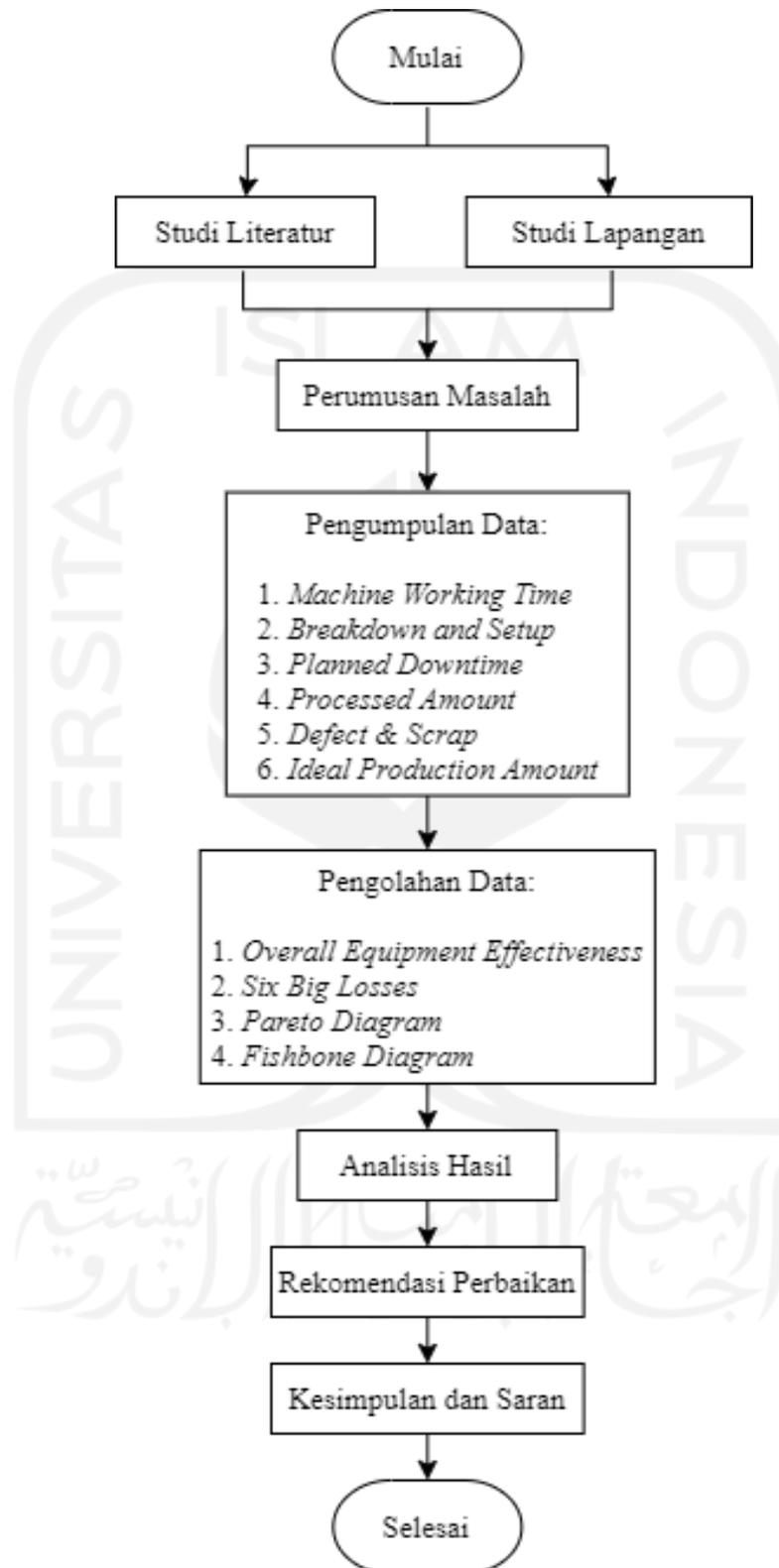
Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui perantara pihak lain. Data sekunder pada penelitian ini didapatkan dari referensi jurnal, buku, artikel, maupun dari internet.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilaksanakan dalam melakukan penelitian Tugas Akhir. Tahapan tersebut dimuat dalam diagram alir penelitian (*flowchart*) yang terdapat pada gambar 3.1 berikut.



3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir diatas, alur penelitian yang dilakukan ini dimulai dengan penentuan objek penelitian. Setelah didapatkan objek penelitian maka langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur dan studi lapangan. Ketika sudah melakukan studi literatur dan studi lapangan maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perumusan masalah. Berdasarkan rumusan masalah yang didapatkan lalu dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk penelitian, data yang dikumpulkan adalah data dari perusahaan. Setelah data yang dibutuhkan telah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan data yang meliputi perhitungan OEE, perhitungan *six big losses*, pembuatan diagram pareto dan pembuatan diagram *fishbone*. Dari hasil perhitungan tersebut langkah selanjutnya adalah melakukan analisis hasil. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai bahan untuk membuat rekomendasi perbaikan yang diusulkan ke perusahaan. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pembuatan kesimpulan dan saran. Penjelasan detail mengenai diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap studi literatur digunakan untuk mendapatkan referensi dari teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Studi literatur didapatkan dengan mencari berbagai teori dari sumber seperti jurnal, penelitian terdahulu, buku, *e-book*, *website*, dan artikel.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memahami kondisi pada perusahaan yang menjadi objek penelitian. Studi lapangan dilakukan dengan mengamati dan observasi secara langsung dengan melakukan wawancara kepada kepala *maintenance*, operator *maintenance* dan pihak produksi.

3. Perumusan Masalah

Setelah dilakukan studi lapangan dan studi literatur maka selanjutnya dilakukan perumusan masalah sebagai dasar dari dilakukannya penelitian. Dalam penelitian ini perumusan masalah adalah bagaimana pengukuran OEE pada mesin *ring spinning frame*, apa saja jenis *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin, bagaimana analisis penyebab *six big losses* dan rekomendasi apa yang akan diberikan kepada perusahaan berdasarkan dari hasil penelitian.

4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi sebagai berikut:

- a. *Machine Working Time*
- b. *Breakdown and Setup*
- c. *Planned Downtime*
- d. *Processed Amount*
- e. *Defect & Scrap*
- f. *Ideal Production Amount*

5. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yaitu sebagai berikut:

a. Pengolahan data OEE

Pengolahan data dengan pengukuran *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* meliputi empat tahapan perhitungan yaitu:

- Perhitungan *Availability*

Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai ketersediaan mesin untuk melakukan proses produksi.

- Perhitungan *Performance*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui tolak ukur performansi mesin ketika melakukan proses produksi.

- Perhitungan *Quality Rate*

Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan perbandingan jumlah produk baik (produk non cacat) dengan total produk yang diproses.

- Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin pada saat periode dilakukannya penelitian.

b. Pengolahan data *Six Big Losses*

Pengolahan data six big losses dilakukan untuk mengidentifikasi enam faktor yang mempengaruhi besarnya nilai OEE, perhitungan tersebut meliputi sebagai berikut:

- *Breakdown losses*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan oleh kerusakan mesin. Nilai *breakdown loss* didapatkan dengan membagi total nilai *breakdown* terhadap nilai *loading time*.

- *Set up and adjustment*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan oleh lamanya waktu set up atau persiapan mesin. Nilai *set up and adjustment* didapatkan dengan membagi nilai total *set up and adjustment* terhadap nilai *loading time*.

- *Idling and minor stoppages*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan oleh berhentinya mesin. Untuk mengetahui nilai kerugian ini adalah dengan membagi nilai *non productive time* dengan *loading time*.

- *Reduced speed loss*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan oleh penurunan kecepatan produksi. Untuk mengetahui nilai kerugian ini adalah dengan membagi selisih antara *actual production time* dengan nilai *ideal production time* terhadap *loading time*.

- *Reject loss*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan oleh adanya produk yang cacat. Nilai *reject loss* didapatkan dengan membagi perkalian antara *ideal cycle time* dengan *defect* terhadap nilai *loading time*.

- *Yield/Scrap loss*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan ketika terjadi cacat produk pada saat awal proses produksi. Nilai *yield/scrap loss* didapatkan dengan membagi perkalian antara *ideal cycle time* dengan *total scrap* terhadap *loading time*.

c. Pembuatan Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat untuk mengetahui besar urutan losses sehingga dapat dengan mudah melihat mana jenis losses yang paling besar dan berpengaruh terhadap nilai OEE.

d. Pembuatan Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* dibuat untuk mengetahui akar masalah penyebab terjadinya keenam jenis *loss* tersebut.

6. Analisis Hasil

Setelah didapatkan hasil dari pengolahan data kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui kondisi dari mesin eksisting. Analisis yang dilakukan meliputi:

- a. Analisis *Overall Equipment Effectiveness*
- b. Analisis *Six Big Losses*
- c. Analisis hubungan OEE dan *six big losses*
- d. Analisis diagram *fishbone*

7. Rekomendasi Perbaikan

Setelah dilakukan analisis maka hasil dari analisis tersebut digunakan untuk membuat rekomendasi perbaikan yang diusulkan ke perusahaan.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan pembuatan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan yang menjawab dari rumusan masalah. Selanjutnya dibuat saran penelitian yang terbagi menjadi dua jenis saran, yaitu saran untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

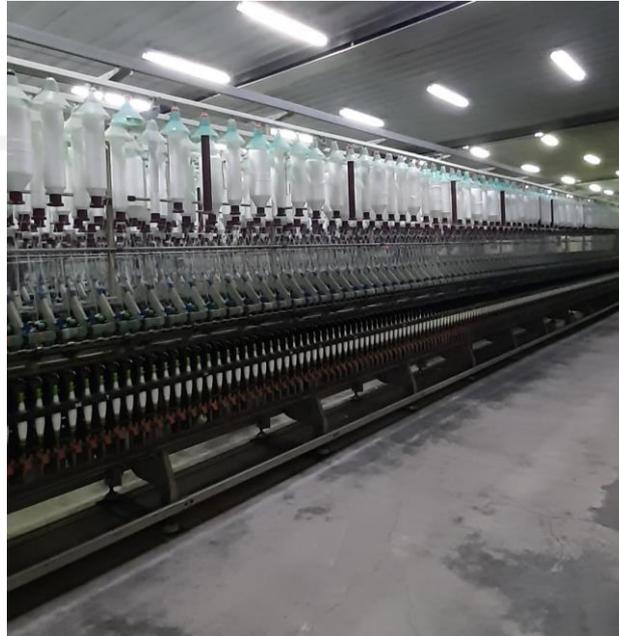
4.1.1 Profil PT Subah Spinning Mills

PT Subah Spinning Mills merupakan salah satu perusahaan pemintalan benang sintetis yang berlokasi di Kecamatan Subah, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Perusahaan ini berdiri pada 19 Januari 2011. Produk yang dihasilkan dari perusahaan ini adalah benang. PT Subah Spinning Mills memproduksi benang sintetis dengan jenis benang Rayon 30 (RY 30), Tetron Rayon 20 (TR 20), Tetron Rayon 30 (TR 30) dan Tetron Rayon 45 (TR 45). Adapun jenis benang yang mendominasi produksi perusahaan adalah jenis benang TR 30 dan TR 20 karena mayoritas jenis benang yang dipesan adalah kedua jenis benang tersebut. Lokasi pemasaran dari perusahaan ini yaitu meliputi daerah Batang, Pekalongan, Tegal, Bandung, Cimahi, Bogor, Solo, Yogyakarta, Boyolali dan Klaten.

Proses produksi di PT Subah Spinning Mills adalah dengan mengolah bahan baku berupa serat rayon dan *polyester* menjadi benang. Terdapat enam jenis mesin yang digunakan mulai dari proses pengolahan *raw material* hingga benang jadi. Mesin yang digunakan adalah *blowing*, *carding*, *drawing (breaker-finisher)*, *roving*, *ring spinning frame*, dan *winding*. Adapun kapasitas produksi PT Subah Spinning Mills adalah sebesar 102,27-110,62 *bale*/hari.

Penelitian ini berfokus pada mesin *ring spinning frame*. Hal ini dikarenakan mesin ini dalam proses pembuatan benang berfungsi untuk memproses material yang berupa *roving* (benang setengah jadi) menjadi benang tunggal (benang jadi) sesuai dengan spesifikasi produk yang ditentukan. Sehingga mesin *ring spinning* merupakan mesin yang merupakan tempat terjadinya proses pemintalan benang yang sesungguhnya. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis

mesin yang berasal dari divisi *production* dan *maintenance* selama periode bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Bentuk dari mesin yang diteliti yaitu mesin *ring spinning frame* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4. 1 Mesin *Ring Spinning Frame*

4.1.2 Data Spesifikasi Mesin

Mesin yang diteliti pada penelitian ini di PT Subah Spinning Mills adalah mesin *Ring spinning frame* dengan merk Marzoli. Adapun data spesifikasi umum mesin *ring spinning* adalah sebagai berikut:

Nama Merk	: Marzoli
Daya	: 18 kW
Kecepatan <i>spindle</i>	: maks 14.000 rpm
Jumlah <i>spindle</i>	: 516 <i>spindle</i> /mesin

4.1.3 Data *Breakdown* dan *Set up and Adjustment Time*

Data yang dikumpulkan pertama kali yaitu pengumpulan data *breakdown* mesin dan data *set up and adjustment*. *Breakdown* mesin adalah total waktu kerusakan mesin yang menyebabkan proses produksi menjadi terhenti. Sedangkan data *set up and adjustment time* adalah waktu yang dibutuhkan mesin untuk melakukan penyesuaian hingga siap

melakukan produksi serta waktu yang diperlukan setelah mesin selesai beroperasi. Aktivitas yang termasuk dalam waktu *set up and adjustment* dapat berupa seperti waktu pemanasan dan pendinginan mesin serta waktu proses pergantian jenis benang yang diproduksi. Berikut merupakan data waktu *breakdown* dan *set up and adjustment* mesin *ring spinning frame* pada PT Subah Spinning Mills selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021 yang dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4. 1 Data *Breakdown* dan *Set up and Adjustment*

No	Bulan	<i>Breakdown</i> (Jam)	<i>Set up and Adjustment</i> (Jam)
1	Februari 2020	23,17	30,08
2	Maret 2020	66,20	34,60
3	April 2020	66,60	36,98
4	Mei 2020	30,07	22,90
5	Juni 2020	26,27	33,13
6	Juli 2020	45,58	42,22
7	Agustus 2020	24,88	31,15
8	September 2020	36,95	31,80
9	Oktober 2020	32,52	32,98
10	November 2020	37,62	24,63
11	Desember 2020	66,85	28,52
12	Januari 2021	42,12	26,72

4.1.4 Data *Planned Downtime*

Planned downtime merupakan banyaknya waktu yang dijadwalkan untuk melakukan *preventive maintenance* pada mesin. Aktivitas ini berfungsi untuk mencegah terjadinya kerusakan yang menyebabkan terhentinya proses produksi. Berikut merupakan data waktu *planned downtime* mesin *ring spinning frame* pada PT Subah Spinning Mills selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021 yang dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2 Data *Planned Downtime*

No	Bulan	<i>Planned Downtime (Jam)</i>
1	Februari 2020	262
2	Maret 2020	282
3	April 2020	298
4	Mei 2020	218
5	Juni 2020	286
6	Juli 2020	286
7	Agustus 2020	265
8	September 2020	286
9	Oktober 2020	286
10	November 2020	286
11	Desember 2020	286
12	Januari 2021	277

4.1.5 Data Produksi dan Produk *Defect*

Data produksi merupakan data banyaknya benang yang diproduksi dalam satu periode yang telah ditentukan, pada penelitian ini data produksi disajikan dalam rentang waktu satu bulan. Adapun produk *defect* adalah jenis produk yang mengalami kecacatan. Satuan produk adalah dalam *bale/72 cones*, karena satu *bale* produk benang terdiri dari 72 *cones* (gulungan) benang. Sehingga penulisan satuan tersebut berarti kuantitas satu *bale* dapat juga disebut dengan kuantitas benang sejumlah 72 *cones* benang. Berikut merupakan data produksi dan produk *defect* mesin *ring spinning frame* pada PT Subah Spinning Mills selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021 yang dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Data Produksi Benang PT Subah Spinning Mills

No	Bulan	Jumlah Produksi (Bale/72 cones)	Produk Baik (Bale/72 cones)	Produk Reject/Rework (Bale/72 cones)	Produk Scrap (Bale/72 cones)
1	Februari 2020	3060,60	3055,32	5,28	0,139
2	Maret 2020	3450,60	3444,06	6,54	0,125
3	April 2020	3367,65	3358,29	9,36	0,139
4	Mei 2020	1852,14	1844,53	7,61	0,056
5	Juni 2020	1707,60	1702,96	4,64	0,097
6	Juli 2020	2966,67	2956,93	9,74	0,125
7	Agustus 2020	3325,79	3314,73	11,06	0,167
8	September 2020	3259,68	3250,26	9,42	0,139
9	Oktober 2020	3482,76	3470,50	12,26	0,139
10	November 2020	3206,01	3198,00	8,01	0,181
11	Desember 2020	3359,47	3351,60	7,88	0,153
12	Januari 2021	3767,80	3757,97	9,83	0,153

4.1.6 Data Waktu Produksi

Data waktu produksi benang pada PT Subah Spinning Mills yang diproduksi pada periode bulan Februari 2020 hingga Januari 2021 adalah sebagai berikut:

1. Waktu kerja mesin (*machine work time*) merupakan waktu yang tersedia setiap bulannya untuk melakukan produksi.
2. Waktu aktual produksi (*actual production time*) adalah total waktu aktual pada mesin *ring spinning frame* yang digunakan untuk memproduksi benang.
3. *Ideal Cycle Time* adalah waktu ideal yang digunakan untuk membuat satu produk benang pada mesin *ring spinning frame*.

Tabel 4. 4 Data Waktu Produksi

No	Bulan	<i>Machine Working Time (Jam)</i>	<i>Actual Production Time (Jam)</i>	<i>Ideal Cycle Time (Jam/Bale atau 72 cones)</i>
1	Februari 2020	696	364,16	0,122
2	Maret 2020	744	336,85	0,097
3	April 2020	720	306,38	0,085
4	Mei 2020	384	104,67	0,048
5	Juni 2020	696	323,61	0,199
6	Juli 2020	744	337,93	0,118
7	Agustus 2020	720	373,77	0,118
8	September 2020	720	328,44	0,108
9	Oktober 2020	744	369,45	0,110
10	November 2020	720	340,52	0,113
11	Desember 2020	744	333,77	0,100
12	Januari 2021	720	352,44	0,096

4.2 Pengolahan Data *Overall Equipment Effectiveness*

4.2.1 Perhitungan *Availability Rate*

Availability merupakan suatu perbandingan antara *operation time* dengan *loading time*. Adapun data-data yang digunakan dalam perhitungan *availability rate* ini adalah data *machine working time*, *planned downtime*, *breakdown* dan *setup and adjustment*. Rumus perhitungan untuk mengetahui nilai *availability* adalah sebagai berikut (Wireman,2014):

$$\text{Loading Time} = \text{Machine work time} - \text{Planned downtime}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set up and adjustment}$$

$$\text{Operation Time} = \text{Loading time} - \text{Downtime}$$

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka dilakukan perhitungan *availability rate* untuk periode bulan Februari 2020 – Januari 2021. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *availability rate* pada bulan Februari 2020:

$$Loading\ Time = 696 - 262 = 434$$

$$Downtime = 23,17 + 30,08 = 53,25$$

$$Operation\ Time = 434 - 53,25 = 380,75$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka telah didapatkan nilai *loading time*, *downtime* dan *operation time*. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *loading time*, *downtime* dan *operation time* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021 yang dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 5 Perhitungan *Loading Time* dan *Operation Time*

Bulan	Machine Working Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)	Set up & Adjustment (Jam)	Breakdown (Jam)	Operation Time (Jam)
Februari 2020	696	262	434	30,08	23,17	380,75
Maret 2020	744	282	462	34,60	66,20	361,20
April 2020	720	298	422	36,98	66,60	318,42
Mei 2020	384	218	166	22,90	30,07	113,03
Juni 2020	696	286	410	33,13	26,27	350,60
Juli 2020	744	286	458	42,22	45,58	370,20
Agustus 2020	720	265	455	31,15	24,88	398,97
September 2020	720	286	434	31,80	36,95	365,25
Oktober 2020	744	286	458	32,98	32,52	392,50
November 2020	720	286	434	24,63	37,62	371,75
Desember 2020	744	286	458	28,52	66,85	362,63
Januari 2021	720	277	443	26,72	42,12	374,16

Setelah didapatkan nilai *operation time* dan *loading time*, maka dilakukan perhitungan *availability*. Adapun rumus *availability* dan perhitungan *availability rate* pada periode Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{380,75}{434} \times 100\% = 87,73\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *availability* mesin *ring spinning frame* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 87,73%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *availability* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan *availability rate* ditampilkan pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai *Availability* Mesin *Ring Spinning Frame*

Bulan	Loading Time (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability (%)
Februari 2020	434	380,75	87,73%
Maret 2020	462	361,20	78,18%
April 2020	422	318,42	75,45%
Mei 2020	166	113,03	68,09%
Juni 2020	410	350,60	85,51%
Juli 2020	458	370,20	80,83%
Agustus 2020	455	398,97	87,69%
September 2020	434	365,25	84,16%
Oktober 2020	458	392,50	85,70%
November 2020	434	371,75	85,66%
Desember 2020	458	362,63	79,18%
Januari 2021	443	374,16	84,46%

4.2.2 Perhitungan *Performance Rate*

Performance rate merupakan hasil waktu yang didapat dari rasio kuantitas produk yang dihasilkan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia dalam melakukan proses produksi. Adapun rumus perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *performance rate* adalah sebagai berikut:

$$Performance = \frac{Processed\ amount\ x\ ideal\ cycle\ time}{Operation\ Time} \times 100\%$$

$$Ideal\ cycle\ time = \frac{loading\ time}{total\ produksi} \times 1 - \frac{downtime}{operation\ time}$$

Berikut ini adalah perhitungan *ideal cycle time* dan *performance rate* untuk periode bulan Februari 2020:

$$Ideal\ cycle\ time = \frac{434}{3060,60} \times 1 - \frac{53,25}{380,75} = 0,122\ jam/bale$$

$$Performance = \frac{3060,60 \times 0,122}{380,75} \times 100\% = 98,04\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *performance rate* mesin *ring spinning frame* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 98,04%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *performance* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan *performance rate* ditampilkan pada tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Perhitungan Nilai *Performance* Mesin *Ring Spinning Frame*

Bulan	Jumlah Produksi (Bale/72 cones)	<i>Ideal Cycle</i> Time (Jam/Bale)	<i>Operation</i> Time (Jam)	<i>Performance</i> (%)
Februari 2020	3060,60	0,122	380,75	98,04%
Maret 2020	3450,60	0,097	361,20	92,21%

Bulan	Jumlah Produksi (Bale/72 cones)	Ideal Cycle Time (Jam/Bale)	Operation Time (Jam)	Performance (%)
April 2020	3367,65	0,085	318,42	89,42%
Mei 2020	1852,14	0,048	113,03	78,04%
Juni 2020	1707,60	0,199	350,60	97,13%
Juli 2020	2966,67	0,118	370,20	94,38%
Agustus 2020	3325,79	0,118	398,97	98,03%
September 2020	3259,68	0,108	365,25	96,46%
Oktober 2020	3482,76	0,110	392,50	97,22%
November 2020	3206,01	0,113	371,75	97,20%
Desember 2020	3359,47	0,100	362,63	93,08%
Januari 2021	3767,80	0,096	374,16	96,61%

4.2.3 Perhitungan *Quality Rate*

Quality Rate adalah ratio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran *Quality Ratio* ini adalah jumlah produksi, produk cacat/defect (terdiri dari produk *yield/scrap* dan produk *rework*). Adapun rumus perhitungan yang digunakan dalam perhitungan *quality rate* yaitu:

$$Quality = \frac{\text{total jumlah produksi} - \text{jumlah produk defect}}{\text{total jumlah produksi}} \times 100\%$$

Berikut ini merupakan perhitungan *quality rate* pada bulan Februari 2020:

$$Quality\ rate = \frac{3060,60 - 5,42}{3060,60} \times 100\% = 99,82\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *quality rate* mesin *ring spinning frame* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 99,82%. Dengan

rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *quality rate* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan *quality rate* ditampilkan pada tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Perhitungan *Quality Rate* Mesin *Ring Spinning Frame*

Bulan	Jumlah Produksi (Bale/72 cones)	Total Produk Defect (Bale/72 cones)	Quality Rate (%)
Februari 2020	3060,60	5,42	99,82%
Maret 2020	3450,60	6,67	99,81%
April 2020	3367,65	9,50	99,72%
Mei 2020	1852,14	7,67	99,59%
Juni 2020	1707,60	4,74	99,72%
Juli 2020	2966,67	9,86	99,67%
Agustus 2020	3325,79	11,22	99,66%
September 2020	3259,68	9,56	99,71%
Oktober 2020	3482,76	12,40	99,64%
November 2020	3206,01	8,19	99,74%
Desember 2020	3359,47	8,03	99,76%
Januari 2021	3767,80	9,99	99,73%

4.2.4 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah melakukan perhitungan nilai *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate* mesin *ring spinning frame*, maka selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung nilai dari OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Adapun rumus untuk menghitung OEE adalah sebagai berikut :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase OEE mesin *ring spinning frame* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$OEE = 87,73\% \times 98,04\% \times 99,82\% = 85,86\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai OEE mesin *ring spinning frame* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 85,86%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai OEE selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan OEE ditampilkan pada tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Perhitungan OEE Mesin *Ring Spinning Frame*

Bulan	Availability Rate	Performance Rate	Quality Rate	OEE
Februari 2020	87,73%	98,04%	99,82%	85,86%
Maret 2020	78,18%	92,21%	99,81%	71,95%
April 2020	75,45%	89,42%	99,72%	67,28%
Mei 2020	68,09%	78,04%	99,59%	52,92%
Juni 2020	85,51%	97,13%	99,72%	82,83%
Juli 2020	80,83%	94,38%	99,67%	76,03%
Agustus 2020	87,69%	98,03%	99,66%	85,67%
September 2020	84,16%	96,46%	99,71%	80,94%
Oktober 2020	85,70%	97,22%	99,64%	83,02%
November 2020	85,66%	97,20%	99,74%	83,04%
Desember 2020	79,18%	93,08%	99,76%	73,52%
Januari 2021	84,46%	96,61%	99,73%	81,39%

4.3 Perhitungan *Six Big Losses*

4.3.1 Perhitungan *Downtime Losses*

Dalam perhitungan OEE, yang termasuk kr dalam *downtime losses* adalah *breakdown losses* dan *set up and adjustment losses*. Berikut ini merupakan perhitungan untuk dua kerugian tersebut:

1. *Breakdown Losses*

Breakdown Losses merupakan kerugian yang dikarenakan mesin/peralatan mengalami kerusakan, sehingga mesin tidak dapat beroperasi. Nilai persentase *breakdown losses* didapatkan dengan menghitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{total breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase *breakdown losses* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{23,17}{434} \times 100\% = 5,34\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *breakdown losses* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 5,34%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *breakdown losses* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan *breakdown losses* ditampilkan pada tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Perhitungan Nilai *Breakdown Losses*

Bulan	Loading Time (jam)	Breakdown (jam)	Breakdown Losses (%)
Februari 2020	434	23,17	5,34%
Maret 2020	462	66,2	14,33%
April 2020	422	66,6	15,78%
Mei 2020	166	30,07	18,11%
Juni 2020	410	26,27	6,41%
Juli 2020	458	45,58	9,95%
Agustus 2020	455	24,88	5,47%
September 2020	434	36,95	8,51%
Oktober 2020	458	32,52	7,10%
November 2020	434	37,62	8,67%

Bulan	Loading Time (jam)	Breakdown (jam)	Breakdown Losses (%)
Desember 2020	458	66,85	14,60%
Januari 2021	443	42,12	9,51%

2. *Set up and Adjustment Losses*

Perhitungan *set up and adjustment losses* dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi adanya kerugian yang disebabkan karena proses *set up* pada mesin *ring spinning frame*. Besarnya persentase kerugian yang didapatkan dari faktor *set up and adjustment losses* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase *set up losses* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{30,08}{434} \times 100\% = 6,93\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *setup and adjustment losses* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 6,93%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *setup and adjustment losses* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan *setup and adjustment losses* ditampilkan pada tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Perhitungan Nilai *Setup and Adjustment Losses*

Bulan	Loading Time (jam)	Set up & Adjustment (jam)	Set up & Adjustment Losses (%)
Februari 2020	434	30,08	6,93%

Bulan	Loading Time (jam)	Set up & Adjustment (jam)	Set up & Adjustment Losses (%)
Maret 2020	462	34,60	7,49%
April 2020	422	36,98	8,76%
Mei 2020	166	22,90	13,80%
Juni 2020	410	33,13	8,08%
Juli 2020	458	42,22	9,22%
Agustus 2020	455	31,15	6,85%
September 2020	434	31,80	7,33%
Oktober 2020	458	32,98	7,20%
November 2020	434	24,63	5,68%
Desember 2020	458	28,52	6,23%
Januari 2021	443	26,72	6,03%

4.3.2 Perhitungan *Speed Loss*

Speed losses terdiri dari dua jenis kerugian yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduced speed losses*. Berikut ini merupakan perhitungan dari kedua *losses* tersebut:

1. *Idling and Minor Stoppages Losses*

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui besar kerugian yang disebabkan oleh berhentinya mesin. Rumus perhitungan yang digunakan untuk mencari nilai *idling & minor stoppage losses* adalah sebagai berikut :

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{Non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

dengan:

$$\text{Non productive time} = \text{operating time} - \text{actual production time}$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase *idling and minor stoppages losses* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Non productive time} = 380,75 - 364,16 = 16,59 \text{ jam}$$

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{16,59}{434} \times 100\% = 3,82\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *idling and minor stoppages losses* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 3,82%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *idling and minor stoppages losses* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan *idling and minor stoppages losses* ditampilkan pada tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai *Idling and Minor Stoppages Losses*

Bulan	Operation Time (Jam)	Actual Production Time (Jam)	Loading Time (jam)	Idling and Minor Stoppages Losses (%)
Februari 2020	380,75	364,16	434	6,93%
Maret 2020	361,20	336,85	462	7,49%
April 2020	318,42	306,38	422	8,76%
Mei 2020	113,03	104,67	166	13,80%
Juni 2020	350,60	323,61	410	8,08%
Juli 2020	370,20	337,93	458	9,22%
Agustus 2020	398,97	373,77	455	6,85%
September 2020	365,25	328,44	434	7,33%
Oktober 2020	392,50	369,45	458	7,20%
November 2020	371,75	340,52	434	5,68%
Desember 2020	362,63	333,77	458	6,23%
Januari 2021	374,16	352,44	443	6,03%

2. *Reduced Speed Losses*

Pengukuran *reduced speed losses* dilakukan untuk mengidentifikasi kerugian yang terjadi jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dan kecepatan mesin yang telah ditentukan beroperasi dalam kecepatan normal.. Besarnya *reduced speed*

losses dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumus matematis sebagai berikut:

$$\text{Reduced speed} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{prod. amount})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase *reduced speed losses* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced speed} = \frac{380,75 - (0,122 \times 3060,60)}{434} \times 100\% = 1,72\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *reduced speed losses* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 3,82%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *reduced speed losses* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan nilai *reduced speed losses* ditampilkan pada tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Perhitungan Nilai *Reduced Speed Losses*

Bulan	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Bale atau 72 cones)	Jumlah Produksi (Bale/72 cones)	Loading Time (jam)	Reduced Speed Losses (%)
Februari 2020	380,75	0,122	3060,60	434	1.72%
Maret 2020	361,20	0,097	3450,60	462	6.09%
April 2020	318,42	0,085	3367,65	422	7.98%
Mei 2020	113,03	0,048	1852,14	166	14.95%
Juni 2020	350,60	0,199	1707,60	410	2.45%
Juli 2020	370,20	0,118	2966,67	458	4.55%
Agustus 2020	398,97	0,118	3325,79	455	1.73%
September 2020	365,25	0,108	3259,68	434	2.98%
Oktober 2020	392,50	0,110	3482,76	458	2.39%

Bulan	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Bale atau 72 cones)	Jumlah Produksi (Bale/72 cones)	Loading Time (jam)	Reduced Speed Losses (%)
November 2020	371,75	0,113	3206,01	434	2.40%
Desember 2020	362,63	0,100	3359,47	458	5.48%
Januari 2021	374,16	0,096	3767,80	443	2.86%

4.3.3 Perhitungan *Defect Loss*

Defect Losses adalah keadaan ketika sebuah produk yang dihasilkan cacat. Pada perusahaan tempat penelitian, *defect* produk terjadi ketika terjadi kecacatan pada benang hasil produksi berupa gulungan benang tidak rata, terdapat benang yang gulungannya bersilangan dan gulungan benang tidak kencang. *Defect Losses* terdiri dari dua jenis *losses* yaitu *quality defect/reject losses* dan *yield/scrap losses*. Berikut ini merupakan perhitungan dari kedua *losses* yang termasuk dalam kategori *defect losses*:

1. *Quality Defect/Reject Rework Losses*

Quality defect/reject losses merupakan kerugian karena terdapat produk cacat yang dihasilkan selama produksi berjalan sehingga produk tersebut tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pada penelitian ini, perhitungan dilakukan pada jenis produk yang *reject* (produk cacat tidak dapat diperbaiki) dan produk *rework* (produk cacat yang masih dapat diproses ulang menjadi produk tidak cacat). Besarnya kerugian yang disebabkan oleh *quality reject/rework losses* dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumus matematis sebagai berikut (Jono, 2015):

$$\text{Reject/rework loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total defect product}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase *reject/rework losses* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Reject/rework losses} = \frac{0,122 \times 5,28}{434} \times 100\% = 0,148\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *reject/rework losses* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 0,148%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *reject/rework* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan nilai *reject/rework losses* ditampilkan pada tabel 4.14 sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Perhitungan Nilai *Reject/rework Losses*

Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/Bale atau 72 cones)	Produk <i>Reject/Rework</i> (Bale/72 cones)	<i>Loading Time</i> (jam)	<i>Reject/rework Losses</i> (%)
Februari 2020	0,122	5,28	434	0,148%
Maret 2020	0,097	6,54	462	0,137%
April 2020	0,085	9,36	422	0,188%
Mei 2020	0,048	7,61	166	0,218%
Juni 2020	0,199	4,64	410	0,226%
Juli 2020	0,118	9,74	458	0,250%
Agustus 2020	0,118	11,06	455	0,286%
September 2020	0,108	9,42	434	0,235%
Oktober 2020	0,110	12,26	458	0,293%
November 2020	0,113	8,01	434	0,208%
Desember 2020	0,100	7,88	458	0,173%
Januari 2021	0,096	9,83	443	0,213%

2. *Scrap Losses*

Scrap Losses merupakan kerugian yang timbul ketika terdapat produk cacat di awal proses produksi. Ini terjadi karena kondisi operasi mesin yang tidak stabil atau kesalahan operator mesin. Besarnya kerugian yang disebabkan oleh *scrap*

losses dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumus matematis sebagai berikut:

$$\text{Scrap losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka perhitungan nilai persentase *scrap losses* untuk periode bulan Februari 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Scrap losses} = \frac{0,122 \times 0,139}{434} \times 100\% = 0,0039\%$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai *scrap losses* pada bulan Februari 2020 adalah sebesar 0,0039%. Dengan rumus dan perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *scrap losses* selama bulan Februari 2020 hingga Januari 2021. Adapun hasil perhitungan nilai *scrap losses* ditampilkan pada tabel 4.15 sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Perhitungan Nilai *Scrap Losses*

Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/Bale atau 72 cones)	Produk <i>Yield / Scrap</i> (Bale/72 cones)	<i>Loading Time</i> (jam)	<i>Scrap Losses</i> (%)
Februari 2020	0,122	0,139	434	0,0039%
Maret 2020	0,097	0,125	462	0,0026%
April 2020	0,085	0,139	422	0,0028%
Mei 2020	0,048	0,056	166	0,0016%
Juni 2020	0,199	0,097	410	0,0047%
Juli 2020	0,118	0,125	458	0,0032%
Agustus 2020	0,118	0,167	455	0,0043%
September 2020	0,108	0,139	434	0,0035%
Oktober 2020	0,110	0,139	458	0,0033%
November 2020	0,113	0,181	434	0,0047%
Desember 2020	0,100	0,153	458	0,0034%
Januari 2021	0,096	0,153	443	0,0033%

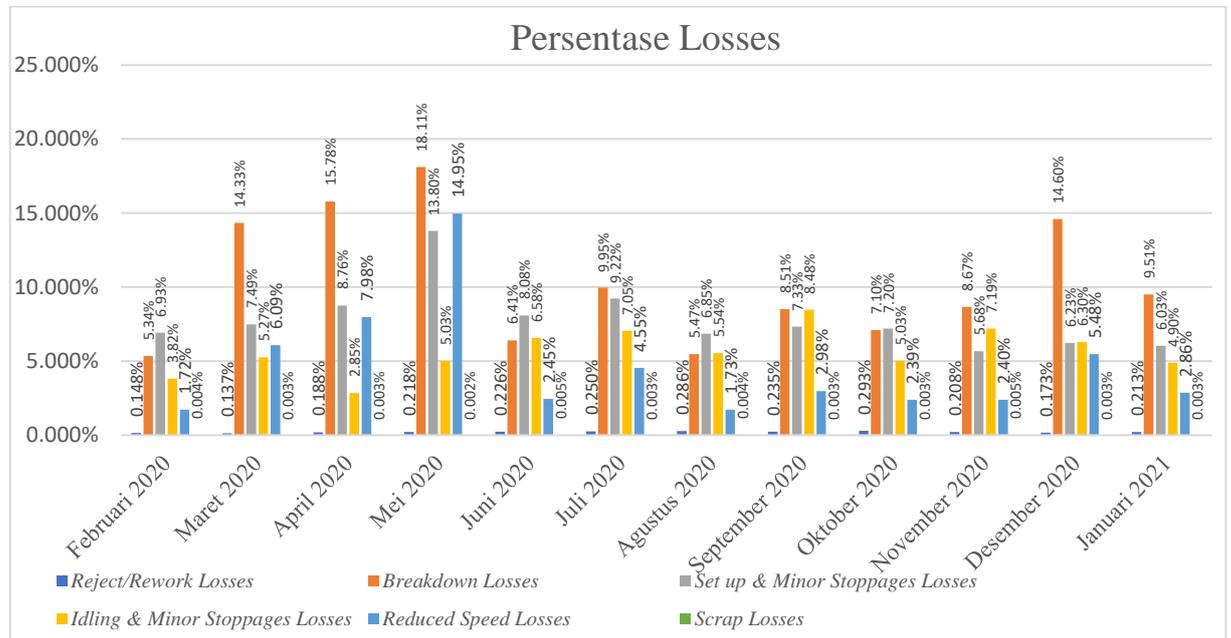
4.4 Rekapitulasi Persentase *Six Big Losses*

Setelah dilakukan perhitungan masing-masing *losses* hingga hasil telah didapatkan, maka dapat diketahui jenis *losses* yang memiliki nilai terbesar selama periode penelitian dari Februari 2020 hingga Januari 2021. Data hasil perhitungan *six big losses* disajikan dalam tabel persentase yang merangkum seluruh *losses*. Berikut ini merupakan persentase dari keenam *losses* yang dapat dilihat pada tabel 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Persentase *Losses* Periode Februari 2020 - Januari 2021

Bulan	<i>Breakdown Losses (%)</i>	<i>Set up & Adjustment Losses (%)</i>	<i>Idling & Minor Stoppages Losses (%)</i>	<i>Reduced Speed Losses (%)</i>	<i>Reject / Rework Losses (%)</i>	<i>Scrap Losses (%)</i>
Februari 2020	5,34%	6,93%	3,82%	1,72%	0,148%	0,004%
Maret 2020	14,33%	7,49%	5,27%	6,09%	0,137%	0,003%
April 2020	15,78%	8,76%	2,85%	7,98%	0,188%	0,003%
Mei 2020	18,11%	13,80%	5,03%	14,95%	0,218%	0,002%
Juni 2020	6,41%	8,08%	6,58%	2,45%	0,226%	0,005%
Juli 2020	9,95%	9,22%	7,05%	4,55%	0,250%	0,003%
Agustus 2020	5,47%	6,85%	5,54%	1,73%	0,286%	0,004%
September 2020	8,51%	7,33%	8,48%	2,98%	0,235%	0,003%
Oktober 2020	7,10%	7,20%	5,03%	2,39%	0,293%	0,003%
November 2020	8,67%	5,68%	7,19%	2,40%	0,208%	0,005%
Desember 2020	14,60%	6,23%	6,30%	5,48%	0,173%	0,003%
Januari 2021	9,51%	6,03%	4,90%	2,86%	0,213%	0,003%

Hasil tabel 4.16 mengenai persentase *losses* pada periode Februari 2020 – Januari 2021 apabila dikonversikan ke dalam bentuk grafik maka hasilnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Grafik Persentase *Losses* Setiap Bulan

4.5 Diagram Pareto

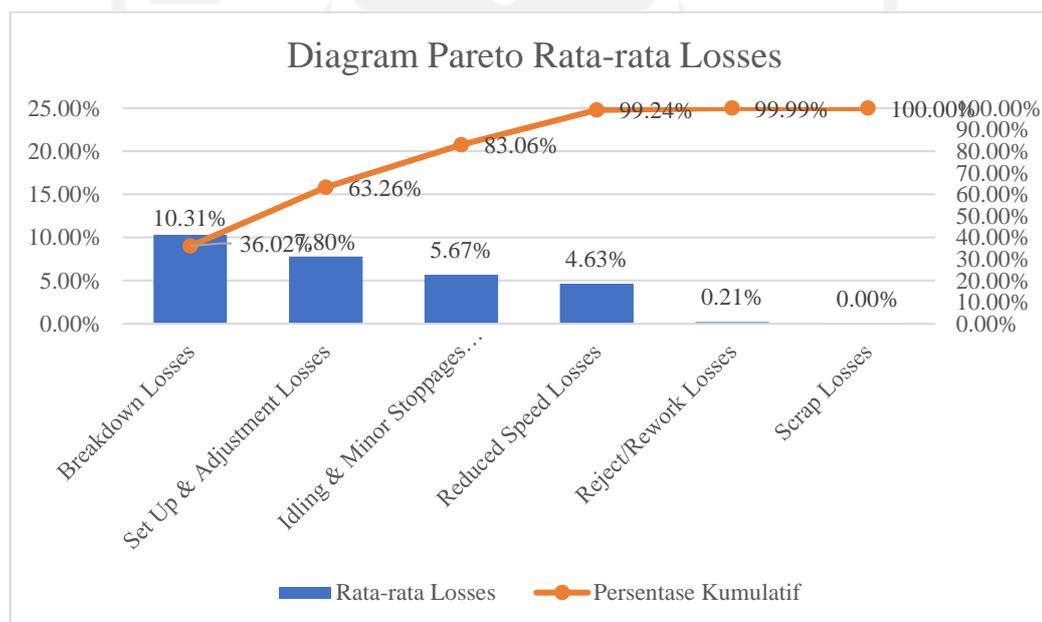
Diagram pareto merupakan grafik yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Urutan dimulai dari jumlah masalah yang paling banyak sampai dengan yang paling sedikit terjadi. Untuk membuat diagram pareto maka langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menghitung rata-rata *losses* dan persentase kumulatif dari hasil perhitungan *six big losses* untuk periode Februari 2020 hingga Januari 2021. Berikut merupakan rata-rata persentase pada setiap jenis *losses* setelah diurutkan dari nilai terbesar hingga nilai terkecil yang dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut:

Tabel 4. 17 Rata-rata *Losses* Mesin

Jenis <i>Losses</i>	Rata-rata	Persentase	Kumulatif
	<i>Losses</i>	<i>Losses</i>	Persentase
<i>Breakdown Losses</i>	10,31%	36,02%	36,02%
<i>Set up & Adjustment Losses</i>	7,80%	27,24%	63,26%

Jenis Losses	Rata-rata Losses	Persentase Losses	Kumulatif Persentase
<i>Idling & Minor Stoppages Losses</i>	5,67%	19,81%	83,06%
<i>Reduced Speed Losses</i>	4,63%	16,17%	99,24%
<i>Reject/Rework Losses</i>	0,21%	0,75%	99,99%
<i>Scrap Losses</i>	0,003%	0,01%	100,00%
TOTAL	28,63%	100,00%	

Hasil dari perhitungan rata-rata *losses* mesin pada tabel di atas selanjutnya digunakan untuk membuat diagram pareto. Pada diagram pareto di bawah ini dapat diketahui *losses* mana yang memiliki nilai terbesar dan urutannya hingga nilai terkecil. Diagram pareto perhitungan *losses* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4. 3 Diagram Pareto Untuk *Losses* Setiap Bulan

Berdasarkan hasil diagram pareto di atas maka dapat diketahui bahwa *losses* yang nilainya besar adalah *breakdown losses*, *set up & adjustment losses* dan *idling & minor stoppages losses* dengan total persentase kumulatif adalah sebesar 83,06%. Sehingga dilakukan analisis mengenai ketiga *losses* tersebut untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *losses* dengan menggunakan diagram *fishbone*.

4.6 Diagram *Fishbone*

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan mengenai *losses* maka dapat diketahui bahwa ketiga *losses* terbesar adalah *breakdown losses*, *set up and adjustment losses* dan *idling & minor stoppages losses*. Ketiga *losses* tersebut merupakan *losses* yang mempengaruhi nilai OEE dari mesin sehingga akan diidentifikasi dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor penyebabnya. Identifikasi pada diagram *fishbone* dibuat dengan mempertimbangkan lima kategori penyebab utama yang menyebabkan terjadinya *losses* mesin *ring spinning frame* pada PT Subah Spinning Mills. Adapun kelima kategori tersebut adalah *man* (tenaga kerja atau pekerja), *machine* (mesin), *method* (metode atau proses), *material* (bahan baku) dan *environment* (lingkungan tempat produksi). Berikut ini merupakan pembuatan diagram *fishbone* dari setiap *losses* yang terjadi:

a. *Breakdown Losses*

Losses pertama yang akan diidentifikasi ke dalam diagram *fishbone* adalah *breakdown losses* yaitu kerugian yang disebabkan oleh adanya kerusakan mesin sehingga mempengaruhi performa dan efektivitas mesin. Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan di perusahaan, hal yang menyebabkan terjadinya *breakdown* yaitu kerusakan *sparepart* mesin dan beban terhadap mesin yang berlebihan. Berikut ini merupakan tabel 4.18 yang menyajikan data kerusakan *sparepart* mesin *ring spinning frame* yang paling sering terjadi selama periode penelitian yaitu bulan Februari 2020 hingga Januari 2021:

Tabel 4. 18 Jenis Kerusakan Komponen Mesin

Nama Komponen	Jenis Kerusakan
Rantai <i>Ringrail</i>	Macet, lepas, putus
<i>T belt</i>	Rontok dan putus
<i>V belt</i>	Rontok dan putus
Pelatuk	Tumpul
<i>Ring Traveler</i>	Aus

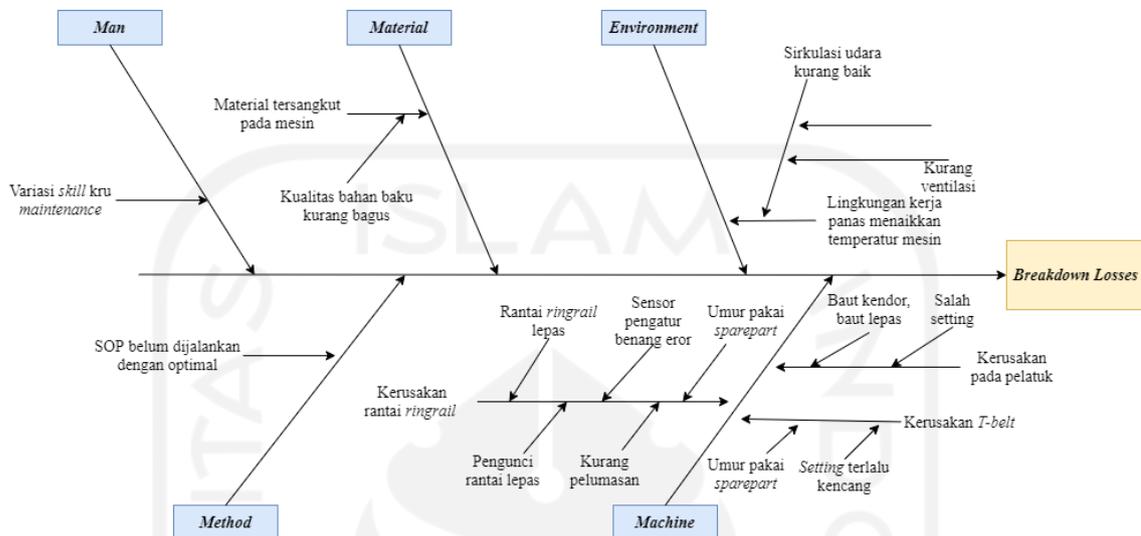
Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa terdapat enam jenis kerusakan komponen yang menyebabkan seringnya terjadi *breakdown* pada mesin *ring spinning frame*. Sehingga langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung frekuensi kerusakan komponen tersebut untuk menentukan komponen mana yang paling sering mengalami kerusakan. Tabel 4.19 di bawah ini menunjukkan frekuensi kerusakan keenam komponen yang sering mengalami kerusakan pada mesin *ring spinning frame* pada periode bulan Februari 2020 hingga Januari 2021.

Tabel 4. 19 Frekuensi Kerusakan Komponen Mesin *Ring Spinning Frame*

Bulan	Rantai Ringrail	T Belt	V Belt	Pelatuk	Ring Traveler
Februari 2020	12	3	3	3	2
Maret 2020	15	12	4	10	9
April 2020	17	3	3	9	6
Mei 2020	4	6	3	9	3
Juni 2020	3	1	2	2	3
Juli 2020	7	7	4	3	2
Agustus 2020	3	13	3	8	5
September 2020	14	10	1	10	4
Oktober 2020	10	6	2	3	3
November 2020	16	6	3	3	4
Desember 2020	9	5	2	4	5
Januari 2021	15	6	3	8	2
Jumlah Total	125	78	33	72	48

Menurut tabel 4.19 di atas dapat diketahui bahwa komponen yang sering mengalami kerusakan pada mesin *ring spinning frame* memiliki frekuensi kerusakan yang berbeda-beda. Adapun tiga komponen dengan frekuensi kerusakan tertinggi adalah komponen rantai *Ringrail*, *t belt* dan pelatuk. Total kerusakan komponen rantai *ringrail* selama periode penelitian adalah sebanyak 125 kali, untuk *t belt* sebanyak 78 kali dan untuk pelatuk mengalami kerusakan sebanyak 72 kali. Sehingga pada tahap selanjutnya dilakukan analisis diagram

fishbone untuk mencari akar permasalahan penyebab terjadinya *breakdown* pada ketiga komponen tersebut. Hasil dari diagram *fishbone* dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4. 4 Diagram *Fishbone Breakdown Losses*

b. *Set up and Adjustment Losses*

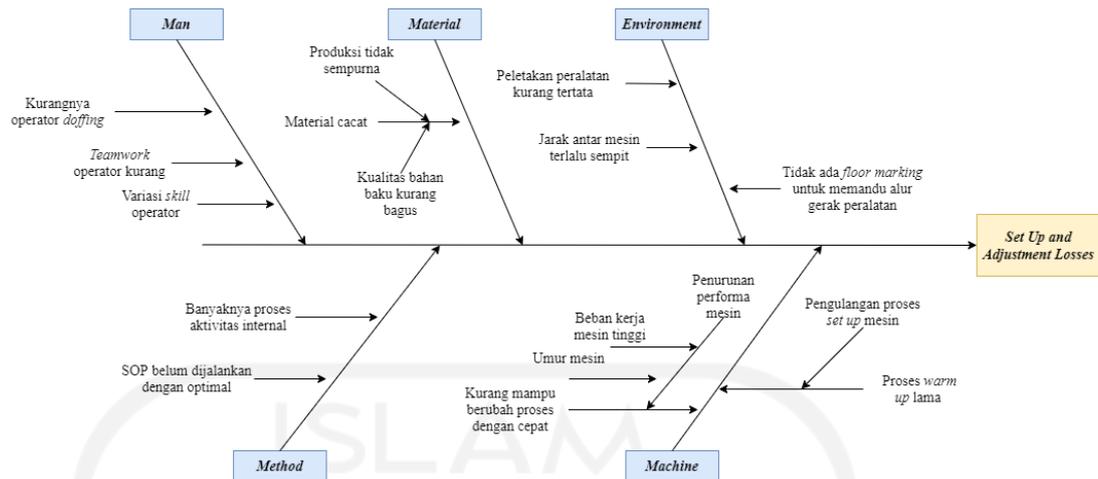
Losses kedua yang diidentifikasi ke dalam diagram *fishbone* adalah *set up and adjustment losses* yaitu kerugian karena waktu *setup* yang lama yang dapat disebabkan oleh *briefing*, *changeover* produk, tidak adanya operator (*operator shortages*), pengaturan mesin, waktu pemanasan dan juga pendinginan mesin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hal yang menyebabkan terjadinya *set up and adjustment losses* yaitu mesin membutuhkan waktu cukup lama ketika sedang *warm-up* atau pemanasan ketika mulai dijalankan dan durasi waktu yang digunakan untuk melakukan *changeover* produk yang lama. Proses aktivitas *changeover* dilakukan dengan mengidentifikasi dari jenis aktivitas yang dilakukan. Berikut ini merupakan tabel 4.19 yang menyajikan data proses aktivitas *changeover*:

Tabel 4. 20 Aktivitas *Changeover* Produk

Kegiatan	Jenis Aktivitas
Mengambil <i>gear</i>	Internal <i>set up</i>
Mengambil peralatan	Internal <i>set up</i>

Kegiatan	Jenis Aktivitas
Mengambil kereta <i>doffing</i>	Internal <i>set up</i>
Mengambil <i>box cops</i> kosong dan <i>box</i> benang	Internal <i>set up</i>
Mengganti gulungan <i>roving</i>	Internal <i>set up</i>
Memasukkan seluruh <i>cops</i> dari proses sebelumnya ke dalam <i>box</i> benang	Internal <i>set up</i>
Memasang <i>cops</i> kosong	Internal <i>set up</i>
Mengganti <i>gear</i>	Internal <i>set up</i>
Menaikkan kedudukan <i>ringrail</i> dan mengecek <i>rachet</i>	Internal <i>set up</i>
<i>Setting</i> mesin (<i>speed, counter, ketukan</i>)	Internal <i>set up</i>

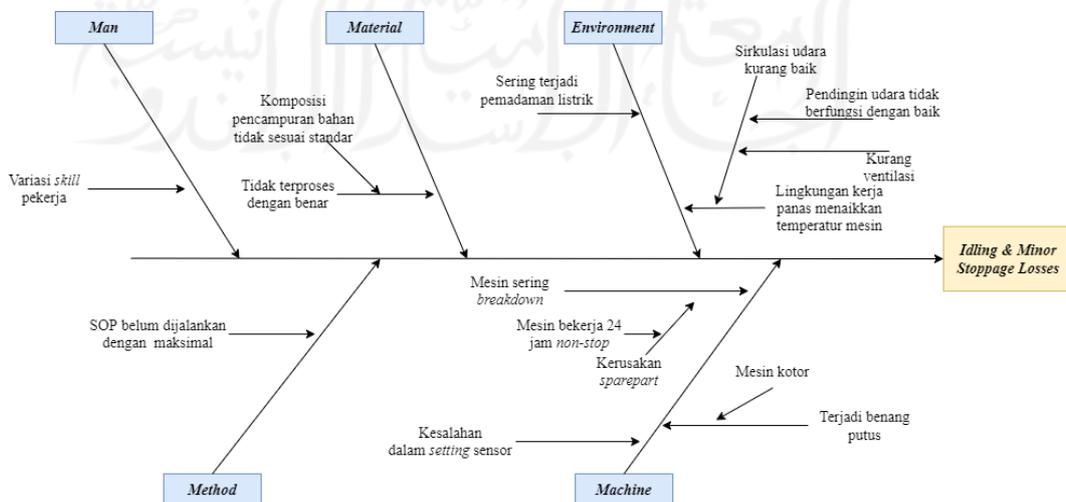
Berdasarkan tabel aktivitas *changeover* produk di atas, dapat dilihat bahwa lamanya proses *changeover* disebabkan oleh banyaknya aktivitas internal *set up*. Internal *set up* merupakan kegiatan *set up* mesin yang dilakukan pada saat mesin dalam keadaan mati, sedangkan aktivitas eksternal *set up* merupakan *set up* mesin yang dilakukan pada saat proses produksi sebelumnya sedang berjalan melakukan proses produksi. Dari proses *changeover* internal *set up* tersebut, proses yang memakan waktu lama adalah proses mengganti gulungan *roving*, memasukkan seluruh *cops* ke dalam *box* benang dan memasang *cops* kosong. Ketiga proses tersebut seluruhnya merupakan proses *doffing* atau pengambilan hasil benang. Sehingga dilakukan analisis penyebab terjadinya permasalahan *set up losses* tersebut dengan menggunakan diagram *fishbone*. Hasil diagram *fishbone* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut:



Gambar 4. 5 Diagram *Fishbone Set up and Adjustment Losses*

c. *Idling and Minor Stoppages Losses*

Losses ketiga yang diidentifikasi ke dalam diagram *fishbone* adalah *idling and minor stoppages losses*. Kerugian pada *idling and minor stoppages loss* dikarenakan mesin berhenti sementara karena mengalami permasalahan sementara yang terjadi dalam waktu yang relatif singkat atau kondisi dimana mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Penyebab berhentinya produksi sementara pada mesin *ring spinning frame* adalah karena terjadinya putus benang dan salah *setting* pada sensor pengatur ukuran benang sehingga pekerja harus melakukan proses sambung benang dan memperbaiki *setting* sensor pengatur ukuran benang. Berikut ini merupakan diagram *fishbone* penyebab terjadinya *idling and minor stoppages losses* yang dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini:



Gambar 4. 6 Diagram *Fishbone Idling & Minor Stoppage Losses*

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *ring spinning frame* untuk periode Februari 2020 hingga Januari 2021, maka hasil tersebut kemudian dianalisis untuk diklasifikasikan ke dalam kategori sesuai standar OEE. Kategori OEE yang digunakan adalah standar *benchmark* yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* yaitu sebagai berikut (Nakajima, 1988) dalam (Tamim, 2017):

- a. $OEE < 65\%$. Termasuk dalam kelas perusahaan kategori yang tidak dapat diterima atau rendah. Terdapat kerugian ekonomi dengan daya saing sangat rendah dan membutuhkan *improvement* sesegera mungkin.
- b. $65\% < OEE < 75\%$. Termasuk dalam kategori kelas perusahaan standar. Diterima jika perusahaan hanya ketika berada dalam proses perbaikan. Terdapat kerugian ekonomi dan daya saing yang rendah.
- c. $75\% < OEE < 85\%$. Termasuk dalam kelas perusahaan kategori sedang. Diperlukan perbaikan hingga OEE nilainya diatas 85% dan bergerak menuju perusahaan kelas dunia. Terdapat sedikit kerugian ekonomi dengan daya saing sedikit rendah.
- d. $85\% < OEE < 95\%$. Termasuk dalam kelas perusahaan bagus. Kategori ini masuk ke dalam perusahaan kelas dunia dan memiliki daya saing yang baik. Bagi perusahaan, kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.
- e. $OEE > 95\%$. Termasuk dalam kelas perusahaan unggulan. Kategori ini memiliki sistem perusahaan yang sangat cepat, tanpa adanya waktu berhenti pada sistem produksi dengan daya saing sempurna.

Adapun tabel 5.1 di bawah ini merupakan hasil perhitungan nilai OEE mesin *ring spinning frame* pada periode bulan Februari 2020 - Januari 2021:

Tabel 5. 1 Nilai Persentase OEE Mesin *Ring spinning frame*

Bulan	Availability Rate	Performance Rate	Quality Rate	OEE
Februari 2020	87,73%	98,04%	99,82%	85,86%
Maret 2020	78,18%	92,21%	99,81%	71,95%
April 2020	75,45%	89,42%	99,72%	67,28%
Mei 2020	68,09%	78,04%	99,59%	52,92%
Juni 2020	85,51%	97,13%	99,72%	82,83%
Juli 2020	80,83%	94,38%	99,67%	76,03%
Agustus 2020	87,69%	98,03%	99,66%	85,67%
September 2020	84,16%	96,46%	99,71%	80,94%
Oktober 2020	85,70%	97,22%	99,64%	83,02%
November 2020	85,66%	97,20%	99,74%	83,04%
Desember 2020	79,18%	93,08%	99,76%	73,52%
Januari 2021	84,46%	96,61%	99,73%	81,39%
Rata-rata	81,89%	93,98%	99,71%	77,04%

Berdasarkan tabel 5.1 di atas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai OEE pada mesin *ring spinning frame* untuk periode Februari 2020 hingga Januari 2021 adalah sebesar 77,04%. Sedangkan nilai rata-rata *availability* sebesar 81,89%, *performance* sebesar 93,98% dan *quality rate* sebesar 99,71%. Dapat diketahui bahwa nilai rata-rata OEE, *availability* dan *performance* belum memenuhi standar *world class* dimana indikator standar OEE adalah sebesar 85%, *availability* sebesar 90% dan *performance* sebesar 95%. Apabila dikategorikan sesuai dengan standar nilai OEE maka mesin *ring spinning frame* termasuk kedalam kategori sedang yaitu berkisar pada rentang persentase antara 75% hingga 85%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat permasalahan yang menyebabkan nilai OEE belum mencapai standar *world* yaitu karena faktor *availability rate* dan *performance* karena nilai yang didapatkan belum mencapai standar dunia. Oleh karena itu, jika menilik dari kategori OEE, hal ini berarti

bahwa mesin *ring spinning frame* belum maksimal saat beroperasi sehingga diperlukan perbaikan atau *improvement* agar kinerja mesin lebih optimal dan agar nilai OEE dapat naik sehingga PT Subah Spinning Mills dapat masuk ke dalam kategori perusahaan kelas dunia.

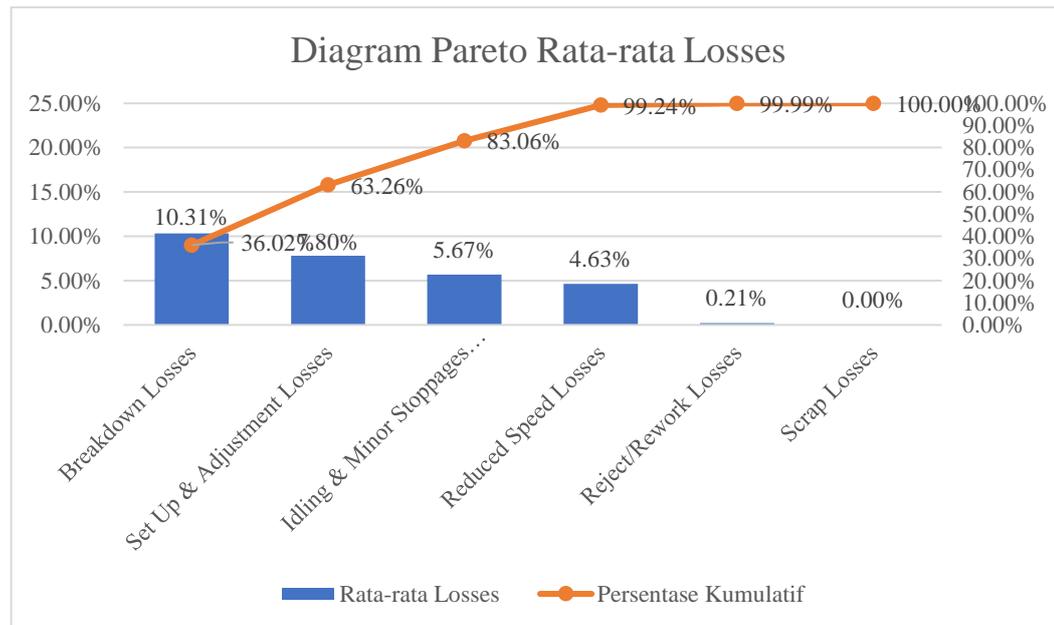
5.2 Analisis Six Big Losses

Bagian ini merupakan bagian yang berisi mengenai analisis terhadap hasil perhitungan *losses* yang dilakukan pada bagian sebelumnya. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis *losses* yang mendominasi yang mempengaruhi besaran nilai OEE. Hasil perhitungan *six big losses* dapat dilihat pada tabel 5.2 sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Persentase *Losses*

Jenis <i>Losses</i>	Rata-rata <i>Losses</i>	Persentase <i>Losses</i>	Kumulatif Persentase
<i>Breakdown Losses</i>	10,31%	36,02%	36,02%
<i>Set up & Adjustment Losses</i>	7,80%	27,24%	63,26%
<i>Idling & Minor Stoppages Losses</i>	5,67%	19,81%	83,06%
<i>Reduced Speed Losses</i>	4,63%	16,17%	99,24%
<i>Reject/Rework Losses</i>	0,21%	0,75%	99,99%
<i>Scrap Losses</i>	0,003%	0,01%	100,00%
TOTAL	28,63%	100,00%	

Menurut tabel di atas, hasil dari perhitungan rata-rata *losses* mesin dari keenam jenis *losses* adalah sebesar 28,63% dengan *breakdown losses* sebagai *losses* yang memiliki nilai tertinggi. Persentase *losses* pada tabel di atas menunjukkan nilai persentase yang disumbangkan dari setiap *losses* yang didapatkan dari perbandingan antara rata-rata *losses* dengan total *losses* yang besarnya adalah 28,63%. Sedangkan kumulatif persentase adalah hasil penjumlahan dari persentase *losses* yang telah didapatkan. Tabel di atas selanjutnya digunakan untuk membuat diagram pareto yang dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini:



Gambar 5. 1 Diagram Pareto *Losses*

Dapat diketahui berdasarkan gambar di atas bahwa terdapat tiga jenis *losses* yang mendominasi yaitu *breakdown losses*, *set up & adjustment losses* dan *idling & minor stoppages losses*. *Breakdown losses* memiliki nilai rata-rata *losses* sebesar 10,31% atau setara dengan 36,02% dari keseluruhan *losses* yang terjadi. *Set up losses* memiliki rata-rata sebesar 7,80% atau setara dengan menyumbang 27,24% dari keseluruhan *losses* yang terjadi. Sedangkan *idling losses* memiliki rata-rata sebesar 5,67% atau sebesar 19,81% dari keseluruhan nilai *losses*. Besarnya nilai *breakdown losses* dikarenakan tingginya nilai kerusakan mesin pada mesin *ring spinning frame*. Sedangkan *set up losses* terjadi karena disebabkan lamanya proses *set up* mesin sehingga waktu untuk produksi terhambat. Adapun *idling & minor losses* terjadi dikarenakan terjadi pemberhentian sementara yang disebabkan oleh adanya gangguan pada mesin seperti sensor yang *error*.

5.3 Analisis Hubungan OEE dengan *Six big Losses*

Berdasarkan analisis OEE dan analisis *losses* yang telah dilakukan, terdapat tiga *losses* yang memiliki pengaruh terhadap nilai OEE yaitu *breakdown losses*, *set up &*

adjustment losses dan *idling & minor stoppages losses*. Hasil rata-rata OEE yang didapatkan adalah sebesar 77,04% dan belum memenuhi standar *world class*.

Adapun hubungan antara *six big losses* dengan OEE adalah hubungan yang berbanding terbalik, dimana semakin tinggi nilai OEE maka nilai *six big losses* semakin rendah. Begitupula sebaliknya, semakin rendah nilai OEE maka nilai *six big losses* akan semakin tinggi. Pada PT Subah Spinning Mills, nilai OEE mesin *ring spinning frame* belum termasuk kategori *world class* karena faktor *availability* dan *performance* belum memenuhi standar. Hal ini sejalan dengan tingginya *losses* yang ada yaitu *breakdown losses*, *set up & adjustment losses* dan *idling & minor stoppages losses*. Dimana *breakdown losses* dan *set up & adjustment losses* termasuk ke dalam *downtime losses*, yang besarnya mempengaruhi nilai *availability*. Sedangkan *idling & minor stoppages losses* termasuk ke dalam *speed losses*, yang besarnya mempengaruhi nilai *performance*. Sehingga berdasarkan hal tersebut maka dilakukan identifikasi penyebab terjadinya *losses* tersebut sebagai acuan untuk melakukan rekomendasi perbaikan agar efektivitas mesin *ring spinning frame* meningkat.

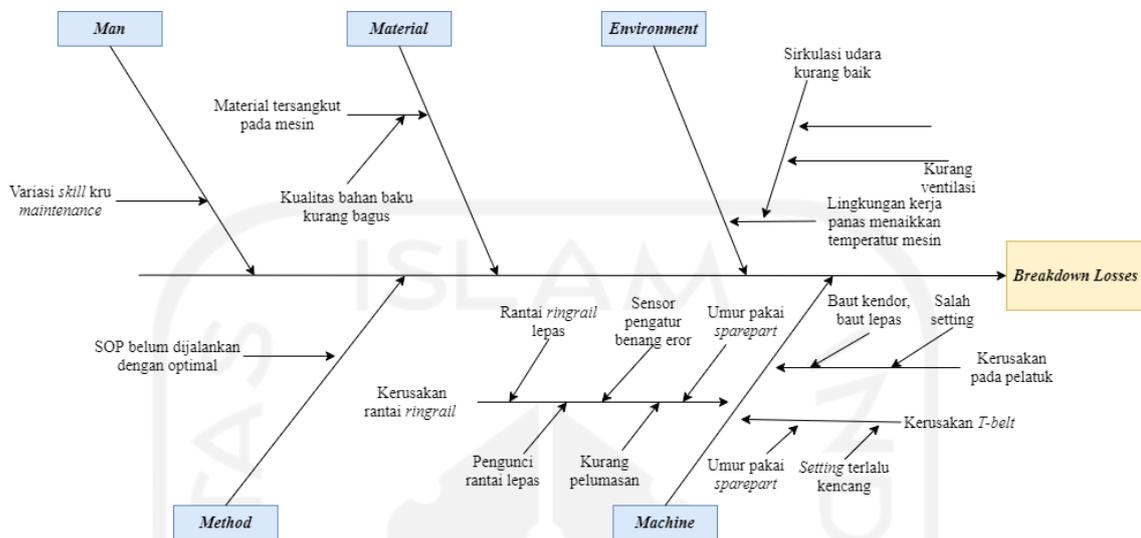
5.4 Analisis Diagram Fishbone

Sesuai dengan hasil perhitungan *losses* didapatkan 3 jenis *losses* yang dominan yaitu *breakdown losses*, *set up & adjustment losses* dan *idling & minor stoppages losses*. Sehingga tahap selanjutnya adalah mengenai identifikasi akar penyebab terjadinya tiga *losses* tersebut. Identifikasi akar masalah dilakukan dengan menggunakan *tools* berupa diagram *fishbone* atau diagram sebab akibat. Berikut ini merupakan identifikasi dan analisis dari hasil diagram *fishbone* terhadap *losses* tersebut.

5.4.1 Analisis Breakdown Losses Dengan Diagram Fishbone

Breakdown losses merupakan *losses* yang terjadi dikarenakan tingginya frekuensi kerusakan mesin sehingga proses produksi tidak optimal. Sehingga dilakukan proses identifikasi akar penyebab yang menimbulkan terjadinya *breakdown losses* pada mesin *ring spinning frame*. Terdapat 5 aspek yang digunakan untuk mengidentifikasi yaitu aspek manusia, mesin, material, metode dan lingkungan. Pada *losses* ini kelima aspek

tersebut menyebabkan terjadinya *breakdown losses*. Gambar 5.2 berikut menunjukkan diagram *fishbone* dari *breakdown losses*.



Gambar 5. 2 Diagram *Fishbone Breakdown Losses*

Berdasarkan diagram *fishbone* di atas, berikut ini merupakan analisis identifikasi penyebab terjadinya *breakdown losses* ditinjau dari kelima aspek yang mempengaruhi:

1. Manusia (*Man*)

Aspek manusia yang menyebabkan terjadinya *breakdown losses* adalah variasi *skill* kru *maintenance*. Perbedaan *skill* ini menyebabkan hasil perbaikan yang dilakukan terhadap mesin menjadi bervariasi. Perbaikan yang kurang tepat atau kurang sempurna pada sparepart atau keseluruhan mesin dapat membuat mesin mudah mengalami kerusakan kembali.

2. Mesin (*Machine*)

Aspek mesin menjadi penyebab utama terjadinya *breakdown losses* karena faktor yang paling mempengaruhi terjadinya *breakdown losses* adalah dikarenakan kerusakan *sparepart* komponen mesin. Adapun kerusakan *sparepart* dengan frekuensi yang paling sering adalah meliputi kerusakan rantai *ringrail*, kerusakan pelatuk dan kerusakan *t-belt*. Terjadinya kerusakan rantai *ringrail* menempati frekuensi terbesar dengan penyebab kerusakan meliputi lepasnya rantai *ringrail*, sensor pengatur benang *error*, kurang pelumasan dan pengunci rantai lepas. Lalu kerusakan dengan frekuensi tinggi urutan kedua adalah kerusakan pada *t-belt* dengan penyebab kerusakan yaitu *setting* terlalu

kencang dan umur pakai komponen (*lifetime*). Sedangkan kerusakan selanjutnya yaitu pada pelatuk disebabkan oleh terlepasnya baut dan kesalahan *setting*. Kerusakan *sparepart* mesin ini menyebabkan proses produksi menjadi kurang optimal karena mesin menjadi berhenti beroperasi.

3. Material

Aspek material atau bahan baku juga menyebabkan terjadinya *breakdown losses* dengan penyebab yaitu material tersangkut pada mesin yang dikarenakan kualitas bahan baku yang kurang bagus. Kualitas bahan baku yang kurang bagus atau bervariasi akan menyebabkan benang yang dibuat menjadi memiliki ketidakrataan yang tidak sesuai standar, sehingga dapat menyebabkan benang putus saat sedang diproduksi yang jika masuk ke dalam mesin maka dapat membuat mesin kotor akan tumpukan benang dan dapat menyebabkan kemacetan mesin.

4. Metode (*Method*)

Aspek metode yang menyebabkan terjadinya *breakdown losses* yaitu kurangnya mematuhi Standar Operasional Prosedur (SOP) ketika menghadapi kerusakan mesin, operator mesin banyak yang tidak melakukan pengisian *form* kerusakan mesin sehingga pencatatan masih belum dijalankan dengan baik.

5. Lingkungan (*Environment*)

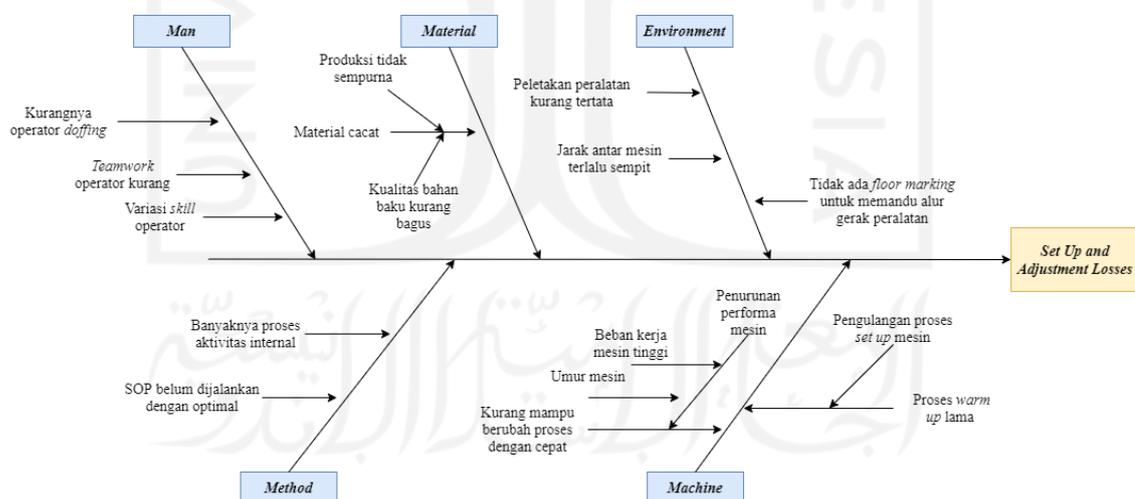
Lingkungan kerja yang panas menyebabkan temperatur mesin mudah naik sedangkan ventilasi dan pendingin ruangan pada lantai produksi tidak bekerja secara maksimal.

Berdasarkan penjelasan dari faktor penyebab terjadi *breakdown losses* tersebut, berdasarkan analisis lapangan yang disajikan pada diagram *fishbone*, dapat diketahui bahwa penyebab utama adalah dari faktor mesin yaitu kerusakan *sparepart*. Faktor ini merupakan penyebab yang mempengaruhi secara langsung terhadap terjadinya *breakdown* mesin. Terjadinya *breakdown* mesin *ring spinning frame* pada PT Subah Spinning Mills selama ini disebabkan oleh faktor kerusakan *sparepart*. Namun terjadinya *breakdown* mesin juga dipengaruhi oleh faktor lain yang menjadi faktor pendukung dari terjadinya faktor penyebab utama. Seperti faktor manusia berupa variasi *skill maintenance* mempengaruhi pada kondisi mesin karena jika perbaikan yang dilakukan kurang sempurna maka dapat menyebabkan cepatnya kerusakan kembali

pada mesin. Dari faktor metode berupa kurangnya penerapan SOP dapat menyebabkan kerusakan pada mesin karena pengisian form kerusakan tidak dijalankan sehingga menyebabkan kurangnya pemantauan atau tindakan preventif yang seharusnya dilakukan terhadap mesin. Dari faktor material berupa mesin kotor karena material yang tersangkut dapat menyebabkan sparepart mesin menjadi macet sehingga terjadi *breakdown*.

5.4.2 Analisis *Set up & Adjustment Losses* Dengan Diagram *Fishbone*

Set up & adjustment losses merupakan *losses* yang terjadi dikarenakan waktu *set up* mesin yang lama sehingga waktu produksi menjadi terpotong oleh aktivitas *set up* tersebut. Sehingga dilakukan proses identifikasi akar penyebab yang menimbulkan terjadinya *set up & adjustment losses* pada mesin *ring spinning frame*. Terdapat 5 aspek yang digunakan untuk mengidentifikasi yaitu aspek manusia, mesin, material, metode dan lingkungan. Pada *losses* ini kelima aspek tersebut menyebabkan terjadinya *set up & adjustment losses*. Gambar 5.3 berikut menunjukkan diagram *fishbone* dari *set up & adjustment losses*.



Gambar 5. 3 Diagram *Fishbone Set up & Adjustment Losses*

Berdasarkan diagram *fishbone* di atas, berikut ini merupakan analisis identifikasi penyebab terjadinya *set up & adjustment losses* ditinjau dari kelima aspek yang mempengaruhi:

1. Manusia (*Man*)

Aspek manusia yang menyebabkan terjadinya *losses* adalah kurangnya operator *doffing*, *teamwork* operator yang kurang dan variasi *skill* operator. Penyebab lamanya proses *set up* mesin yaitu karena kurangnya operator ketika proses *doffing*, sehingga memerlukan waktu yang lama. Lalu penyebab lain adalah karena *teamwork* operator yang kurang sehingga proses *set up* mesin menjadi lama karena operator tidak bekerja dengan koordinasi yang baik. Sedangkan penyebab lainnya yaitu variasi *skill* operator. Perbedaan *skill* ini menyebabkan kecepatan proses *set up* mesin menjadi bervariasi. Dalam melakukan *set up* mesin, beberapa operator bekerja bersamaan, sehingga ketika terdapat variasi *skill* maka yang terjadi adalah operator dengan *skill* mumpuni telah selesai mengerjakan tugasnya, sedangkan bagi operator dengan *skill* yang kurang mumpuni, tugas pekerjaannya belum selesai. Hal ini dapat menghambat proses *set up* mesin.

2. Mesin (*Machine*)

Aspek mesin yang menyebabkan terjadinya *set up losses* adalah karena mesin kurang mampu untuk melakukan proses perubahan jenis produk yang diproduksi dalam waktu yang singkat dan proses *warm up* (pemanasan) yang lama. Penyebab mesin kurang mampu adalah karena penurunan performa mesin seiring berjalannya waktu yang dipengaruhi oleh umur mesin dan beban kerja mesin yang tinggi karena terus beroperasi. Sedangkan penyebab proses *warm up* lama karena terjadinya pengulangan proses *set up* mesin. Hal ini disebabkan mesin tidak langsung bekerja sesuai dengan *setting* yang dilakukan, sehingga memerlukan pengulangan *setting* mesin.

3. Material

Aspek material yang menyebabkan terjadinya *set up losses* adalah karena material cacat. Material cacat disebabkan oleh produksi yang tidak sempurna dan karena kualitas bahan baku yang kurang bagus. Cacat material menyebabkan proses *set up* menjadi terganggu, karena jika mesin melakukan produksi dengan diawali memproses material yang cacat maka mesin tidak dapat berjalan dengan baik sehingga diperlukan *setting* ulang.

4. Metode (*Method*)

Terjadinya *set up losses* adalah karena SOP tidak dijalankan dengan optimal dan terjadi banyak proses aktivitas internal *set up*. Tidak diterapkannya SOP saat *changeover* produk dan *set up* mesin menyebabkan proses *set up* memakan waktu yang lama. Urutan proses yang dilakukan adalah hanya dengan melihat sesuai kondisi paling memungkinkan untuk memilih mana pekerjaan yang dikerjakan operator terlebih dahulu. Adapun penyebab lain yaitu karena banyaknya aktivitas internal *set up* pada saat melakukan proses *changeover* produk (pergantian proses produksi). Aktivitas internal *set up* adalah kegiatan *set up* yang dilakukan saat mesin dalam keadaan mati. Penyebab terjadinya banyak aktivitas internal *set up* dikarenakan belum adanya metode identifikasi internal dan eksternal *set up* sehingga tidak terdapat suatu standar yang menjadi pedoman operator saat melakukan setup mesin. Aktivitas internal *set up* menyebabkan kerugian karena tidak efektif waktu dan seharusnya aktivitas tersebut dapat dilakukan secara eksternal *set up* atau kegiatan *set up* yang dilakukan saat proses produksi sebelumnya sedang berjalan.

5. Lingkungan (*Environment*)

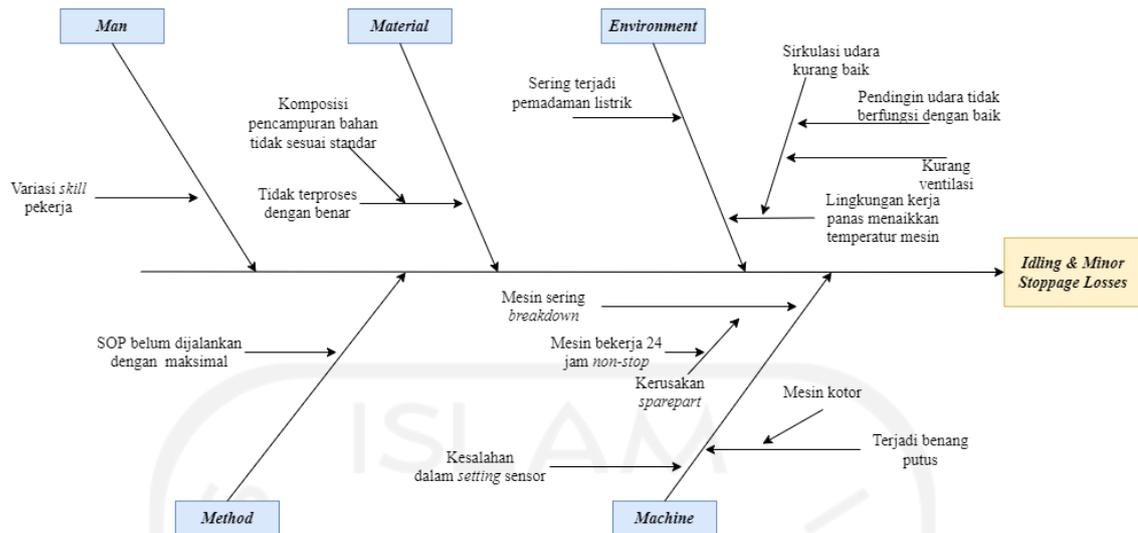
Lingkungan kerja pada area kerja mesin *ring spinning frame* juga menyebabkan terjadinya *set up losses* yaitu karena peletakan peralatan masih kurang tertata, belum ada *floor marking* untuk memandu alur gerak peralatan dan jarak antar mesin terlalu sempit. Peletakan peralatan seperti *box cops* ini masih diletakkan di pinggir-pinggir ruangan sehingga kondisi ruangan menjadi tidak rapi dan menyebabkan ruang gerak menjadi terbatas. Selain itu belum ada *floor marking* untuk memandu alur gerak *box cops* setelah selesai melakukan *doffing*, sehingga menyebabkan operator *doffing* harus mengambil jalan memutar ketika di sisi lain mesin juga sedang dilakukan *doffing* agar antar operator tidak bertabrakan. Jarak antar mesin terlalu sempit menyebabkan ruang gerak operator saat bekerja menjadi terbatas.

Berdasarkan penjelasan dari faktor penyebab terjadi *set up losses* tersebut, berdasarkan analisis lapangan yang disajikan pada diagram *fishbone*, dapat diketahui bahwa penyebab utama adalah dari faktor mesin yaitu proses *warm up* yang lama dan

faktor metode yaitu banyaknya aktivitas internal. Faktor ini merupakan penyebab yang mempengaruhi secara langsung terhadap terjadinya *set up losses*. Hal ini sejalan dengan kondisi lapangan karena umur mesin sehingga diperlukan pengulangan *setting* mesin untuk *warm up*. Selain itu kurangnya pengetahuan mengenai proses *changeover* yang tepat dan cepat mengakibatkan banyaknya aktivitas internal ketika dilakukan proses *changeover*. Namun terjadinya *set up losses* juga dipengaruhi oleh faktor lain yang menjadi faktor pendukung dari terjadinya faktor penyebab utama. Seperti faktor manusia berupa kurangnya operator *doffing*, *teamwork* operator yang kurang dan variasi *skill* operator. Dari faktor material berupa adanya material cacat. Sedangkan dari faktor lingkungan karena peletakan peralatan masih kurang tertata, belum ada *floor marking* untuk memandu alur gerak peralatan dan jarak antar mesin terlalu sempit. Dari faktor lingkungan ini menyebabkan proses *changeover* menjadi lambat karena hambatan yang terdapat di faktor lingkungan ini.

5.4.3 Analisis *Idling & Minor Stoppages Losses* Dengan Diagram *Fishbone*

Idling & minor stoppages losses merupakan *losses* yang terjadi dikarenakan mesin berhenti sementara atau proses produksi terhenti dalam waktu yang relatif singkat. Sehingga dilakukan proses identifikasi akar penyebab yang menimbulkan terjadinya *idling & minor stoppages losses* pada mesin *ring spinning frame*. Terdapat 5 aspek yang digunakan untuk mengidentifikasi yaitu aspek manusia, mesin, material, metode dan lingkungan. Pada *losses* ini kelima aspek tersebut menyebabkan terjadinya *idling & minor stoppages losses*. Gambar 5.4 berikut menunjukkan diagram *fishbone* dari *idling & minor stoppages losses*.



Gambar 5. 4 Diagram *Fishbone Idling & Minor Stoppages Losses*

Berdasarkan diagram *fishbone* di atas, berikut ini merupakan analisis identifikasi penyebab terjadinya *idling & minor stoppages losses* ditinjau dari kelima aspek yang mempengaruhi:

1. Manusia (*Man*)

Aspek manusia yang menyebabkan terjadinya *idling & minor stoppages losses* adalah variasi *skill* pekerja. Perbedaan *skill* ini menyebabkan variasi kecepatan proses perbaikan ketika terjadi pemberhentian mesin sementara atau proses produksi terhenti. Apabila terjadi kerusakan mesin atau berhenti produksi sementara dan proses penanganan tidak diatasi dengan cepat maka akan menyebabkan terjadi kerugian berupa *idling & minor stoppages losses*.

2. Mesin (*Machine*)

Penyebab terjadinya kerugian dari faktor mesin adalah berupa mesin yang sering *breakdown*, kesalahan *setting* sensor dan terjadi benang putus. Mesin sering *breakdown* menyebabkan terjadinya *idling & minor* karena mempengaruhi performa mesin, ini dikarenakan mesin bekerja 24 jam *nonstop* dan mengakibatkan *sparepart* menjadi mudah rusak. Kesalahan dalam *setting* sensor menyebabkan terjadinya *spindle* berhenti sehingga membuat mesin tidak beroperasi dalam waktu yang relatif sebentar dan memerlukan *setting* ulang sensor. Adapun terjadinya benang putus menyebabkan mesin tetap beroperasi normal tapi tanpa menghasilkan produk, sehingga operator harus menyambung benang agar dapat menghasilkan gulungan benang kembali. Putus benang ini

disebabkan oleh penumpukan kotoran pada mesin yang membuat proses pembuatan benang menjadi terganggu dan mempengaruhi tingkat kekuatan benang.

3. Material

Bahan baku yang tidak terproses dengan benar sebagai akibat dari komposisi pencampuran bahan yang tidak sesuai standar menyebabkan kualitas benang menjadi tidak optimal. Ini berpengaruh pada saat benang diproses yang dapat menyebabkan terjadinya benang putus sehingga menyebabkan mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk.

4. Metode (*Methods*)

SOP saat mesin mengalami kondisi henti sementara karena kesalahan *setting* sensor dan terjadi benang putus tidak dijalankan dengan maksimal. Sehingga terdapat kemungkinan hal tersebut akan terulang kembali walaupun baru saja dilakukan pembetulan.

5. Lingkungan (*Environment*)

Lingkungan kerja yang panas menyebabkan temperatur mesin mudah naik sedangkan ventilasi dan pendingin ruangan pada lantai produksi tidak bekerja secara maksimal. Selain itu sering terjadinya pemadaman listrik pada daerah sekitar perusahaan menyebabkan proses produksi menjadi terhenti sementara.

Berdasarkan penjelasan dari faktor penyebab terjadi *idling losses* tersebut, berdasarkan analisis lapangan yang disajikan pada diagram *fishbone*, dapat diketahui bahwa penyebab utama terjadinya *idling losses* adalah dari faktor mesin yaitu karena terjadinya benang putus dan kesalahan dalam setting sensor mesin. Faktor ini merupakan penyebab yang mempengaruhi secara langsung terhadap terjadinya mesin berhenti sementara. Namun terjadinya *idling losses* juga dipengaruhi oleh faktor lain yang menjadi faktor pendukung dari terjadinya faktor penyebab utama. Seperti faktor manusia berupa variasi *skill maintenance* mempengaruhi pada mesin karena jika perbaikan tidak dilakukan dengan segera maka dapat menyebabkan proses produksi tidak segera berjalan kembali. Dari faktor metode berupa kurangnya penerapan SOP dapat menyebabkan terjadinya kembali *idling losses* karena jika setting mesin tidak sesuai SOP maka dapat menyebabkan terjadinya permasalahan *idling losses*. Dari faktor material berupa komposisi pencampuran bahan yang tidak sesuai standar menyebabkan

kualitas benang menjadi tidak optimal. Ini berpengaruh pada saat benang diproses yang dapat menyebabkan terjadinya benang putus sehingga menyebabkan mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk.

5.5 Rekomendasi Perbaikan

Setelah dilakukan analisis identifikasi penyebab terjadinya 3 *losses* tersebut maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis usulan upaya perbaikan dengan menggunakan pendekatan pilar TPM. Pemberian rekomendasi dengan pendekatan pilar TPM (*Total Productive Maintenance*) yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan dalam industri, yang mencakup pada perawatan mesin serta seluruh operasi dan fasilitas produksi termasuk peningkatan motivasi dari karyawan perusahaan.

Pemberian usulan rekomendasi perbaikan diberikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang sudah dilakukan. Kontribusi dari analisis penyebab permasalahan berdasarkan diagram fishbone terhadap rekomendasi dibuat juga dengan pertimbangan kondisi eksisting perusahaan tempat penelitian. Adapun kondisi eksisting perusahaan saat ini adalah belum melakukan pengukuran performa dan efektivitas dari seluruh mesin produksi yang ada di perusahaan serta belum melakukan pencatatan informasi dan data mengenai kinerja mesin. Sehingga pemberian rekomendasi yang dilakukan juga mempertimbangkan dari kondisi perusahaan saat ini. Adapun hasil menunjukkan bahwa terdapat 3 *losses* yang harus dilakukan penanganan untuk meminimasi nilai *losses* tersebut. Rekomendasi yang diberikan pada penelitian ini adalah sesuai dengan pilar TPM yang diharapkan dapat membantu memperbaiki permasalahan dari *losses* yang ada. Adapun rekomendasi usulan perbaikan yang diberikan adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 3 Rekomendasi Perbaikan

Masalah	Penyebab Masalah	Rekomendasi Perbaikan
Rekomendasi Perbaikan <i>Breakdown Losses</i>		
Mesin <i>ring spinning frame</i> sering mengalami kerusakan	Kerusakan <i>sparepart</i> mesin <i>ring spinning frame</i> yaitu pada bagian rantai <i>ringrail</i> , <i>t-belt</i> dan pelatuk	<p>Melakukan <i>Preventive Maintenance</i></p> <ol style="list-style-type: none"> a. Melakukan inspeksi pada mesin secara berkala. b. Membuat pencatatan (<i>historical records</i>) setelah pengecekan atau perbaikan pada komponen mesin yang berisi tanggal ganti <i>sparepart</i>, jenis <i>sparepart</i> yang selesai diperbaiki dan tanggal periode penggantian selanjutnya. c. Mengganti komponen saat umur pakai mendekati batas maksimal pemakaian (3 bulan untuk <i>t-belt</i>).
Lama proses <i>maintenance</i> bervariasi	Terdapat perbedaan <i>skill</i> pada pekerja baik operator produksi maupun pekerja <i>maintenance</i>	<p>Menerapkan <i>Training and Education</i></p> <ol style="list-style-type: none"> a. Membuat pelatihan kepada operator produksi tentang prosedur proses <i>doffing</i> dan penanganan kerusakan minor pada mesin. Sedangkan pelatihan untuk operator <i>maintenance</i> adalah mengenai pelatihan penanganan kerusakan dan pembersihan mesin secara tepat, cepat dan aman. b. Melakukan evaluasi kinerja operator secara periodik.

Masalah	Penyebab Masalah	Rekomendasi Perbaikan
Rekomendasi Perbaikan <i>Set up & Adjustment Losses</i>		
Terlalu banyak aktivitas internal <i>set up</i> saat melakukan proses <i>changeover</i> produk	Operator belum mengetahui tentang internal eksternal <i>set up</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkonversi aktivitas internal yang memungkinkan untuk diubah menjadi aktivitas eksternal - Melakukan <i>training and education</i> dengan cara memberi pengarahan dan membuat prosedur proses <i>changeover</i> produk
Proses pengambilan peralatan dan pergerakan proses <i>set up</i> terhambat	<ul style="list-style-type: none"> - Belum adanya <i>floor marking</i> untuk memandu alur gerak peralatan. - Peletakan peralatan <i>doffing (box cops)</i> belum tertata dengan benar 	Melakukan penataan peralatan, membuat standar demarkasi untuk <i>floor marking</i> dan memberi garis marka pada pinggir ruangan untuk meletakkan <i>box cops</i> .
Terjadi pengulangan masalah pada proses <i>set up</i> ketika <i>changeover</i> produk dan ketika perbaikan kerusakan <i>sparepart</i>	SOP belum dipatuhi dengan baik dan tidak dijalankan dengan optimal	Menerapkan <i>Training and Education</i> dengan memberi arahan dan bimbingan pada pekerja agar selalu mematuhi SOP serta melakukan evaluasi secara berkala.
Rekomendasi Perbaikan <i>Idling & Minor Stoppages Losses</i>		
Kondisi lingkungan lantai produksi yang panas	Kurangnya ventilasi dan sirkulasi udara yang kurang	Menerapkan <i>Safety, Health and Environment</i> dengan melakukan pengecekan dan evaluasi pada sistem sirkulasi

Masalah	Penyebab Masalah	Rekomendasi Perbaikan
menyebabkan mesin semakin mudah panas	baik.	dan ventilasi pabrik.
Mesin mengalami kendala pada proses produksi mengakibatkan terjadi benang putus	Mesin kotor yang menyebabkan terjadinya penumpukan bahan baku yang tersangkut pada mesin	Melakukan <i>Autonomous Maintenance</i> dengan cara melibatkan operator produksi tanpa bergantung pada bagian <i>maintenance</i> dengan membersihkan mesin pada bagian yang kotor baik sebelum atau setelah mesin digunakan.
Sering terjadi pemadaman listrik yang menyebabkan proses produksi menjadi terhenti sementara	Antara genset dengan pengalir listrik, sistem pengoperasian otomatis sering mengalami kendala menyebabkan genset menjadi tidak langsung beroperasi ketika terjadi listrik padam.	Melakukan pengecekan dan pemantauan kondisi alat pengontrol berupa ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>) dan AMF (<i>Automatic Main Failure</i>) agar selalu dalam kondisi yang bagus dan siap beroperasi. AMF berguna untuk mengontrol saat genset harus mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban atau sebaliknya. Sedangkan ATS adalah untuk menjalankan sistem genset sehingga mesin dapat segera menyala.

5.6 Penerapan Rekomendasi Perbaikan

Dari rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk mengatasi masalah yang ada, berikut ini merupakan uraian penerapan dari rekomendasi perbaikan tersebut.

5.6.1 Penerapan Rekomendasi *Breakdown Losses*

Berdasarkan rekomendasi perbaikan yang sudah diusulkan, berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing penerapan rekomendasi perbaikan:

1. Penerapan *Planned Maintenance*

Kegiatan *planned maintenance* sudah diterapkan oleh PT Subah Spinning Mills dengan membuat jadwal *maintenance* mesin. Sehingga dalam penerapan rekomendasi perbaikan ini adalah berupa *improvement* dari *planned maintenance*. Penerapan *preventive maintenance* yang diusulkan adalah dilakukannya penambahan aktivitas pada *maintenance* mesin yaitu sebagai berikut:

- a. Melakukan inspeksi setiap mesin akan mulai dijalankan
- b. Membuat pencatatan komponen mesin seperti tanggal saat *sparepart* diganti, jenis *sparepart* yang selesai diganti dan tanggal kapan *sparepart* harus diganti.
- c. Pencatatan tersebut harus langsung diisi setelah aktivitas pengecekan atau perbaikan selesai dilakukan.

2. Penerapan *Training and Education*

Dalam penerapan *training and education*, operator akan diberikan materi pelatihan oleh pihak divisi *maintenance* dan produksi yang berwenang. Selain itu dilakukan juga evaluasi kinerja operator secara periodik oleh pihak divisi produksi. Adapun materi pelatihan yang diberikan yaitu sebagai berikut:

- a. Untuk operator *maintenance*
 - Pelatihan melakukan perbaikan komponen mesin secara cepat, tepat dan aman
 - Pembiasaan untuk melakukan pembersihan dan perapihan peralatan setelah selesai digunakan

b. Untuk operator produksi

- Pelatihan cara melakukan urutan proses *doffing* agar berjalan secara cepat
- Pelatihan jika terjadi kerusakan *minor* pada mesin agar dapat segera diatasi sendiri tanpa menunggu pihak *maintenance*
- Memberi arahan pembagian tugas pada setiap pekerja yang bertugas bersamaan agar meningkatkan *teamwork* sehingga pekerjaan dapat cepat selesai

5.6.2 Penerapan Rekomendasi *Set up & Adjustment Losses*

1. Mengkonversi Aktivitas Internal Menjadi Aktivitas Eksternal

Dalam langkah ini dilakukan identifikasi pada aktivitas internal yang memungkinkan untuk dapat dikonversi menjadi jenis aktivitas eksternal. Pengkonversian menjadi aktivitas eksternal ini bertujuan untuk mempersingkat waktu. Ini dilakukan dengan cara ketika mesin memproduksi jenis benang sebelumnya, operator produksi mengerjakan *set up* untuk melakukan produksi jenis produk benang selanjutnya. Proses konversi ini didasarkan pada kondisi aktual yang ada di lantai produksi.

Konversi aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal pada mesin *ring spinning frame* dilakukan pada aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Adapun aktivitas internal *set up* yang dapat diubah menjadi eksternal *set up* adalah sebagai berikut:

- Kegiatan mengambil *gear* dan peralatan dari ruangan *maintenance* seharusnya dilakukan oleh operator ketika mesin sedang berjalan sehingga dapat menghemat waktu *set up*.
- Kegiatan mengambil kereta *doffing*, *box cops* dan *box* benang dilakukan ketika saat mesin sedang berjalan sehingga dapat mengurangi lamanya *set up* dan mencegah terjadinya *wasting time*.

2. Melakukan *Training And Education* Untuk Prosedur *Changeover*

Setelah dilakukan pengkonversian internal *set up* menjadi eksternal *set up* maka dapat digunakan untuk membuat perbaikan pada prosedur proses *changeover*

produk. Hasil tersebut nantinya digunakan untuk memberi pengarahan kepada operator agar melakukan proses *changeover* sesuai dengan prosedur. Adapun prosedur perbaikan pada proses *changeover* yang dapat diusulkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. 4 Usulan Prosedur *Changeover*

PROSEDUR GANTI PROSES PRODUKSI BENANG
<p>Saat mesin masih memproduksi</p> <p>Operator <i>maintenance</i> menyiapkan <i>sparepart</i> dan peralatan yang dibutuhkan untuk ganti proses</p> <p>Operator produksi menyiapkan kereta <i>doffing</i>, <i>box cops</i> dan <i>box</i> benang</p> <p>Meletakkan peralatan yang dibutuhkan di dekat mesin</p> <p>Saat kondisi stop mesin</p> <p>Mengganti gulungan <i>roving</i></p> <p>Memasukkan seluruh <i>cops</i> dari proses sebelumnya ke dalam <i>box</i> benang</p> <p>Memasang <i>cops</i> kosong</p> <p>Mengganti <i>gear</i></p> <p>Menaikkan kedudukan <i>ringrail</i> dan mengecek <i>rachet</i></p> <p><i>Setting</i> mesin (<i>speed</i>, <i>counter</i>, ketukan)</p>

3. Melakukan penataan peralatan

Karena belum ada *floor marking* untuk memandu alur gerak peralatan maka dilakukan penataan peralatan sehingga ketika akan melakukan proses pengambilan peralatan menjadi mudah karena sudah tertata dengan baik. Selain itu dilakukan pemberian usulan perbaikan berupa pembuatan standar demarkasi pada lingkungan lantai produksi yaitu berupa *floor marking* dan garis marka untuk meletakkan peralatan seperti *box cops*.

4. Menerapkan *Training and Education* Untuk SOP

Karena sering terjadi pengulangan masalah seperti kesalahan *setting* saat melakukan *set up* mesin maka diperlukan bimbingan dan arahan dari pihak divisi

maintenance dan produksi kepada operator untuk selalu mematuhi SOP. Pemberlakuan evaluasi SOP oleh pihak divisi kepada kondisi aktual pada lantai produksi dilakukan secara periodik untuk memantau apakah SOP sudah diterapkan dengan baik atau belum.

5.6.3 Penerapan Rekomendasi *Idling & Minor Stoppages Losses*

1. Penerapan *Safety, Health and Environment*

Pengecekan lingkungan oleh pihak perusahaan diperlukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat. Kendala pada lingkungan kerja aktual saat ini adalah berupa lingkungan kerja yang panas karena sirkulasi kurang baik. Sehingga diperlukan evaluasi pada sistem sirkulasi dan ventilasi pabrik secara berkala dan melakukan perbaikan jika ditemukan suatu permasalahan pada sistem tersebut.

2. Melakukan *Autonomous Maintenance*

Dalam penerapan *autonomous maintenance*, operator produksi akan diberikan pelatihan ringan oleh divisi *maintenance* untuk melakukan inspeksi kebersihan mesin dan pembersihan mesin. Adapun materi pelatihan *maintenance* ringan yang dapat diberikan kepada operator produksi adalah sebagai berikut:

- Cara melakukan inspeksi sederhana ketika mesin belum mulai dijalankan
- Penjelasan mengenai komponen mana saja yang sering tersumbat oleh kotoran serpihan benang
- Cara melakukan pembersihan pada komponen mesin yang kotor

3. Pengecekan dan pemantauan panel ATS dan AMF

Dilakukannya pengecekan dan pemantauan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Main Failure*) agar ketika terjadi listrik padam maka panel tersebut dapat bekerja dengan baik agar dapat tercipta otomatisasi sehingga tidak memerlukan waktu lama untuk mesin kembali beroperasi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai OEE pada mesin *ring spinning frame* PT Subah Spinning Mills untuk periode Februari 2020 hingga Januari 2021, didapatkan rata-rata OEE adalah sebesar 77,04%. Mengacu pada *world class standard* untuk OEE, nilai OEE mesin *ring spinning frame* termasuk ke dalam kategori sedang dimana nilai tersebut berkisar pada rentang persentase antara 75% hingga 85%. Kategori ini berarti nilai mesin dalam melakukan produksi sudah termasuk dalam kategori normal namun tetap diperlukan adanya perbaikan dan peningkatan agar sistem produksi termasuk kategori kelas dunia dengan persentase OEE melebihi atau sama dengan 85%.
2. Berdasarkan perhitungan *six big losses, breakdown losses* menempati nilai tertinggi dengan persentase sebesar 10,31% atau menyumbang sebesar 36,02% dari total keseluruhan *losses* sehingga menjadikan *losses* tersebut sebagai *losses* yang paling mempengaruhi nilai efektivitas mesin. Jenis *losses* terbesar kedua adalah *set up & adjustment losses* dengan persentase sebesar 7,08% atau menyumbang sebesar 27,24% dari total keseluruhan *losses*. Kedua *losses* tersebut termasuk ke dalam *downtime losses*. Sedangkan *losses* yang menempati urutan ketiga mempengaruhi mesin adalah *idling & minor stoppages losses* dengan persentase sebesar 5,67% dimana *losses* ini termasuk ke dalam *speed losses*.
3. Faktor penyebab terjadinya *losses* pada mesin *ring spinning frame* PT Subah Spinning Mills dengan analisis diagram *fishbone* yaitu:
 - a. Manusia : Variasi keahlian pekerja dan kurangnya *teamwork* antar pekerja.
 - b. Mesin : Sering terjadi kerusakan *sparepart* (rantai *ringrail*, *t-belt*, pelatuk) dan penurunan performa mesin.

- c. Material : Kualitas bahan baku, bahan baku yang cacat, kesiapan bahan baku untuk diproduksi, komposisi pencampuran bahan baku tidak sesuai standar
 - d. Metode : SOP kurang dipatuhi, banyaknya proses aktivitas internal, kurangnya evaluasi kinerja mesin.
 - e. Lingkungan : Lingkungan kerja yang panas, sering terjadi pemadaman listrik, tidak ada *floor marking*, jarak antar mesin terlalu sempit.
4. Rekomendasi perbaikan yang diberikan kepada perusahaan adalah:
- a. Menerapkan *Planned Maintenance*
Dengan melakukan inspeksi mesin setiap akan dijalankan dan membuat pencatatan terhadap komponen mesin (*historical records*) mengenai tanggal dilakukannya penggantian *sparepart*, jenis *sparepart* yang diperbaiki, periode penggantian *sparepart* selanjutnya, adapun pencatatan *historical records* dilakukan segera setelah dilakukannya aktivitas pengecekan atau perbaikan.
 - b. Menerapkan *Autonomous Maintenance*
Melibatkan operator produksi dalam melakukan perawatan mesin secara ringan yaitu proses pembersihan mesin pada bagian komponen yang kotor dan melakukan inspeksi sederhana menjelang mesin dijalankan, sehingga tidak terus bergantung kepada operator *maintenance*.
 - c. Menerapkan *Training and Education*
Memberikan pelatihan mengenai *skill* kepada operator produksi yaitu berupa proses *doffing*, pelatihan kerusakan minor, melatih *teamwork* dan prosedur *changeover*. Sedangkan pelatihan untuk operator *maintenance* mengenai prosedur yang tepat, cepat dan aman ketika melakukan proses *maintenance* dan pembersihan mesin. Selain itu direkomendasikan untuk melakukan evaluasi kinerja secara periodik dan memberikan arahan agar selalu mematuhi SOP.
 - d. Menerapkan *Safety, Health and Environment*
Memastikan lingkungan kerja di perusahaan aman dan sehat dengan melakukan pengecekan dan evaluasi pada lingkungan rantai produksi dan sistem sirkulasi pabrik.
 - e. Melakukan penataan peralatan
Membuat standar demarkasi *floor marking* dan garis marka untuk peletakan peralatan *box cops* serta melakukan penataan peralatan pekerja agar rapi.

f. Mengkonversi aktivitas internal menjadi eksternal

Melakukan konversi aktivitas internal menjadi eksternal agar lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *set up* dapat diminimalisasi. Hasil konversi ini digunakan untuk membuat prosedur *changeover* produk.

g. Memantau dan mengecek kondisi panel ATS dan AMF

Melakukan pengecekan dan pemantauan pada panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Main Failure*) agar selalu dalam kondisi yang bagus dan siap beroperasi.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan kepada perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Bagi Perusahaan

- a. Perusahaan perlu melakukan pengukuran performa dan efektivitas untuk seluruh mesin produksi.
- b. Perusahaan sebaiknya melakukan pencatatan atas segala informasi dan data mengenai seluruh proses produksi dan kerja mesin sehingga akan memudahkan jika suatu waktu dibutuhkan.
- c. Rekomendasi perbaikan yang telah diusulkan oleh peneliti dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk melakukan usaha perbaikan terkait dengan efektivitas kinerja mesin.

2. Bagi Penelitian Selanjutnya

- a. Dapat melakukan pengembangan penelitian dengan mempertimbangkan aspek biaya seperti biaya *maintenance*.
- b. Perhitungan OEE dilakukan pada seluruh mesin produksi, tidak hanya pada satu jenis mesin saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvira, Dianra. 2015. Usulan Peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin *Tapping* Manual dengan Meminimumkan *Six Big Losses*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional No.03 Vol.03.
- Ansori, Nachnul. dan Mustajib, M.Imron. 2013. Sistem Perawatan Terpadu (*Integrated Maintenance System*). Yogyakarta: Graha Ilmu
- Arpit S. Bhoyar, Laukik P. R., Sunil M. 2017. *Total Productive Maintenance: The Evolution in Maintenance and Efficiency*. *Int. Journal of Engineering Research and Application*. Vol.7 Nov: 26-32.
- Assauri, Sofjan. 2008. Manajemen Operasi Dan Produksi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia..
- Bambang Riyanto. 2001. Dasar-Dasar Pembelian Perusahaan. Edisi 4. BPFE: Yogyakarta.
- Borris, Steven. 2006. Total Productive Maintenance. New York: McGraw-Hill.
- Denso. 2006. *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM) and Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Study Guide.
- Goetsch, D.L., & Davis, S. 1995. *Introduction to Total Quality, Quality, Productivity, Competitiveness*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall International Inc.
- Gupta, Pardeep & Sachit Vardan. 2016. *Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study*. *International Journal of Production Research*.
- Heizer, Jay & Barry Render. 2011. Manajemen Operasi. Edisi Sembilan. Buku Dua. Diterjemahkan oleh Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Empat.
- Imai, Masaaki. 2001. Kaizen (Ky'zen): Kunci Sukses Jepang Dalam Persaingan. Jakarta: Penerbit PPM.
- Jono. 2015. *Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Boiler Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)* (Studi kasus pada PT. XY Yogyakarta), *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*. Universitas Widya Mataram Yogyakarta. Vol. 3, No. 2, Mei: 47- 62.
- Kameiswara, Restyoko A., Arif B. S., Wawan G. 2018. Analisa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Mengurangi *Six Big Losses* Pada *Cooling Pump*

- Blower Plant* PT. Pabrik Baja Terpadu. *Jurnal InTent*, Vol. 1, No. 1. Universitas Banten Jaya.
- Kho, B. 2018. 8 Pilar TPM (*Eight Pillar of TPM*). Diambil dari <https://ilmumanajemenindustri.com/8-pilar-tpm-total-productive-maintenance/>. Diakses pada 12 April 2021.
- Kristanto, M & Reza. 2020. Peningkatan Produktivitas Mesin *Screening Cable Medium Voltage* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness*. *Jurnal Terapan Teknik Industri*. Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi. Vol.1, No.1, Mei: 1-9.
- Mulyo, Andi Eko & M. Hermansyah. 2019. Penerapan TPM Dengan Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Dan *Six Big Losses* Pada Mesin *Reverse Osmosis* Di Bagian Utility PT. *Widatra Bhakti. Journal Knowledge Industrial Engineering* Vol. 06, No. 01, pp:1-10.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to TPM (Total Productive Maintenance)*. Cambridge, Massachusetts: Productivity Press.
- Nasution, M. N. 2005. *Manajemen Mutu Terpadu: Total Quality Management*, Edisi Kedua. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Nur, Muhammad & Hattaysir Haris. 2019. Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin Melalui Analisa Penerapan TPM Menggunakan Metode OEE Dan *Six Big Losses* Di PT. P&P Bangkinang. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. *Industrial Engineering Journal* Vol.8 No.1 (2019) 57-67.
- Nurdin, Mohamad, M. Firdaus, Febrinayanti, Erry R. 2018. *Analysis and Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Press Machine in PT*. Asian Bearindo. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. Mercu Buana University. Volume 3, Issue 6, June.
- Nursaningrum, Dewi & Lysa Setyaningrum. 2019. *Overall Equipment Effectiveness (OEE) Measurement Analysis for Optimizing Smelter Machinery*. *International Journal of Business Marketing and Management* Vol. 4, Issue 10, P.P. 70-78.
- O'Connor, Patrick D.T. 2001. *Practical Reliability Engineering, Fourth Edition*. England: John Wiley & Sons. Ltd.
- Singh, Sandeep, Karambir S., Vinod M., Gurcharan S. 2020. *Justification of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Indian Sugar mill industry for attaining core*

- excellence*. International Journal of Advance Research and Innovation. Khalsa College of Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 1: 34-36.
- Stamats, D.H. 2010. *The OEE Primer : Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York: Productivity Press by Taylor & Francis Group.
- Sudrajat, A. 2011. *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*, Bandung: PT Refika Aditama.
- Tamim, Muhammad Romli. 2017. *Analisa Pengukuran Kinerja Mesin Drawing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus : PT. Surya Cipta Baru Gresik)*. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Tsarouhas, Panagiotis. 2018. *Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE): A case study*. International Journal of Productivity and Performance Management.
- Wireman, Terry. 2004. *Total Productive Maintenance*, 2nd ed. New York: Industrial Press.
- Wiyagung P., Seto T., Wasiati S. W. 2019. *Analisa dan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness Pada Line Axle Shaft Di PT.X*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin. Politeknik Negeri Jakarta.
- Zenithia I. M., Pringgo W. Laksono. 2018. *Analysis of total productive maintenance (TPM) implementation using overall equipment effectiveness (OEE) and six big losses: A case study*. AIP Conference Proceedings. Universitas Sebelas Maret.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perusahaan Tempat Pengambilan Data



Lampiran 2. Lembar Data Penelitian

PT.SUBAH SPINNING MILLS -1
Production Departement

Rekap Produksi Cones

No.	Bulan	Bale	(Kg)	Average Cone (Bale)	Average Cone (Kg)
1	Januari 2020	3339.65	605946.60	107.73	19546.66
2	Februari 2020	3060.60	555314.76	109.31	19832.67
3	Maret 2020	3450.60	626076.42	111.31	20196.01
4	April 2020	3367.65	611026.92	112.26	20367.56
5	Mei 2020	1852.14	336052.71	59.75	10840.41
6	Juni 2020	1707.60	308737.80	56.92	10291.26
7	Juli 2020	2966.67	538272.63	95.70	17363.63
8	Agustus 2020	3325.79	603431.01	107.28	19465.52
9	September 2020	3259.68	591436.44	108.66	19714.55
10	Oktober 2020	3482.76	631911.42	112.35	20384.24
11	November 2020	3206.01	581698.50	106.87	19389.95
12	Desember 2020	3359.47	609544.63	108.37	19662.73
13	Januari 2021	3767.80	683628.94	121.54	22052.55

PT.SUBAH SPINNING MILLS -1
Production Departement

Rekap Cacat Produksi Cones

No.	Bulan	Cones	Bale	(Kg)	Average Cone (Bale)	Average Cone (Kg)
1	Januari 2020	420.00	5.83	1075.20	13.55	34.68
2	Februari 2020	390.00	5.42	998.40	13.93	34.43
3	Maret 2020	480.00	6.67	1228.80	15.48	39.64
4	April 2020	684.00	9.50	1751.04	22.80	58.37
5	Mei 2020	552.00	7.67	1413.12	17.81	45.58
6	Juni 2020	341.00	4.74	872.96	11.37	29.10
7	Juli 2020	710.00	9.86	1817.60	22.90	58.63
8	Agustus 2020	808.00	11.22	2068.48	26.06	66.73
9	September 2020	688.00	9.56	1761.28	22.93	58.71
10	Oktober 2020	893.00	12.40	2286.08	28.81	73.74
11	November 2020	590.00	8.19	1510.40	19.67	50.35
12	Desember 2020	578.00	8.03	1479.68	18.65	47.73
13	Januari 2021	719.00	9.99	1840.64	23.19	59.38

PT.SUBAH SPINNING MILLS -1
Production Departement

Rekap Cacat Produksi Cones

No.	Bulan	Small comp		Pakan		Small Comp & Pakan	Rewind & Rusak		Total		
		cones	bale	cones	bale	bale	cones	bale	cones	bale	kg
1	Januari 2020	4.00	0.056	7.00	0.097	0.153	409.00	5.681	420.00	5.83	1075.20
2	Februari 2020	2.00	0.028	8.00	0.111	0.139	380.00	5.278	390.00	5.42	998.40
3	Maret 2020	3.00	0.042	6.00	0.083	0.125	471.00	6.542	480.00	6.67	1228.80
4	April 2020	2.00	0.028	8.00	0.111	0.139	674.00	9.361	684.00	9.50	1751.04
5	Mei 2020	1.00	0.014	3.00	0.042	0.056	548.00	7.611	552.00	7.67	1413.12
6	Juni 2020	3.00	0.042	4.00	0.056	0.097	334.00	4.639	341.00	4.74	872.96
7	Juli 2020	4.00	0.056	5.00	0.069	0.125	701.00	9.736	710.00	9.86	1817.60
8	Agustus 2020	5.00	0.069	7.00	0.097	0.167	796.00	11.056	808.00	11.22	2068.48
9	September 2020	4.00	0.056	6.00	0.083	0.139	678.00	9.417	688.00	9.56	1761.28
10	Oktober 2020	3.00	0.042	7.00	0.097	0.139	883.00	12.264	893.00	12.40	2286.08
11	November 2020	5.00	0.069	8.00	0.111	0.181	577.00	8.014	590.00	8.19	1510.40
12	Desember 2020	4.00	0.056	7.00	0.097	0.153	567.00	7.875	578.00	8.03	1479.68
13	Januari 2021	5.00	0.069	6.00	0.083	0.153	708.00	9.833	719.00	9.99	1840.64

STOP MESIN
RING FRAME

Bulan : Februari 2020											
TANGGAL	PAGI			SHIFT SIANG			MALAM		TOTAL STOP		
	21/2/2020	- C13 Benang ringcut 1 mc. Ganti step up, setting ketukan 5,2			13.15-13.25			- C5 Rantai ringrail putus. Ganti ring rail		02.40-03.05	
TOTAL	10 Menit						25 Menit		35 Menit		
22/2/2020				- C1 Ganti pompa oli			15.15-15.25		- C10 Benang bendol 1 mesin. Cek area racet dan step up	22.20-22.35	
				- C10 Benang bendol 1 mesin, gear racet putarannya seret. Diolesi oli dan setting ketukan belakang+step up			17.50-18.10				
TOTAL				30 Menit			15 Menit		45 Menit		
23/2/2020	- C1 Saat doff benang ambrol. Setting jarak lilitan			06.40-06.55			- A21 Benang ringcut perspindle Ø 38.0, setting ketukan 5,2		16.50-17.05	- A9 Counter kurang 3486 Ø 36.3, Naikkan BA Imm	23.10-23.20
									- B18 Counter kurang 5042 Ø 38.5, Setting ketukan 4,1	01.40-02.00	
									- B19 Counter kurang 5147 Ø 36.8, Setting ketukan 4,1	03.10-03.20	
TOTAL	15 Menit			15 Menit			40 Menit		1 Jam 10 Menit		
24/2/2020	- B10 Benang bendol 1 suction			10.25-10.50			- A21 Benang ringcut perspindle Ø 38.2 ganti As step up racet		15.50-16.10	- B17 Counter kurang 4771 Ø 35.0 setting ketukan belakang	23.20-23.30
	- A21 Benang ringcut perspindle racet 4.9, setting ketukan 5.2			09.45-09.55			- B21 Counter kurang 5198 Ø 35.6. Ganti pelatuk depan setting ketukan 4,1		19.25-19.55	- C19 Counter kurang 3117 Ø 35.0 racet berubah-ubah. Setting ketukan belakang	04.10-04.25
TOTAL	35 Menit			50 Menit			25 Menit		1 Jam 50 Menit		

▶	FEB 2020	MAR 2020	APR 2020	MEI 2020	JUN 2020	JUL 2020	AGU 2020	SEP 2020
---	-----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

BULAN FEBRUARI 2020

DEPARTEMEN	P/R	TANGGAL																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
DRAWING (scouring)	R	A1	A2	A3				A4	A5				A6		A7	A8		A9	A10			A11	A12		A13	A14			A15	A16
	R	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10			B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27
	P	D4D5	D6		D7	D8		D9	D10						D11	D12		D13	D14			D15	D16		D17	D18			D19	D20
	R	F4F5	F6		F7	F8		F9	F10						F11	F12		F13	F14			F15	F16		F17	F18			F19	F20
BOYING (scouring)	R	D1	D2	D3			D4	D5						D6	D7		D8	D9			D10	D11		D12	D13			D14	D15	
	R	F1	F2	F3			F4	F5						F6	F7		F8	F9			F10	F11		F12	F13			F14	F15	
	P	5	6	7	8			1	2			3	4		5	6		7	8			1	2		3	4			5	6
	R	14						5-8							14															5-8
KNITTING (Scouring)	R	C1	C2	C3	C4	C5		C6	C7	C8	C9			C10	C11	C12	C13	C14			C15	C16		C17	C18			C19	C20	
	R	C21	C22	C23	C24	C25		C26	C27	C28	C29			C30	C31	C32	C33	C34			C35	C36		C37	C38			C39	C40	
	R																													
	P																													
VINDING	R	1	2	3				4	5					6	7		8	9			10	11		12	13			14	15	
	R	1	2	3				4	5					6	7		8	9			10	11		12	13			14	15	
	R	1	2	3				4	5					6	7		8	9			10	11		12	13			14	15	
	R	1	2	3				4	5					6	7		8	9			10	11		12	13			14	15	

▶	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	[...]	[+]	[-]	4
---	------------	-------	-------	-----	------	------	---------	-----------	---------	----------	---------	-------	-------	---