

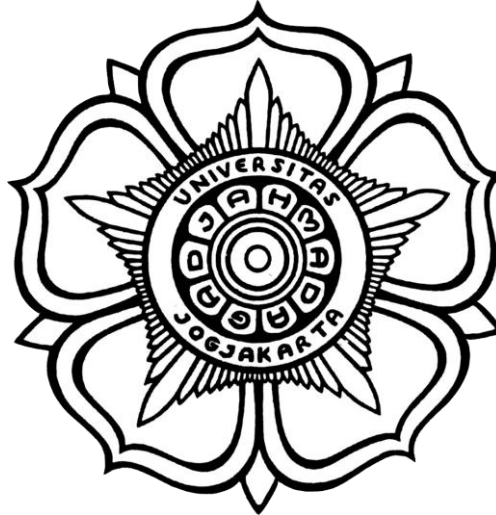


UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KOMPOSISI TANAMAN BERKAYU DI SEKITAR RAWA GELAM KABUPATEN TANGERANG
FITRIA HASHEENA, Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

TUGAS AKHIR
PENILAIAN EFEKTIVITAS MESIN PRODUKSI DENGAN METODE
***OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DI PLANT KLATEN**
PT TIRTA INVESTAMA, KLATEN, JAWA TENGAH



Disusun oleh :

Mentari Sujatmiko

16/400678/SV/11182

PROGRAM STUDI DIPLOMA III AGROINDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI HAYATI DAN VETERINER
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA

2019



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KOMPOSISI TANAMAN BERKAYU DI SEKITAR RAWA GELAM KABUPATEN TANGERANG
FITRIA HASHEENA, Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

**PENILAIAN EFEKTIVITAS MESIN PRODUKSI DENGAN METODE
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PLANT KLATEN
PT TIRTA INVESTAMA, KLATEN, JAWA TENGAH**

Diajukan kepada:
Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner
Sekolah Vokasi
Universitas Gadjah Mada
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya
Program Studi Diploma III Agroindustri

Disusun oleh:
Mentari Sujatmiko
16/400678/SV/11182

PROGRAM STUDI DIPLOMA III AGROINDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI HAYATI DAN VETERINER
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2019



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KOMPOSISI TANAMAN BERKAYU DI SEKITAR RAWA GELAM KABUPATEN TANGERANG
FITRIA HASHEENA, Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENILAIAN EFEKTIVITAS MESIN PRODUKSI DENGAN METODE
***OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DI PLANT KLATEN**
PT TIRTA INVESTAMA, KLATEN, JAWA TENGAH

Diajukan untuk melengkapi persyaratan kelulusan
memperoleh gelar

AHLI MADYA TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

PROGRAM STUDI DIPLOMA III AGROINDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI HAYATI DAN VETERINER
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2019

Oleh
Mentari Sujatmiko
16/400678/SV/11182

Telah dipertahankan dihadapan Dosen Penguji
pada tanggal 29 Mei 2019

Dosen Pembimbing/Penguji I

Dr. Wagiman, S.T.P., M.Si
NIP. 19670512 199512 1 001

Dosen Penguji II

Wildan Fajar Bachtiar, S.T., M.S
NIU. 111198610201205102

Mengetahui,
Ketua Departemen THV SV UGM



Prof. Dr. Drh. Ida Tjahajati, MP
NIP 19641228 19903 2 001



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

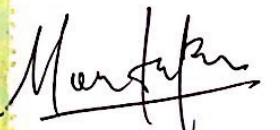
Nama : Mentari Sujatmiko
NIM : 16/400678/SV/11182
Tahun terdaftar : 2016
Program Studi : Diploma III Agroindustri
Fakultas/Sekolah : Sekolah Vokasi

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik disuatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, April 2019




Mentari Sujatmiko

16/400678/SV/11182



RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama MENTARI SUJATMIKO, lahir pada tanggal 2 Mei 1998 di Cianjur. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Sujatmiko dan Ibu Nuraini. Lulus dari SD Negeri 1 Ciloto pada tahun 2010, lulus dari SMP Negeri 1 Pedan pada tahun 2013 dan lulus dari SMA Negeri 1 Klaten pada tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis masuk di Program Studi Diploma III Agroindustri Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada. InsyaAllah pada tahun 2019 melalui karya tulis ini penulis dapat menyelesaikan studinya di Universitas Gadjah Mada.

Demikian riwayat hidup penulis untuk sekedar diketahui.

Terima Kasih

Yogyakarta, April 2019

Mentari Sujatmiko



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah rabbi'l'alamin, puji dan syukur terhadap kehadiran Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Penilaian Efektivitas Mesin Produksi Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* Di Plant Klaten PT Tirta Investama, Klaten, Jawa Tengah” dengan baik dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan di Program Studi Diploma III Agroindustri Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentu tidak mudah, banyak tantangan dan rintangan yang telah penulis hadapi.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan penulis karunianya dengan kemudahan dan kelancaran sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Nuraini selaku ibu penulis yang telah memberikan dukungan berupa doa, motivasi dan nasihat kepada penulis sehingga penulis dapat terus semangat menggapai cita-cita.
3. Bapak Sujatmiko selaku ayah penulis yang telah memberikan dukungan berupa doa, motivasi dan nasihat sehingga penulis dapat terus semangat menggapai cita-cita.
4. Mega Fraya Sujatmiko, adik paling dicintai penulis yang telah tumbuh bersama penulis sejak 10 tahun yang lalu.
5. Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng. selaku rektor Universitas Gadjah Mada
6. Bapak Wikan Sakarinto, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Direktur Sekolah Vokasi.
7. Prof. Dr. drh. Ida Tjahajati, MP selaku dekan Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
8. Ibu Ratih Hardiyanti, STP, M. Eng selaku Ketua Program Studi Diploma III Agroindustri.
9. Bapak Iman Sabarisman, S.T.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.



10. Bapak Dr. Wagiman, S.T.P., M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, memberikan masukan dan nasihat, serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Keluarga besar PT Tirta Investama Klaten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kerja praktik lapangan dan mengambil data untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Hillary Sekar, Jihan Rahadatul Aisy, Karina Aprilia, Meiranti Nibrastanti, Safira Rarasati selaku sahabat yang selalu memberi dukungan baik secara langsung atau tidak langsung dan waktu yang telah diberikan dalam memberikan bantuan maupun keleluasaan dalam mendengar keluhan, serta telah menemani masa-masa kuliah hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Adella Fajrina, Hawa Adami, Laras Saraswati, Novita Alawiyah, Rukmini, selaku sahabat dan teman-teman satu kontrakan yang telah menemani tumbuh bersama dan menjadi keluarga baru selama kuliah.
14. Sulthon Sekar Jagat yang selalu bersedia mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan dukungan berupa motivasi, doa, serta teman untuk bertukar pikiran.
15. Seluruh pihak yang telah memberi *support* kepada penulis yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

Terlepas dari itu penulis menyadari masih banyak kekurangan dari Tugas Akhir ini. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan Tugas Akhir ini. Selain itu penulis juga berharap Tugas Akhir ini akan memberikan manfaat bagi pembaca dan bagi penulis.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, April 2019

Mentari Sujatmiko



DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGAJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iv |
| RIWAYAT HIDUP | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| ABSTRAK | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 1.1 Karakteristik Air Minum Dalam Kemasan | 4 |
| 1.2 Perawatan | 4 |
| 1.3 <i>Total Productive Maintenance</i> | 5 |
| 1.4 Teori Efektivitas | 7 |
| 1.5 <i>Overall Equipment Efectiveness</i> | 8 |
| 1.6 <i>Six Big Losses</i> | 10 |
| 1.7 Alat Pemecah Masalah..... | 11 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 13 |
| 3.1 Lokasi Tugas Akhir | 13 |
| 3.2 Prosedur Pelaksanaan..... | 13 |
| 3.3 Analisis Data | 16 |



| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 19 |
| 4.1 Keadaan umum perusahaan..... | 19 |
| 4.2 Deskripsi bagian <i>Line</i> AQUA 1500 ml..... | 21 |
| 4.3 Kondisi <i>Line</i> AQUA 1500 ml | 24 |
| 4.4 Perhitungan OEE | 25 |
| 4.4 Analisa <i>Six Big Losses</i> | 36 |
| 4.5 Analisa Diagram Sebab Akibat | 39 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 43 |
| 3.1 Kesimpulan..... | 43 |
| 3.2 Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | 44 |
| LAMPIRAN | 46 |
| Lampiran 1 Uji kecukupan data waktu operasi..... | 47 |
| Lampiran 2 Perhitungan harian OEE mesin produksi <i>line</i> AQUA 1500 ml | 49 |
| Lampiran 3 Perhitungan mingguan OEE mesin produksi <i>line</i> AQUA 1500 ml | 51 |
| Lampiran 4 <i>Downtime</i> pada <i>idling minor stoppage losses</i> | 54 |
| Lampiran 5 Diagram Sebab Akibat..... | 55 |
| Lampiran 6 Grafik perhitungan OEE harian..... | 56 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pelaksanaan | 14 |
| Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pelaksanaan (lanjutan) | 15 |
| Gambar 4.1 Lokasi pabrik | 21 |
| Gambar 4.2 Diagram alir proses pembuatan AQUA 1500 ml | 23 |
| Gambar 4.2 Diagram alir proses pembuatan AQUA 1500 ml (lanjutan) | 24 |
| Gambar 4.3 Fluktuasi nilai <i>Availability Ratio</i> harian | 27 |
| Gambar 4.4 Fluktuasi nilai <i>Availability Ratio</i> mingguan | 28 |
| Gambar 4.5 Fluktuasi <i>Performance Ratio</i> harian | 29 |
| Gambar 4.6 Fluktuasi nilai <i>Performance Ratio</i> mingguan | 30 |
| Gambar 4.7 Fluktuasi nilai <i>Quality Ratio</i> harian | 31 |
| Gambar 4.8 Fluktuasi nilai <i>Quality Ratio</i> mingguan | 32 |
| Gambar 4.9 Komposisi pencapaian OEE harian | 33 |
| Gambar 4.10 Fluktuasi nilai OEE harian | 34 |
| Gambar 4.11 Fluktuasi nilai OEE mingguan | 35 |
| Gambar 4.12 Komposisi pencapaian OEE mingguan | 36 |
| Gambar 4.13 Diagram pareto faktor <i>six big losses</i> | 38 |
| Gambar 4.14 Diagram sebab-akibat | 40 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 <i>Standard OEE World Class</i> | 10 |
| Tabel 4.1 <i>Six big losses</i> yang berpengaruh | 37 |
| Tabel 4.2 <i>Iddling minor stoppage losses</i> per unit mesin | 39 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Uji kecukupan data waktu operasi | 47 |
| Lampiran 2 Perhitungan harian OEE mesin produksi line AQUA 1500 ml | 49 |
| Lampiran 3 Perhitungan mingguan OEE mesin produksi line AQUA 1500 ml ... | 51 |
| Lampiran 4 <i>Downtime</i> pada <i>idling minor stoppage losses</i> | 54 |
| Lampiran 5 Diagram Sebab Akibat | 55 |
| Lampiran 6 Grafik perhitungan OEE harian | 56 |



**PENILAIAN EFEKTIVITAS MESIN PRODUKSI DENGAN METODE
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PLANT KLATEN
PT TIRTA INVESTAMA, KLATEN, JAWA TENGAH**

Mentari Sujatmiko

ABSTRAK

PT Tirta Investama Klaten merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yaitu memproduksi air minum dalam kemasan dengan merk dagang AQUA. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh proses produksi *Line* AQUA 1500 ml yang sudah menggunakan mesin secara keseluruhan sehingga efektivitas mesin mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk yang diproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin yang digunakan serta penyebab kurangnya efektivitas mesin. Pengukuran efektivitas mesin dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* dan melakukan perbandingan terhadap standar *OEE World Class*.

Pengukuran nilai OEE menggunakan data tiga rasio utama yaitu *availability ratio*, *performance ratio*, dan *quality ratio*. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE dilakukan analisa data hasil perhitungan menggunakan Diagram Pareto, Diagram Ishikawa, dan analisa Six Big Losses. Hasil yang diperoleh yaitu nilai rata-rata *Availability Ratio* sebesar 80,99%, *Performance Ratio* sebesar 99,75% dan *Quality Ratio* sebesar 99,53% serta pencapaian OEE mesin produksi harian yaitu 80.44%.

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisa OEE tingkat efektivitas mesin nilai *Performance Ratio* dan *Quality Ratio* dari mesin produksi telah melampaui standar *OEE World Class*. Namun, nilai *Availability Ratio* belum melampaui standar *OEE World Class* dikarenakan adanya waktu henti tidak terencana yang tinggi yaitu *Idling and Minor Stoppage Losses*, *Equipment Failure Losses* dan *Setup and Adjustment Losses*.

Kata kunci: AMDK, *Overall Equipment Effectiveness* , *Six Big Losses*

¹ Mahasiswa Program Studi Diploma III Agroindustri SV UGM

² Dosen Program Studi Diploma III Agroindustri SV UGM

**ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PRODUCTION
MACHINES USING OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVNESS
METHOD IN KLATEN PLANT PT TIRTA INVESTAMA,
KLATEN, JAWA TENGAH**

Mentari Sujatmiko

ABSTRACT

PT Tirta Investama Klaten is a company engaged in manufacturing that is producing bottled water with the AQUA trademark. This research was motivated by the production process of the 1500 ml Line AQUA which used the whole machine, so that the effectiveness of the machine affected the quality and quantity of the production. This research aimed to determine the level of effectiveness of the machines used and the causes of the low value of effectiveness. Measurement of machine effectiveness used Overall Equipment Effectiveness method and then compared the results with OEE World Class standards.

OEE value measurement requires three main ratios of data, which are availability ratio, performance ratio, and quality ratio. To find out the factors that affected the OEE value, the analysis of the calculation data was used the Pareto Diagram, Ishikawa Diagram, and Six Big Losses analysis. The results obtained were the average value of Availability Ratio is 80.99%, Performance Ratio is 99.75% and Quality Ratio is 99.53% and the achievement of OEE daily production machines is 80.44%.

Based on the research results and the results of OEE analysis, the level of machine effectiveness, Performance Ratio value and Quality Ratio of the production machinery was exceeded the OEE World Class standard. However, the Availability Ratio value was not exceeded the OEE World Class standard due to high unplanned downtime, which are Idling and Minor Stoppage Losses, Equipment Failure Losses, also Setup and Adjustment Losses.

Key Words: AMDK, Overall Equipment Effectiveness , Six Big Losses

¹ Mahasiswa Program Studi Diploma III Agroindustri SV UGM

² Dosen Program Studi Diploma III Agroindustri SV UGM



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air minum merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam berkehidupan termasuk untuk memenuhi kebutuhan cairan dalam tubuh. Dalam kehidupan sehari-hari air minum tidak dapat dipisahkan dan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Kebutuhan air secara terus-menerus, mendorong berbagai perusahaan menciptakan produk berupa air minum dalam kemasan untuk memberikan kontribusi yang baik guna memenuhi konsumsi air minum masyarakat. PT Tirta Investama Klaten merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang usaha manufaktur yaitu air minum dalam kemasan. Produk air minum tersebut dipasarkan dengan merek dagang AQUA. Produk air minum dalam kemasan dikemas dalam berbagai ukuran dan bahan kemasan yang digunakan, salah satunya kemasan 1500 ml. Dalam proses produksi oleh PT Tirta Investama Klaten mampu memproduksi air minum dalam kemasan 1500 ml \pm 50.400 karton/hari. Proses produksi telah menerapkan standarisasi nasional dengan menerapkan prinsip-prinsip keamanan pangan guna menghasilkan mutu produk yang baik. Penggunaan teknologi dalam proses produksi diterapkan agar dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Keseluruhan proses produksi di *Line* AQUA 1500 ml sudah menggunakan mesin dan peralatan yang modern meskipun masih terdapat campur tangan pekerja. Hal ini membuat tingkat efektivitas mesin yang digunakan sangat mempengaruhi produktivitas serta kualitas dan kuantitas produk yang diproduksi.

Mesin yang digunakan secara terus-menerus untuk proses produksi dapat menyebabkan mesin mengalami penurunan kemampuan dan perlu penggantian beberapa komponen yang sudah rusak. Hal ini menyebabkan perusahaan manufaktur harus mampu meminimalisir terjadinya gangguan dalam proses produksi yang disebabkan oleh mesin rusak, berhenti atau terjadinya gangguan mesin. Setiap perusahaan tentunya akan selalu meningkatkan produktivitas untuk meningkatkan profitabilitas jangka panjang dan untuk menentukan masa depan perusahaan. Produktivitas akan menunjukkan hasil pengukuran suatu kinerja dengan



memperhatikan sumber daya yang digunakan. Terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas perusahaan salah satunya yaitu faktor mesin dan peralatan yang digunakan perusahaan. Pemeliharaan perlu dilakukan secara rutin guna dapat meminimalisir kerugian akibat *defect product*. Tujuan pemeliharaan antara lain menjamin ketersediaan dan keandalan fasilitas, memperpanjang usia kegunaan mesin, menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan. Selain itu juga menjamin keselamatan, kesehatan, dan keamanan kerja orang menggunakan peralatan yang ada di lingkungan industri (Arsyad dan Sultan, 2018). Begitu pula dengan PT Tirta Investama Klaten yang rutin melakukan pemeliharaan mesin dan peralatan produksi guna menghindari kinerja mesin yang tidak optimal.

Produktivitas PT Tirta Investama Klaten pada kenyataannya tidak stabil karena dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mengakibatkan tidak stabilnya produktivitas merupakan faktor yang mempengaruhi kerja mesin *Line AQUA 1500 ml* seperti adanya pergantian *sparepart, maintenance* dan *setup and adjustment* yang dilakukan pada mesin produksi. Sedangkan yang dimaksud faktor eksternal seperti faktor tenaga kerja. Adapun kendala yang terjadi setiap proses produksi yang dapat menyebabkan terhambatnya hasil produksi yang kurang maksimal, seperti mesin yang mengalami *breakdown*. Maka dari itu, perlu dilakukan pengukuran efektivitas mesin produksi khususnya pada *Line AQUA 1500 ml*. Teknik analisa efektivitas mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Overall Equipment Effectiveness* yang merupakan metode pengukuran efektivitas penggunaan suatu peralatan. Hal tersebut untuk dapat mengetahui dengan pasti berapa efektivitas mesin setiap harinya dan apakah mesin yang digunakan sudah mencapai *standard OEE World Class*. Sehingga apabila nilai OEE dari mesin produksi belum mencapai *standard OEE World Class* maka dapat dikoreksi melalui saran perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin produksi *Line AQUA 1500 ml*. Pengukuran dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu *Availability Ratio, Performance Ratio, dan Quality Ratio*.



1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini terdiri dari efektivitas mesin produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten, faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin, serta usulan perbaikan yang dapat meningkatkan efektivitas mesin produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten.

1.3 Batasan Masalah

1. Obyek yang diteliti adalah mesin produksi *Line* AQUA 1500 ml pada proses produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten
2. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan jadwal operasi mesin produksi AQUA 1500 ml yang ditetapkan oleh PT Tirta Investama Klaten
3. Pengukuran yang dilakukan tidak membahas mengenai biaya yang ditimbulkan akibat *losses* yang terjadi.

1.4 Tujuan

1. Mengukur nilai *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio* pada mesin produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten.
2. Menganalisis *Overall Equipment Effectiveness* unit mesin produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness*.

1.5 Manfaat

1. Dapat mengetahui nilai *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio* pada mesin produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten.
2. Dapat mengetahui tingkat efektivitas mesin dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* unit mesin produksi AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten.
3. Dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Karakteristik Air Minum Dalam Kemasan

Air minum dalam kemasan atau AMDK merupakan air yang telah diolah atau diproses, dikemas dan aman diminum. Pada dasarnya air minum dalam kemasan mengalami 3 tahap proses yaitu penyaringan, disinfeksi, dan pengisian (Sembiring dan Subroto, 2010). Menurut Standard Nasional Indonesia 01-3553-2006 Air minum dalam kemasan adalah air baku yang diproses, dikemas, dan aman diminum mencakup air mineral dan air demineral. Air mineral merupakan air minum dalam kemasan yang mengandung mineral dalam jumlah tertentu tanpa menambahkan mineral sedangkan air demineral merupakan air minum dalam kemasan yang diperoleh melalui proses pemurnian (Deril dan Novirina, 2014).

Produk air minum dalam kemasan AQUA 1500 ml memiliki volume 1500 ml, ditata dalam kemasan karton kardus dengan isi 12 botol per kardus. Botol yang digunakan sebagai kemasan terbuat dari campuran plastik PET dan RPET-E dengan perbandingan 75 : 25. Botol memiliki tinggi 315.8 milimeter yang bersifat tembus pandang. Tutup atau cap terbuat dari plastik jenis PP berwarna biru pekat yang berfungsi untuk melindungi air yang ada di dalam botol. Produk air minum dalam kemasan 1500 ml memiliki masa kadaluarsa selama 2 tahun yang tercantum pada label.

1.2 Perawatan

Perawatan merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan guna menciptakan keadaan operasi yang memuaskan. Perawatan dimaksudkan sebagai kegiatan untuk mencegah kerusakan. Menurut Arsyad dan Sultan (2018) kegiatan perawatan fasilitas pabrik dibedakan menjadi dua jenis yaitu perawatan pencegahan dan perawatan korektif.



1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau kegiatan perawatan yang direncanakan untuk melakukan pencegahan. Ruang lingkup perawatan pencegahan tersebut meliputi: inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

2. Perawatan Korektif (*Corective Maintenance*)

Perawatan korektif adalah kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas atau peralatan hingga mencapai kondisi yang dapat diterima. Dalam perbaikan dapat dilakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

Menurut Tanurahardja (2012), perawatan atau *maintenance* pada mesin mempunyai tujuan, antara lain:

- 1) Mengurangi tingkat kerusakan yang akan terjadi.
- 2) Meminimalkan biaya perawatan mesin.
- 3) Menjaga kualitas komponen pada tingkat yang tepat guna untuk memenuhi kebutuhan mesin itu sendiri dan juga untuk menjaga kelancaran proses produksi.
- 4) Memperpanjang usia pakai mesin.
- 5) Menghindari terjadi kerusakan yang tidak terencana.

1.3 Total Productive Maintenance

TPM merupakan sebuah pendekatan inovatif pemeliharaan dengan mengoptimalkan efektivitas peralatan, mengurangi terjadinya kerusakan (*breakdown*) serta mendorong melakukan pemeliharaan mandiri oleh operator melalui aktivitas sehari-hari yang melibatkan pekerja secara menyeluruh. TPM merupakan bentuk kerjasama yang baik antara bagian pemeliharaan dengan bagian produksi dalam suatu organisasi untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi pemborosan, mengurangi biaya manufaktur, meningkatkan ketersediaan, serta meningkatkan kondisi pemeliharaan perusahaan (Nakajima, 1989).



Menurut Nakajima (1988), pada awal masa perkembangan TPM berfokus pada perawatan pendukung proses produksi perusahaan sehingga memberikan definisi yang komplit ke dalam lima elemen, antara lain:

1. TPM berusaha memaksimalkan efektifitas peralatan secara keseluruhan atau *Overall Equipment Effectiveness*.
2. TPM merupakan suatu sistem dari *preventive maintenance* dalam rentang waktu umur suatu perusahaan.
3. TPM melibatkan seluruh departemen perusahaan yang terdiri dari perancangan, pengoperasian dan penawaran,
4. TPM melibatkan seluruh personil mulai dari manajemen puncak hingga pekerja di rantai produksi.
5. TPM sebagai landasan mempromosikan *preventive maintenance* melalui manajemen motivasi dalam bentuk perbaikan.

Menurut Gaspersz (2012) TPM dapat diterapkan dengan prinsip-prinsip TPM adalah sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan *planned maintenance system* yang terdiri dari sistem peralatan, sistem produksi dan manajemen.
- 2) Operator harus memonitor kondisi mesin-mesin.
- 3) Memberikan pelatihan keterampilan perawatan dan operasional kepada karyawan.
- 4) Melibatkan karyawan dengan metode *cross-functional teamwork*

Menurut Wiguna (2015) diperlukan untuk mengatasi *Six Big Losses* dalam proses produksi perusahaan. TPM berusaha untuk memastikan bahwa peralatan produksi memiliki daya tahan yang optimal. Beberapa hal yang berhubungan dengan TPM untuk mengoptimalkan daya tahan peralatan produksi, antara lain:

- 1) TPM dilakukan untuk mengembalikan kondisi peralatan produksi pada keadaan yang optimal untuk dipakai dalam proses produksi.
- 2) TPM diperlukan untuk meningkatkan keterlibatan operator dalam memelihara peralatan produksi.
- 3) TPM diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pemeliharaan.



- 4) TPM diperlukan untuk melatih para karyawan untuk meningkatkan keahlian kerja.
- 5) TPM diperlukan untuk pemakaian yang efektif dan teknologi pemeliharaan peralatan produksi.

Total Productive Maintenance bertujuan untuk mendapatkan keuntungan besar dengan menggunakan korelasi yang erat antara kualitas produk dengan perawatan mesin produktif secara prediktif. Tujuan dari TPM adalah untuk melibatkan semua sektor termasuk produksi, pengembangan, administrasi serta semua pegawai. Kebijakan TPM perusahaan adalah mencapai status kelas dunia melalui pemberdayaan dan peningkatan tenaga kerja menyeluruh yang terlibat dalam TPM.

1.4 Teori Efektivitas

Efektivitas memiliki arti berhasil atau tepat guna. Efektivitas adalah komunikasi yang prosesnya mencapai tujuan yang direncanakan sesuai dengan biaya yang dianggarkan, waktu yang ditetapkan dan jumlah personil yang ditentukan. Efektivitas berfokus pada *outcome* atau hasil, program, atau kegiatan yang dinilai efektif apabila *output* yang dihasilkan dapat memenuhi tujuan yang diharapkan. Efektivitas merupakan seluruh siklus *input*, proses dan *output* yang mengacu pada hasil guna pada suatu organisasi, program atau kegiatan yang menyatakan sejauh mana tujuan telah diraih serta menjadi ukuran berhasil tidaknya sebuah organisasi mencapai tujuannya serta targetnya (Hermanto dan Nur, 2016).

Menurut Gaspersz (2004), efektivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu) yang telah dicapai. Hal ini dapat diukur berdasarkan rasio *output* aktual terhadap *output* yang direncanakan. Efektivitas menggambarkan kinerja perusahaan dalam mengelola sumber daya untuk menghasilkan suatu produk yang unggul sekaligus menjadi pemimpin pasar. Semakin besar presentase target yang dicapai, maka semakin tinggi efektivitasnya. Dengan kata lain efektivitas menunjukkan sampai seberapa jauh pencapaian hasil yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.



1.5 Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness merupakan salah satu metode pengukuran efektivitas mesin secara keseluruhan yang digunakan untuk mengevaluasi performansi mesin. OEE merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin atau peralatan. OEE merupakan bagian dari TPM yang digunakan untuk menjaga mesin dan peralatan agar tetap dalam kondisi yang ideal dengan meminimalisir atau menghilangkan *Six Big Losses*. Dengan mengetahui nilai efektivitas mesin, maka dapat dilihat seberapa besar kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin yang dikenal dengan *six big losses* peralatan. (Hegde, dkk. 2009). Pengukuran OEE ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu *Availability ratio*, *Performance ratio*, dan *Quality ratio*.

Menurut Betrianis (2005) untuk mendapatkan nilai OEE maka perlu diketahui terlebih dahulu nilai dari ketiga rasio utama, yang terdiri dari:

1. *Availability ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Nakajima (1988) menyatakan bahwa *availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time*. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Availability ratio (\%)} &= \frac{\text{waktu operasi}}{\text{waktu kerja terencana}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{waktu kerja terencana} - \text{waktu halangan tak terencana}}{\text{waktu kerja terencana}} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan:

Waktu operasi: waktu bersih mesin melakukan produksi.

Waktu kerja terencana: waktu yang telah ditentukan untuk melakukan produksi.

Waktu halangan tak terencana: waktu yang tersita karena adanya downtime yang tidak direncanakan atau tiba-tiba.

2. *Performance ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual. *Net operating rate* mengukur



pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah. Formula pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Performance ratio (\%)} = \frac{\text{jumlah produksi}}{\text{waktu operasi} \times \text{kapasitas mesin terpasang}} \times 100\%$$

Keterangan :

Jumlah produksi : jumlah seluruh hasil produksi yang dihasilkan.

Waktu operasi : waktu bersih mesin melakukan produksi.

Kapasitas mesin terpasang : kapasitas mesin dalam memproduksi produk setiap jam.

3. *Quality ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Quality ratio (\%)} = \frac{\text{jumlah produksi baik}}{\text{jumlah produksi}} \times 100\%$$

Keterangan :

Jumlah produksi baik : jumlah produksi yang tidak cacat atau tidak memiliki defect.

Jumlah produksi : jumlah seluruh hasil produksi yang dihasilkan.

Nilai OEE diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut. Secara matematis formula pengukuran nilai OEE adalah sebagai berikut:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance ratio (\%)} \times \text{Quality ratio (\%)}$$

Nilai OEE 100% berarti proses berjalan dengan sempurna yang ditandai dengan hasil produk sesuai dengan standar atau tidak ada cacat produk, kecepatan produksi sesuai dengan waktu siklus yang sudah ditentukan perusahaan serta tidak adanya *downtime*. Nilai OEE dari peralatan dalam kondisi ideal yang merupakan standar dari perusahaan kelas dunia adalah 85%. Nilai tersebut dengan komposisi ketiga rasio sebagai berikut:

Tabel 1. 1 *Standard OEE World Class*

| OEE Factor | World Class |
|---------------------------|-------------|
| <i>Availability ratio</i> | 90% |
| <i>Performance ratio</i> | 95% |
| <i>Quality ratio</i> | 99% |
| <i>OEE</i> | 85% |

(sumber : <https://oee.com/world-class-oe>)

1.6 Six Big Losses

Menurut Nakajima (1988) kegiatan dan tindakan-tindakan yang dilakukan tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin dan peralatan dan meminimalkan *downtime* mesin dan peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin dan peralatan. Rendahnya produktivitas mesin atau peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin atau peralatan yang tidak efektif dan efisien. Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin dan peralatan. Keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *six big losses*. dikategorikan menjadi 3 kategori utama berdasarkan aspek kerugiannya, yaitu:

1. *Downtime Losses* jika *output* produksinya nol dan sistem tidak memproduksi apapun, segmen waktu yang tidak berguna dinamakan *downtime losses*. *Downtime losses* terdiri dari:
 - 1) *Breakdown losses*, kerugian ini terjadi dikarenakan peralatan mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan atau penggantian. Kerugian ini diukur dengan seberapa lama waktu selama mengalami kerusakan hingga selesai diperbaiki.
 - 2) *Set up and adjustment*, kerugian ini diakibatkan perubahan kondisi operasi, seperti dimulainya produksi atau dimulainya *shift* yang berbeda, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi.
2. *Speed Losses*, ketika *output* lebih kecil dibandingkan *output* pada kecepatan referensi, kondisi ini dinamakan *speed lossess*. Pada *speed lossess* belum dipertimbangkan mengenai *output* yang sesuai dengan spesifikasi kualitas. Kerugian ini dapat berupa:



- 1) *Iddling and minor stoppages losses*, merupakan kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara, seperti mesin terputus-putus (*halting*), macet (*jamming*) serta mesin menganggur (*idling*).
- 2) *Reduce speed losses*, yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. Pengukuran kerugian ini dengan membandingkan kapasitas ideal dengan beban kerja aktual.
3. *Defect or quality losses*, jika *ouput* produksi yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas maka disebut *quality lossess*, yang terdiri dari dua hal berikut:
 - 1) *Quality defect*, kerugian ini terjadi karena terjadi kecacatan produk selama produksi. Produk yang tidak sesuai spesifikasi perlu dilakukan *rework* atau dibuat *scrap*. Diperlukan tenaga kerja untuk melakukan proses i dan material yang diubah menjadi scrap juga merupakan kerugian bagi perusahaan.
 - 2) *Yield lossess*, terjadi dikarenakan bahan baku terbuang. Kerugian ini dibagi menjadi dua, yaitu kerugian bahan baku akibat desain produk dan metode manufaktur serta kerugian penyesuaian karena cacat kualitas produk yang diproduksi pada awal proses produksi dan saat terjadi pergantian.

1.7 Alat Pemecah Masalah

1. Diagram Pareto

Diagram Pareto merupakan histogram data yang mengurutkan dari frekuensi yang terbesar hingga yang terkecil, serta dihitung juga kumulatifnya. Diagram pareto membantu manajemen secara cepat mengidentifikasi area paling kritis yang membutuhkan perhatian khusus dan cepat. Analisis pareto merupakan proses dalam memperingkat peluang untuk menentukan peluang potensial mana yang harus dikejar lebih dahulu. Analisis pareto harus digunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana yang diambil berikutnya (Gunawan, dkk. 2016).



Kegunaan dari diagram pareto adalah untuk:

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

2. Diagram Sebab Akibat

Diagram Sebab Akibat atau Diagram *Ishikawa* merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab kecacatan dalam produk (Montgomery, 2005).

Diagram sebab akibat dipergunakan untuk:

- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah
- 2) Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah
- 3) Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Terdapat lima faktor penyebab utama terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja yaitu :

- 1) Manusia (*Man*)
- 2) Metode kerja (*Method*)
- 3) Mesin atau peralatan kerja lainnya (*Machine/equipment*)
- 4) Bahan baku (*Raw materials*)
- 5) Lingkungan kerja (*Environment*)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Tugas Akhir

| | |
|--------|--|
| Tempat | : PT Tirta Investama Klaten |
| Alamat | : Jl. Cokro-Delanggu KM.1 Desa Wangen, Kecamatan Polanharjo, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah |
| Waktu | : 2 Juli sampai 31 Juli 2018 |

3.2 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan studi kasus ini dimulai dengan melakukan observasi pendahuluan dengan menentukan latar belakang studi kasus, membuat batasan masalah, menentukan tujuan serta manfaat dari dilakukannya studi kasus ini. Dilanjutkan dengan melakukan studi literatur sebagai acuan dalam menyelesaikan studi kasus ini. Adapun tinjauan pustaka yang dicari mengenai karakteristik produk air mineral dalam kemasan, perawatan, *Total Productive Maintenance*, *Overall Equipment Effectiveness* serta diagram pareto dan diagram sebab akibat. Adapun dalam proses pengumpulan data dilakukan dengan beberapa teknik antara lain:

1. Observasi

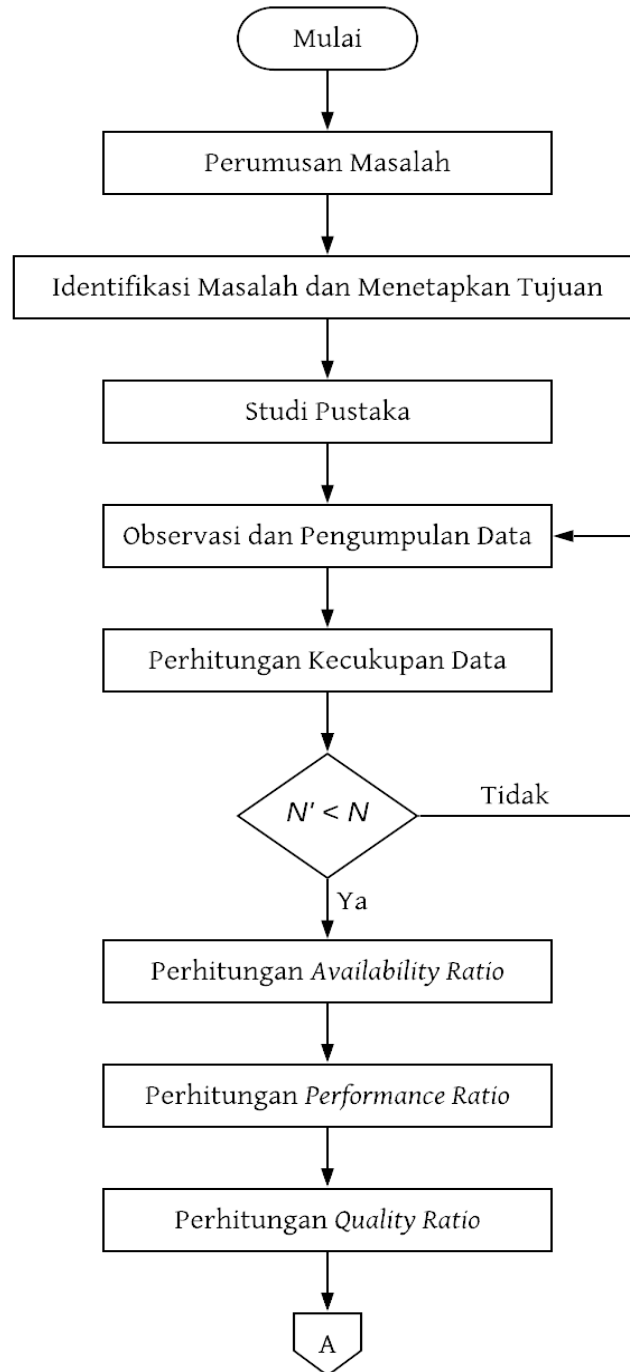
Yaitu pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap mesin produksi pada PT Tirta Investama Klaten

2. Wawancara

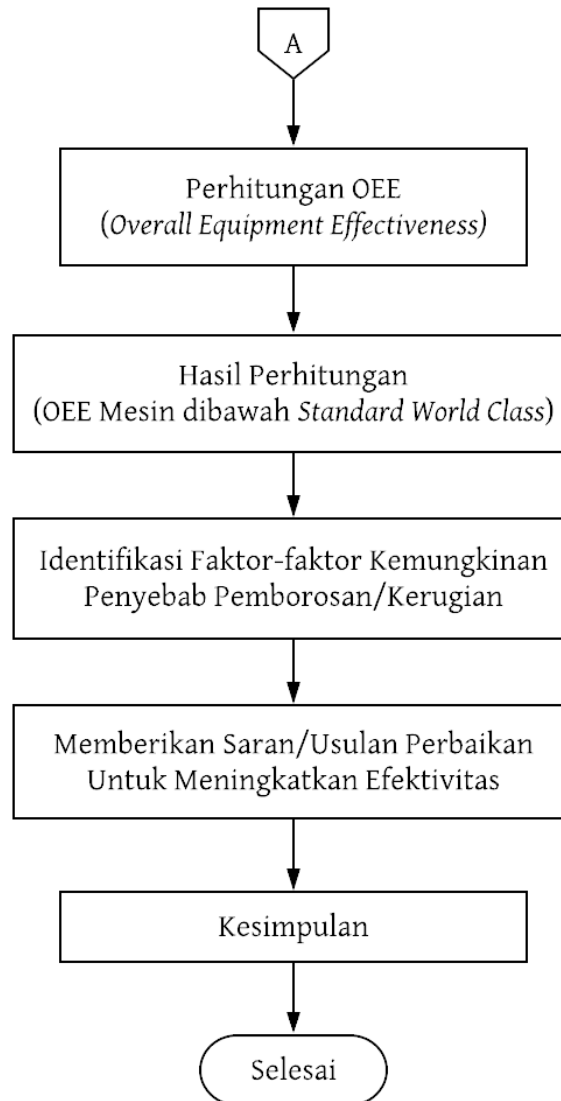
Yaitu dengan melakukan tanya jawab dan diskusi dengan operator mesin dan karyawan yang terlibat langsung untuk mendapatkan informasi tentang data dan permasalahan yang dialami.



Berikut ini merupakan sistematika pelaksanaan studi kasus yang digambarkan melalui diagram alir :



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pelaksanaan studi kasus



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pelaksanaan studi kasus (lanjutan)



3.3 Analisis Data

Data diperoleh langsung dari PT Tirta Investama Klaten yang merupakan tempat yang dijadikan sebagai objek utama dalam melakukan analisa studi kasus. Berikut adalah data-data yang diperoleh untuk kebutuhan dalam pengukuran produktivitas mesin:

1. Waktu produksi yang direncanakan

Waktu produksi yang direncanakan merupakan jumlah waktu yang direncanakan untuk berproduksi dalam satu lini. Data waktu produksi yang direncanakan yang diperoleh adalah waktu produksi dari periode 28 Mei sampai dengan 28 Juli 2018.

2. Waktu henti terencana

Waktu henti terencana merupakan jumlah waktu dimana proses produksi tidak berjalan yang sudah direncanakan. Data waktu henti terencana diantaranya adanya *Big Maintenance*, waktu ibadah Salat Jumat, dan *Lounging I-Care*.

3. Waktu mengganggu

Waktu mengganggu merupakan jumlah waktu saat proses tidak berjalan sebagaimana mestinya dikarenakan adanya gangguan saat proses produksi. Data waktu mengganggu yang diperoleh yaitu jumlah data *downtime* karena adanya gangguan saat produksi.

4. Jumlah produksi

Jumlah produksi merupakan jumlah produk yang dihasilkan selama waktu produksi yang direncanakan. Data jumlah produksi yang diperoleh adalah total jumlah produksi dari periode 28 Mei sampai dengan 28 Juli 2018.

5. Produk baik

Produk baik merupakan jumlah produk hasil produksi yang sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan. Data yang diperoleh merupakan selisih dari total jumlah produksi dengan jumlah produk cacat dari periode 28 Mei sampai dengan 28 Juli 2018.



Adapun data-data yang telah diperoleh tersebut akan dilakukan analisis data untuk melakukan pengukuran efektivitas mesin produksi pada line AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten dengan tahapan analisis sebagai berikut:

1. Melakukan Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan dengan rumus :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum_{i=1}^n x_i - [\sum_{i=1}^n x_i]^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

Dimana N adalah jumlah pengamatan yang telah dilakukan. Rumus ini adalah untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. N dikatakan cukup jika nilai $N' < N$.

2. Melakukan pengukuran Nilai *Availability Ratio*

Availability Ratio merupakan rasio yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operais mesin atau peralatan.

$$Availability\ rate\ (\%) = \frac{\text{waktu operasi}}{\text{waktu kerja terencana}} \times 100\%$$

3. Melakukan pengukuran Nilai *Performance Ratio*

Performance ratio merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang dinyatakan dengan persentase.

$$Performance\ rate\ (\%) = \frac{\text{jumlah produksi}}{\text{waktu operasi} \times \text{kapasitas mesin terpasang}} \times 100\%$$

4. Melakukan pengukuran nilai *Quality Ratio*

Quality Ratio merupaka rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.

$$Quality\ rate\ (\%) = \frac{\text{jumlah produksi baik}}{\text{jumlah produksi}} \times 100\%$$

5. Melakukan Perhitungan nilai OEE

$$OEE(\%) =$$

$$Availability\ (\%) \times Performance\ rate\ (\%) \times Quality\ rate\ (\%)$$



6. Melakukan analisis data dengan Diagram Pareto
Diagram pareto digunakan untuk membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rantai tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah)
7. Melakukan analisis data dengan Diagram *Ishikawa*
Diagram *ishikawa* digunakan untuk menganalisi hasil dari diagram pareto. Diagram *ishikawa* berfungsi untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan.
8. Pengambilan kesimpulan dan perumusan saran perbaikan hasil olah data berdasarkan diagram pareto dan diagram sebab akibat atau *ishikawa*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan umum perusahaan

AQUA dirintis oleh Bapak Tirto Utomo, SH (1930-1994). Beliau adalah pengagas munculnya industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Indonesia melalui PT Golden Mississipi pada tanggal 23 Februari 1973. PT Tirta Investama memiliki visi dan misi yang akan selalu berusaha diwujudkan saat ini dan kedepannya. Visi dari PT Tirta Investama yaitu menyediakan minuman halal dan terbaik dari mata air terlindungi dengan selalu menjaga keselarasan lingkungan dan sosial menuju Indonesia yang lebih sehat. Visi tersebut didukung dengan adanya misi yang terdiri atas lima poin. Visi pertama yaitu menerapkan sistem manajemen kualitas terdepan dan sistem halal untuk menghasilkan produk sehat, halal dan berkualitas tinggi. Misi kedua adalah menjadi pabrik ramah dan aman bagi lingkungan dan mendapatkan dukungan sosial dan mampu menjadi pemimpin pasar serta mengupayakan kelestarian lingkungan. Misi ketiga yaitu beroperasi dengan mesin berteknologi tinggi, aman inovatif, dan efisien serta didukung oleh karyawan yang berkompeten tinggi.

Misi selanjutnya yaitu menyediakan tempat kerja yang membanggakan, aman, nyaman, memberikan kesempatan yang sama untuk berkembang dan menyejahterakan karyawan serta keluarga. Misi yang kelima adalah menjadi kontributor Aqua Danone dengan volume 1,3 Milyar liter pada tahun 2020 dengan biaya operasional yang efisien dan kompetitif dengan selalu menciptakan inisiatif produktivitas. Pada perkembangannya sebagai bukti bahwa PT Tirta Investama Klaten ini berkualitas, beberapa sertifikat telah diterima oleh perusahaan ini, diantaranya adalah *Hazard Analysis Critical Control Point*, ISO 9001-2000, ISO 14001, Standar Nasional Indonesia, Halal, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan *Food Safety*. Hal ini didukung dengan upaya mengintegrasikan proses kerja perusahaan melalui penerapan *System Application and Products for Data Processing (SAP)* dan *Human Resources Information System (HRIS)*.



Pada tahun 2000 bertepatan dengan pergantian millennium, Aqua meluncurkan produk berlabel Danone-Aqua. Pada bulan Oktober 2002 didirikan PT Tirta Investama Klaten sebagai perusahaan induk yang mengayomi unit-unit produksi Aqua Group. Pabrik ini berlokasi di Desa Wangen, Kecamatan Polanharjo, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Pabrik Tirta Investama Klaten memproduksi AMDK bermerk Aqua. Luas area pabrik Tirta Investama Klaten adalah $155.836 m^2$ yang digunakan untuk bangunan seluas $53.023 m^2$ (40% dari luas area keseluruhan) dan area terbuka berupa taman seluas $102.813 m^2$. Pada awal berdiri PT Tirta Investama Klaten mempunyai karyawan dengan jumlah 184 karyawan dan terus bertambah hingga saat ini. Pada tahun 2005 PT Tirta Investama Klaten mulai memproduksi Mizone. Area bangunan PT Tirta Investama Klaten yang digunakan untuk proses produksi antara lain Gedung 5 Gallon untuk memproduksi Gallon dengan 2 mesin, Gedung SPS I untuk memproduksi 1500 ml dan 600 ml, Gedung SPS II untuk memproduksi 330 ml dan 240 ml, dan Gedung SPS III untuk memproduksi 1500 ml dan Mizone.

PT Tirta Investama Klaten berada di Desa Wangen, Kecamatan Polanharjo (Jl. Cokro-Delanggu Km. 1) Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. PT Tirta Investama Klaten terletak dengan batas-batas sebagai berikut :

Batas Utara : Jalan Cokro-Delanggu
Batas Selatan : Sungai Cokro
Batas Timur : Desa Wangen
Batas Barat : Persawahan penduduk

Luas area pabrik PT Tirta Investama Klaten sebesar $155.836 m^2$ yang terdiri dari bangunan seluas $53.023 m^2$ dan area terbuka seluas $102.813 m^2$ yang terdiri atas bangunan utama pabrik, gedung perkantoran, dan *service building*. Lokasi pabrik tidak berada jauh dari lokasi air sumber PT Tirta Investama yang terletak di Desa Umbulsari, Kelurahan Ponggok, Kecamatan Polanharjo, Klaten. Seperti terlihat pada Gambar 4.1 yaitu lokasi pabrik PT Tirta Investama Klaten.



Gambar 4.1 Lokasi pabrik

4.2 Deskripsi bagian *Line AQUA 1500 ml*

PT Tirta Investama Klaten dalam proses produksinya mampu memproduksi air minum dalam kemasan 1500 ml \pm 50.400 karton/hari dengan mengambil air dalam tanah dari sumber mata air Sigedang yang berlokasi \pm 7 km dari pabrik. Fokus studi kasus ini adalah pengukuran efektivitas mesin produksi dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* pada *line AQUA 1500 ml* dengan kecepatan mesin produksi 25.200 botol per jam. Produk AQUA dikemas menggunakan botol yang terbuat dari PET (*Poly Ethylene Terephalate*) yang masih berupa setengah jadi atau disebut “*preform*” sehingga perlu adanya pengolahan preform hingga menjadi botol. Pembentukan *preform* menjadi botol menggunakan sistem tiup dan cetak. Rangkaian mesin *line AQUA 1500 ml* terdiri dari pembuat *preform*, *blowing mould* yaitu mesin untuk mengolah *preform* menjadi botol, *filler* yaitu mesin untuk mengisi produk ke dalam kemasan, *conveyor* yaitu mesin untuk memindahkan bahan dari satu mesin ke mesin lainnya, *capper* yaitu mesin untuk memasang *cap* pada botol, *checkmat* yaitu mesin untuk mengecek kondisi tutup botol, kualitas produk, dan volume produk dalam botol, *labeller* yaitu mesin untuk memasang label pada botol, *former* yaitu mesin untuk membentuk kardus, *pick and place* yaitu mesin untuk menempatkan botol kedalam *box* sesuai dengan jumlah standar yaitu 1 *box* berisi 12 botol, *gluer* yaitu mesin untuk merekatkan *box* yang sudah berisi



produk, dan *coding box* yaitu mesin yang digunakan untuk melakukan pengkodean *box* yang terdiri dari kode produksi dan tanggal kadaluarsa produk.

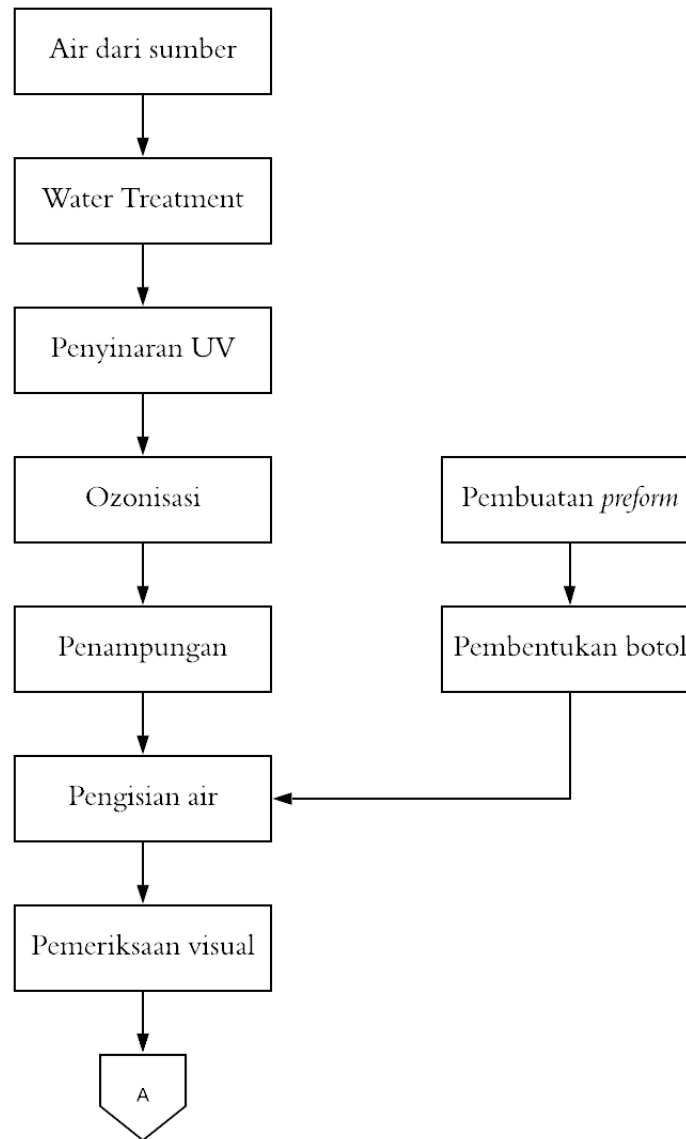
PT. Tirta Investama merupakan perusahaan yang memproduksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dengan menggunakan air pegunungan sebagai bahan baku yang berasal dari sumber mata air Sigedang yang mengalir sendiri keluar dari tanah tanpa melalui pengeboran. Air yang keluar ditampung pada rumah sumber melalui pipa-pipa, sebelum dialirkan ke setiap gedung produksi, air diuji standard mutunya terlebih dahulu untuk kemudian diproses dalam ruang *water treatment* yang tersedia di dalam masing-masing gedung produksi. Bahan tidak dibiarkan pada udara terbuka, melainkan dialirkan pada pipa – pipa steril dan tertutup serta tempat penampungan bahan pada tangki – tangki tertutup yang aman bagi bahan. Sehingga kontaminasi bahan dapat dihindari. Pengecekan mutu atau standar bahan dilakukan secara berkala pada setiap tahapan proses.

Air akan mengalami proses penyaringan, air di pompa dari tangki penyimpanan menuju prefilter dengan *catridge filter* 5 mikron yang kemudian dialirkan ke *catridge filter* 1 mikron. Setelah proses *water treatment* dengan penyaringan menggunakan *catridge* 5 mikron dan 1 mikron, selanjutnya *desinfektan* dengan penyinaran sinar UV untuk menghilangkan kotoran yang masih lolos dari penyaringan. Kemudian dilakukan Ozonisasi dengan menginjeksi air dengan ozon lalu dialirkan ke ozon *mixer*. Ozon yang digunakan merupakan hasil ozonator, proses ozonisasi bertujuan untuk membunuh mikroorganisme berbahaya yang mungkin masih terdapat dalam air, baik berasal dari kontaminasi sekitar maupun yang lolos dari penyaringan. Setelah diolah di air ditampung di *finish tank*. Kemudian dilakukan proses pengisian air ke dalam botol dengan menggunakan mesin *filling* dan mesin *capper* sekaligus untuk memasang *cap* pada botol.

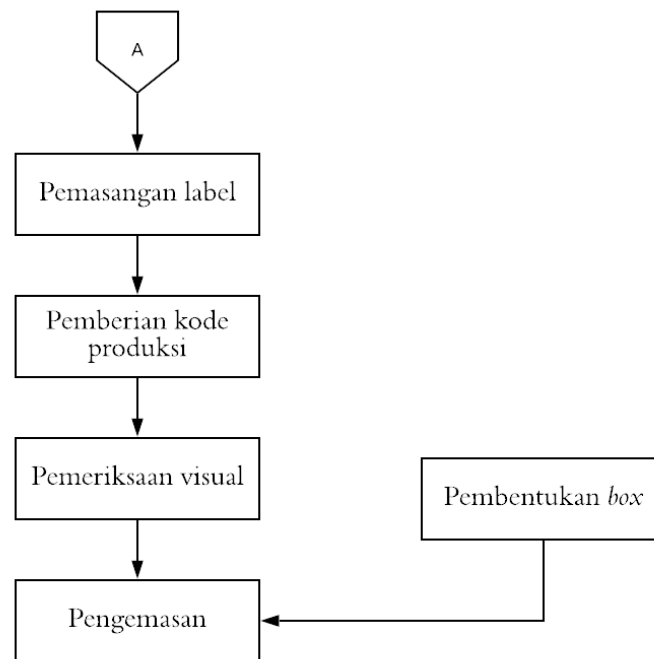
Berikutnya dilakukan pemeriksaan visual dengan mesin *checkmate* untuk memeriksa keadaan botol mulai dari volume air hingga kondisi botol. Kemudian dilakukan pemasangan label oleh mesin *labeller* dan memberikan kode produksi, setelah itu dilakukan pemeriksaan kembali. Tahap terakhir yaitu pengemasan dengan menggunakan *box* oleh mesin *former* untuk membentuk kardus menjadi *box* dan mesin *pick and place* untuk menempatkan botol ke dalam *box* dengan ketentuan



1 *box* berisi 12 botol AQUA 1500 ml sekaligus mesin *gluer* untuk merekatkan *box*.
Berikut merupakan diagram proses produksi AQUA 1500 ml:



Gambar 4.2 Diagram alir proses pembuatan AQUA 1500 ml



Gambar 4.2 Diagram alir proses pembuatan AQUA 1500 ml (Lanjutan)

4.3 Kondisi Line AQUA 1500 ml

Mesin yang digunakan pada *Line* AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten merupakan mesin Krones. Mesin ini merupakan mesin buatan Jerman yang kecepatan produksinya mencapai 25.200 botol setiap satu jam. Bagian-bagian dari mesin ini terdiri dari pembuat mesin *preform*, *blowing*, *filler*, *conveyor*, *capper*, *checkmat*, *labeller*, *pick and place*, *gluer*, dan *coding box*. *Line* AQUA 1500 ml beroperasi 24 jam nonstop selama 6 hari kerja yang terbagi dalam 3 *shift* kerja. Mesin ini merupakan mesin otomatis yang dikendalikan oleh operator melalui panel kendali. Mesin dapat secara otomatis berhenti apabila terjadi gangguan, hal ini dapat terjadi karena adanya sistem *interlock* yang digunakan pada mesin. Sistem *interlock* adalah suatu cara untuk mengamankan jalannya proses serta pengamanan peralatan dari unit yang paling kecil hingga keseluruhan sistem. Sistem ini saling terkait satu dengan yang lainnya, sehingga membentuk satu kesatuan yang akan mencegah atau memproteksi sistem atau rangkaian bekerja secara bersamaan. Dengan kata lain hanya membolehkan satu saja yang bekerja (Prihantya, dkk. 2013).



Waktu kerja mesin yang tinggi dibarengi dengan kecepatan yang tinggi akan mempengaruhi efektivitas mesin. Adapun kendala yang terjadi setiap proses produksi yang dapat menyebabkan terhambatnya hasil produksi yang kurang maksimal, seperti mesin yang mengalami breakdown atau adanya waktu henti tidak terencana. *Downtime* dapat disebabkan oleh banyak hal diantaranya mesin rusak, kerusakan pada mesin akan membutuhkan perbaikan dengan biaya pemeliharaan yang cukup besar. Untuk mencegah adanya *downtime* maka perusahaan telah melakukan tindakan *preventive maintenance*. Tindakan *preventive maintenance* biasanya dijadwalkan pada hari minggu dengan waktu maksimal *maintenance* adalah 2 *shift* kerja. Akan tetapi waktu *maintenance* ini dapat berubah tergantung pada keadaan mesin terutama mesin yang membutuhkan perbaikan. Selain penjadwalan mingguan *maintenance* juga dijadwalkan per satu bulan, per tiga bulan, per enam bulan hingga per satu tahun tergantung pada masing-masing jenis mesin yang dilakukan perawatan dan jenis perawatan yang dilakukan. Selain tindakan *preventive maintenance* setiap mesin di *Line* AQUA 1500 ml juga memiliki kapasitas pemakaian mesin maksimum dan pada waktu mendekati 60.000 jam harus dilakukan pergantian *sparepart* agar mesin selalu dapat bekerja secara optimal.

4.4 Perhitungan OEE

Langkah pertama perhitungan OEE yaitu memastikan data yang diambil cukup untuk melakukan pengukuran dengan melakukan uji kecukupan data. Data waktu operasi mesin dihitung menggunakan rumus :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum_{i=1}^n x_i - [\sum_{i=1}^n x_i]^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

Dimana N merupakan jumlah data pengamatan yang telah dilakukan yaitu 39. Rumus ini digunakan untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%, maka untuk k bernilai 2 dan s bernilai 0,05. Data dikatakan cukup apabila nilai N' kurang dari nilai N. Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecukupan data dari hasil pengamatan pada mesin produksi *line* AQUA 1500 ml :



Waktu operasi :

$$\sum x_i = 716,93$$

$$\sum x_i^2 = 13428,02$$

$$(\sum x_i)^2 = 513988,62$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{39 \times 13428.02 - [716,93]^2}}{716,93} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{39 \times 13428.02 - 513988,62}}{716,93} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \times 98,51}{716,93} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{3940.40}{716,93} \right]^2$$

$$N' = [5.50]^2$$

$$N' = 30.21 \text{ (Cukup)}$$

Hasil perhitungan uji kecukupan data menunjukkan bahwa data hasil pengamatan yang diambil pada mesin produksi *line* AQUA 1500 ml dikatakan cukup dikarenakan nilai $N' < N$. Menurut Astuti (2016) apabila nilai $N' < N$ atau jumlah pengamatan teoritis lebih kecil atau sama dengan jumlah pengamatan sebenarnya, maka data tersebut dinyatakan telah mencukupi untuk tingkat keyakinan dan derajat ketelitian yang diinginkan tersebut sehingga data dapat dilakukan pengolahan selanjutnya yaitu pengukuran efektivitas mesin dengan metode *overall equipment effectiveness*. Setelah melakukan uji kecukupan data dan hasilnya data dengan hasil pengamatan cukup maka diperlukan perhitungan *availability ratio*, *performance ratio* dan *quality ratio* untuk perhitungan OEE dengan cara mengalikan ketiga rasio tersebut. Data yang digunakan pada perhitungan ketiga rasio tersebut tidak selalu runtut setiap tanggalnya dikarenakan pengambilan data berdasarkan jadwal produksi dan terdapat beberapa tanggal yang tidak diambil datanya karena terdapat jeda hari cuti lebaran.

1. Perhitungan *Availability Ratio*

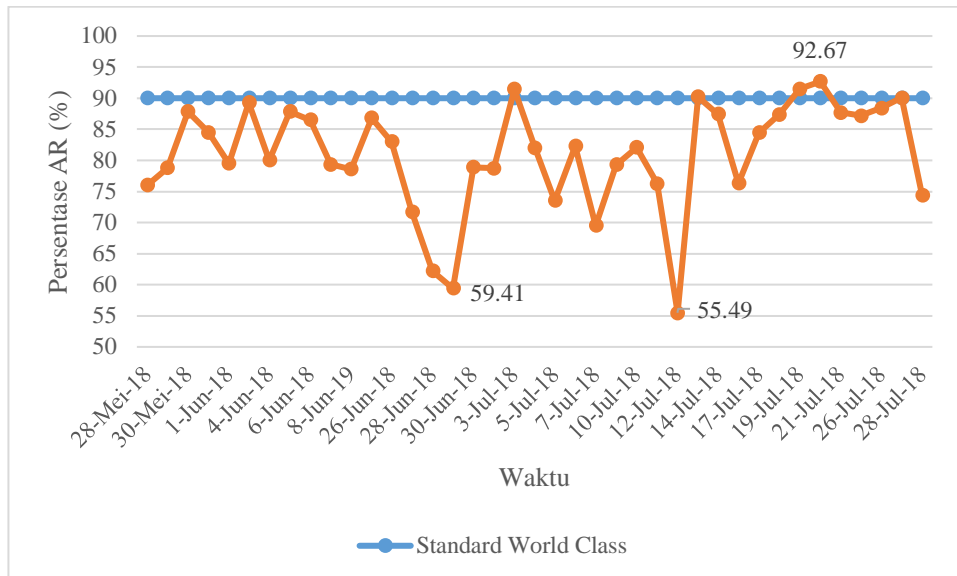
Availability Ratio adalah rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability Ratio* merupakan rasio dari waktu operasi, dengan mengeliminasi downtime peralatan terhadap waktu kerja terencana.



$$Availability\ ratio\ (\%) = \frac{\text{waktu operasi}}{\text{waktu kerja terencana}} \times 100\%$$

Waktu kerja terencana merupakan hasil eliminasi dari waktu kerja dikurangi waktu henti terencana, waktu halangan tidak terencana merupakan waktu dimana terjadinya *factory fault*, *set up* dan kerusakan mesin. Sementara itu waktu operasi merupakan waktu kerja terencana dikurangi dengan waktu halangan tidak terencana.

Berikut adalah grafik hasil dari perhitungan *availability ratio* harian pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



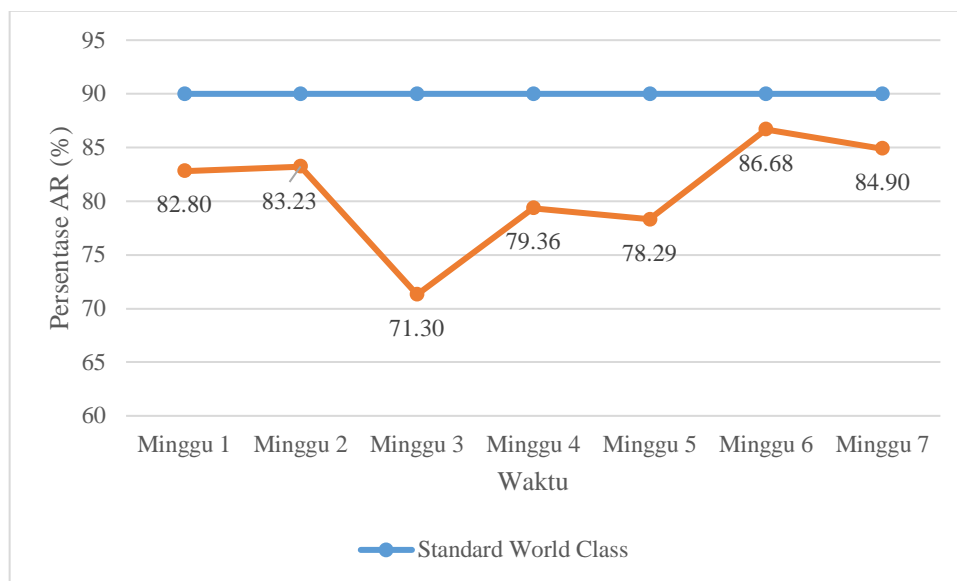
Gambar 4.3 Fluktuasi nilai *Availability Ratio* harian

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa nilai *availability ratio* sangat fluktuatif dan mencapai rata-rata 80,99%. Hasil tersebut masih berada dibawah standar *OEE World Class* dimana untuk nilai *availability ratio* standarnya adalah 90% atau lebih. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan mesin produksi pada *Line* AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama belum digunakan secara optimal dalam melakukan kegiatan produksi. Berdasarkan nilai *availability ratio* harian dapat diketahui bahwa nilai sangat tidak stabil bahkan terdapat nilai *availability ratio* yang sangat rendah yaitu 55,49% pada tanggal 12 Juli 2018. Nilai ini sangatlah rendah dan terpaut jauh apabila dibandingkan dengan standar *OEE World Class*. Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya waktu henti tidak terencana yang terlampaui tinggi dikarenakan gangguan pada mesin *blower*, sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan mesin yang membutuhkan waktu yang cukup lama.



Selain itu pada tanggal 29 Juni 2018 juga nilai *availability ratio* harian termasuk rendah yaitu 59,41%, hal tersebut dipengaruhi oleh waktu henti tidak terencana yang terlampau tinggi dikarenakan adanya gangguan pada mesin *conveyor smartpack* sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan mesin oleh teknisi yang membutuhkan waktu lama. Pada grafik juga dapat diketahui nilai *availability ratio* tertinggi yaitu 92,67% pada tanggal 20 Juli 2018, nilai ini sudah memenuhi standar *OEE World Class*.

Berikut adalah grafik hasil dari perhitungan *availability ratio* mingguan pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



Gambar 4.4 Fluktuasi nilai *Availability Ratio* mingguan

Nilai *availability ratio* perminggu mesin produksi AQUA 1500 ml berdasarkan Gambar 4.4 yaitu 82,80%, 83,23%, 71,30%, 79,36%, 78,29%, 86,68%, 84,90%. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai *availability ratio* tertinggi terjadi pada minggu 6 dengan nilai 86,68%, nilai ini sudah memenuhi standar *OEE World Class*. Berdasarkan nilai *availability ratio* dapat diketahui bahwa rata-rata nilai terendah yaitu pada minggu 3 dengan nilai 71,30%. Nilai tersebut dipengaruhi oleh tingginya waktu henti tidak terencana pada mesin selama satu minggu. Berdasarkan standar *OEE World Class* untuk nilai *availability ratio* adalah 90% atau lebih, dengan begitu dapat diketahui bahwa nilai *availability ratio* mingguan mesin produksi *Line* AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten berada dibawah standar *OEE World Class* yaitu dengan nilai rata-rata *availability ratio* mingguan adalah 80,99%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu yang tersedia untuk



mesin beroperasi belum digunakan secara optimal untuk kegiatan produksi dikarenakan adanya *downtime* atau waktu henti tidak terencana yang cukup tinggi.

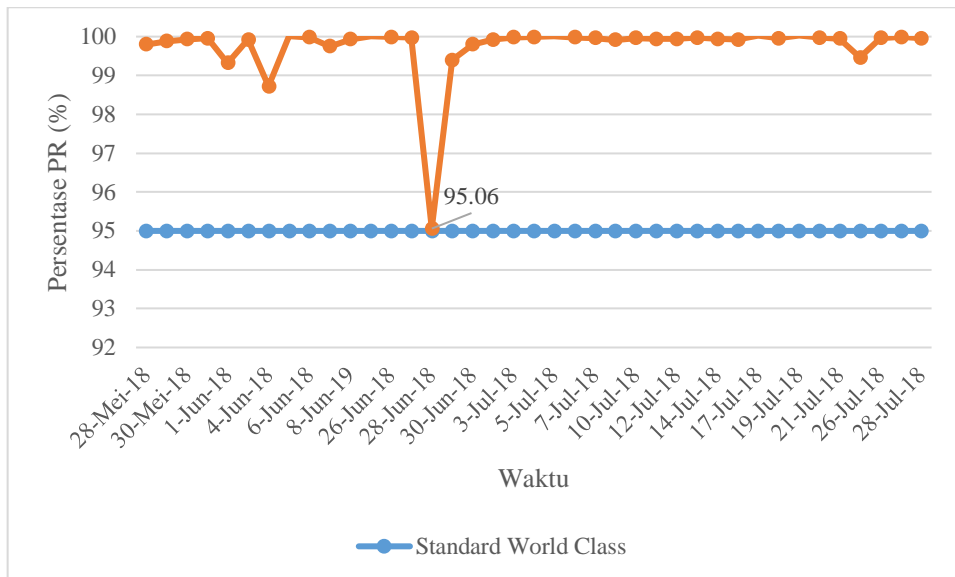
2. Pengukuran *Performance Ratio*

Performance Ratio adalah rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk. Dengan kata lain, *performance ratio* mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah.

$$\text{Performance ratio (\%)} = \frac{\text{jumlah produksi}}{\text{waktu operasi} \times \text{kapasitas mesin terpasang}} \times 100\%$$

Jumlah produksi merupakan jumlah seluruh hasil produk yang dihasilkan dari proses produksi, waktu operasi merupakan waktu bersih mesin untuk melakukan produksi. Kapasitas mesin terpasang merupakan kapasitas mesin dalam memproduksi produk setiap hari.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan nilai *Performance ratio* harian pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



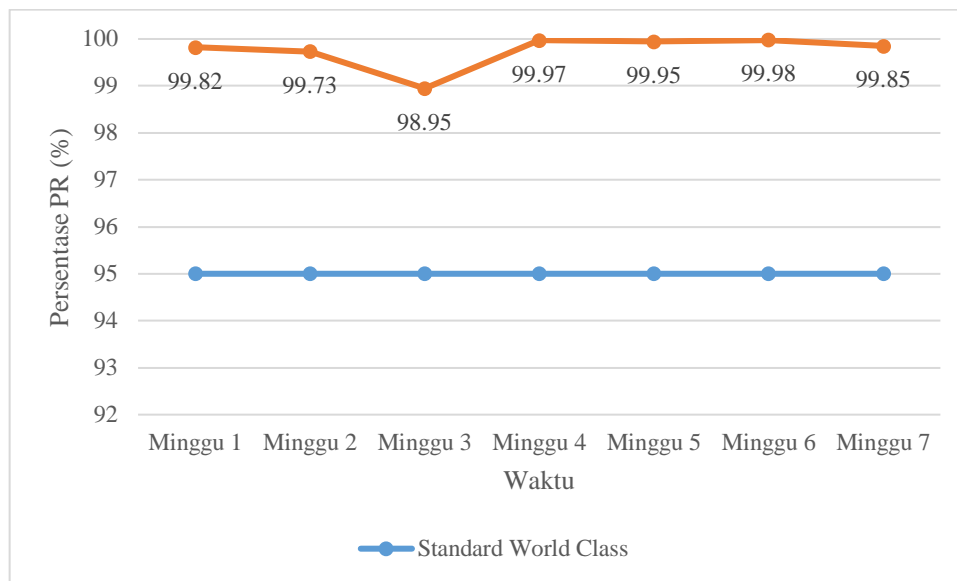
Gambar 4.5 Fluktuasi *Performance Ratio* harian

Rata-rata nilai *performance ratio* harian mesin produksi *Line* AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten yaitu 99,75% ideal berdasarkan kapasitas produksi. Sesuai dengan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa nilai *performance ratio* harian terjadi perubahan yang signifikan pada tanggal 28 Juni 2018 yaitu 95,06%, hal ini dikarenakan tingginya jumlah waktu henti tidak terencana mesin dalam waktu



singkat yang menyebabkan jumlah produk yang dihasilkan berkurang. Meskipun demikian nilai tersebut masih melampaui standar *OEE World Class*, sehingga dapat diketahui bahwa nilai *performance ratio* harian sudah melampaui standar *OEE World Class* yaitu 95%. Berdasarkan hasil pada grafik dapat disimpulkan bahwa kemampuan mesin yang digunakan dalam proses produksi sudah mencapai standar dari kapasitas mesin yang diinginkan.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan nilai *Performance ratio* mingguan pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



Gambar 4.6 Fluktuasi nilai *Performance Ratio* mingguan

Dari Gambar 4.6 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *performance ratio* mingguan mesin produksi *Line AQUA 1500 ml* yaitu 99,82%, 99,73%, 98,95%, 99,97%, 99,95%, 99,98%, 99,85%. Dari data tersebut dapat diketahui nilai rata-rata *performance ratio* mingguan adalah 97,75%. Berdasarkan grafik terjadi perubahan yang signifikan pada minggu 3 yaitu 98,95% hal ini disebabkan oleh tingginya jumlah waktu henti tidak terencana mesin yang terjadi dalam waktu singkat dan menyebabkan jumlah produk yang dihasilkan berkurang. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *performance ratio* mingguan sudah melampaui standar *OEE World Class* yaitu sebesar 95%. Hal itu berarti kemampuan mesin yang digunakan dalam kegiatan produksi untuk menghasilkan produk sudah sesuai dengan standar kapasitas mesin yang diinginkan.



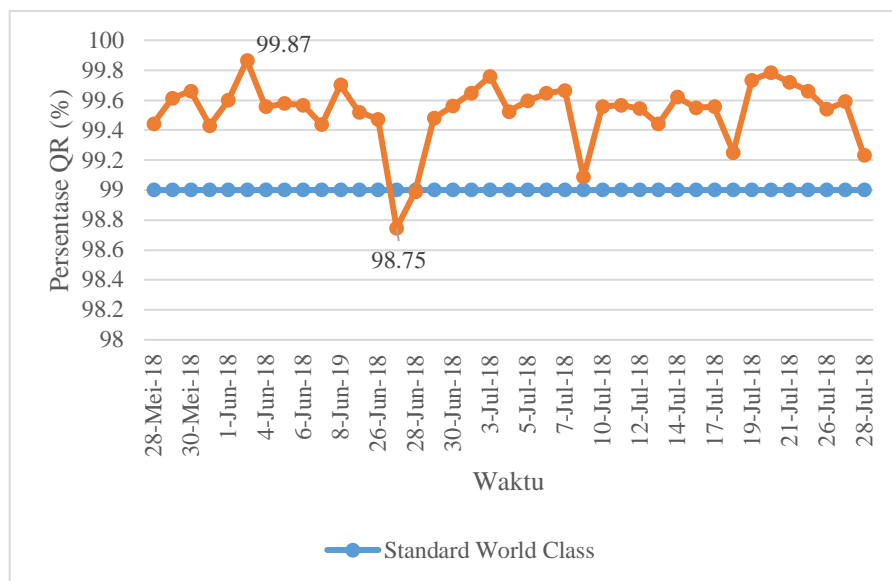
3. Perhitungan *Quality Ratio*

Quality ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.

$$Quality\ ratio(\%) = \frac{\text{jumlah produksi baik}}{\text{jumlah produksi}} \times 100\%$$

Jumlah produksi baik merupakan jumlah produksi yang tidak cacat atau jumlah produk hasil produksi yang tidak memiliki *defect*, jumlah produksi merupakan jumlah seluruh hasil produksi yang dihasilkan.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan nilai *Quality ratio* harian pada mesin produksi AQUA 1500 ml :

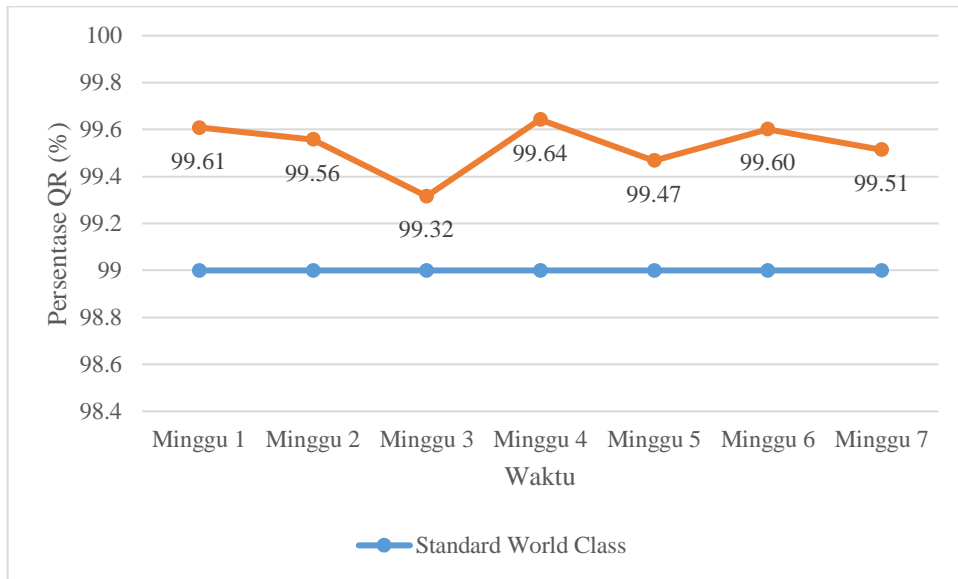


Gambar 4.7 Fluktuasi nilai *Quality Ratio* harian

Nilai rata-rata nilai *Quality ratio* harian mesin produksi *Line* AQUA 1500 ml adalah 99.53%. Berdasarkan Gambar 4.7 nilai *Quality ratio* harian terjadi perubahan yang signifikan pada tanggal 27 Juni 2018 yaitu 98,75%, dan pada tanggal 28 Juni 2018 yaitu 98,99% hal ini disebabkan adanya cacat produk yang ditimbulkan oleh mesin setelah terjadi perbaikan atau *setting* mesin. Meskipun terdapat perubahan yang signifikan berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *quality ratio* berada diatas standar *OEE World Class* yaitu sebesar 99%. Hal tersebut berarti kemampuan mesin untuk menghasilkan produk telah sesuai dengan kemampuan mesin secara optimal dalam memproduksi produk.



Berikut merupakan grafik hasil perhitungan nilai *Quality ratio* mingguan pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



Gambar 4.8 Fluktuasi nilai *Quality Ratio* mingguan

Nilai *quality ratio* mingguan mesin produksi Line AQUA 1500 ml berdasarkan data Gambar 4.8 adalah 99,61%, 99,56%, 99,32%, 99,64%, 99,47%, 99,60%, 99,51%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *quality ratio* mingguan adalah 99.53%. Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa nilai *Quality ratio* mingguan terjadi perubahan yang signifikan pada minggu 3 hal tersebut disebabkan adanya cacat produk yang ditimbulkan oleh mesin setelah terjadi perbaikan atau *setting* mesin. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *quality ratio* mingguan telah melampaui standar *OEE World Class* yaitu 99%. Hal tersebut berarti kemampuan mesin untuk menghasilkan produk telah sesuai dengan standar.

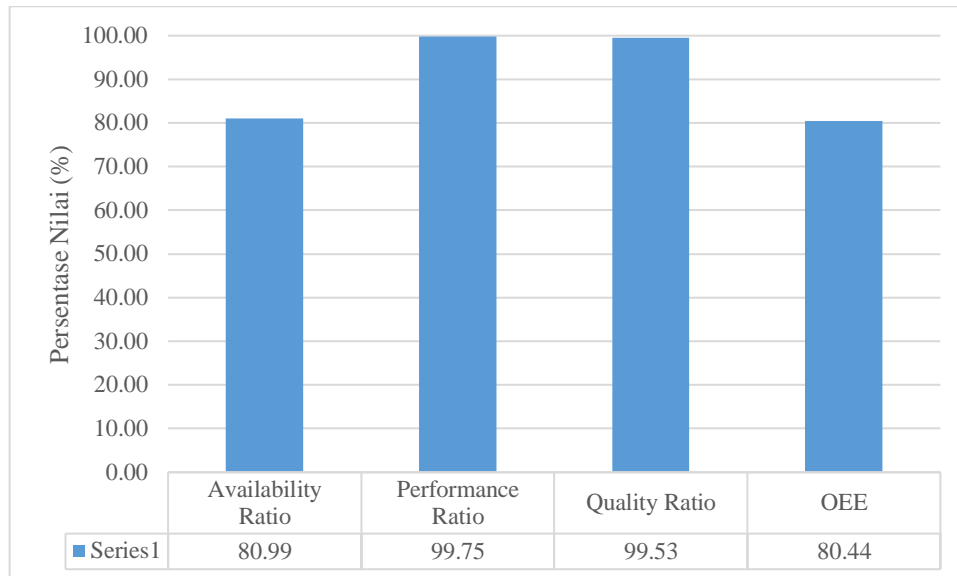
4. Perhitungan OEE

Setelah diperoleh nilai *availability ratio*, *performance ratio* dan *quality ratio*, maka dapat digunakan untuk mengetahui nilai OEE. Pengukuran OEE dilakukan untuk mengetahui pencapaian kerja mesin saat beroperasi berdasarkan tiga rasio utama tersebut.

$$OEE(\%) = Availability(\%) \times Performance\ ratio(\%) \times Quality\ ratio(\%)$$



Berikut merupakan grafik hasil perhitungan Komposisi Pencapaian OEE harian pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



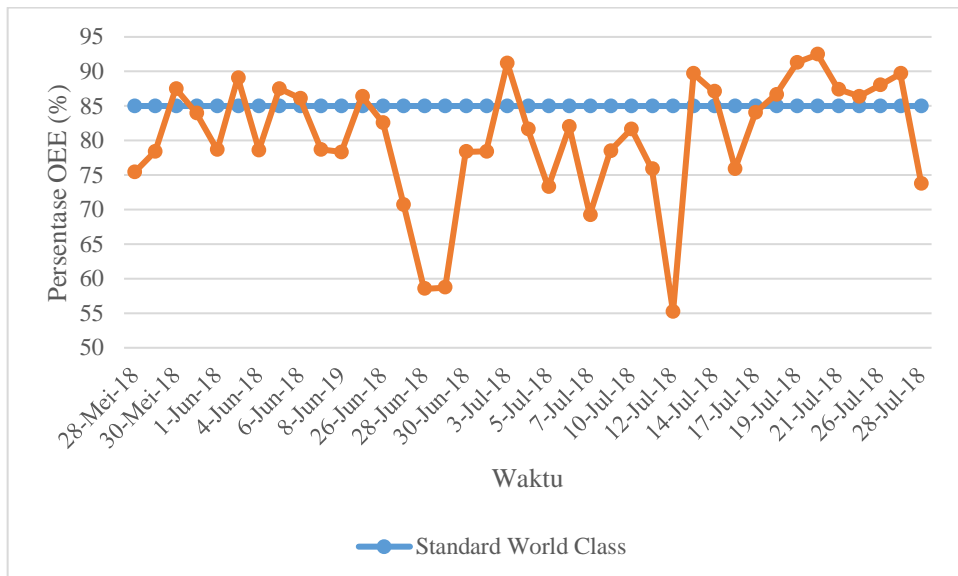
Gambar 4.9 Komposisi pencapaian OEE harian

Gambar 4.9 menunjukkan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dengan rasio pendukungnya diantaranya *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Quality Ratio* pada mesin produksi *Line AQUA 1500 ml* di PT Tirta Investama Klaten. *Availability ratio* merupakan perbandingan antara waktu operasi mesin aktual dengan waktu yang operasi mesin yang telah direncanakan. Semakin tinggi nilai *Availability ratio* maka semakin baik. Standar *OEE World Class* untuk nilai *Availability ratio* adalah 90%. *Availability ratio* merupakan indikator yang menunjukkan kehandalan mesin yang mengacu pada lama waktu mesin *downtime* dan waktu mesin *setup and adjustment*. *Performance ratio* mempertimbangkan faktor yang menyebabkan berkurangnya kecepatan produksi dari kecepatan sebenarnya yang dapat dilakukan oleh mesin tersebut. Standar *OEE World Class* untuk nilai *performance ratio* adalah 95%. *Performance ratio* mengacu pada indikator yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang dipengaruhi oleh waktu *downtime* dan kapasitas mesin produksi. *Quality ratio* merupakan perbandingan antara produk yang lolos *quality control* dengan total produksi. Standar *OEE World Class* untuk nilai *quality ratio* adalah 99%.



Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa nilai *Availability ratio* yaitu 80,99% termasuk berada dibawah standar *OEE World Class* yaitu 90%. Hal ini disebabkan oleh banyaknya *idle and minor stoppages losses* yang terjadi diantaranya botol roboh, kardus gagal *flapping*, kardus gagal vakuum, cap nyangkut, label tidak tertransfer, dan *perform* nyangkut. Hal ini menunjukkan masih kurangnya pemanfaatan waktu secara optimal dalam pembuatan produk pada mesin produksi *Line AQUA 1500 ml*. Nilai *performance ratio* yaitu 99.75 sudah melebihi standar *OEE World Class* yaitu 95%. Hal tersebut berarti kemampuan mesin sudah sesuai dengan standar keinginan dari pihak perusahaan. Nilai *quality ratio* yaitu 99.53% sudah melampaui standar *OEE World Class* yaitu 99%. Sehingga dapat diketahui bahwa kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sudah sesuai standar. Dengan demikian dari nilai ketiga rasio tersebut diperoleh nilai OEE yaitu 80.44%. Nilai tersebut belum mencapai standar *OEE World Class* yaitu 85%, dimana terdapat *gap* 4,65%, sehingga perlu dilakukan peningkatan efektivitas mesin.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan Pencapaian OEE harian pada mesin produksi AQUA 1500 ml :



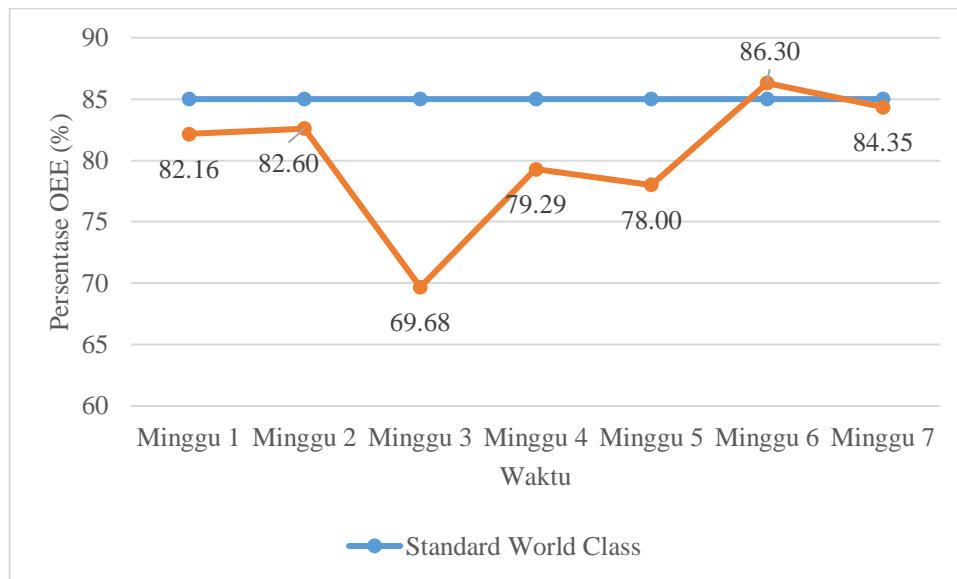
Gambar 4.10 Fluktuasi nilai OEE harian

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa nilai OEE sangat fluktuatif dan tidak stabil, nilai OEE terendah yaitu 55.20% pada 12 Juli 2018. Nilai tersebut sangatlah memiliki selisih yang sangat jauh apabila dibandingkan dengan standar *OEE World Class* yaitu 85%. Nilai OEE yang fluktuatif disebabkan oleh nilai



availability ratio yang juga tidak stabil atau fluktuatif diatas standar OEE *World Class* yaitu 95%. Sehingga perlu dilakukan analisis faktor lain yang memiliki potensi menyebabkan rendahnya nilai OEE pada mesin produksi *Line AQUA 1500 ml* di PT Tirta Investama Klaten, analisa yang dilakukan yaitu dengan analisa *six big losses* dan diagram sebab akibat.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan Pencapaian OEE mingguan pada mesin produksi AQUA 1500 ml :

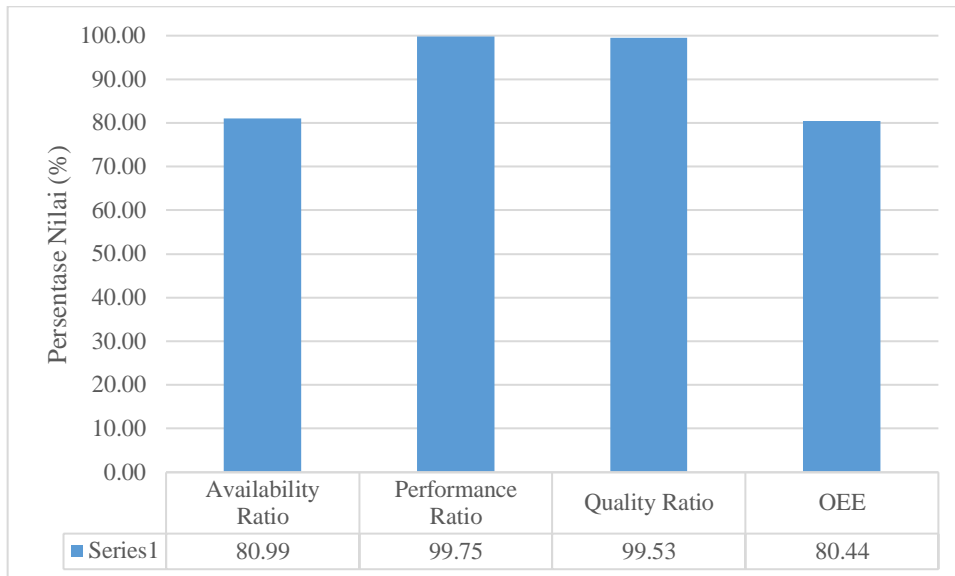


Gambar 4.11 Fluktuasi nilai OEE mingguan

Nilai OEE mingguan mesin produksi AQUA 1500 ml berdasarkan Gambar 4.11 sangat fluktuatif yaitu dengan nilai 82,16%, 82,60%, 69,68%, 79,29%, 78,00%, 86,30%, 84,35%. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui bahwa hanya pada minggu 6 nilai OEE berada diatas standar OEE *World Class* yaitu 85%. Sementara nilai untuk minggu lainnya berada di bawah standar OEE *World Class*, bahkan pada minggu 3 memiliki selisih yang sangat jauh. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai *availability ratio* yang juga tidak stabil diatas standar OEE *World Class*. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis faktor lain yang mempengaruhi tidak stabilnya nilai OEE pada mesin produksi Line AQUA 1500 ml di PT Tirta Investama Klaten, analisis dilakukan dengan analisa *six big losses* dan diagram sebab akibat.



Berikut merupakan nilai rata-rata *availability ratio*, *performance ratio* dan *quality ratio* mingguan :



Gambar 4.12 Komposisi pencapaian OEE mingguan

4.5 Analisa Six Big Losses

Identifikasi *six big losses* dilakukan setelah perhitungan OEE sesuai dengan permasalahan yang terjadi pada mesin produksi *line* AQUA 1500 ml. Rendahnya produktivitas mesin atau peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin atau peralatan yang tidak efektif dan efisien. Enam faktor dalam *six big losses* dikelompokkan menjadi tiga komponen utama yaitu *downtime losses*, *speed losses* dan *quality losses*. *Downtime losses* adalah ketika mesin berhenti total dan tidak menghasilkan produk sama sekali. *Downtime losses* terdiri dari *Breakdown losses* dan *Set up and adjustment*. *Breakdown losses* yaitu kerugian yang terjadi dikarenakan peralatan mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan atau penggantian. *Set up and adjustment* yaitu kerugian yang diakibatkan perubahan kondisi operasi, seperti dimulainya produksi atau dimulainya *shift* yang berbeda, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi.

Speed losses adalah ketika mesin tetap beroperasi namun mesin mengurangi kecepatannya dalam menghasilkan produk dikarenakan adanya gangguan. *Speed losses* terdiri dari *Iddling and minor stoppages losses* dan *Reduce speed losses*. *Iddling and minor stoppages losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh



berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara, seperti mesin terputus-putus (*halting*), macet (*jamming*) serta mesin menganggur (*idling*). *Reduce speed losses*, yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. *Quality losses* yaitu ketika mesin menghasilkan produk yang cacat akibat kesalahan dari mesin tersebut. *Quality losses* terdiri dari *Quality defect* dan *Yield losses*. *Quality defect*, kerugian ini terjadi karena terjadi kecacatan produk selama produksi. *Yield losses*, terjadi dikarenakan bahan baku terbuang.

Untuk mengetahui *six big losses* yang paling berpengaruh maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.1 *Six big losses* yang berpengaruh

| <i>Downtime Losses</i> | | <i>Speed Losses</i> | | <i>Quality Losses</i> | |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>Breakdown Losses/ Equipment Losses</i> | <i>Setup And Adjustment</i> | <i>Idling Minor Stoppage Losses</i> | <i>Reduce Speed Losses</i> | <i>Process Defect</i> | <i>Reduce Yield Losses</i> |
| 18.08% | 15.51% | 66.41% | - | - | - |

1. *Breakdown Losses/ Equipment Losses*

$$= \frac{1855}{10262} \times 100\% = 18,08\%$$

2. *Setup And Adjustment*

$$= \frac{1592}{10262} \times 100\% = 15,51\%$$

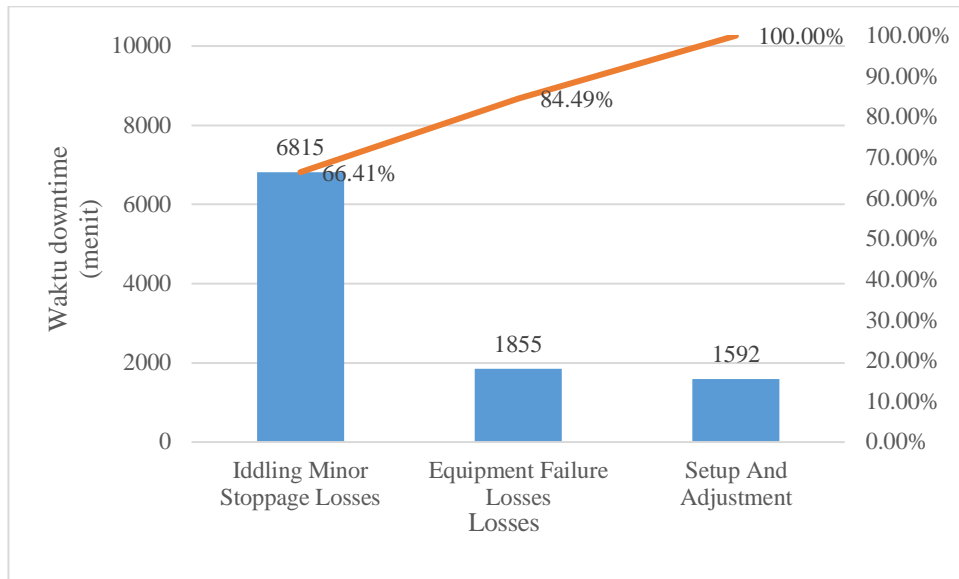
3. *Iddling Minor Stoppage Losses*

$$= \frac{6815}{10262} \times 100\% = 66,41\%$$

Six big losses yang terjadi berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui diantaranya terdapat tiga *losses* yang menjadi faktor utama terjadinya *downtime*. *Time losses* tertinggi yaitu pada *Iddling Minor Stoppage Losses* yaitu sebesar 66,41% hasil tersebut merupakan hasil yang sangat tinggi dan harus segera diperbaiki oleh perusahaan untuk menaikkan tingkat efektivitas mesin produksi. Selanjutnya yaitu *Breakdown Losses/Equipment Losses* sebesar 18,08% perbaikan mesin cukup berperan dalam meningkatkan efektivitas mesin produksi. Kemudian yang terakhir yaitu *Setup And Adjustment* sebesar 15,51%.



Berikut ini gambaran urutan ketiga faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin produksi Line AQUA 1500 ml :



Gambar 4.13 Diagram pareto faktor *six big losses*

Time losses terbanyak yang mempengaruhi tingkat efektivitas mesin produksi di *line* AQUA 1500 ml berdasarkan Gambar 4.13 adalah *Idling Minor Stoppage Losses* dengan jumlah waktu *downtime* 6815 menit dan presentase 66.41%. Faktor *Idling Minor Stoppage Losses* sebabkan kejadian botol roboh, kardus gagal proses, *cap* nyangkut. Gangguan tersebut menyebabkan produk dan target pabrik tidak terpenuhi. Apabila dibiarkan gangguan seperti itu akan menyebabkan kerugian bagi pihak perusahaan. Jika dikelompokan berdasarkan setiap mesin maka diperoleh data pada Tabel 4.1 yaitu berdasarkan frekuensi gangguan waktu henti tidak terencana mesin yang paling tinggi adalah pada mesin *Pick and place*. Gangguan yang sering terjadi pada mesin *Pick and place* diantaranya botol roboh di conveyor *smartpack* yang menyebabkan *downtime*. Kemudian mesin berikutnya yaitu *former* dimana gangguan yang sering terjadi yaitu kardus gagal proses, yang disebabkan oleh kardus yang melengkung. Berdasarkan waktu *downtime* yang terjadi, mesin yang memiliki waktu *downtime* paling tinggi adalah mesin *Blower* dengan waktu selama 1727 menit, kemudian mesin *Pick and place* yaitu dengan waktu *downtime* 1146 menit. Sehingga dapat diketahui bahwa mesin yang cukup krusial dan mempengaruhi tingkat efektivitas mesin produksi pada *line* AQUA 1500 ml yaitu mesin *Blowing*, *Pick and place*, dan *Former*.



Tabel 4.2 *Iddling minor stoppage losses* per unit mesin

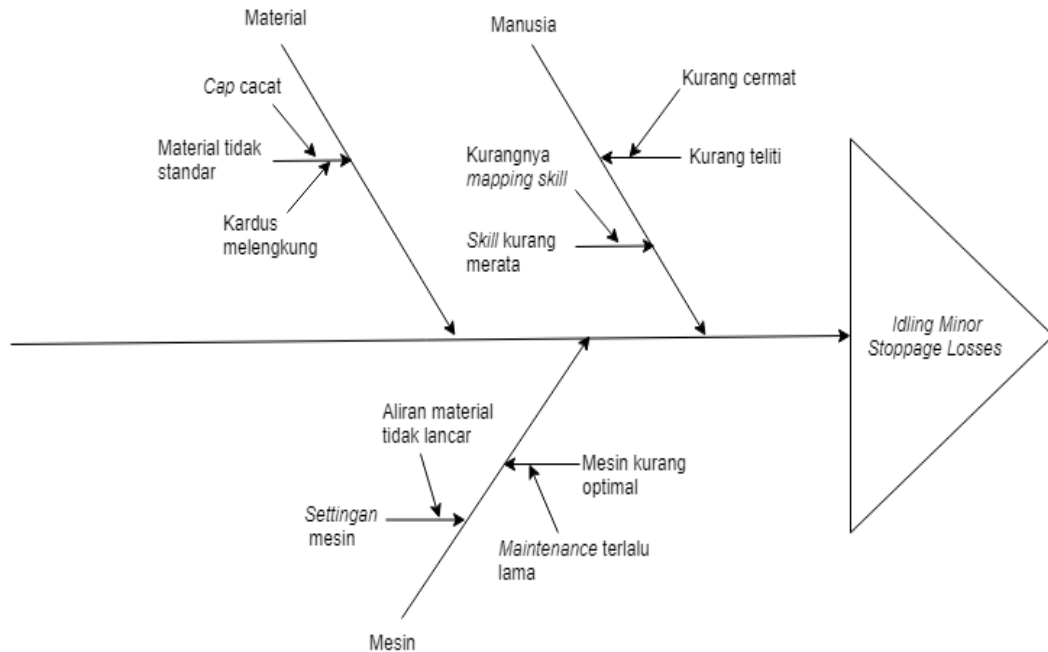
| No | Mesin | Frekuensi | Jumlah waktu (menit) |
|--------|-----------------------|-----------|----------------------|
| 1 | <i>Blower</i> | 129 | 1727 |
| 2 | <i>Coding</i> | 2 | 24 |
| 3 | <i>Conveyor</i> | 169 | 808 |
| 4 | <i>Filler</i> | 128 | 862 |
| 5 | <i>Former</i> | 221 | 955 |
| 6 | <i>Gluer</i> | 11 | 85 |
| 7 | <i>Labeller</i> | 124 | 680 |
| 8 | <i>Pick and Place</i> | 236 | 1146 |
| 9 | <i>Checkmate</i> | 48 | 532 |
| Jumlah | | 1068 | 6819 |

4.6 Analisa Diagram Sebab Akibat

Diagram Sebab Akibat atau Diagram *Ishikawa* merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab kecacatan dalam produk. Pada mesin produksi *Line AQUA 1500 ml* nilai OEE belum memenuhi standar OEE *World Class* dikarenakan adanya *idling and minor stoppage losses* yang tinggi. Oleh karena itu dilakukan analisa sebab akibat untuk mengetahui faktor yang paling mempengaruhi nilai efektivitas mesin produksi, serta melakukan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin produksi.



Berikut merupakan hasil analisa sebab akibat tingginya nilai *idling and minor stoppage losses* pada mesin produksi Line AQUA 1500 ml :



Gambar 4.14 Diagram sebab-akibat

Berdasarkan diagram diatas diketahui analisa dari tiap-tiap parameter antara lain :

1. Manusia

Manusia dalam hal ini merupakan tenaga kerja pada mesin produksi *Line AQUA 1500 ml*. Para pekerja tergolong memiliki pengaruh besar pada jalannya proses produksi produk. Peran tenaga kerja diantaranya adalah melakukan pengawasan terhadap mesin-mesin selama proses produksi, melakukan *setup* dan *maintenance* mesin, mengganti material selama proses produksi hingga melakukan perawatan mesin. Kegiatan pekerja terkait dengan proses produksi *Line AQUA 1500 ml* yaitu melakukan pengawasan dan jika timbul masalah melakukan penyelesaian terhadap masalah tersebut untuk kelancaran proses produksi. Faktor manusia atau operator melakukan *setting* parameter awal dengan kemampuan pekerja yang tidak merata menyebabkan *time losses* karena timbulnya masalah saat proses produksi. Serta faktor pelumasan yang kurang sempurna pada mesin oleh pekerja terutama *conveyor* menjadi penyebab seringnya *downtime* yang disebabkan oleh botol roboh dikarenakan keteledoran pekerja. Oleh karena itu perlunya *training* lebih lanjut dan adanya sinkronisasi operator sehingga kemampuan dalam bekerja merata, serta meningkatkan pemahaman SOP dengan baik agar kesalahan



dapat diminimalisir dan melakukan pengawasan kembali terhadap pekerja agar bekerja lebih teliti.

2. Material

Kelancaran proses produksi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan material yang digunakan, diantaranya yaitu kardus dan *cap*. Kenyataannya proses produksi sering mengalami *time losses* yang dipengaruhi oleh material diantaranya kardus melengkung dan *cap* cacat. Kardus melengkung menyebabkan mesin *former* menjadi lama dikarenakan kardus sulit untuk dibentuk dan kardus tidak bisa keluar dari *buffer*. Mesin *pick and place* pun harus mengikuti kondisi dari kardus sehingga mengalami *downtime*, karena kardus tidak bisa diproses atau tidak sesuai. Selain itu material *cap* cacat yang lolos dan ikut dalam proses produksi menyebabkan *time losses* yaitu *cap* nyangkut pada mesin *capper*. Hal tersebut menyebabkan botol yang sudah diisi telat dipasang *cap* sehingga menyebabkan *downtime*. Sebaiknya untuk mengatasi hal tersebut yaitu perlunya dilakukan peningkatan penyortiran saat material datang.

3. Mesin

Penggunaan mesin dan peralatan produksi secara tepat dan sesuai dengan fungsi tentunya dapat memberikan hasil yang optimal. *Preventive maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau kegiatan perawatan yang direncanakan untuk melakukan pencegahan. *Preventive maintenance* biasanya dijadwalkan setiap satu minggu sekali untuk perawatan mesin produksi, terutama pada mesin atau bagiannya yang mengalami penurunan kinerja karena *running hours* mendekati maksimum. Peningkatan tindakan *preventive maintenance* juga dilakukan untuk mengontrol apakah mesin perlu melakukan penggantian *spare part* atau tidak, apabila perlu dilakukan penggantian *spare part* maka akan dilakukan pergantian. Namun karena mesin merupakan buatan Jerman maka *spare part* nya pun cukup sulit untuk didapatkan karena harus dikirim dari Jerman dan hal tersebut cukup menjadi penghalang dalam pergantian *spare part* dan mempengaruhi performa mesin. Masalah seringkali *cap* menyangkut itu dikarenakan *setting* yang kurang pas. Selain itu seringkali botol roboh di *conveyor* disebabkan oleh pelumasan kurang sempurna. Oleh karena itu, sebaiknya dalam melakukan tindakan *maintenance* teknis harus



lebih teliti memeriksa bagian-bagian mesin yang cukup krusial mengalami kendala selama proses produksi. Dalam melakukan *maintenance* sebaiknya juga teknisi meningkatkan kinerja dalam melakukan pekerjaan agar tidak menimbulkan waktu *downtime* yang tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Rata-rata nilai *Availability Ratio* sebesar 80,99%, *Performance Ratio* sebesar 99,75% dan *Quality Ratio* sebesar 99,53%. Pencapaian OEE mesin produksi *Line AQUA 1500 ml* yaitu 80.44%.
2. Jika dilihat dari nilai rata-ratanya nilai *Performance Ratio* dan *Quality Ratio* dari mesin produksi *Line AQUA 1500 ml* telah melampaui standar OEE *World Class*. Namun, nilai *Availability Ratio* belum melampaui standar OEE *World Class* dikarenakan adanya waktu halangan tidak terencana yang tinggi seperti *Idling and Minor Stoppage Losses*, *Equipment Failure Losses* dan *Setup and Adjustment Losses*.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE yaitu adalah *Idling and Minor Stoppage Losses*, *Equipment Failure Losses* dan *Setup and Adjustment Losses*. Faktor utama diantara ketiga faktor tersebut adalah *Idling and Minor Stoppage Losses*. Dimana faktor ini disebabkan adanya waktu henti tidak terencana yaitu adanya botol roboh, botol nyangkut, kardus gagal proses, *cap* nyangkut.

5.2 Saran

1. Perusahaan sebaiknya memberikan peningkatan (*upgrading*) *skill* kepada operator berupa pelatihan dalam proses produksi sesuai dengan *job desknya* masing dengan cepat teliti dan tepat waktu sehingga tidak menghambat proses produksi dan menimbulkan *time losses*.
2. Perusahaan sebaiknya meningkatkan kedisiplinan dalam pemahaman SOP pemeliharaan dan inspeksi fasilitas agar dapat menghindarkan dari kerusakan serta dapat meminimalisir *time losses*.
3. Perusahaan sebaiknya meningkatkan *preventive maintenance* mesin terutama bagian-bagian mesin yang cukup krusial menyebabkan *time losses* dalam melakukan proses produksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M., Sultan, A.Z. 2018. *Manajemen Perawatan*. Deepublish. Yogyakarta
- Astuti, R. D. 2016. *Analisis Dan Perancangan Sistem Kerja*. Deepublish. Yogyakarta
- Betrianis. 2005. Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi. *Jurnal Teknik Industri* Vol. 7, No.2 PP 91-126
- Cooper. 2006. *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver Software and References*. Springer. Amerika
- Deril, M., Noviriana, H. 2014. Uji Parameter Air Minum Dalam Kemasan Di Kota Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol. 6 No. 1. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Jawa Timur
- Gaspersz, V, 2004. *Production Planning and Inventory Control*. Edisi Ketiga, PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Gaspersz, V. 2012. *All In One: Production and Inventori Management*. Edisi 8. Bogor
- Gunawan, Clara Valentina., dan Hendy Tannady. 2016. Analisis Kinerja Proses dan Identifikasi Cacat Dominan Pada Pembuatan Bag Dengan Metode Statistical Proses Control. *Jurnal Teknik Industri* Vol XI No 1
- Hegde, Harsha G., N.S. Mahesh., K. Doss. (2009). Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM and 5S Techniques in a CNC Machine Shop. Vol. 8, No. 2 PP 5-32
- Hermanto, Nur M. 2016. Analisis Efektivitas Mesin Fette 3200 Line 1 Guna Meminimalisir Waktu Downtime Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Di PT Bayer Indonesia. *Jurnal Teknik Industri* Vol, 1. No. 3
- Montgomery, D.C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control, Fifth Edition*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to TPM : Total Productive Maintenance*. Productivity Press. Cambridge
- Nakajima, S. 1989. *TPM Development Program Implementing Total Productive Maintenance*. Productivity Press. Cambridge



- Prihantya, M.N., Cordova, H., dan Noriyati, D.R. 2013. Perancangan Sistem Pengendalian Level Dan Interlock Pada *Steam Drum* Dengan Tiga Element Kontrol Di PG Gempol Krep Mojokerto. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1
- Sembiring, N., Subroto, A. 2010. *Terapi Sari Air Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Tanurahardja. 2012. Penjadwalan Preventive Maintenance di PT. Wahana Lentera Raya. *Jurnal Teknik Industri* Vol. 3 No.4 PP. 6-8
- Venkatesh, J. (2007). *An introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. http://www.plantmaintenance.com/articles/tpm_intro.shtml. Diakses pada 20 Juni 2018
- Wiguna, A. 2015. Implementasi program TPM (Total Productive Maintenance) Mesin CJ4 di PT. Kimberly-Clark Indonesia. *Jurnal OE* Vol. 7, No. 2. PP 185-266



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KOMPOSISI TANAMAN BERKAYU DI SEKITAR RAWA GELAM KABUPATEN TANGERANG
FITRIA HASHEENA, Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

LAMPIRAN



Lampiran 1 Uji kecukupan data waktu operasi

| No | Tanggal | Waktu Operasi |
|----|-----------|---------------|
| 1 | 28-Mei-18 | 16.72 |
| 2 | 29-Mei-18 | 16.55 |
| 3 | 30-Mei-18 | 19.77 |
| 4 | 31-Mei-18 | 19.43 |
| 5 | 1-Jun-18 | 15.30 |
| 6 | 2-Jun-18 | 20.53 |
| 7 | 4-Jun-18 | 19.40 |
| 8 | 5-Jun-18 | 19.73 |
| 9 | 6-Jun-18 | 19.90 |
| 10 | 7-Jun-18 | 17.85 |
| 11 | 8-Jun-19 | 16.90 |
| 12 | 9-Jun-18 | 19.97 |
| 13 | 26-Jun-18 | 19.92 |
| 14 | 27-Jun-18 | 10.03 |
| 15 | 28-Jun-18 | 13.68 |
| 16 | 29-Jun-18 | 13.37 |
| 17 | 30-Jun-18 | 18.93 |
| 18 | 2-Jul-18 | 18.90 |
| 19 | 3-Jul-18 | 19.12 |
| 20 | 4-Jul-18 | 16.05 |
| 21 | 5-Jul-18 | 17.65 |
| 22 | 6-Jul-18 | 18.52 |
| 23 | 7-Jul-18 | 16.68 |
| 24 | 9-Jul-18 | 18.63 |
| 25 | 10-Jul-18 | 19.28 |
| 26 | 11-Jul-18 | 17.92 |
| 27 | 12-Jul-18 | 13.32 |
| 28 | 13-Jul-18 | 20.30 |
| 29 | 14-Jul-18 | 20.55 |
| 30 | 16-Jul-18 | 17.55 |
| 31 | 17-Jul-18 | 20.27 |
| 32 | 18-Jul-18 | 20.97 |
| 33 | 19-Jul-18 | 21.97 |
| 34 | 20-Jul-18 | 20.85 |



| No | Tanggal | Waktu Operasi |
|----|-----------|---------------|
| 35 | 21-Jul-18 | 21.05 |
| 36 | 25-Jul-18 | 20.48 |
| 37 | 26-Jul-18 | 20.78 |
| 38 | 27-Jul-18 | 20.27 |
| 39 | 28-Jul-18 | 17.85 |

$$\text{Uji Kecukupan Data } N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum_{i=1}^n x_i - [\sum_{i=1}^n x_i]^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

Dimana N merupakan jumlah data pengamatan yang telah dilakukan yaitu 39. Rumus ini digunakan untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%, maka untuk k bernilai 5 dan s bernilai 0,05. Data dikatakan cukup apabila nilai N' kurang dari nilai N. Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecukupan data dari hasil pengamatan pada mesin produksi *line* AQUA 1500 ml :

Waktu operasi :

$$\sum x_i = 716,93$$

$$\sum x_i^2 = 13428,02$$

$$(\sum x_i)^2 = 513988,62$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{39 \times 13428,02 - [716,93]^2}}{716,93} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{39 \times 13428,02 - 513988,62}}{716,93} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \times 98,51}{716,93} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{3940,40}{716,93} \right]^2$$

$$N' = [5,50]^2$$

$$N' = 30,21 \text{ (Cukup)}$$

Berdasarkan hasil uji kecukupan data didapatkan hasil bahwa data hasil pengamatan yang diambil pada mesin produksi *line* AQUA 1500 ml dikatakan cukup dikarenakan nilai $N' < N$

Lampiran 2 Perhitungan harian OEE mesin produksi line AQUA 1500 ml

| Tanggal | Kapasitas | Waktu Kerja | Berhenti Terencana | Waktu Kerja Terencana | Halangan tak terencana | Waktu Operasi | Availability Ratio | Jumlah Produksi | Jumlah Produksi Baik | Performance Ratio | Quality Ratio | OEE |
|-----------|-----------|-------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|-------|
| 28-Mei-18 | 25200 | 24 | 2 | 22 | 317 | 16.72 | 75.98 | 420420 | 418080 | 99.80 | 99.44 | 75.41 |
| 29-Mei-18 | 25200 | 22 | 1 | 21 | 267 | 16.55 | 78.81 | 416575 | 414960 | 99.88 | 99.61 | 78.41 |
| 30-Mei-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 164 | 19.77 | 87.85 | 497768 | 496080 | 99.93 | 99.66 | 87.49 |
| 31-Mei-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 214 | 19.43 | 84.49 | 489512 | 486720 | 99.96 | 99.43 | 83.98 |
| 1-Jun-18 | 25200 | 23 | 1.5 | 20.5 | 312 | 15.30 | 79.51 | 382952 | 381420 | 99.32 | 99.60 | 78.66 |
| 2-Jun-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 148 | 20.53 | 89.28 | 517057 | 516360 | 99.93 | 99.87 | 89.09 |
| 4-Jun-18 | 25200 | 23 | 1 | 23 | 216 | 19.40 | 80.00 | 482625 | 480480 | 98.72 | 99.56 | 78.63 |
| 5-Jun-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 164 | 19.77 | 87.85 | 498181 | 496080 | 100.01 | 99.58 | 87.49 |
| 6-Jun-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 186 | 19.90 | 86.52 | 501366 | 499200 | 99.98 | 99.57 | 86.13 |
| 7-Jun-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 279 | 17.85 | 79.33 | 448688 | 446160 | 99.75 | 99.44 | 78.69 |
| 8-Jun-19 | 25200 | 24 | 2.5 | 21.5 | 276 | 16.90 | 78.60 | 425592 | 424320 | 99.93 | 99.70 | 78.32 |
| 9-Jun-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 182 | 19.97 | 86.81 | 503174 | 500760 | 100.00 | 99.52 | 86.40 |
| 26-Jun-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 245 | 19.92 | 82.99 | 501839 | 499200 | 99.99 | 99.47 | 82.54 |
| 27-Jun-18 | 25200 | 14 | 0 | 14 | 238 | 10.03 | 71.67 | 252770 | 249600 | 99.97 | 98.75 | 70.75 |
| 28-Jun-18 | 25200 | 23 | 1 | 22 | 499 | 13.68 | 62.20 | 327787 | 324480 | 95.06 | 98.99 | 58.53 |
| 29-Jun-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 548 | 13.37 | 59.41 | 334801 | 333060 | 99.39 | 99.48 | 58.74 |
| 30-Jun-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 304 | 18.93 | 78.89 | 476175 | 474084 | 99.80 | 99.56 | 78.39 |
| 2-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 306 | 18.90 | 78.75 | 475912 | 474240 | 99.92 | 99.65 | 78.41 |
| 3-Jul-18 | 25200 | 24 | 1 | 22 | 173 | 19.12 | 91.44 | 481643 | 480480 | 99.98 | 99.76 | 91.20 |
| 4-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 22 | 357 | 16.05 | 82.05 | 404406 | 402480 | 99.99 | 99.52 | 81.64 |
| 5-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 381 | 17.65 | 73.54 | 444841 | 443040 | 100.01 | 99.60 | 73.25 |

| Tanggal | Kapasitas | Waktu Kerja | Berhenti Terencana | Waktu Kerja Terencana | Halangan tak terencana | Waktu Operasi | Availability Ratio | Jumlah Produksi | Jumlah Produksi Baik | Performance Ratio | Quality Ratio | OEE |
|-----------|-----------|-------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|-------|
| 6-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 239 | 18.52 | 82.30 | 466531 | 464880 | 99.98 | 99.65 | 81.99 |
| 7-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 439 | 16.68 | 69.51 | 420267 | 418860 | 99.96 | 99.67 | 69.26 |
| 9-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 292 | 18.63 | 79.29 | 469167 | 464880 | 99.92 | 99.09 | 78.50 |
| 10-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 253 | 19.28 | 82.06 | 485750 | 483600 | 99.96 | 99.56 | 81.66 |
| 11-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 335 | 17.92 | 76.24 | 451234 | 449280 | 99.94 | 99.57 | 75.87 |
| 12-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 641 | 13.32 | 55.49 | 335371 | 333840 | 99.94 | 99.54 | 55.20 |
| 13-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 132 | 20.30 | 90.22 | 511417 | 508560 | 99.97 | 99.44 | 89.69 |
| 14-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 177 | 20.55 | 87.45 | 517542 | 515580 | 99.94 | 99.62 | 87.06 |
| 16-Jul-18 | 25200 | 23 | 0 | 23 | 327 | 17.55 | 76.30 | 441911 | 439920 | 99.92 | 99.55 | 75.90 |
| 17-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 224 | 20.27 | 84.44 | 510822 | 508560 | 100.02 | 99.56 | 84.09 |
| 18-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 182 | 20.97 | 87.36 | 528114 | 524160 | 99.95 | 99.25 | 86.67 |
| 19-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 122 | 21.97 | 91.53 | 553719 | 552240 | 100.03 | 99.73 | 91.31 |
| 20-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 99 | 20.85 | 92.67 | 525295 | 524160 | 99.98 | 99.78 | 92.44 |
| 21-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 177 | 21.05 | 87.71 | 530165 | 528684 | 99.94 | 99.72 | 87.41 |
| 25-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 181 | 20.48 | 87.16 | 513414 | 511680 | 99.46 | 99.66 | 86.40 |
| 26-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 163 | 20.78 | 88.44 | 523452 | 521040 | 99.96 | 99.54 | 88.00 |
| 27-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 134 | 20.27 | 90.07 | 510655 | 508560 | 99.99 | 99.59 | 89.69 |
| 28-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 369 | 17.85 | 74.38 | 449618 | 446160 | 99.96 | 99.23 | 73.77 |

Lampiran 3 Perhitungan mingguan OEE mesin produksi line AQUA 1500 ml

| Tanggal | Kapasitas | Waktu Kerja | Berhenti Terencana | Waktu Kerja Terencana | Halangan tak terencana | Waktu Operasi | Availability Ratio | Jumlah Produksi | Jumlah Produksi Baik | Performance Ratio | Quality Ratio | OEE |
|-----------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|--------------|
| 28-Mei-18 | 25200 | 24 | 2 | 22 | 317 | 16.72 | 75.98 | 420420 | 418080 | 99.80 | 99.44 | 75.41 |
| 29-Mei-18 | 25200 | 22 | 1 | 21 | 267 | 16.55 | 78.81 | 416575 | 414960 | 99.88 | 99.61 | 78.41 |
| 30-Mei-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 164 | 19.77 | 87.85 | 497768 | 496080 | 99.93 | 99.66 | 87.49 |
| 31-Mei-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 214 | 19.43 | 84.49 | 489512 | 486720 | 99.96 | 99.43 | 83.98 |
| 1-Jun-18 | 25200 | 23 | 1.5 | 20.5 | 312 | 15.30 | 79.51 | 382952 | 381420 | 99.32 | 99.60 | 78.66 |
| 2-Jun-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 148 | 20.53 | 89.28 | 517057 | 516360 | 99.93 | 99.87 | 89.09 |
| Minggu 1 | 25200 | 141 | 8 | 132 | 1422 | 108.30 | 82.65 | 2724284 | 2713620 | 99.80 | 99.60 | 82.17 |
| 4-Jun-18 | 25200 | 23 | 1 | 23 | 216 | 19.40 | 80.00 | 482625 | 480480 | 98.72 | 99.56 | 78.63 |
| 5-Jun-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 164 | 19.77 | 87.85 | 498181 | 496080 | 100.01 | 99.58 | 87.49 |
| 6-Jun-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 186 | 19.90 | 86.52 | 501366 | 499200 | 99.98 | 99.57 | 86.13 |
| 7-Jun-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 279 | 17.85 | 79.33 | 448688 | 446160 | 99.75 | 99.44 | 78.69 |
| 8-Jun-19 | 25200 | 24 | 2.5 | 21.5 | 276 | 16.90 | 78.60 | 425592 | 424320 | 99.93 | 99.70 | 78.32 |
| 9-Jun-18 | 25200 | 24 | 1 | 23 | 182 | 19.97 | 86.81 | 503174 | 500760 | 100.00 | 99.52 | 86.40 |
| Minggu 2 | 25200 | 143 | 8.5 | 135.5 | 1303 | 113.78 | 83.19 | 2859626 | 2847000 | 99.73 | 99.56 | 82.61 |
| 26-Jun-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 245 | 19.92 | 82.99 | 501839 | 499200 | 99.99 | 99.47 | 82.54 |
| 27-Jun-18 | 25200 | 14 | 0 | 14 | 238 | 10.03 | 71.67 | 252770 | 249600 | 99.97 | 98.75 | 70.75 |
| 28-Jun-18 | 25200 | 23 | 1 | 22 | 499 | 13.68 | 62.20 | 327787 | 324480 | 95.06 | 98.99 | 58.53 |
| 29-Jun-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 548 | 13.37 | 59.41 | 334801 | 333060 | 99.39 | 99.48 | 58.74 |
| 30-Jun-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 304 | 18.93 | 78.89 | 476175 | 474084 | 99.80 | 99.56 | 78.39 |
| Minggu 3 | 25200 | 109 | 2.5 | 106.5 | 1834 | 75.93 | 73.06 | 1893372 | 1880424 | 98.99 | 99.30 | 71.93 |

| Tanggal | Kapasitas | Waktu Kerja | Berhenti Terencana | Waktu Kerja Terencana | Halangan tak terencana | Waktu Operasi | Availability Ratio | Jumlah Produksi | Jumlah Produksi Baik | Performance Ratio | Quality Ratio | OEE |
|-----------|-----------|-------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|-------|
| 2-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 306 | 18.90 | 78.75 | 475912 | 474240 | 99.92 | 99.65 | 78.41 |
| 3-Jul-18 | 25200 | 24 | 1 | 22 | 173 | 19.12 | 91.44 | 481643 | 480480 | 99.98 | 99.76 | 91.20 |
| 4-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 22 | 357 | 16.05 | 82.05 | 404406 | 402480 | 99.99 | 99.52 | 81.64 |
| 5-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 381 | 17.65 | 73.54 | 444841 | 443040 | 100.01 | 99.60 | 73.25 |
| 6-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 239 | 18.52 | 82.30 | 466531 | 464880 | 99.98 | 99.65 | 81.99 |
| 7-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 439 | 16.68 | 69.51 | 420267 | 418860 | 99.96 | 99.67 | 69.26 |
| Minggu 4 | 25200 | 120 | 2.5 | 114.5 | 1589 | 88.02 | 79.60 | 2217688 | 2209740 | 99.97 | 99.64 | 79.29 |
| 9-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 292 | 18.63 | 79.29 | 469167 | 464880 | 99.92 | 99.09 | 78.50 |
| 10-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 253 | 19.28 | 82.06 | 485750 | 483600 | 99.96 | 99.56 | 81.66 |
| 11-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 335 | 17.92 | 76.24 | 451234 | 449280 | 99.94 | 99.57 | 75.87 |
| 12-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 641 | 13.32 | 55.49 | 335371 | 333840 | 99.94 | 99.54 | 55.20 |
| 13-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 132 | 20.30 | 90.22 | 511417 | 508560 | 99.97 | 99.44 | 89.69 |
| 14-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 177 | 20.55 | 87.45 | 517542 | 515580 | 99.94 | 99.62 | 87.06 |
| Minggu 5 | 25200 | 120 | 3 | 117 | 1538 | 91.37 | 78.46 | 2301314 | 2290860 | 99.94 | 99.47 | 78.00 |
| 16-Jul-18 | 25200 | 23 | 0 | 23 | 327 | 17.55 | 76.30 | 441911 | 439920 | 99.92 | 99.55 | 75.90 |
| 17-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 224 | 20.27 | 84.44 | 510822 | 508560 | 100.02 | 99.56 | 84.09 |
| 18-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 182 | 20.97 | 87.36 | 528114 | 524160 | 99.95 | 99.25 | 86.67 |
| 19-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 122 | 21.97 | 91.53 | 553719 | 552240 | 100.03 | 99.73 | 91.31 |
| 20-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 99 | 20.85 | 92.67 | 525295 | 524160 | 99.98 | 99.78 | 92.44 |
| 21-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 177 | 21.05 | 87.71 | 530165 | 528684 | 99.94 | 99.72 | 87.41 |
| Minggu 6 | 25200 | 120 | 1.5 | 118.5 | 804 | 105.10 | 86.67 | 2648115 | 2637804 | 99.97 | 99.60 | 86.30 |

| Tanggal | Kapasitas | Waktu Kerja | Berhenti Terencana | Waktu Kerja Terencana | Halangan tak terencana | Waktu Operasi | Availability Ratio | Jumlah Produksi | Jumlah Produksi Baik | Performance Ratio | Quality Ratio | OEE |
|-----------|-----------|-------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|-------|
| 25-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 181 | 20.48 | 87.16 | 513414 | 511680 | 99.46 | 99.66 | 86.40 |
| 26-Jul-18 | 25200 | 24 | 0.5 | 23.5 | 163 | 20.78 | 88.44 | 523452 | 521040 | 99.96 | 99.54 | 88.00 |
| 27-Jul-18 | 25200 | 24 | 1.5 | 22.5 | 134 | 20.27 | 90.07 | 510655 | 508560 | 99.99 | 99.59 | 89.69 |
| 28-Jul-18 | 25200 | 24 | 0 | 24 | 369 | 17.85 | 74.38 | 449618 | 446160 | 99.96 | 99.23 | 73.77 |
| Minggu 7 | | 216 | 4 | 212 | 1651 | 184.48 | 85.74 | 4645254 | 4625244 | 99.88 | 99.56 | 85.26 |



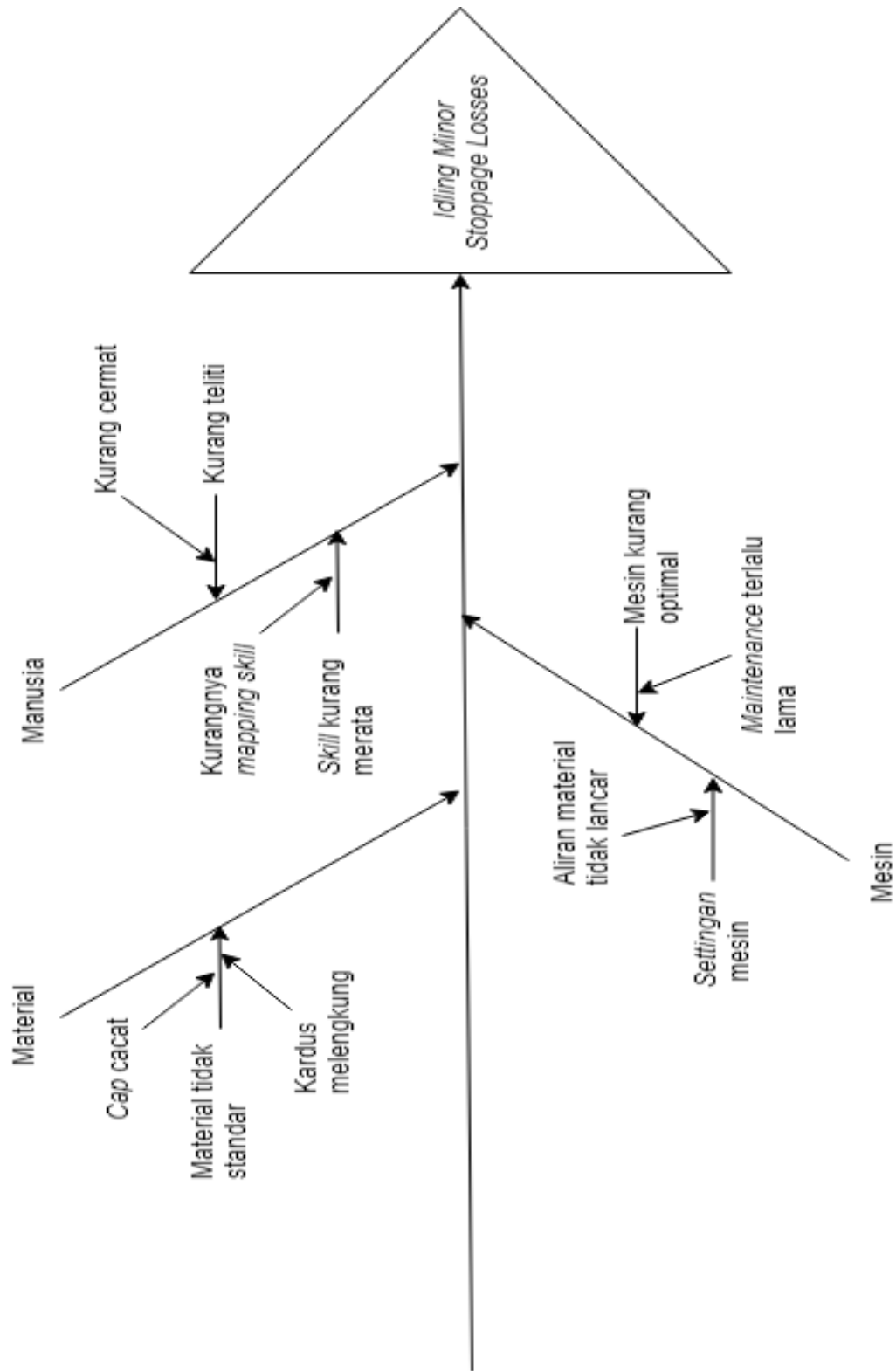
Lampiran Downtime pada idling minor stoppage loss

Lampiran 4 Downtime pada idling minor stoppage losses

| No | Penyebab Downtime | Jumlah | Persentase |
|----|--|--------|------------|
| 1 | <i>Back up rejection area</i> | 5 | 0.47 |
| 2 | Botol nyangkut di pagar <i>konv</i> | 147 | 13.76 |
| 3 | Botol nyumpel di <i>chekmat</i> | 5 | 0.47 |
| 4 | Botol <i>reject</i> jatuh di <i>Blower</i> | 1 | 0.09 |
| 5 | Botol roboh | 298 | 27.9 |
| 6 | Botol <i>stuck</i> | 24 | 2.25 |
| 7 | Botol telat di <i>konv infeed label</i> | 7 | 0.66 |
| 8 | Botol telat ke <i>grifer</i> | 1 | 0.09 |
| 9 | Box gagal proses | 136 | 12.73 |
| 10 | Box gagal <i>vakum</i> | 57 | 5.34 |
| 11 | Box macet di <i>belt conveyor</i> | 5 | 0.47 |
| 12 | Box tidak bisa keluar dari <i>buffer</i> | 35 | 3.28 |
| 13 | <i>Cam fitting mandrel</i> | 6 | 0.56 |
| 14 | Cap nyangkut | 113 | 10.58 |
| 15 | <i>Chekmat blocked</i> | 39 | 3.65 |
| 16 | Label tidak tertransfer | 90 | 8.43 |
| 17 | Membran tidak bisa vakum | 1 | 0.09 |
| 18 | Mesin penyedot lem <i>error</i> | 2 | 0.19 |
| 19 | <i>Mold clousing cam</i> | 8 | 0.75 |
| 20 | <i>Mold Not Locked</i> | 14 | 1.31 |
| 21 | Posisi bagian mesin tidak pas | 18 | 1.69 |
| 22 | Potongan label acak | 3 | 0.28 |
| 23 | <i>Preform</i> nyangkut | 53 | 4.96 |



Lampiran 5 Diagram Sebab Akibat

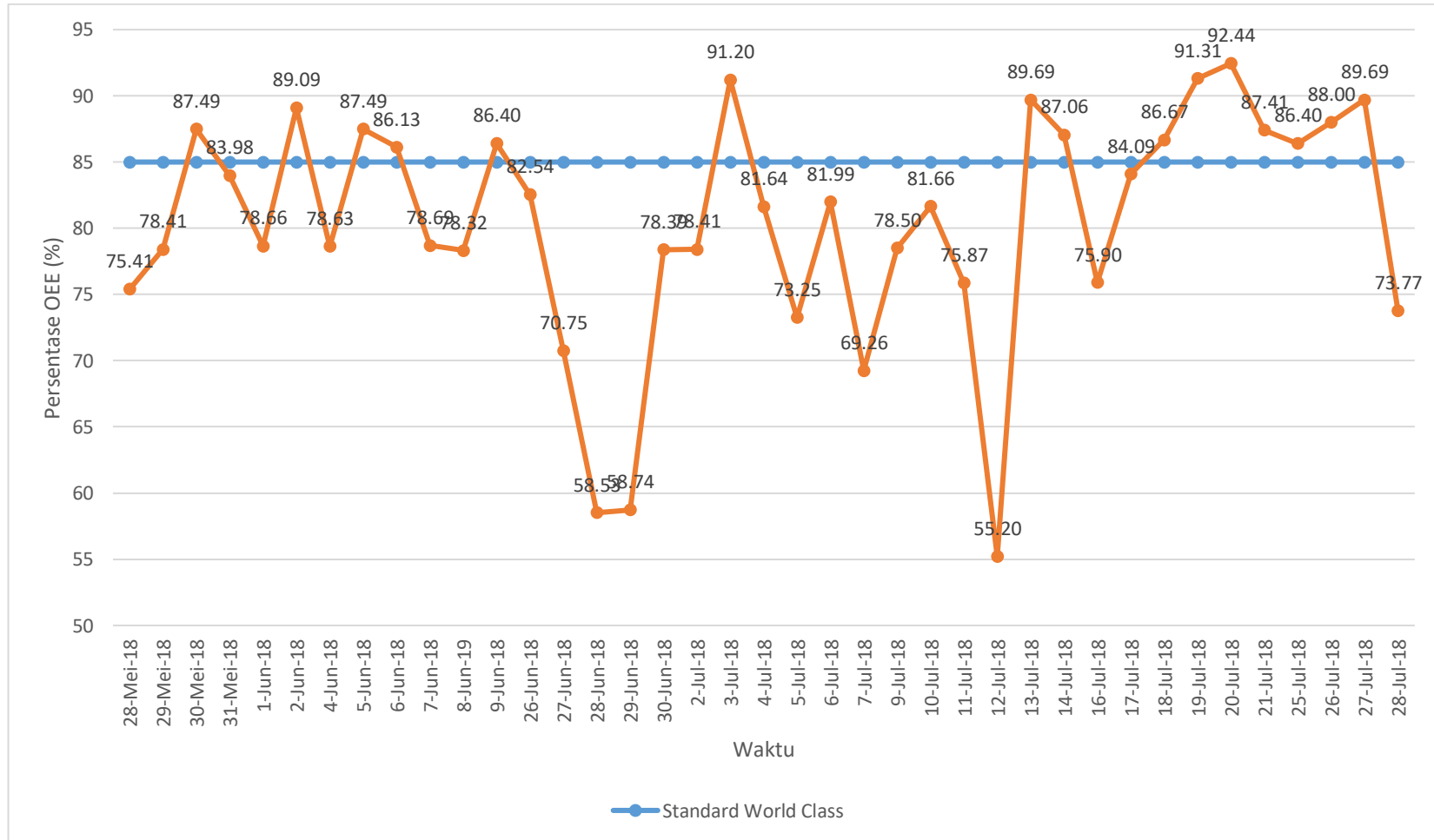




UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KOMPOSISI TANAMAN BERKAYU DI SEKITAR RAWA GELAM KABUPATEN TANGERANG
FITRIA HASHEENA, Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Lampiran 6 Grafik perhitungan OEE harian





UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KOMPOSISI TANAMAN BERKAYU DI SEKITAR RAWA GELAM KABUPATEN TANGERANG
FITRIA HASHEENA, Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>