

# **ANALISIS PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN *CHILLER* DI GEDUNG MAL ARTHA GADING**

**NURJAMAN, W.TEDJA BHIRAWA, DAN ERVINI MELADIYANI**

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

## **ABSTRAK**

*Mal Artha Gading merupakan mal yang berada di kawasan Kelapa Gading Jakarta Utara dan dikelola oleh PT SWADAYA PANDHUARTHA yang menggunakan Chiller sebagai sistem pendingin. Permasalahan yang ada yaitu tidak optimalnya mesin chiller dalam beroperasi sehingga menimbulkan ketidaknyamanan bagi penghuni maupun pengunjung yang datang.*

*TPM adalah salah satu metode proses maintenance yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas di area kerja dengan mengurangi pemborosan. Alat ukur yang digunakan dalam menghitung efektivitas yaitu mencari nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sedangkan untuk mengetahui penyebab yang terjadi menggunakan perhitungan six big losses dan dianalisis menggunakan Diagram Sebab Akibat. Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah 3 mesin chiller dengan kapasitas 2000 ton refrigerant di Department Engineering.*

*Hasil yang diperoleh dalam perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) yaitu efektivitas mesin chiller masih dikategorikan dibawah standart kelas dunia menurut Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) sebesar 85%, sementara hasil yang diperoleh mesin chiller 1 sebesar 82.02%, chiller 2 sebesar 73.07%, chiller 3 sebesar 76.92%. faktor utama yang mempengaruhi rendahnya OEE pada masing-masing chiller terjadi pada faktor defect and process dengan persentase antara 45%-47% yang disebabkan tidak optimalnya produksi oleh manusia.*

*Setelah usulan penerapan 5S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke) diterapkan oleh bagian operator diharapkan nilai Overall Equipment Effectiveness mengalami peningkatan melebihi atau mendekati standart JIPM yaitu 85%, Availability 96%, Performance Efficiency 97%, dan Rate of Quality 92%.*

**Kata Kunci:** *Chiller, Total Productive Maintenance, 5S, Overall Equipment Effectiveness.*

## **PENDAHULUAN**

Sistem pendingin ruangan merupakan salah satu fasilitas yang sangat penting bagi suatu gedung, baik itu gedung berskala besar maupun kecil seperti gedung perkantoran, mall, rumah sakit, dan lain-lain. Sistem pendingin di setiap gedung tidaklah sama. Ada yang menggunakan sistem pendingin sentral dengan mesin *chiller* sebagai pendinginnya, tetapi ada juga yang menggunakan system *air conditioning split* dengan ukuran kapasitas besar maupun kecil. Mal Artha Gading adalah mal yang

berada di kawasan Kelapa Gading Jakarta Utara dan dikelola oleh PT Swadaya Pandhuartha. Sistem pendingin yang digunakan yaitu mesin *Chiller Mcquay 2000 ton* dengan jenis *Water Cooled*. Agar dapat besaing dengan tetangganya seperti Mal Of Indonesia, Hypermart, Lottemart, dan Sunter Mal maka Mal Artha Gading harus memberikan kenyamanan kepada penghuni maupun pengunjung yang datang. Salah satunya dengan menyediakan ruangan yang dingin, untuk itu semua *equipment* sistem *chiller* harus bekerja optimal sesuai fungsinya yaitu

dengan melakukan kegiatan perawatan terhadap equipment-equipment tersebut.

Kegiatan perawatan merupakan ujung tombak dari kesuksesan pelayanan. Kegiatan pemeliharaan ini dimaksud untuk menjaga dan mempertahankan kelangsungan operasional dan kinerja sistem agar berjalan sesuai yang diharapkan. Ketika suatu sistem mengalami kerusakan maka sistem tersebut memerlukan perawatan perbaikan. Perawatan perbaikan ini menyebabkan biaya *downtime* yang mahal dan resiko yang tinggi. Jika kita melakukan pemeliharaan sebelum terjadinya kerusakan atau perawatan pencegahan, maka biaya yang dikeluarkan akan lebih kecil daripada biaya perbaikan. Hal ini dikarenakan pemeliharaan pencegahan memerlukan waktu yang lebih kecil jika dibandingkan dengan perawatan perbaikan sehingga *uptime* yang diharapkan dari sistem juga dapat meningkat. Selain itu juga, dengan pemeliharaan pencegahan biaya-biaya yang mungkin terjadi dapat dikendalikan.

*Chiller* adalah mesin refrigerasi yang berfungsi untuk mendinginkan air pada sisi evaporatornya, Air dingin yang dihasilkan kemudian di distribusikan dengan menggunakan pompa ke mesin penukar kalor AHU (*Air Handling Unit*) atau FCU (*Fan Coil Unit*). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penyebab sering terjadi kerusakan pada sistem pendingin Mal Artha Gading dengan menggunakan diagram sebab akibat, mendapatkan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) untuk mengetahui kondisi efektivitas mesin *chiller*, dan mendapatkan peningkatan efektivitas mesin *chiller* dengan menerapkan 5S kepada operator.

## METODE

### Total Productive Maintenance

*Secara berkesinambungan meningkatkan semua kondisi operasional dalam sebuah sistem produksi dengan cara menstimulasi daily awareness dari semua karyawan (Seichi Nakajima). Total Productive Maintenance (TPM) adalah salah satu metode proses maintenance yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas di area kerja, dengan cara*

membuat proses tersebut lebih *reliable* dan lebih sedikit terjadi pemborosan. Metode ini merupakan bagian dari *Lean Manufacturing*.

### Definisi Total Productive Maintenance

*Total Productive Maintenance* adalah konsep pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja yang bertujuan mencapai efektivitas pada seluruh sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan yang produktif, proaktif, dan terencana. (Suzaki Kyoshi).

TPM sesuai namanya terdiri dari tiga suku kata yaitu :

- a. *Total*. Hal ini mengindiskan bahwa TPM mempertimbangkan aspek dan melibatkan seluruh personil yang ada, mulai dari tingkatan atas hingga ke jajaran bawah.
- b. *Productive*. Menitikberatkan pada segala usaha untuk mencoba melakukan pemeliharaan dengan kondisi produksi tetap berjalan dan meminimalkan masalah-masalah yang terjadi diproduksi pada saat pemeliharaan dilakukan.
- c. *Maintenance*. Berarti memelihara dan menjaga peralatan secara mandiri dilakukan oleh operator produksi agar kondisi peralatan tetap bagus dan terpelihara dengan jalan membersihkannya, melakukan pelumasan dan memperhatikannya.

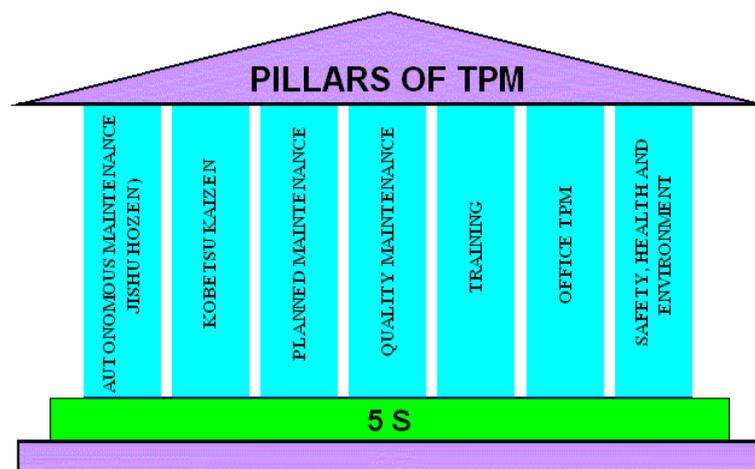
TPM berfungsi untuk memelihara peralatan pabrik agar selalu dalam kondisi prima. Untuk memenuhi tujuan ini, diperlukan maintenance yang preventif dan prediktif. Terbengkalainya mesin lebih sering disebabkan oleh kurangnya keterlibatan operator dalam memelihara mesin, dan cenderung menyerahkan semua masalah perawatan kepada staf *maintenance*. Prinsip TPM mengatakan bahwa operator harus mampu melakukan perawatan dan perbaikan ringan apabila terjadi masalah pada mesin. Operator juga harus memiliki sedikit keterampilan *maintenance*.

Untuk implementasi TPM, unit produksi dan *maintenance* harus bekerja bersamaan. Penerapannya akan melibatkan seluruh karyawan dalam melakukan perawatan mesin, peralatan dan bertujuan meningkatkan produktivitas.

Indikator kesuksesan implementasi TPM diukur dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan parameternya mencakup berbagai jenis kerugian (*losses*) yang terjadi seperti *downtime*, *changeover*, *speed loss* (perlambatan mesin), *idle* (mesin menganggur), *stoppages* (mesin berhenti), *startup* (mesin dinyalakan/diaktifkan) *defect* (cacat) dan *rework* (pengerjaan ulang). Langkah-langkah perbaikan dengan TPM harus dijalankan sebagai suatu proses yang berkelanjutan, bukan hanya sebagai menu jangka pendek. Pada akhirnya, TPM akan memberikan kemampuan yang praktis kepada perusahaan.

### Pilar dan Pondasi TPM

*Total Productive Maintenance* merupakan konsep inovatif Jepang yang berawal dari penerapan *Preventive Maintenance* pada tahun 1951. Untuk menerapkan konsep TPM dalam sebuah perusahaan *manufacturing*, diperlukan pondasi yang kuat dan pilar yang kokoh. Pondasi TPM adalah 5S, sedangkan pilar utama TPM terdiri dari 8 pilar atau biasanya disebut dengan 8 pilar TPM (*eight pillar of Total Productive Maintenance*). Dari 8 pilar TPM sebagian besar difokuskan pada teknik proaktif dan preventif untuk meningkatkan kehandalan mesin dan peralatan produksi. Pilar-pilar tersebut adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1.



**Gambar 1. Pilar dan Pondasi dari TPM**

Sumber : iso-india.org

Untuk benar-benar menjalankan implementasi dari TPM, maka perusahaan harus merencanakan untuk menerapkan semua pilar tersebut. Tidak mudah bagi perusahaan untuk bisa melaksanakan semua pilar tersebut sebagai langkah untuk meningkatkan produktivitas produksi karena penerapan pilar-pilar tersebut pastinya memerlukan waktu, energy, dan biaya yang tidak sedikit. Untuk dibawah ini adalah pelaksanaan yang mendasari 5S yang dapat dijadikan pedoman untuk panduan penerapan pilar-

pilar TPM. Adapun penjelasan dari 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) adalah sebagai berikut :

- a. *Seiri* (Ringkas). Langkah ini berarti, penyortiran atau mengorganisir setiap materi kritis, penting sering digunakan, sia-sia atau tidak dibutuhkan dalam waktu sekarang.
- b. *Seiton* (Rapi). Pada konsep ini setiap item mempunyai tempat dan hanya satu tempat untuk satu item. Item-item tersebut akan

ditempatkan kembali ketempatnya semula setelah dipakai. Untuk mempermudah mengidentifikasi setiap item dapat digunakan papan nama untuk setiap item.

- c. *Seiso* (Resik). Ini melibatkan pemberian tempat kerja yang diharuskan bersih dari kotoran / minyak / pelumas / sampah / serap, dan lain-lain. Diharuskan tidak ada lagi peralatan yang kotor, bagian-bagian yang tidak berguna atau oli yang menetes dari mesin.
- d. *Seiketsu* (Rawat). Pekerja harus mendiskusikan bersama-sama dan membuat keputusan tentang standar untuk menjaga tempat kerja, mesin, dan peralatan lain agar tetap bersih dan rapih. Standar tersebut harus diimplementasikan / atau diterapkan dalam organisasi dan harus diperiksa secara teratur.
- e. *Shitsuke* (Rajin). Pertimbangan 5S adalah sebagai jalan atau cara untuk beroperasi yang bisa membawa kedisiplinan setiap karyawan dalam berorganisasi.

$$\begin{aligned} \text{Availability (ketersediaan)} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading time}} \end{aligned}$$

Keterangan :

*Operation time* = Waktu bersih alat/mesin bekerja (tanpa kerusakan)

*Loading time* = Waktu bersih alat/mesin bekerja yang direncanakan

*Downtime* = Waktu berhenti mesin yang tak terencana (*line stop*)

**Efektivitas kegiatan produksi (Performance efficiency)**

Nilai ini merupakan parameter kualitas produksi. Standar untuk nilai

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Processed Amount}}{\text{Operating Time}}$$

Keterangan :

*Theoretical cycle time* = Lamanya waktu atau kecepatan dalam melakukan *setting* ulang

*Processed amount* = Banyaknya jumlah produk yang dihasilkan

*Operating time* = Waktu bersih alat/mesin bekerja (tanpa kerusakan)

**Tingkat kualitas (Rate of quality)**

Nilai ini merupakan efektivitas produksi berdasarkan kualitas produk

efektivitas produksi yang ditetapkan JIPM adalah minimal 95 %.

yang dihasilkan. Standar untuk tingkat kualitas yang ditetapkan JIPM adalah minimal 99 %.

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}}$$

Keterangan :

*Processed amount* = Banyaknya jumlah produk yang dihasilkan

*Defect amount* = Banyaknya jumlah cacat produk dalam sistem produksi.

Hal ini meliputi pemakaian kelengkapan alat kerja dari tiap karyawan, pemakaian ID card pelaksanaan prosedur pengabdian, ketetapan waktu / jadwal kerja, dan lain-lain.

**Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (*metric*) dalam penerapan metode *Total Productive Maintenance*. OEE berguna untuk menjaga mesin atau peralatan tetap dalam kondisi ideal dengan menghapus *Six Big Losses* pada mesin atau peralatan. Keberhasilan kegiatan TPM haruslah terukur agar pelaksanaan kegiatannya jelas dan terarah. Parameter untuk mengukur kegiatan ini adalah TPM Indeks, yang meliputi:

**Ketersediaan (availability)**

Nilai ini merupakan parameter keberhasilan kegiatan perawatan ( $\eta$  mesin). Standar untuk Indeks ketersediaan yang ditetapkan oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) adalah minimal 90 %.

Sehingga untuk menghitung *Overall Equipment Effectiveness* dengan menggunakan rumus :

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance efficiency} \times \text{Rate of quality}$$

*Japan Institute of Plant Maintenance* ( JIPM ) telah menetapkan standart benchmark yang telah dipraktekan secara luas di seluruh dunia yaitu

- a. Jika OEE = 100% (produksi dianggap sempurna) Hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepat, dan tidak ada *downtime*.
- b. Jika OEE = 85% (produksi dianggap kelas dunia) Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok

untuk dijadikan goal jangka panjang.

- c. Jika OEE = 60% (produksi dianggap wajar tetapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk improvement).
- d. Jika OEE = 40% (produksi dianggap memiliki skor yang rendah)

Dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-improve melalui pengukuran langsung misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber *downtime* secara satu per satu.

**Tabel 1. World Class OEE**

<i>OEE Factor</i>	<i>World Class</i>
<i>Availability</i>	90.0%
<i>Performance</i>	95.0%
<i>Quality</i>	99.0%
<i>OEE</i>	85.0%

Sumber : [www.oe.com/world-class-oe.html](http://www.oe.com/world-class-oe.html)

**Enam Kerugian Utama (Six Big Losses)**

Tujuan dari perhitungan *six big losses* ini adalah untuk mengetahui nilai efektivitas keseluruhan (OEE). Dari nilai OEE ini dapat diambil langkah-langkah untuk memperbaiki atau mempertahankan nilai tersebut. Keenam kerugian tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu :

*Downtime Losses*, terdiri dari :

- b. *Setup and Adjusment Losses* (kerugian karena pemasangan dan penyetelan) yaitu semua waktu set-up termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang

- a. *Breakdown Losses / Equipment Failures* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan yang menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan *output*. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Equipment Failure} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}}$$

dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Setup and Adjusment} = \frac{\text{Setup and Adjusment}}{\text{Loading Time}}$$

*Speed Loss*, terdiri dari :

- a. *Idling and Minor Stoppage Losses* disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak. Kemacetan mesin, dan *idle*

*time* dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Idle and Minor Stoppage} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}}$$

- b. *Reduced Speed Losses* yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja

optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual

operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau

kecepatan mesin yang dirancang. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Reduced Speed} = \frac{\text{Actual Production} - \text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Production}}{\text{Loading Time}}$$

*Defect Loss*, terdiri dari :

- a. *Process Defect* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Produk cacat yang dihasilkan

akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang dan limbah produksi meningkat. Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Defect and Process} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Defect}}{\text{Loading Time}}$$

- b. *Reduced Yield Losses* disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan

baku. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Reduced Yield} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}}$$

### Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan suatu gambaran yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut ukuran ranking tertinggi hingga terendah, sehingga ditemukan permasalahan yang penting untuk segera diselesaikan (dari ranking tertinggi hingga terendah). (Dhorotea Wahyu).

*Cause and effect diagram* digunakan untuk hal-hal sebagai berikut :

- 1). Untuk menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses
- 2). Untuk mengidentifikasi kategori dan sub-kategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu.

### Diagram Sebab Akibat (Fishbone/Cause and Effect Diagram)

Diagram sebab akibat adalah gambar pengubahan dari garis dan symbol yang didesain untuk mewakili hubungan yang bermakna antara akibat dan penyebabnya. Dikembangkan oleh *Dr. Kouru Ishikawa* pada tahun 1943 dan kadang terkenal dengan diagram *Ishikawa*.

### Chiller

*Chiller* atau mesin refrigerasi adalah peralatan yang biasanya menghasilkan media pendingin utama untuk bangunan gedung, dengan mengkonsumsi energy secara langsung berupa energy listrik, termal atau mekanis untuk menghasilkan air dingin (*chilled water*) dan membuang kalor ke udara (atmosfir) melalui menara pendingin (*cooling tower*) atau kondensor. Air dingin yang dihasilkan selanjutnya didistribusikan ke mesin penukar kalor yaitu *FCU (Fan Coil Unit)* atau *AHU (Air Handling Unit)*.

Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan analisis yang lebih terperinci untuk menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 (lima) faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan yaitu :

Dalam sistem pengkondisian udara, *chiller* berfungsi untuk memproduksi air sejuk yang akan didistribusikan ke AHU dan FCU. Komponen udara *chiller* yaitu kompresor, katup ekspansi dan evaporator.

### Sistem Pengkondisian Udara Sentral

Sistem pengkondisian udara sentral banyak digunakan pada gedung-gedung besar. Udara ruangan didinginkan oleh mesin refrigerasi, kemudian disalurkan ke ruangan-ruangan melalui saluran udara (*ducting*). Pada sistem ini letak ruang AHU, mesin *chiller*, dan menara pendingin terpisah dengan ruangan-ruangan yang akan dikondisikan.

- a. *Man* (manusia)
- b. *Method* (metode)
- c. *Machine/equipment* (mesin/peralatan)
- d. *Material* (material)
- e. *Work environmental* (lingkungan kerja)

- a. Komponen sistem pengkondisian udara sentral

Komponen utama sistem pengkondisian sentral yaitu mesin *chiller*, menara pendingin, dan terminal unit. Pompa diperlukan sebagai pendorong fluida kerja yang bersikulasi pada sistem ini. Komponen-komponen tambahan yang dipergunakan agar sistem ini bekerja dengan lebih baik diantaranya *thermostat*, *pressurestat*, *humiditystat*, *thermometer*, *pressure gauge*, *flow switch*, serta peralatan-peralatan control lainnya.

- b. Terminal Unit

Terminal unit dipasang pada sistem pengkondisian udara yang memiliki banyak ruangan dengan fungsi yang berbeda-beda. Pemasangan terminal unit dipilih karena faktor ekonomis. Bila salah satu ruangan yang dikondisikan tidak memerlukan pendinginan, maka hanya terminal unit itu saja yang dimatikan sehingga kerja *chiller* berkurang dan menghemat daya listrik.

#### **Komponen Utama Sistem Pendingin**

Komponen Utama Sistem Pendingin antara lain:

- a. **Kompresor.** Kompresor atau pompa hisap mempunyai fungsi yang vital. Dengan adanya kompresor, refrigerant bisa mengalir ke seluruh sistem pendingin.
- b. **Kondensor.** Kondensor memindahkan kalor dari refrigerant ke lingkungan agar uap refrigerant yang bertekanan dan bersuhu tinggi mudah dicairkan.
- c. **Evaporator.** Evaporator berfungsi menyerap panas dari lingkungan dan disalurkan ke *refrigerant*, sehingga refrigerant cair akan menjadi uap
- d. **Katup Ekspansi.** Komponen utama yang lain untuk mesin refrigerasi adalah katup ekspansi. Katup ekspansi berfungsi menurunkan tekanan dan temperature cairan refrigerant sampai tekanan dan temperaturnya menjadi rendah,

sehingga cairan *refrigerant* mudah menguap.

- e. **Mesin Chiller.** Dalam sistem pengkondisian udara, *chiller* berfungsi untuk memproduksi air sejuk yang akan didistribusikan ke AHU dan FCU. Komponen utama *chiller* yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator.

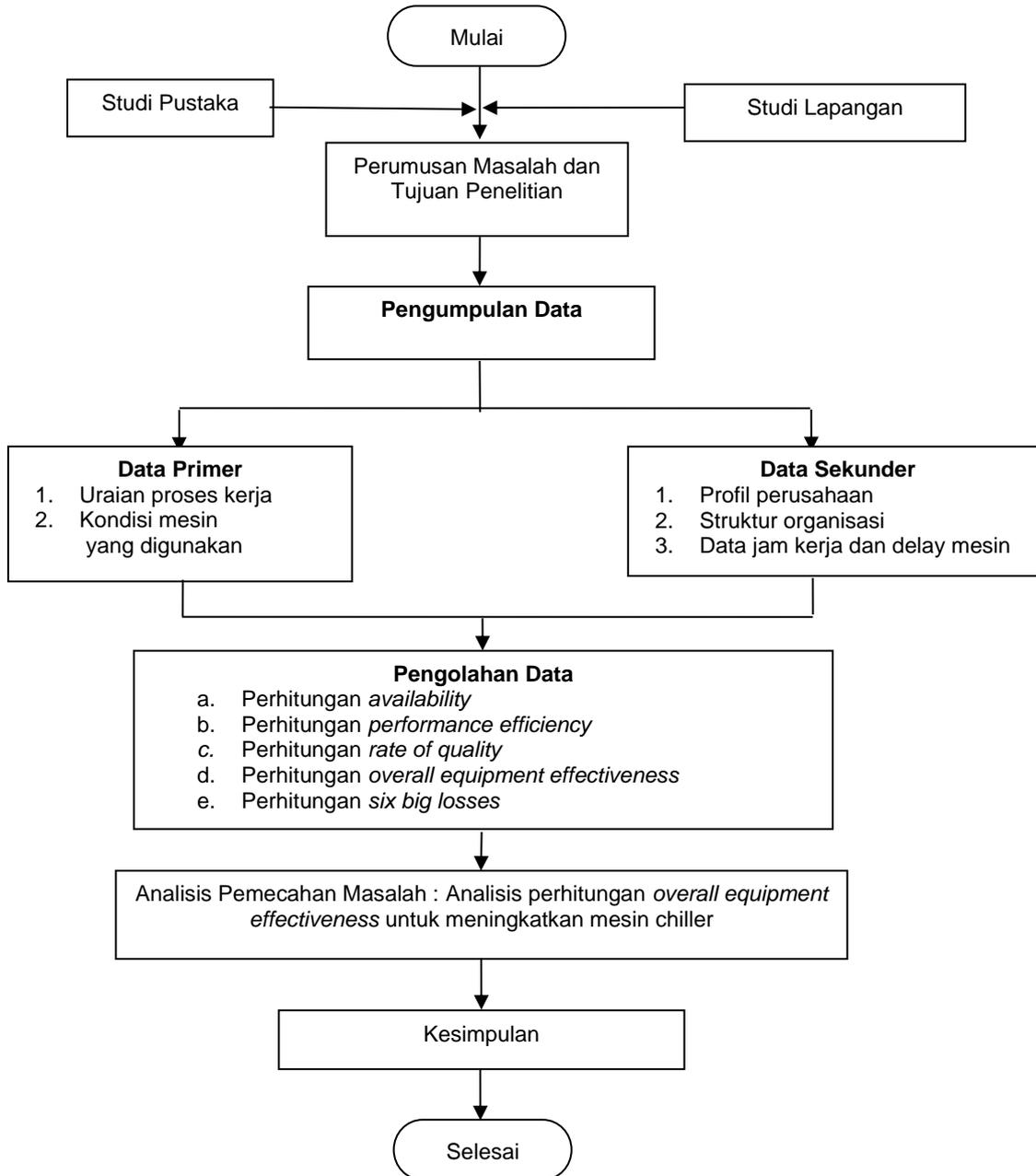
Berdasarkan media pendingin refrigerant yang dipakai, *chiller* dibagi menjadi 2 macam yaitu:

- 1) *Chiller* berpendingin udara (*Air Cooled Chiller*). *Chiller* berpendingin udara menggunakan udara sebagai media pendingin refrigerant. Tipe ini digunakan untuk beban pendingin yang relative rendah (dibawah 500 ton).
  - 2) *Chiller* berpendingin air (*Water Cooled Chiller*). *Chiller* berpendingin air menggunakan air sebagai media pendingin refrigerant. Tipe ini digunakan untuk kapasitas yang lebih besar. Tipe ini memerlukan menara pendingin (*cooling tower*) untuk mendinginkan air refrigerant.
- f. **Menara Pendingin (Cooling Tower).** Menara pendingin (*cooling tower*) berfungsi mendinginkan air dari *condenser chiller*. Berdasarkan arah laju udara dan laju airnya, menara pendingin dibedakan menjadi 2 macam yaitu *cross flow (XF)* dan *counter flow (CF)*, sedangkan berdasarkan percepatan fannya *cooling tower* terdiri dari :*Force draft (FD) horizontal dan vertika, serta Induced draft (ID)*

### Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan cara atau prosedur yang berisi tahapan-tahapan yang jelas yang disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Tiap

tahapannya maupun bagian yang menentukan tahapan selanjutnya sehingga harus dilalui dengan teliti setiap prosesnya.



**Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Chiller**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan yaitu data profil perusahaan, struktur organisasi, data produksi mesin, data jam kerja, delay dan mesin berhenti beroperasi. Mal Artha Gading merupakan salah satu pusat perbelanjaan di Jakarta Utara diresmikan sejak tanggal 27 Oktober 2004. Dengan lokasi terletak di kawasan pemukiman Kelapa Gading yang merupakan pemukiman kelas menengah ke atas di wilayah Jakarta Utara, serta salah satu destinasi wisata yang dicanangkan Pemerintah daerah Jakarta Utara. Mal Artha Gading dibangun oleh PT. Swadaya Panduartha (SPA) yang merupakan pengembang bidang usaha property pada kawasan sentra bisnis dan hunian terpadu di Kelapa Gading.

Mal Artha Gading mulai di bangun tahun 2002 diatas lahan 6 ha dengan total gross area 270.000 m<sup>2</sup>, leasable area 100.000 m<sup>2</sup> dengan total unit sebanyak 862 unit, total level 8 floor. Sebagai mal dengan target market keluarga, Mal Artha Gading terus memanjakan pengunjungnya dengan menghadirkan lebih dari 400 Tenant berkualitas dengan tenancy mix bervariasi seperti pusat hiburan keluarga ( Amazone, Nav Karaoke, Cinema XXI dan Bowling Center ), Home Furnishing ( Informa, Furnish Center dan Ace Home Center ), Supermarket ( Diamond )

Computer center, Tenant F&B yang beragam ( Eatstreet & West Food Court ) dan lain – lain. Mal ini juga mengutamakan kenyamanan pengunjung dengan memberikan fasilitas dan layanan yang baik seperti adanya Shuttle Bus yang melayani rute daerah Kelapa Gading dan Sunter, serta ada fasilitas Wheel Chair & Baby Stroller, Layanan Valet Parking dan Taxi Blue Bird.

### Data Produksi

Mal Artha Gading beroperasi setiap hari pada pukul 10.00 s/d 22.00 WIB. Berdasarkan wawancara dan penelitian lapangan maka yang menjadi obyek penelitian yaitu 3 mesin *chiller* yang beroperasi selama 13 jam setiap harinya yaitu dari pukul 08.00 s/d 21.00 WIB. Adapun alasan pengambilan mesin *chiller* ini yaitu :

- Beroperasi setiap hari
- Tidak ada cadangan mesin bila mengalami kerusakan
- Daya listrik yang besar

Data produksi adalah data jumlah hari dari masing-masing mesin *chiller* yang diteliti di *department Engineering* Mal Artha Gading. Data yang dikumpulkan merupakan data 2 bulan terakhir yaitu pada tanggal 01 November sampai dengan 30 Desember 2017 yang dilakukan pengambilan data dari monitor kontrol setiap mesin *chiller*.

**Tabel 1. Data Produksi Mesin Chiller**

Mesin	Jumlah Produksi (pcs)	Product Reject (pcs)
Chiller 1	60	6
Chiller 2	60	11
Chiller 3	60	9

**Tabel 2. Rincian Data Produksi Chiller**

No.	Tanggal	Chiller 1 (C°)	Chiller 2 (C°)	Chiller 3 (C°)	No.	Tanggal	Chiller 1 (C°)	Chiller 2 (C°)	Chiller 3 (C°)
1	01-11-17	7.1	7.1	7.1	31	01-12-17	7.4	7.4	7.3
2	02-11-17	7.4	7.5	7.3	32	02-12-17	7.4	7.4	7.3
3	03-11-17	7.5	7.7	7.2	33	03-12-17	8.1	8.1	7.9
4	04-11-17	7.7	7.6	7.2	34	04-12-17	8,0	7.9	7.8
5	05-11-17	7.7	7.7	7.3	35	05-12-17	7.3	7.5	7,0
6	06-11-17	7.9	7.9	7.7	36	06-12-17	7.5	7.2	7.4
7	07-11-17	7.4	7.6	7.2	37	07-12-17	10.7	11.7	12.4
8	08-11-17	7.3	7.4	7.2	38	08-12-17	8.0	8.9	8.8
9	09-11-17	7.3	7.4	7.3	39	09-12-17	8.1	9.1	8.4
10	10-11-17	7.4	7.4	7.3	40	10-12-17	8.3	9.7	9.2
11	11-11-17	7.4	7.6	7.2	41	11-12-17	7.2	8.1	7.9
12	12-11-17	7.5	7.5	7.3	42	12-12-17	7.2	8.1	7.4
13	13-11-17	7.3	7.4	7.2	43	13-12-17	7.2	7.4	7.5
14	14-11-17	7.6	7.5	7.2	44	14-12-17	7.3	7.4	7.4
15	15-11-17	7.6	7.3	7.3	45	15-12-17	7.2	7.1	7.1
16	16-11-17	7.9	7.2	7.6	46	16-12-17	7.3	7.3	7.3
17	17-11-17	9.8	10.4	10.5	47	17-12-17	7.3	7.3	7.2
18	18-11-17	8.2	8.7	8.8	48	18-12-17	7.3	7.4	7.3
19	19-11-17	7.9	8.3	8.2	49	19-12-17	7.2	7.2	7.2
20	20-11-17	7.2	7.2	7.1	50	20-12-17	7.1	7.1	7.1
21	21-11-17	7.2	7.1	7.1	51	21-12-17	9.7	-	10.2
22	22-11-17	9.3	9.4	9.4	52	22-12-17	7.1	7.1	7.0
23	23-11-17	9.3	9.8	9.0	53	23-12-17	7.1	7.5	7.4
24	24-11-17	7.1	7.2	7.2	54	24-12-17	7.2	9.2	8.3
25	25-11-17	8.1	8	7.7	55	25-12-17	7.3	7.4	7.3
26	26-11-17	8.6	8.4	8.4	56	26-12-17	8.4	8.7	8.9
27	27-11-17	7.2	7.2	7.2	57	27-12-17	7.6	7.8	7.8
28	28-11-17	7.4	7.4	7.2	58	28-12-17	7.4	7.3	7.3
29	29-11-17	7.2	7.3	7.2	59	29-12-17	7.7	8.0	7.7
30	30-11-17	7.7	7.5	7.5	60	30-12-17	7.4	7.6	7.4
					Total Produksi		60	60	60
					Total Reject		6	11	9

Total produksi yaitu hasil produksi setiap hari dengan memproduksi 1 unit dengan waktu 60 hari. Total reject yaitu total barang yang di produksi chiller dengan suhu > 8.5 C° (produk tidak mencapai suhu yang diinginkan)  
Data Jam Kerja, Delay dan Mesin Break pada Chiller

Dari hasil pengamatan pada mesin *chiller* di department Engineering, faktor-faktor yang menyebabkan *delay* yaitu :

- a. Jadwal kerja mesin *chiller* setiap hari, yang dibagi menjadi 4 bagian yang disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Data Jam kerja dan Delay Masing-Masing Mesin Chiller**

Jadwal kerja mesin <i>chiller</i>	Waktu Yang dibutuhkan/hari (Jam)	Lama beroperasi (Hari)	Total waktu yang dibutuhkan (Jam)
Jam kerja tersedia	13.00	60	780.00
<i>Warm up time</i>	0.33	60	20.00
<i>Schedule time</i>	0.25	60	15.00
Penyetelan <i>sparepart</i>	0.50	60	30.00

Jam kerja tersedia, yaitu ketersediaan waktu operasional *chiller* setiap hari yang beroperasi selama 13 jam. *Warm-up time*, yaitu waktu persiapan mesin sebelum dioperasikan mesin *chiller* dengan melakukan pengecekan ulang selama 0.33 jam. *Schedule shutdown*, yaitu lama waktu berhenti produksi yang ditetapkan oleh perusahaan untuk mematikan mesin *chiller* selama 0.25 jam. Penyetelan *sparepart*, merupakan pemeliharaan harian berupa penyetelan

komponen dan perbaikan part-part mesin yang longgar dilakukan setelah mesin tidak beroperasi selama 0,50 Jam.

**b. Machine Break Chiller**

*Machine break*, yaitu kerusakan atau gangguan terhadap mesin/peralatan yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi untuk sementara waktu yang diambil dari monitor kontrol mesin *chiller* yang disajikan pada tabel 4.

**Tabel 4. Data Machine Break Chiller**

<b>Chiller 1</b>			
Tanggal	Jam	Masalah	<i>Machine Break</i> (Jam)
17-11-17	9:57:50	COMPR STOP - Condenser Pressure High	1.00
	10:24:49	COMPR STOP - Condenser Pressure High	
22-11-17	8:56:43	COMPR STOP - Oil Feed Temp High	0.33
04-12-17	18:51:16	COMPR STOP - No Starter Transition	0.33
06-12-17	14:49:27	COMPR STOP - Condenser Pressure High	0.33
14-12-17	9:32:58	NO LOAD - Evaporator Pressure Low	0.33
24-12-17	8:49:18	COMPR STOP - Oil Feed Temp High	1.33
	9:36:23	COMPR STOP - Oil Feed Temp High	
	9:51:58	COMPR STOP - Oil Feed Temp High	
	8:43:45	COMPR STOP - Evaporator Water Flow Loss	
28-12-17	8:46:45	COMPR STOP - Evaporator Water Flow Loss	0.50
Jumlah			4.17
<b>Chiller 2</b>			
Tanggal	Jam	Masalah	<i>Machine Break</i> (Jam)
12-11-17	8:35:22	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.33
17-11-17	8:47:08	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.33
20-11-17	8:06:51	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.33
21-11-17	8:11:59	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.33
20-12-17	8:48:48	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.33
26-12-17	8:54:26	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.50
	8:58:39	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	
30-12-17	6:39:33	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	0.33
30-12-17	8:04:52	COMPR STOP - Starter Fault	2.00
	9:16:51	COMPR STOP - Oil Pressure Low - Start	
Jumlah			17.17

<b>Chiller 3</b>			
Tanggal	Jam	Masalah	Machine Break (Jam)
01-11-17	17:42:29	COMPR STOP - Oil Delta Pressure Low	0.33
13-11-17	19:54:25	COMPR STOP - Evaporator Water Flow Loss	0.50
	19:54:26	COMPR STOP - Evaporator Water Flow Loss	
17-11-17	8:49:27	COMPR STOP - Condenser Pressure High	3.00
	10:56:34	NO START - Vanes Open	
22-11-17	8:01:46	COMPR STOP - Oil Feed Temp High	0.50
	8:06:26	NO START - Vanes Open	
23-11-17	10:50:21	NO START - Vanes Open	0.33
05-12-17	8:58:05	COMPR STOP - No Starter Transition	1.00
	9:01:36	COMPR STOP - Evaporator Water Flow Loss	
27-12-17	8:10:49	COMPR STOP - No Starter Transition	1.00
	8:25:12	COMPR STOP - No Starter Transition	
29-12-17	9:52:41	COMPR STOP - No Starter Transition	2.50
	11:23:20	NO START - Vanes Open	
	12:10:54	COMPR STOP - No Starter Transition	
Jumlah			9.17

### Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan yaitu menghitung *availability*, *Performance Efficiency*, *Rate of Quality*, *Overall Equipment Effectiveness*, dan *Six Big Losses* serta dianalisis penyebab sering terjadi kerusakan pada mesin *chiller* menggunakan diagram sebab akibat.

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

*Loading time* adalah waktu yang tersedia mesin beroperasi, *planned time* tidak diperhitungkan karena selama produksi

*Loading time* = waktu operasi setiap hari x lama beroperasi

$$Operation\ time = Total\ loading\ time - Downtime$$

Hasil perhitungan *loading time* dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perhitungan Loading Time Masing-Masing Chiller**

Mesin	Waktu operasi setiap hari (Jam)	Lama beroperasi (hari)	Total Loading Time (jam)
Chiller 1	13	60	780
Chiller 2	13	60	780
Chiller 3	13	60	780

*Downtime* mesin merupakan waktu dimana mesin tidak dapat melakukan operasi sebagaimana mestinya karena adanya gangguan terhadap mesin/peralatan. Pada masing-masing

### Perhitungan Availability

*Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah :

berlangsung mesin tidak boleh berhenti.

Maka formula matematikanya adalah :

*chiller* yang menjadi faktor *downtime* adalah *warm up time* ditambah *schedule shutdown* ditambah *machine break*. Hasil perhitungan *downtime* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Perhitungan Downtime Masing-Masing Chiller**

Mesin	Warm up time (Jam)	Schedule Shutdown (Jam)	Machine Break (Jam)	Total Downtime (Jam)
Chiller 1	20	15.00	04.17	39.17
Chiller 2	20	15.00	17.17	52.17
Chiller 3	20	15.00	09.17	44.17

Perhitungan *availability* untuk mesin *chiller* 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{780 - 39.17}{780} \times 100\% \\
 &= 94.98\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *availability* untuk masing-

masing mesin *chiller* disajikan dalam tabel 7.

**Tabel 7. Perhitungan Availability Masing-Masing Chiller**

Mesin	Loading Time (Jam)	Total Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability (%)
Chiller 1	780	39.17	740.83	94.98
Chiller 2	780	52.17	727.83	93.31
Chiller 3	780	44.17	735.83	94.34

**Perhitungan Performance Efficiency**

Perhitungan *performance efficiency* dimulai dengan perhitungan *ideal cycle time*. *Ideal Cycle Time* merupakan waktu siklus *ideal mesin chiller* dalam melakukan

proses produksi atau pengoperasian. Untuk menghitung *ideal cycle time* maka perlu diperhatikan persentase jam kerja terhadap *delay*, dimana jam kerja adalah :

$$\text{\% jam kerja} = 1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Available Time}} \times 100\%$$

*Total delay* adalah *total downtime* ditambah dengan penyetelan *sparepart* di masing-masing *chiller*. Perhitungan *total delay* dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8. Perhitungan Total Delay**

Mesin	Total Downtime (Jam)	Penyetelan Sparepart (Jam)	Total Delay (Jam)
Chiller 1	39.17	30.00	69.17
Chiller 2	52.17	30.00	82.17
Chiller 3	44.17	30.00	74.17

Perhitungan persentase jam kerja untuk mesin *chiller* 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{\% jam kerja} &= 1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Available Time}} \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{69.17}{780} \times 100\% \\
 &= 91.13\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan persentase jam kerja untuk

masing-masing mesin *chiller* disajikan dalam tabel 9.

**Tabel 9. Perhitungan Persentase Jam Kerja**

Mesin	Available Time (Jam)	Total Delay (Jam)	Jam Kerja (%)
Chiller 1	780	69.17	91.13
Chiller 2	780	82.17	89.47
Chiller 3	780	74.17	90.49

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Produksi Chiller 1}} = \frac{780}{60} = 13 \text{ Jam/Pcs}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus ideal} &= \text{Waktu Siklus} \times \text{\% Jam Kerja} = 13 \text{ Jam/Pcs} \times 91.13\% \\
 &= 11.85 \text{ Jam/Pcs}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, perhitungan waktu siklus ideal untuk masing-masing *chiller* disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10. Perhitungan *Ideal Cycle Time***

Mesin	Produksi (pcs)	Loading Time (Jam)	Waktu Siklus (Jam/Pcs)	Jam Kerja (%)	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/Pcs)
Chiller 1	60	780	13	91.13	11.85
Chiller 2	60	780	13	89.47	11.63
Chiller 3	60	780	13	90.49	11.76

Perhitungan *performance efficiency* untuk mesin chiller 1 adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Efficiency} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{60 \times 11.85}{740.83} \times 100\% \\
 &= 95.95\%
 \end{aligned}$$

**Tabel 11. Perhitungan *Performance Efficiency* Masing-Masing Mesin Chiller**

Mesin	Product (Pcs)	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/pcs)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Chiller 1	60	11.85	740.83	95.95
Chiller 2	60	11.63	727.83	95.88
Chiller 3	60	11.76	735.83	95.92

**Perhitungan *Rate of Quality***

*Rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam

menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Perhitungan *Rate of Quality Product* untuk mesin Chiller 1 adalah :

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{60-6}{60} \times 100\% = 90\%$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *rate of quality product* untuk

masing-masing chiller disajikan dalam Tabel 12.

**Tabel 12. Perhitungan *Rate of Quality Product* Masing-Masing Chiller**

Mesin	Product (Pcs)	Reject (Pcs)	Rate of Quality (%)
Chiller 1	60	6	90.00
Chiller 2	60	11	81.67
Chiller 3	60	9	85.00

**Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness***

Untuk mengetahui besarnya efektivitas mesin chiller secara keseluruhan di gedung Mal Artha Gading, maka diperoleh nilai-nilai *availability ratio*,

*performance efficiency* dan *rate of quality*. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* untuk mesin chiller 1 adalah :

$$\text{OEE} = 94.98\% \times 95.95\% \times 90.00\% = 82.02\%$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan OEE untuk masing-masing chiller disajikan pada tabel 13.

**Tabel 13. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness***

Mesin	Availability Ratio (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Chiller 1	94.98	95.95	90.00	82.02
Chiller 2	93.31	95.88	81.67	73.07
Chiller 3	94.34	95.92	85.00	76.92

**Perhitungan Six Big Losses**  
*Equipment Failure*

Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan oleh *equipment failure* untuk *chiller 1* sebagai berikut :

$$\text{Equipment Failure} = \frac{4.17}{780} \times 100\% = 0.53\%$$

Perhitungan *equipment failure* untuk masing-masing *chiller* disajikan dalam Tabel 14.

**Tabel 14. Perhitungan *Equipment Failure* Masing-Masing *Chiller***

Mesin	Total Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Equipment Failure (%)
Chiller 1	4.17	780	0.53
Chiller 2	17.17	780	2.20
Chiller 3	9.17	780	1.18

**Set-up and adjustment**

Dalam perhitungan *set-up and adjustment loss* diperlukan seluruh data mengenai waktu *set-up* mesin yang menjadi objek penelitian. Untuk

mengetahui besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan oleh *set-up and adjustment* maka digunakan rumus :

$$\text{Set-up and Adjustment Loss} = \frac{\text{Total Set up and Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Perhitungan *Set up and Adjustment loss* untuk mesin *chiller 1* dihitung sebagai berikut :

$$\text{Set up and Adjusment Loss} = \frac{20+15}{780} \times 100\% = 4.49\%$$

Perhitungan *set-up and adjustment loss* untuk masing-masing *chiller* disajikan dalam tabel 15.

**Tabel 15. Perhitungan *Set up and Adjustment* Masing-Masing *Chiller***

Mesin	Warm up time (Jam)	Schedule Shutdown (Jam)	Loading Time (jam)	Set up and Adjustment loss (%)
Chiller 1	20	15	780	4.49
Chiller 2	20	15	780	4.49
Chiller 3	20	15	780	4.49

**Idling and minor stoppages**

Untuk mengetahui persentase dari faktor *idling and minor stoppages* dalam mempengaruhi efektivitas mesin, Berdasarkan data *delay* mesin diperoleh,

maka faktor yang termasuk *nonproductive time* adalah penyetelan *Sparepart*. Persentase *idling and minor stoppages* untuk *chiller 1* dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Idling and Minor Stopagges} &= \frac{\text{Nonproductive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{30}{780} \times 100\% \\ &= 3.85\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, *idling and minor stoppages* untuk masing-masing *chiller* disajikan dalam Tabel 16.

**Tabel 16. Perhitungan *Idling and Minor Stoppages* Masing-Masing *Chiller***

Mesin	Penyetelan Sparepart (Jam)	Loading time (Jam)	Idling and minor stoppages (%)
Chiller 1	30	780	3.85
Chiller 2	30	780	3.85
Chiller 3	30	780	3.85

### Reduced speed losses

Perhitungan persentase *reduced speed losses* untuk *chiller* 1 adalah sebagai berikut :

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{740.83 - (11.85 \times 60)}{780} \times 100\% = 3.85\%$$

Perhitungan persentase *reduced speed losses* untuk masing-masing *chiller* dapat dilihat pada tabel 17.

**Tabel 17. Perhitungan Persentase Reduced Speed Losses Masing-Masing Chiller**

Mesin	Operation time (Jam)	Ideal cycle time (Jam/pcs)	Total product process (pcs)	Loading time (Jam)	Reduced speed losses (%)	Reduced Speed Losses Time (Jam)
Chiller 1	740.83	11.85	60	780	3.85	30.03
Chiller 2	727.83	11.63	60	780	3.85	30.03
Chiller 3	735.83	11.76	60	780	3.85	30.03

### Process Defect

Process Defect yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Untuk melihat *total defect* pada

masing-masing *chiller* dapat dilihat dari total hari alarm yang terjadi. Perhitungan *Defect and Process* untuk *chiller* 1 adalah

$$\text{Defect and Process} = \frac{11.85 \times 7}{780} \times 100\% = 10.63\%$$

Perhitungan *Defect and Process* untuk masing-masing *chiller* dapat dilihat pada Tabel 18.

**Tabel 18. Perhitungan Defect and Process Masing-Masing Chiller**

Mesin	Ideal Cycle Time (Jam/pcs)	Total Defect (pcs)	Loading time (Jam)	Defect and Process (%)	Defect and Process (Jam)
Chiller 1	11.85	7	780	10.63	82.91
Chiller 2	11.63	8	780	11.93	93.05
Chiller 3	11.76	8	780	12.07	94.15

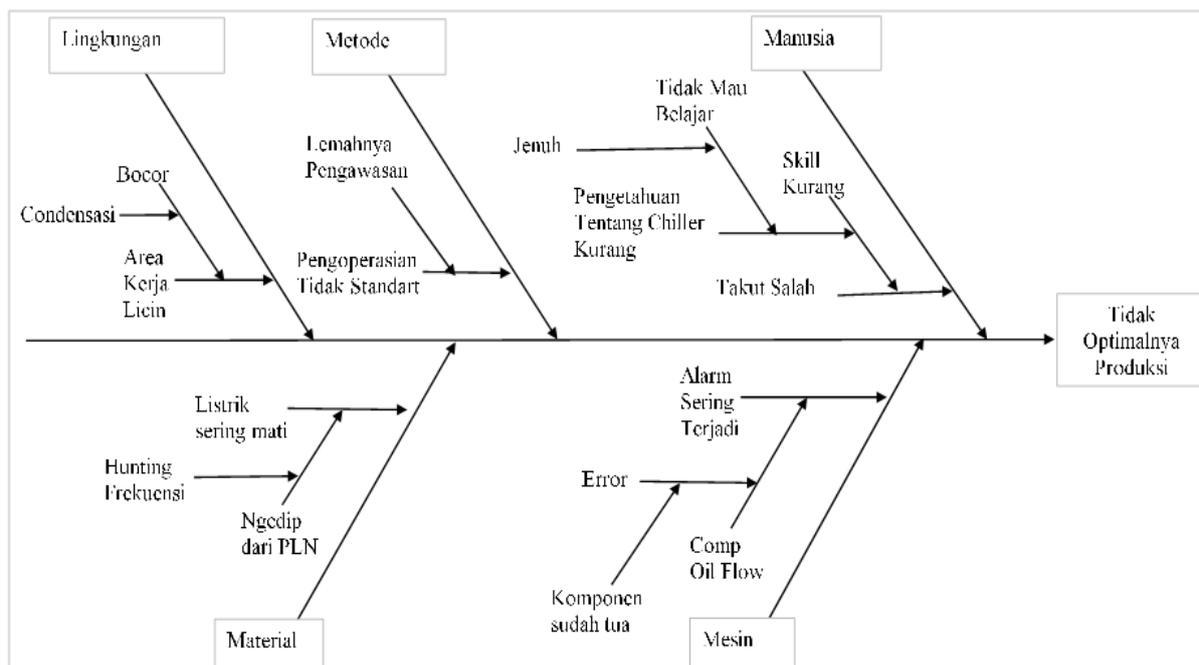
### Reduced Yield Losses

Mesin chiller tidak ada *reduced yield losses* dikarenakan tidak ada material ataupun sampah bahan baku yang dihasilkan. Untuk itu masing-masing *chiller* memperoleh *persentase reduced yield losses* sebesar 0%.

### Diagram Fishbone (Sebab Akibat)

Dalam diagram sebab akibat pada Gambar 4. berikut ini akan diketahui

penyebab tingginya faktor *Defect and Process Losses*. Penganalisisan dilakukan berdasarkan hasil dari diagram pareto *six big losses* masing-masing *chiller* yang mempunyai akar permasalahan yang sama sehingga faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya *losses* dapat diketahui lebih rinci.



**Gambar 4. Diagram Fishbone Defect And Process Losses Dari Kinerja Chiller**

### Analisis pengolahan Data

Data yang sudah dihitung dalam pengolahan data, selanjutnya di analisis untuk memperoleh penjelasan mengenai hasil dari masing-masing perhitungan yang dibuat. Adapun data yang di analisis yaitu hasil perhitungan OEE, dan diagram sebab akibat.

Analisis Hasil Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Analisis perhitungan *overall equipment effectiveness* di Mal Artha Gading dilakukan untuk melihat tingkat efektifitas penggunaan mesin-mesin *chiller* di *Engineering Department* selama 2 bulan terakhir. Pengukuran *overall equipment effectiveness* (OEE) ini merupakan perkalian antara *Availability Ratio*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality*. Selama waktu 2 bulan diperoleh

nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk ketiga mesin *chiller* antara 73.07% - 82.02%. Dan hasil rasio *availability* antara 93.31% - 94.98%. Hasil *performance efficiency* antara 95.88% - 95.92% dan hasil rasio *rate of quality* antara 81.67% - 90.00%.

- a. Nilai OEE tertinggi yaitu pada mesin *chiller* 1 sebesar 82.02%. Hal ini disebabkan karena tingginya tingkat *availability ratio* yang digunakan mencapai 94.98% dan *performance efficiency* sebesar 95.95% sedangkan *rate of quality* sebesar 90.00%.

### Analisis Diagram Sebab Akibat

Analisis terhadap faktor yang memberikan kontribusi terbesar penyebab rendahnya efektivitas mesin-mesin *chiller* ini dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Melalui diagram ini dapat diketahui penyebab utama *losses* yaitu manusia secara lebih terperinci yang disajikan pada gambar 4.5. Analisis diagram sebab akibat untuk ketiga mesin *chiller* adalah sebagai berikut :

- a. Manusia  
Dalam sebuah perusahaan khususnya Mal Artha Gading, manusia mempunyai peran yang sangat penting dalam operasional gedung. Manusia merasa takut akan kesalahan yang akan terjadi, ini bermula dari jenuhnya karyawan dalam bekerja sehingga mengakibatkan kurangnya pengetahuan tentang *chiller*.
- b. Metode  
Faktor yang menjadi metode tidak efektif dalam pengoperasian adalah kurangnya standart yang harus dilakukan. Ini bermula dari kurangnya pengawasan atasan terhadap operator dalam pengoperasian.
- c. Lingkungan  
Lingkungan juga sangat mempengaruhi tidak optimalnya mesin. Ini terjadi pada area atau lantai kerja yang licin yang diakibatkan oleh bocornya pipa evaporator dikarenakan condensasi yang ditimbulkan.
- d. Mesin  
Mesin merupakan bagian yang sangat penting untuk kenyamanan pengunjung maupun penghuni gedung. Namun mesin masih sering terjadi alarm yang diakibatkan errornya pembacaan sensor pada equipment.
- e. Material  
Material merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas produksi mesin *chiller*. Listrik mati ataupun ngedip merupakan faktor utama yang menyebabkan kegagalan mesin dalam mencapai suhu

yang diinginkan sehingga ada proses terjadinya pengulangan pengoperasian dari awal.

### Usulan Penerapan *Total Productive Maintenance 5S*

Usulan peningkatan efektivitas mesin dapat dilakukan dengan penerapan 5S untuk kegiatan sehari-hari oleh bagian operator yang bertujuan untuk mengurangi mesin *chiller* mengalami kerusakan dan meningkatkan produksi. Penerapan 5S yang dilakukan yaitu:

- a. *Seiri* (Ringkas)  
*Seiri* adalah memisahkan barang antara diperlukan dengan yang tidak diperlukan, barang tidak berguna dibuang, barang yang diperlukan di tempatkan di semestinya. Di ruang *chiller* barang yang diringkas yaitu :
  - 1). Insulflex yang sudah rusak
  - 2). Tangga
  - 3). Tabung refrigerant
  - 4). Dudukan mesin yang sudah korosi
  - 5). Perlengkapan kebersihan
  - 6). Sparepart bekas penggantian
- b. *Seiton* (Rapih)  
*Seiton* adalah pengaturan barang sedemikian rupa sehingga dapat diambil dan dikembalikan dengan mudah. Setelah dilakukan pemilahan selanjutnya melakukan perapihan barang-barang yang ada di ruang *chiller* seperti sampah insulflex, dudukan mesin korosi dan tabung refrigerant di buang ke tempat sampah yang disediakan serta sparepart bekas dikembalikan ke gudang. Sementara tangga dan alat kebersihan diletakkan pada tempat khusus yang disediakan.
- c. *Seiso* (Resik)  
*Seiso* adalah menghilangkan sampah dan kotoran serta barang yang tidak diperlukan, membuat tempat kerja yang baik dan bersih. Dalam hal ini yang perlu dibersihkan yaitu
  - 1). Membersihkan oli yang bercecer di lantai atau perlengkapan kerja.
  - 2). Membersihkan genangan air akibat condensasi.
  - 3). Membersihkan debu yang menempel pada mesin pompa (cwp, chwpp, chwps) dan sensor (*flow switch, discharge, suction, water temperature*)

4). Alat-alat kerja setelah dipakai  
d. *Seiketsu* (Rawat)  
*Seiketsu* adalah menetapkan pemilihan dan penataan serta mempertahankan agar selalu ringkas, rapih dan bersih.

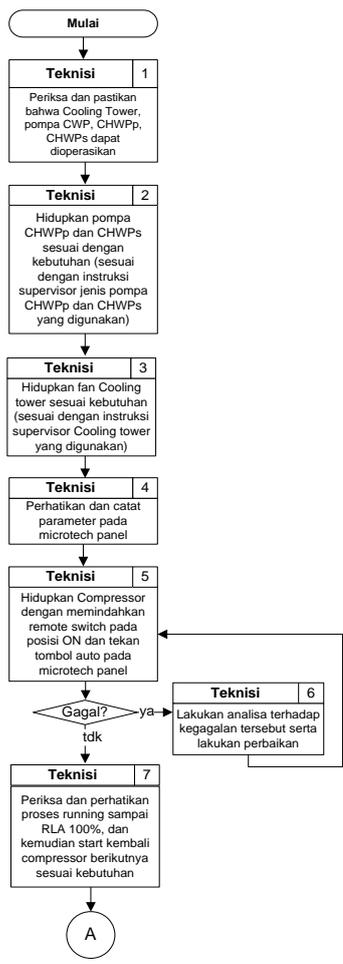
- 1). Membuat logsheet pembersihan dan perawatan mesin
- 2). Melakukan pengecekan rutin meskipun tidak ada kerusakan

e. *Shitsuke* (Rajin)  
*Shitsuke* adalah membiasakan untuk selalu mematuhi dengan baik apa yang telah dibakukan dan meningkatkan apa yang sudah dicapai.

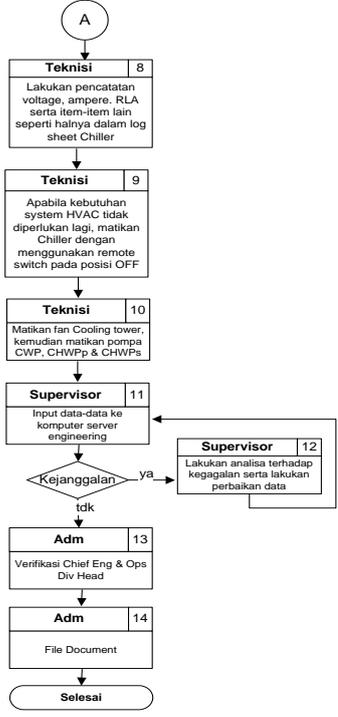
Hal ini yang menjadi faktor utama dalam menjalankan *shitsuke* ini yaitu :

- 1). Melakukan operasional chiller sesuai dengan yang ditentukan
- 2). Melakukan pengecekan sesuai dengan jadwal yang ada
- 3). Melakukan komunikasi yang baik kepada teman maupun atasan
- 4). Meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan kerja

Penerapan 5S ini akan berjalan dengan baik apabila setiap operator mengikuti *standard operating procedure* (SOP) yang telah ditentukan perusahaan. SOP ini dimaksud agar standart hasil yang diperoleh produksi *chiller* dapat tercapai dan penerapan 5S dapat dilaksanakan oleh semua operator. SOP Operasional *Chiller* dibagi ke dalam 2 bagian yaitu yang pada gambar 5 dan gambar 6.

		<b>STANDARD OPERATING PROCEDURE MAL ARTHA GADING</b>			
Dibuat Oleh,	Diperiksa Oleh,	Disetujui Oleh,	Judul : <b>ENGINEERING – Operasional Chiller</b>		
Ka. Div.	General Manager	Direksi	No: MAG/SOP/OPT/BS – ENG/007	Tanggal: 25 Agustus 2016	
			Revisi: 2	Hal: 1/2	
TUJUAN :	Panduan pengoperasian Chiller yang dilakukan harian, agar dalam operasional tidak mengalami kendala serta hambatan				
AKTIVITAS	TIME FRAME	BUKTI CATATAN	KETERANGAN		
 <pre> graph TD     Start([Mulai]) --&gt; T1[Teknisi 1]     T1 --&gt; T2[Teknisi 2]     T2 --&gt; T3[Teknisi 3]     T3 --&gt; T4[Teknisi 4]     T4 --&gt; T5[Teknisi 5]     T5 --&gt; G1{Gagal?}     G1 -- ya --&gt; T6[Teknisi 6]     T6 --&gt; T5     G1 -- tdk --&gt; T7[Teknisi 7]     T7 --&gt; End((A))           </pre>	<p>5 menit</p> <p>5 menit</p> <p>5 menit</p> <p>5 menit</p> <p>5 menit</p>	<p>4) </p>	<p>1) Chiller dihidupkan dengan harus mengikuti urutan urutan (langkah-langkah sebagai mana dijabarkan dalam flow chart.</p> <p>2) Dihidupkan dengan push button yang berada pada ruang PUTR</p> <p>3) Dihidupkan dengan push button yang berada pada Panel Cooling Tower Lantai 7</p> <p>4) Supervisor melakukan monitoring serta analisa dari data-data log sheet teknisi</p>		

**Gambar 5. SOP Operasional Chiller Bagian 1**

		<b>STANDARD OPERATING PROCEDURE MAL ARTHA GADING</b>			
Dibuat Oleh,	Diperiksa Oleh,	Disetujui Oleh,	Judul : <b>ENGINEERING – Operasional Chiller</b>		
Ka. Div.	General Manager	Direksi	No: MAG/SOP/OPT/BS – ENG/007	Tanggal: 25 Agustus 2016	
			Revisi: 2	Hal: 2/2	
TUJUAN :	Panduan pengoperasian Chiller yang dilakukan harian, agar dalam operasional tidak mengalami kendala serta hambatan				
AKTIVITAS	TIME FRAME	BUKTI CATATAN	KETERANGAN		
	Setiap 2 jam	8) Log Sheet Chiller	9) A. Log sheet dilakukan oleh teknisi B. Log Sheet dicek oleh supervisor serta diinput dalam komputer sebagai data back-up. C. Log sheet dicek Chief Eng Manager Eng, Ops Div Head. D. Log Sheet yang telah diverifikasi kemudian dimasukkan dalam file odner		
		14) Log Sheet Chiller			

**Gambar 6. SOP Operasional Chiller Bagian 2**

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan didapatkan untuk tingkat efektivitas mesin chiller di Mal Artha Gading pada tanggal 01 November 2017 sampai dengan 30 Desember 2017 sebagai berikut :

- a. Pengukuran tingkat efektivitas mesin chiller dengan mengukur *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) didapatkan hasil di bawah niali OEE standart industri-industri manufaktur di dunia yaitu 85%. Hasil yang diperoleh sebagai berikut :

- 1). Mesin Chiller 1
  - a). *Availability* sebesar 94.98%

- b). *Performance Efficiency* sebesar 95.95%
- c). *Rate of Quality* sebesar 90%
- d). *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 82.02%
- 2). Mesin Chiller 2
  - a). *Availability* sebesar 93.31%
  - b). *Performance Efficiency* sebesar 95.88%
  - c). *Rate of Quality* sebesar 81.67%
  - d). *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 73.07%

- 3). Mesin Chiller 3
  - a). *Availability* sebesar 94.34%
  - b). *Performance Efficiency* sebesar 95.92%
  - c). *Rate of Quality* sebesar 85%
  - d). *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 76.92%
- b. Faktor utama yang mempengaruhi rendahnya OEE pada masing-masing chiller yaitu terjadi pada faktor *defect and process* dengan persentase antara 45%-47% yang disebabkan tidak optimalnya produksi oleh manusia. Adapun faktor lain yang menjadi penyebab kerugian adalah 17%-19% (*Set up and Adjustment Losses*), 15%-16% (*Reduced Speed Losses*), 15%-17% (*Idling and Minor Stoppages*), 2%-8% (*Breakdown Losses*), 0% (*Reduced Yield Losses*).
- c. Setelah usulan penerapan diterapkan yaitu operator menerapkan 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) diharapkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* mengalami peningkatan melebihi nilai standart kelas dunia yang ditetapkan oleh JIPM yaitu OEE sebesar 85%. Hal ini dapat terwujud dengan meningkatkan *Availability* sebesar 96%, *Performance Efficiency* sebesar 97%, dan *Rate of Quality* sebesar 92%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, Nachnul dan Mustajib, Imron. 2013. ***Sistem perawatan terpadu (Intergrated Maintenance System)***. Yogyakarta. Graha Ilmu
- Haming, Murdifin dan Mahfud Nurnajamuddin. 2017. ***Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur Dan Jasa***. Jakarta : Bumi Aksara.
- Hermanto. 2016. ***Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Devisi Painting Di PT AIM***. Jakarta : Universitas Indraprasta PGRI.
- Kholid, Ahmad, Muchlisson Anis dan Ayub As'Ari. 2012. ***Upaya Peningkatan Performansi Mesin Pada Industri Manufaktur***. Surakarta : UMS.
- Mustika Atmaja, Very. 2005. ***Analisis Pengendalian Kualitas Bagian Finishing Dengan Diagram Pareto dan Fishbone Pada CV Teknika Jaya Batur Ceper***. Klaten. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Nakajima, Seiichi, "Introduction to TPM, Total Productive Maintenance", ***Productivity Press Inc.***, Cambridge-Massachusetts, 1998.
- Purwono, Agus. 2013. ***Buku Ajar Manajemen Pemeliharaan***. Malang : Puncak Permata Sengkaling.
- Sunaryo. ***Kalkulasi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Mengetahui Efektivitas Mesin komatzu 80T (Studi Kasus Pada PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri)***. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Triesnata, Angga. 2008. ***Analisis Perawatan Total Productive Maintenance (TPM) Departemen Pressing di PT. Indomobil Suzuki Internasional (Pada Mesin Amino 200T)***. Jakarta : Universitas Mercu Buana.