

TEKINFO

JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INFORMASI

Model Persediaan Komponen Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Pada PT. Qumicon Indonesia Menggunakan Pendekatan Heuristic Lot Sizing

Yohanes Anton Nugroho

Metode Gravity Location Models Dalam Penentuan Lokasi Cabang Yang Optimal Di PT. ABC

Elly Wuryaningtyas Yunitasari

Sistem Informasi Pemetaan Lokasi Distribusi Guna Menentukan Jalur Terpendek Dengan Menggunakan Arc View

Muhammad Yusuf

Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Boiler Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Studi kasus pada PT. XY Yogyakarta)

Jono

Penilaian Tingkat Kontribusi Teknologi pada Perusahaan Jasa Menggunakan Model Teknometrik

Ida Giyanti

Pemodelan Tarif Rumah Sakit Berdasarkan Intangible Factors

Selly Pinangki dan Subagyo



UNIVERSITAS

SETIA BUDI

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK

VOL. 3

NO. 2

MEI 2015

ISSN VERSI
CETAK : 2303-1476

ISSN VERSI
ONLINE : 2303-1867

Universitas Setia Budi
Jln. Letjen. Sutoyo, Mojosongo, Surakarta
Telp. 0271. 852518, Fax. 0271. 853275
www.setiabudi.ac.id
<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/>

Kata Pengantar

Alhamdulillah robbil 'alamin, puji syukur kami sampaikan ke hadirat Allah SWT, karena Tekinfo, Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi edisi bulan Mei 2015 telah selesai diproduksi dan dapat publikasi sesuai dengan jadwal.

Redaksi sangat gembira karena animo para peneliti dan penulis yang sangat besar untuk mempublikasikan artikel di jurnal Tekinfo. Hal ini sangat membantu tim redaksi untuk dapat memproduksi jurnal edisi bulan Mei 2015 sesuai jadwal dan tepat waktu. Untuk itu, tim redaksi menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis yang memberikan kepercayaan kepada kami untuk mempublikasikan artikelnya.

Dari enam (6) artikel yang diterbitkan pada edisi kali ini, lima (5) naskah merupakan kontribusi peneliti/ dosen eksternal, yaitu dari program studi Teknik Industri Universitas Widya Mataram Yogyakarta, program studi Teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta, program studi Teknik Industri Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, program studi Teknik Industri IST AKPRIND Yogyakarta. Sementara satu naskah merupakan kontribusi dosen program studi Teknik Industri Universitas Setia Budi.

Akhir kata, tim redaksi memberikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penerbitan jurnal Tekinfo edisi kali ini. Kepada para pembaca dan pemerhati jurnal Tekinfo, kritik dan saran selalu kami harapkan demi kemajuan dan penyempurnaan jurnal tercinta ini. Semoga visi terakreditasinya jurnal Tekinfo ini dapat segera kami realisasikan. Aamiin. Mohon doa restu dan dukungan.

Salam publikasi,

Tim Redaksi

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	45
Daftar Isi.....	46
Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Boiler Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	47
Model Persediaan Komponen Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) pada PT. Qumicon Indonesia menggunakan Pendekatan <i>Heuristic Lot Sizing</i>	63
Metode <i>Gravity Location Models</i> Dalam Penentuan Lokasi Cabang Yang Optimal	75
Sistem Informasi Pemetaan Lokasi Distribusi Guna Menentukan Jalur Terpendek Dengan Menggunakan <i>Arc View</i>	83
Penilaian tingkat kontribusi teknologi pada Perusahaan jasa menggunakan model teknometrik	93
Pemodelan Tarif Rumah Sakit Berdasarkan <i>Intangible Factors</i>	107

Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Boiler Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* (Studi kasus pada PT. XY Yogyakarta)

Jono
Program Studi Teknik Industri
Universitas Widy Mataram Yogyakarta
Email : yonuwm@yahoo.co.id

Intisari

PT. XY Yogyakarta merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Pembuatan Gula dan Spirtus, dalam produksinya tidak lepas dari masalah yang berhubungan dengan efektivitas mesin yang diakibatkan oleh belum tepatnya penanganan dan pemeliharaan mesin. Hal ini dapat terlihat dengan frekuensi kerusakan yang terjadi pada mesin Boiler, akibat dari kerusakan tersebut target produksi tidak tercapai.

Pengukuran efektivitas penggunaan mesin Boiler dengan menggunakan metode OEE (Overall Equipment Effectiveness) yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan OEE six big losses dapat mengetahui besarnya efisiensi yang hilang pada masing-masing faktor six big losses. Dari keenam faktor dapat diketahui faktor apa yang memberikan kontribusi terbesar yang mengakibatkan rendahnya efisiensi.

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa besarnya nilai OEE pada mesin Boiler sudah memenuhi standar JIPM sebesar $\geq 85\%$, Performance Efficiency sudah memenuhi standar $\geq 95\%$, Rate Quality $\geq 99\%$, tetapi nilai Availability pada periode ke VII dan IX belum memenuhi standar sebesar $\geq 90\%$. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE tersebut dan menjadi prioritas utama untuk dieliminasi oleh pihak perusahaan pada mesin Boiler adalah Equipment Failure 80,08% dan Set-up and adjustment losses 13,83%

Kata Kunci : TPM (Total Productive Maintenance), Efisiensi Produksi, OEE (Overall Equipment Effectiveness)

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi, perindustrian diuntut untuk semakin produktif dengan kualitas yang bagus di setiap hasil industrinya. Untuk tetap bisa bertahan maka setiap perusahaan juga harus memperhatikan kelancaran proses produksinya. Kelancaran proses produksi di pengaruhi oleh beberapa hal seperti sumber daya manusia serta kondisi dari fasilitas produksi yang dimiliki, seperti mesin dan peralatan lain sebagai pendukung. Rendahnya produktivitas mesin akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini sering diakibatkan oleh penggunaan mesin yang tidak efektif dan tidak efisien seperti yang terdapat dalam enam faktor yang disebut enam kerugian besar (six big losses), enam kerugian besar tersebut dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu : 1. Downtime Losses, (Breakdown Losses/Equipment Failures) yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan. Dan Set-up and adjustment losses/kerugian karena pemasangan dan penyetelan). 2. Speed Losses (Idling and minor stoppage losses disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, machine cleaning, dan idle time dari mesin. Dan

Reduced speed losses yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal). 3. Defect Losses, (Process Defect yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja proses ulang. Dan Reduced yield Losses disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku.)

Untuk menjaga agar peralatan mesin produksi dapat selalu berada pada kondisi yang prima maka diperlukan perawatan, guna mengoptimalkan keandalan (reliability) dari komponen-komponen peralatan maupun sistem tersebut. Penggunaan mesin yang dilakukan secara terus menerus harus didukung oleh kegiatan perawatan mesin yang baik juga dalam setiap perawatannya, hal ini bertujuan untuk menghindari penurunan kemampuan atau fungsi mesin dalam berproduksi dan yang terutama sekali menghindari terjadinya kerusakan total mesin (breakdown).

PT XY merupakan perusahaan yang memproduksi Gula Pasir dan Spiritus Alkohol dengan sistem yang diintegrasikan. Pada bagian Spiritus Alkohol ini juga tidak terlepas dari masalah yang berkaitan dengan efektivitas mesin/peralatan yang diakibatkan oleh kerusakan mesin boiler. Hal ini dapat dilihat dari frekuensi seringnya kerusakan yang terjadi pada boiler karena kerusakan tersebut menyebabkan target produksi yang telah ditetapkan tidak tercapai. Oleh sebab itu perlu dilakukan langkah-langkah yang efektif dan efisien dalam pemeliharaan mesin/peralatan untuk bisa mengatasi masalah tersebut.

Pendekatan yang dipakai dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas mesin adalah Total Productive Maintenance (TPM). TPM tidak hanya terfokus bagaimana mengoptimalkan produktivitas dari peralatan atau material pendukung kegiatan kerja, tetapi juga memperhatikan bagaimana meningkatkan produktivitas dari para pekerja atau operator yang nantinya akan memegang kendali pada peralatan dan material tersebut.

Penelitian di PT XY ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kesesuaian faktor-faktor yang menentukan kebutuhan penerapan TPM dengan kondisi perusahaan. Ukuran dari performansi dari penelitian ini adalah nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dengan standar JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) dan melihat faktor mana dari six big losses yang dominan berpengaruh terjadinya penurunan efektifitas mesin/peralatan.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui Nilai OEE pada Mesin Boiler di PT XY
2. Untuk mengetahui faktor yang dominan dan berpengaruh terjadinya penurunan efektifitas mesin yang ada dalam enam kerugian besar (six big losses)

TINJAUAN PUSTAKA

Maintenance

Yang dimaksud dengan perawatan (maintenance) adalah suatu metode untuk menjaga serta memelihara mesin agar tidak mengalami gangguan dan kerusakan dengan cara melakukan perawatan yang dilaksanakan secara rutin dan teratur (Jono, 2006). Perawatan merupakan suatu fungsi utama dalam suatu perusahaan yang dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan merawat fasilitas sehingga peralatan tersebut berada dalam kondisi yang siap pakai sesuai dengan kebutuhan (Widyasputri, 2010). Ada beberapa faktor penyebab kerusakan mesin, yaitu : keausan (wear out), korosi (corrosion) dan kelelahan (fatigue) (Widyasputri, 2010). Pada dasarnya perawatan yang dilakukan adalah agar mesin selalu dalam kondisi bagus dan baik, sehingga tetap

siap pakai kapanpun serta membantu ketahanan yang lebih lama (usia mesin menjadi lebih panjang).

Tujuan umum perawatan

Tujuan utama dari sistem perawatan itu dilakukan untuk menghindarkan suatu mesin agar tidak mengalami kerusakan yang berat, sehingga tidak diperlukan waktu yang cukup lama dan juga biaya yang terlalu mahal untuk melakukan perawatan. Sehingga mesin-mesin dapat beroperasi seoptimal mungkin dan kegiatan produksipun berjalan dengan lancar dan mendapatkan keluaran (Out Put) produk yang berkualitas. Prinsip utama dari sistem perawatan terdiri dari dua hal (Jono, 2006) yaitu :

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (break down) periode sampai batas minimum dengan pertimbangan aspek ekonomis.
2. Menghindari kerusakan (Breakdown) tidak terencana, kerusakan tiba-tiba.

Jenis-Jenis Maintenance :

1. Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)

Pemeliharaan terencana (planned maintenance) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan yaitu :

- a. Perawatan Pencegahan (Preventive maintenance)
- b. Pemeliharaan Perbaikan (Corrective maintenance)
- c. Perawatan Prediksi (Predictive maintenance)

2. Unplanned Maintenance (Pemeliharaan Tidak Terencana)

Unplanned maintenance biasanya bisa berupa breakdown/ emergency maintenance. Breakdown/ emergency maintenance (pemeliharaan darurat) adalah tindakan maintenance yang tidak dapat dilakukan pada mesin/peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi.

3. Autonomous Maintenance (Pemeliharaan Mandiri)

Autonomous Maintenance atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu kegiatan untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan melalui kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh operator untuk memelihara mesin/peralatan yang mereka tangani sendiri.

Total Productive Maintenance (TPM)

Pengertian TPM

Total Productive Maintenance (TPM) sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam maintenance dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan, mengurangi/menghilangkan kerusakan mendadak (breakdown) dan melakukan perawatan mandiri oleh operator (Autonomous Maintenance by Operator) (Aryanta, 2011). TPM (Total Productive Maintenance) adalah suatu program untuk pengembangan fundamental dari fungsi pemeliharaan dalam suatu organisasi, yang melibatkan seluruh SDM-nya (Sukwadi, 2007). Implementasi TPM dapat mewujudkan penghematan biaya yang cukup besar melalui peningkatan produktivitas mesin. Semakin besar derajat otomatisasi pabrik, semakin besar pengurangan biaya yang diwujudkan oleh TPM.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan produk dari six big losses pada mesin atau peralatan. Keenam faktor dalam six big losses dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja peralatan atau mesin yakni : downtime losses, speed losses dan defect losses. Pengukuran OEE sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas ataupun efisiensi mesin atau peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck yang terdapat pada lintasan produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin.

Formula matematis dari Overall equipment effectiveness (OEE) dirumuskan sebagai berikut (Aryanta, 2011) : $OEE = \text{availability} \times \text{Performance} \times \text{rate of quality product} \times 100\%$

Keenam faktor adalah six big losses harus diikutkan sertakan dalam perhitungan OEE, kemudian kondisi aktualnya dari mesin atau peralatan dapat dilihat secara akurat. Adapun standar dari JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) untuk TPM Indeks yang ideal adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan/availability (AV) $\geq 90\%$
2. Efektivitas produksi/Performance Efficiency (PE) $\geq 95\%$
3. Tingkat Kualitas/Rate of Quality product (RQ) $\geq 99\%$
4. Efektifitas keseluruhan peralatan dan mesin/Overall equipment effectiveness (OEE) $\geq 85\%$

Availability

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading time-nya. Sehingga dapat menghitung availability mesin dibutuhkan nilai dari : Operation time, Loading time, Downtime. Nilai availability dihitung dengan rumus :

$$\text{Availability} = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = \frac{\text{loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

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

$$\text{Operation time} = \text{loading time} - \text{waktu downtime mesin (non-operation time)}$$

Performance efficiency

Performance efficiency merupakan kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia yang melakukan proses produksi (operation time).

Operation speed rate merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (theoretical/ideal cycle time) dengan kecepatan actual mesin (actual cycle time). Persamaan matematikanya ditunjukkan sebagai berikut :

$$\text{Operation speed rate} = \frac{\text{ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}}$$

$$\text{Net operation rate} = \frac{\text{actual processing time}}{\text{operation time}}$$

Net operation merupakan perbandingan antara jumlah produk yang diproses (processed amount) dikali actual cycle time dengan operation time. Net operation time berguna untuk menghitung rugi-rugi yang diakibatkan oleh minor stoppages dan menurunnya produksi (reduced speed).

Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung performance efficiency : Ideal cycle (waktu siklus ideal), Processed amount (jumlah produk yang diproses) dan Operation time (waktu operasi mesin). Performance efficiency dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Performance efficiency} &= \text{Net operation} \times \text{operating cycle time} \\ &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{actual cycle time}}{\text{operating time}} \times \frac{\text{Ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}} \\ &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\% \end{aligned}$$

Rate of Quality Product

Rate of Quality Product adalah rasio jumlah produk yang lebih baik terhadap jumlah total produk yang diproses. Jadi rate of quality product adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut :

- Processed amount (Jumlah produk yang diproses)
- Defect amount (Jumlah produk yang cacat)

Rate of Quality Product dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

Analisa Produktivitas : Enam Kerugian Utama (Six Big Losses)

Untuk dapat meningkatkan produktivitas mesin/peralatan yang digunakan maka perlu dilakukan analisis produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan pada six big losses. Untuk mencapai tingkat produktivitas yang optimal, maka perlu dilakukan melalui pendekatan multidisipliner yang melibatkan semua usaha. Unsur-unsur Produktivitas: Efisiensi, Efektivitas dan Kualitas

Enam kerugian besar (six big losses) dapat di golongkan menjadi 3 macam, yaitu : Downtime Losses, Speed Losses, dan Defect Losses

Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian (Gasperz, 1998). Pada dasarnya diagram Pareto dapat dipergunakan sebagai alat interpretasi untuk :

- Menentukan frekuensi relative dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah yang ada.
- Memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan penting melalui pembuatan ranking terhadap masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah itu dalam bentuk yang signifikan.

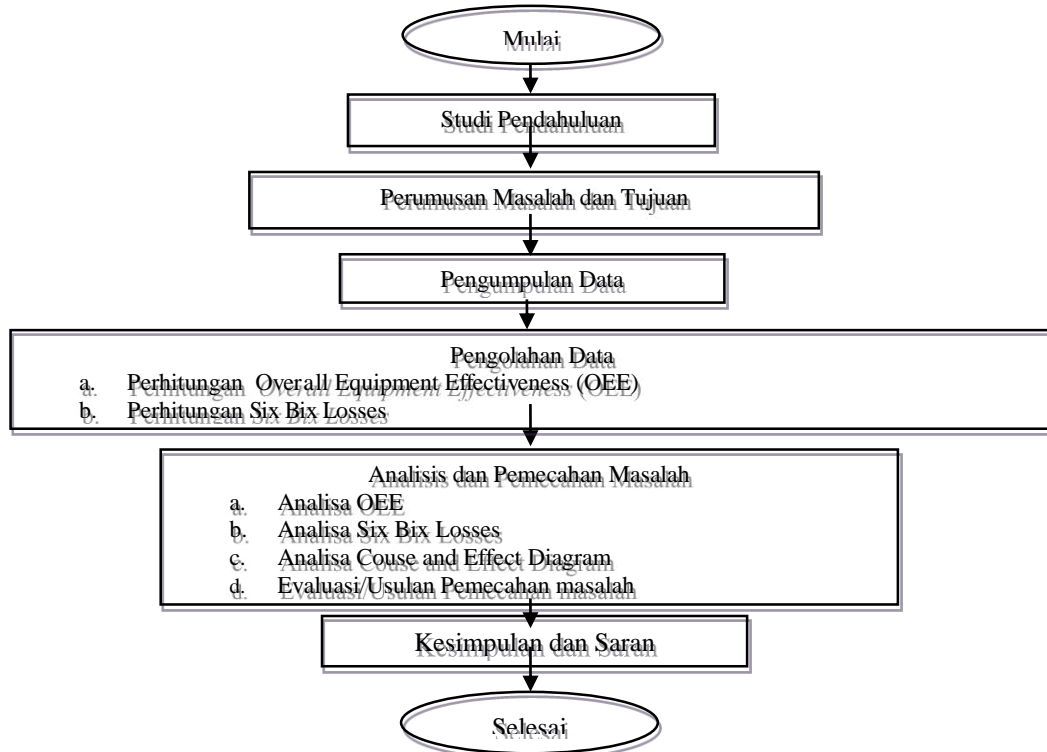
Diagram sebab akibat (cause and effect Diagram)

Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang ada (Gasperz, 1998). Untuk mencari faktor-faktor terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu Manusia (man), Metode kerja (work method), Mesin atau peralatan kerja lainnya

(machine/equipment), Bahan baku (raw material), Lingkungan kerja (work environment).

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1 : Tahapan Proses Penelitian

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan Data

Terlebih dahulu dilakukan pengukuran untuk dapat mengetahui tingkat efektivitas mesin atau peralatan yang digunakan saat ini dengan menggunakan indikator OEE (Overall Equipment Effectiveness). Dengan peningkatan OEE akan menghasilkan peningkatan efisiensi dan produktivitas pada mesin Boiler.

Untuk pengukuran efektifitas dengan menggunakan OEE pada mesin Boiler ini dibutuhkan data yang bersumber dari laporan produksi yaitu : data waktu downtime mesin Boiler, Planned downtime mesin Boiler, Data waktu setup mesin Boiler dan Data waktu produksi mesin Boiler.

Data Waktu Downtime

Waktu downtime adalah waktu yang seharusnya digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi dikarenakan adanya kerusakan atau gangguan pada mesin mengakibatkan mesin tidak dapat melaksanakan produksi sebagaimana mestinya. Di PT. XY proses produksi terdapat sembilan periode proses produksi.

Tabel 1. Data Waktu Kerusakan (Breakdown) Mesin Boiler

Periode		Total Breakdown(Jam)
Ke	Waktu Produksi (Hari)	
I	14	6,08
II	22	20,5
III	15	5
IV	16	5
V	15	12,5
VI	22	32,5
VII	11	27
VIII	11	17,5
IX	16	39
Total	142	165,08

Data Planned Downtime Mesin Boiler

Data waktu pemeliharaan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Waktu Pemeliharaan (Planned Downtime) Mesin Boiler

Periode		Total Planned Downtime (Jam)
Ke	Waktu Produksi (Hari)	
I	14	1,5
II	22	2,25
III	15	1,5
IV	16	1,5
V	15	1,5
VI	22	2,25
VII	11	0,75
VIII	11	0,75
IX	16	1,5
Total	142	13,5

Data Waktu Set -Up Mesin Boiler

Data waktu set up mesin Boiler dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Waktu Set-Up Mesin Boiler

Periode		Total Waktu Set-Up (Jam)
Ke	Waktu Produksi (Hari)	
I	14	3
II	22	4,5
III	15	3
IV	16	3
V	15	3
VI	22	4,5
VII	11	1,5
VIII	11	3
IX	16	3
Total	142	28,5

Data Produksi

Data produksi mesin Boiler pada bagian spirtus di PT. XY di sajikan pada Tabel 4 data ini merupakan data rekapitulasi dari laporan Produksi di PT. XY bagian Spirtus. Datanya sebagai berikut :

1. Total available time adalah total waktu mesin Boiler yang tersedia untuk melakukan proses produksi dalam satuan jam.
2. Total product processed adalah jumlah berat total produk yang diproses oleh mesin Boiler dalam satuan liter.
3. Total good product adalah jumlah berat total produk yang dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan dalam satuan liter.
4. Total reject adalah jumlah berat total produk yang ditolak karena cacat pada prduk sehingga tidak seuai dengan spesifikasi kualitas prouk dalam satuan liter.
5. Total scrap weight adalah jumlah berat total produk yang rusak atau sisa hasil proses pencampuran dalam satuan liter.

Tabel 4. Data Produksi Alkhohol

Periode		Total Available Time (Jam)	Total Product Processed (Liter)	Total Good Product (Liter)	Total Reject Weight (Liter)	Total Scrap Weight (Liter)
Ke	Waktu Produksi (Hari)					
I	14	294	321100	321100	0	0
II	22	462	495800	495800	0	0
III	15	315	380500	380500	0	0
IV	16	336	445300	445300	0	0
V	15	315	394000	394000	0	0
VI	22	462	538300	538300	0	0
VII	11	231	259900	259900	0	0
VIII	11	231	274700	274700	0	0
IX	16	336	381500	381500	0	0
Total	142	2982	3491100	3491100	0	0

Tabel 5. Data Delay Mesin Boiler

Periode		Total Breakdown (jam)	Total Planned Downtime (jam)	Total Set-Up (jam)	Total Delay (jam)
Ke	Waktu Produksi (Hari)				
I	14	6,08	1,5	3	10,58
II	22	20,5	2,25	4,5	27,25
III	15	5	1,5	3	9,50
IV	16	5	1,5	3	9,50
V	15	12,5	1,5	3	17,00
VI	22	32,5	2,25	4,5	39,25
VII	11	27	0,75	1,5	29,25
VIII	11	17,5	0,75	3	21,25
IX	16	39	1,5	3	43,50
Total	142	165,08	13,5	28,5	207,08

Pengolahan Data

Setelah semua data terkumpul, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data.

Perhitungan Availability

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading timenya. Untuk menghitung availability dapat digunakan data dari tabel 1, 2, dan 4.

Untuk menghitung nilai availability terlebih dahulu dihitung :

- Loading Time = Available time – Planned downtime = 294 – 1,5 = 292,5
- Operation Time = Loading Time – Downtime = 292,5 – 9,08 = 283,42
- Downtime = Breakdown + Set-Up = 6,08 + 3 = 9,08

Setelah didapat nilai dari Loading Time, Operation Time dan Downtime, maka dapat dihitung nilai availability dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \frac{\text{loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% = \frac{283,42}{292,5} \times 100\% = 96,89\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung availability bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Availability Mesin Boiler

Periode Ke	Loading Time (Jam)	Total Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability (%)
I	292,5	9,08	283,42	96,89
II	459,75	25	434,75	94,56
III	313,5	8	305,5	97,45
IV	334,5	8	326,5	97,61
V	313,5	15,5	298	95,06
VI	459,75	37	422,75	91,95
VII	230,25	28,5	201,75	87,62
VIII	230,25	20,5	209,7	91,10
IX	334,5	42	292,5	87,44
Total	2968,5	193,58	2774,87	93,48

Perhitungan Performance Efficiency

Untuk menghitung nilai performance efficiency digunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{Net operation} \times \text{operating cycle time}}{\text{operating time}} \times \frac{\text{Ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}}$$

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

Ideal cycle time (waktu siklus ideal) Adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan.

Untuk menghitung ideal cycle time maka perlu diperhatikan persentase jam kerja terhadap delay, dimana jam kerja :

$$\text{Persentase Jam Kerja} = 1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Available Time}} \times 100\% = 1 - \frac{10,58}{294} \times 100\% = 96,4\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung Persentase Jam Kerja bisa dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Persentase Jam Kerja

Periode Ke	Total Delay (jam)	Total Available Time (Jam)	Persentase Jam Kerja (%)
I	10,58	294	96,40
II	27,25	462	94,10
III	9,50	315	96,98
IV	9,50	336	97,17
V	17,00	315	94,60
VI	39,25	462	91,50
VII	29,25	231	87,34
VIII	21,25	231	90,80
IX	43,50	336	87,05
Total	207,08	2982	93,06

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Produksi Spirtus}} = \frac{292,5}{321100} = 0,000911 \text{ jam/liter}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung Waktu Siklus bisa dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Waktu Siklus

Periode Ke	Loading Time (Jam)	Produksi Spirtus (Liter)	Waktu Siklus (Jam/Liter)
I	292,5	321100	0,000911
II	459,75	495800	0,000927
III	313,5	380500	0,000824
IV	334,5	445300	0,000751
V	313,5	394000	0,000796
VI	459,75	538300	0,000854
VII	230,25	259900	0,000886
VIII	230,25	274700	0,000838
IX	334,5	381500	0,000877
Total	2968,5	3491100	0,000850

$$\text{Ideal Cycle Time} = \text{waktu siklus} \times \text{persentase jam kerja} = 0,000911 \times 96,4\% = 0,000878 \text{ jam/liter}$$

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{process amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\% = \frac{321100 \times 0,000878}{283,42} = 99,49\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung performance efficiency bisa dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Performance Efficiency Mesin Boiler

Periode Ke	Product Processed (Liter)	Ideal Cycle Time (Jam)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
I	321100	0,000878	283,42	99,49
II	495800	0,000873	434,75	99,51
III	380500	0,000799	305,5	99,52
IV	445300	0,000730	326,5	99,55
V	394000	0,000753	298	99,52
VI	538300	0,000782	422,75	99,51
VII	259900	0,000774	201,75	99,68
VIII	274700	0,000761	209,7	99,68
IX	381500	0,000763	292,5	99,55
Total	3491100	0,0007913	2774,92	99,55

Perhitungan Rate of Quality Product

Rate of quality product adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut :

- Processed amount (Jumlah produk yang diproses)
- Defect amount (Jumlah produk yang cacat)

Rate of Quality Product dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% = \frac{321100 - 0}{321100} \times 100\% = 100\%.$$

Dengan cara yang sama di lakukan untuk periode I sampai dengan periode IX adalah sama yaitu Rate of Quality Product = 100

Perhitungan OEE (Overall equipment effectiveness)

Overall equipment effectiveness (OEE) dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality product} \times 100\% \\ &= 0,9689 \times 0,9949 \times 1 \times 100\% = 96,4\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung performance efficiency bisa dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. OEE Mesin Boiler

Periode Ke	Availability	Performance Efficiency	Rate of Quality product	OEE (%)
I	0,96896	0,99490	1	96,40
II	0,94562	0,99513	1	94,10
III	0,97448	0,99524	1	96,98
IV	0,97608	0,99554	1	97,17
V	0,95056	0,99524	1	94,60
VI	0,91952	0,99513	1	91,50
VII	0,87622	0,99675	1	87,34
VIII	0,91097	0,99675	1	90,80
IX	0,87444	0,99554	1	87,05
Total	0,93479	0,99547	1	93,06

Perhitungan OEE Six Big Losses

Downtime Losses

Dalam perhitungan OEE, yang termasuk dalam downtime losses adalah equipment failure dan set-up and adjustment.

1. Equipment Failures

Besarnya prosentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor equipment failure dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Equipment Failures} = \frac{\text{Total Breaksdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumusan diatas, maka diperoleh perhitungan equipment failures sebagai berikut:

$$\text{Equipment Failures} = \frac{6,08}{292,5} \times 100\% = 2,08$$

Dengan perhitungan diatas maka dapat diperoleh persentase Equipment Failures dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Equipment Failures pada Mesin Boiler

Periode Ke	Total Breakdown (jam)	Loading Time (jam)	Equipment Failures (%)
I	6,08	292,50	2,08
II	20,50	459,75	4,46
III	5,00	313,50	1,59
IV	5,00	334,50	1,49
V	12,50	313,50	3,99
VI	32,50	459,75	7,07
VII	27,00	230,25	11,73
VIII	17,50	230,25	7,60
IX	39,00	334,50	11,66
Total	165,08	2968,50	5,56

2. Set-Up and Adjustment

Untuk mengetahui nilai persentase dari Set-Up and Adjustment dapat digunakan rumus sebagai berikut :

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

Sehingga nilai Set-Up and Adjustment dapat di hitung sebagai berikut:

$$\text{Set-Up and Adjustment} = \frac{3}{292,5} \times 100\%$$

Dengan cara yang sama di lakukan untuk periode berikutnya maka bisa dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Set-Up and Adjustment pada Mesin Boiler

Periode Ke	Set-Up Adjustment (jam)	Loading Time (jam)	Set-Up and Adjustment (%)
I	3,00	292,50	1,026
II	4,50	459,75	0,979
III	3,00	313,50	0,957
IV	3,00	334,50	0,897
V	3,00	313,50	0,957
VI	4,50	459,75	0,979
VII	1,50	230,25	0,651
VIII	3,00	230,25	1,303
IX	3,00	334,50	0,897
Total	28,50	2968,50	0,960

Speed Losses

Dalam perhitungan OEE, yang termasuk dalam Speed Losses adalah Idling and minor stoppage losses dan Reduced Speed Losses.

1. Idling and minor stoppage losses

Untuk mengetahui persentase dari faktor Idling and minor stoppage losses, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{Non Productive}}{\text{Loading Time}} \times 100\% = \frac{0}{292,5} \times 100\% = 0$$

Dengan cara yang sama di lakukan untuk periode I sampai dengan periode IX adalah sama yaitu Idling and minor stoppage losses = 0

2. Reduced Speed Losses

Reduced Speed Losses dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Ideal P roduction Time} &= \text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Process} \\ \text{Reduced Speed Losses} &= \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Process})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned}$$

Perhitungan persentase nilai Reduced Speed Losses dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{283,42 - (0,000878 \times 321100)}{292,50} \times 100\% = \frac{1,45}{292,5} \times 100\% = 0,4944$$

Dengan cara yang sama di lakukan untuk periode berikutnya maka bisa dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Reduced Speed Losses pada Mesin Boiler

Periode Ke	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Liter)	Total Product Proses (Liter)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed Losses (%)	Reduced Speed Losses (Jam)
I	283,42	0,000878	321100	292,50	0,4944	1,45
II	434,75	0,000873	495800	459,75	0,4605	2,12
III	305,50	0,000799	380500	313,50	0,4604	1,45
IV	326,50	0,000730	445300	334,50	0,4358	1,46
V	298,00	0,000753	394000	313,50	0,4526	1,42
VI	422,75	0,000782	538300	459,75	0,4478	2,06
VII	201,75	0,000774	259900	230,25	0,2845	0,66
VIII	209,75	0,000761	274700	230,25	0,2958	0,68
IX	292,50	0,000763	381500	334,50	0,3904	1,31
Total	2774,92	0,000791	3491100	2968,50	0,4232	12,56

Defect Losses

Dalam perhitungan OEE, yang termasuk dalam Defect Losses adalah Rework Losses dan Scrap Losses.

1. Rework Losses

Perhitungan rework losses dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% = \frac{0,000878 \times 0}{292,5} \times 100\% = 0$$

Dengan cara yang sama di lakukan untuk periode I sampai dengan periode IX adalah sama yaitu Rework Losses= 0.

2. Scrap Losses

Perhitungan Scrap Losses dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% = \frac{0,000878 \times 0}{292,5} \times 100\% = 0$$

Dengan cara yang sama di lakukan untuk periode di lakukan untuk periode I sampai dengan periode IX adalah sama yaitu Rework Losses= 0.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

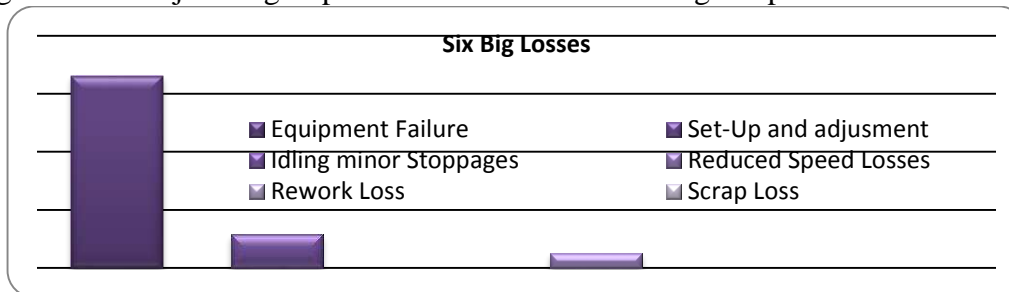
Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Analisa perhitungan Overall Equipment Effectiveness dilakukan untuk melihat tingkat efektifitas penggunaan mesin Boiler. Pengukuran Overall Equipment Effectiveness ini merupakan kombinasi dari faktor waktu, kualitas pengoperasian mesin dan kecepatan produksi mesin.

Nilai OEE yang diperoleh mesin Boiler adalah : Selama periode ke I-IX di peroleh nilai OEE antara 87,05%-97,17%. Dalam hal ini nilai dari OEE dari periode I-IX sudah memenuhi standar dari keadaan ideal yaitu sebesar 85%. Dengan nilai OEE yang terendah pada mesin boiler adalah 87,05% pada periode yang ke IX. Dengan rasio availability 87,44%, performance efficiency 99,55 dan rate quality 100%.

Analisa Perhitungan OEE Six Big Losses

Untuk lebih jelas melihat faktor dari six big losses yang dominan maka dapat dilihat pada diagram pareto yang bisa dilihat pada gambar 2. Setelah dilakukan perhitungan untuk nilai dari faktor six big losses. Persentase nilai dari six big losses juga akan lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk diagram pareto.



Gambar 2. Diagram Pareto Six Big Losses

Dari diagram pareto diatas dapat dilihat bahwa nilai persentase dari six big losses adalah Equipment Failure sebesar 165,08%. Untuk melihat urutan dari yang terbesar persentase dari six big losses dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 5.1 Pengurutan Persentase Six Big Losses Mesin Boiler Periode I-IX

No	Six Big Losses	Total Time Lose (Jam)	Persentase (%)	Persentase Komulatif (%)
1	Equipment Failure	165,08	80,08	80,08
2	Set-Up and Adjusment Loss	28,50	13,83	93,91
3	Idling Minor Stoppages	12,56	6,09	100
4	Reduced Speed Losses	0	0	0
5	Rework Losses	0	0	0
6	Scrap Losses	0	0	0
	Total	206,14	100	100

Setelah didapat hasil pengurutan persentase dari nilai yang terbesar dari six big losses tersebut dapat digambarkan melalui diagram paretonya, sehingga dapat terlihat jelas dari six big losses yang memengaruhi efektivitas mesin Boiler.

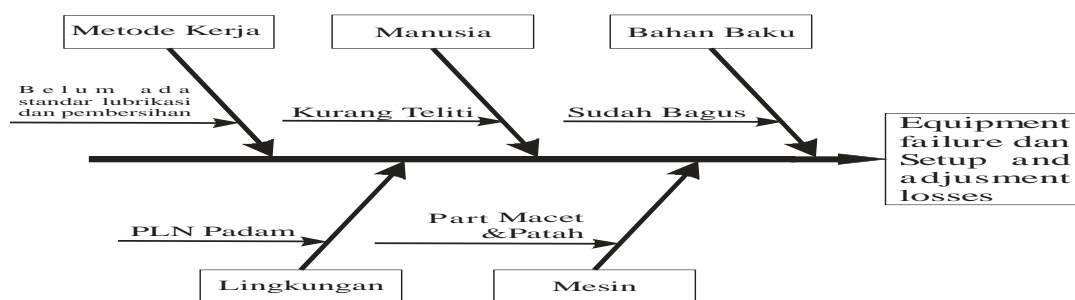
Analisa Diagram Sebab Akibat

Analisis six big losses dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Analisa yang dilakukan dengan melihat faktor six big losses yang dominan dalam mempengaruhi efektivitas mesin seperti pada diagram pareto di atas. Six Big Losses yang dominan yaitu:

1. Equipment Failure dan Set-up and adjustment losses

Analisa diagram sebab akibat untuk faktor Equipment Failure dan Set-up and adjustment losses adalah sebagai berikut:

1. Lingkungan
 - a. Padamnya aliran listrik dari PLN mengakibatkan proses produksi menjadi terhenti.
2. Mesin/Peralatan
 - a. Rusaknya part mesin membuat kegiatan produksi menjadi terhambat
3. Manusia/Operator
 - a. Kurang teliti dalam merawat dan membersihkan bagian mesin yang mengakibatkan feeder cepat rapuh.
4. Metode Kerja
 - a. Belum ada standar lubrikasi dan pemberian
5. Bahan/Material
 - a. Sudah Bagus



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat Equipment Failure dan Set-up and Adjustment Losses

Evaluasi Pemecahan Masalah

Berdasarkan perhitungan persentase dari diagram pareto di atas faktor six big losses yang paling dominan dalam mempengaruhi efektivitas mesin adalah Equipment Failure dan Set-up and adjustment losses. Oleh karena itu evaluasi/usulan pemecahan masalah yang dapat dilakukan adalah : faktor lingkungan listrik padam diatasi dengan pengadaan genset, sedang faktor peralatan part macet dan patah dilakukan dengan membersihkan mesin dan pengecekan terhadap baut serta mengganti yang sudah usang, kemudian untuk faktor manusianya yang kurang teliti maka diberikan pelatihan dalam pengawasan mesin, dan untuk faktor metode kerja yang belum standar lubrikasi dan pembersihan maka perlu dibuatkan rencana lubrikasi dan pembersihan sedangkan untuk faktor bahan/ material karena sudah bagus maka tidak perlu dicarikan solusi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Nilai OEE pada Mesin Boiler di PT. XY adalah 93,06% sudah memenuhi standar JIPM sebesar 85%. Dengan Performance Efficiency 99,55% sudah memenuhi standar $\geq 95\%$, Rate of Quality Product 100% sudah memenuhi standar $\geq 99\%$, dan Availability 93,48% sudah memenuhi standar $\geq 90\%$ akan tetapi Availability pada periode ke VII 87,62% dan IX 87,44% belum memenuhi standar sebesar $\geq 90\%$.
2. Faktor yang dominan berpengaruh terjadinya penurunan efektifitas mesin yang ada dalam enam kerugian besar (six big losses) adalah Equipment Failure sebesar 80,08% dan Set-up and adjustment losses sebesar 13,83%

Saran

Untuk lebih memaksimalkan nilai dari OEE agar pencapaian bisa menjadi 100%, PT. XY seharusnya melakukan perhitungan OEE terus menerus sehingga diperoleh informasi yang pas untuk perawatan dan perbaikan secara continue dalam upaya peningkatan efektifitas penggunaan mesin. Penggunaan metode OEE relatif lebih mudah dan dapat dilakukan oleh setiap operator dan perusahaan sebaiknya melakukan pelatihan kepada setiap operator maupun tim maintenance sehingga kemampuan operator dapat ditingkatkan dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada mesin, sehingga perusahaan dapat menerapkan pemeliharaan mandiri untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi pada bagian proses produksi di mesin Boiler. Selain itu perusahaan juga harus memunculkan kesadaran kepada seluruh karyawan untuk ikut berperan aktif dalam peningkatan produktivitas dan efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Jono, 2006, Manajemen Perawatan, Jurusan Teknik Industri, Hand out, Teknik Industri, Universitas Widya Mataram, Yogyakarta.
- Widyasputri, S. K., 2010, Perhitungan Reliability Untuk Penjadwalan Predictive maintenance Serta Biaya perawatan Mesin Kritis Oil Shipping Pump di PT. JOB-pertamina petrochina East Java Tuban, Tugas akhir, Teknik Industri UII Yogyakarta.
- Aryanta, I. M. A., 2011, Analisa Usulan Penerapan Total Productive maintenance (TPM), Majalah ilmiah UNIKOM, Vol. 7, No. 2. Bandung
- Sukwadi, R., 2007, Analisis Perbedaan Antara Faktor – Faktor Kinerja Perusahaan Sebelum dan Sesudah Menerapkan Strategi Total Productive Maintenance (TPM), Tesis, magister Manajemen, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gaspersz, V., 1998, Manajemen Produktivitas Total, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta