

Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Pompa Sentrifugal Studi Kasus : PT. XYZ

Yudi Siswanto^{*1)}, Syamsuri²⁾, Roni Prabowo³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama, Jl. Arief Rahman Hakim No. 100, Sukolilo, Surabaya

Email: yudisiswanto53@yahoo.com, syam_sby2003@yahoo.com, rony_prabowomt@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peningkatan kinerja produksi perusahaan salah satunya dapat dilakukan dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Penelitian ini dilakukan pada pompa sentrifugal *section* 111 / 413 TPD, 211 / 413 TPD, 311 / 368 TPD PT. XYZ. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang didasarkan pada faktor *availability*, *performance* dan *rate of quality*. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya efektivitas melalui pengukuran *six big losses* dan mengidentifikasi faktor dominan dari faktor *six big losses* dan memberikan rekomendasi untuk mengatasi permasalahan utama dari keenam faktor *six big losses*. Hasil penelitian menunjukkan nilai OEE *Breakdown loss* sebesar 52%, *Reduced Speed Loss* sebesar 34%, *Idling minor and stoppages* sebesar 0%. *Set-up and Adjustment* sebesar 0%, *Rework loss* sebesar 0%, *Scrap/yiels loss* sebesar 0%. Strategi TPM yang dapat dilakukan antara lain adalah penerapan 5R.

Kata kunci: OEE, Pompa, Sentrifugal, TPM

1. Pendahuluan

Fungsi pemeliharaan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi serta mengusahakan agar pompa dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi (Agus Ahyari, 2002). Secara umum sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan (corder, Antony, and K Hadi, 1992). Oleh karena itu sangat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang meliputi kegiatan pemeliharaan mesin yang digunakan dalam proses produksi.

Penelitian ini dilakukan di PT.XYZ, yang merupakan perusahaan agribisnis terkemuka di Asia. PT. XYZ adalah salah satu perusahaan produsen oleokimia terbesar di dunia dengan produk *oleochemicals* meliputi *fatty acid*, *gliserin refined*, *methyl ester*, *ester kosmetik*, *fatty alcohol*, *palm lilin*, Sabun *finishing*, *distilasi monogliserida*, *dimer alkil ketene*, *Methyl ester sulfonate*. Pada tahun 2016 mengalami masalah dalam produksi yang dikarenakan kurang handalnya yang ditunjukkan dengan banyaknya jam *downtime* pompa pada beberapa *section*.

TPM dapat mengakomodasi tujuan dari suatu perusahaan sebab *Total Preventive Maintenance* (TPM) merupakan pendekatan yang berpotensi dalam menyediakan integrasi antara proses produksi dengan pemeliharaan mutu melalui pengembangan kerja sama yang kuat pada seluruh level perusahaan. John Roup (1999). mengutarakan bahwa konsep dari TPM meliputi pemfokusan pada pemeliharaan alat, pemeliharaan kualitas dan lingkungan kerja, dan peningkatan kinerja tim di dalam divisi operasi. TPM memungkinkan perusahaan memiliki program pemeliharaan pada peralatan produksi sehingga nantinya proses produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien (Menurut Bill N. Maggard dan David M. Rhney,1992).

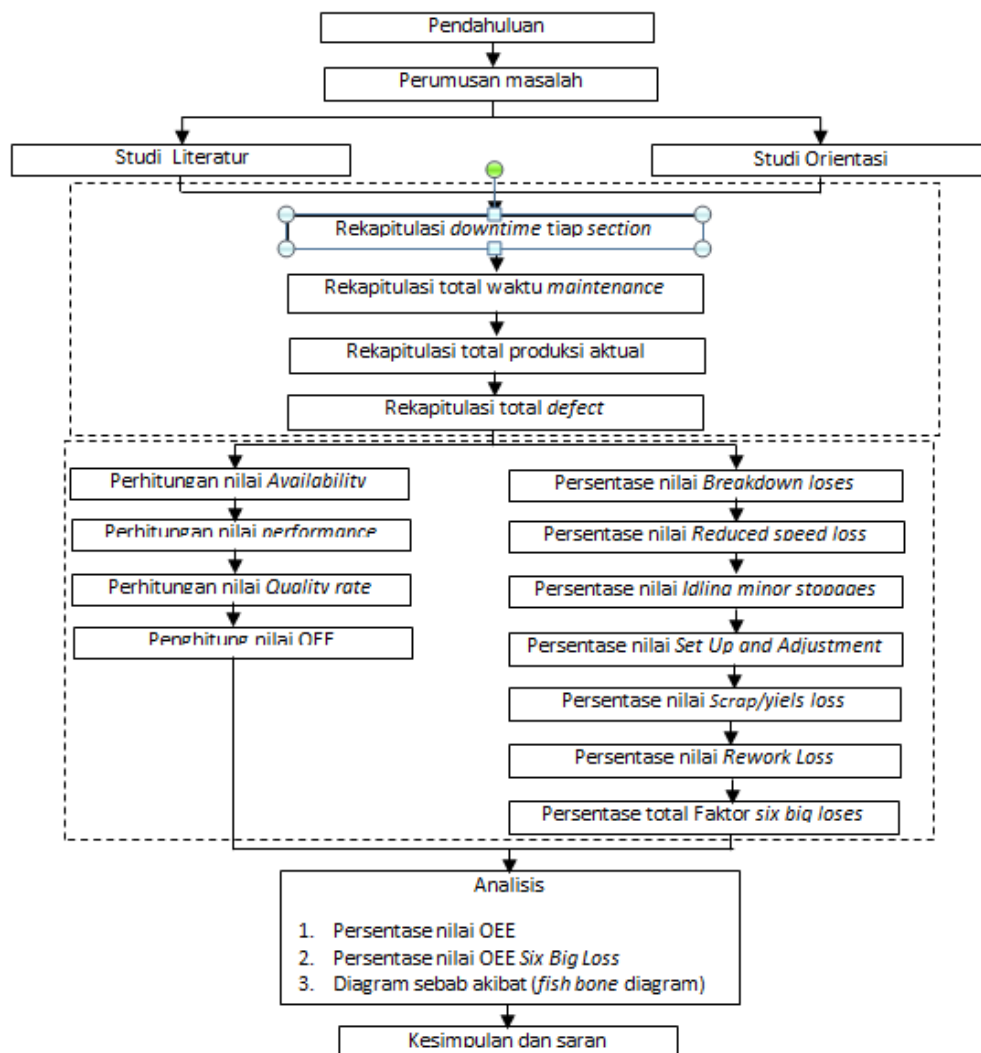
Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah.

1. Mengetahui persentase nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berdasarkan pada faktor *availability*, *performance* dan *rate of quality*.

2. Mengetahui faktor penyebab menurunnya efektivitas pompa sentrifugal melalui pengukuran *six big losses* dan mengidentifikasi faktor dominan dari *six big losses* serta melakukan analisis terhadap faktor penurunan efektifitas dengan kontribusi paling besar.
3. Memberikan rekomendasi untuk mengatasi permasalahan faktor *six big losses*.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang berfokus pada memaksimalkan seluruh peralatan dengan semua keterlibatan karyawan. Kathleen E. Mc Kone. et al, (2001), TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas peralatan (meningkatkan efisiensi secara keseluruhan) dengan membentuk sistem produktif pemeliharaan yang komprehensif yang mencakup seluruh umur peralatan, yang mencakup semua peralatan yang berhubungan dengan bidang perencanaan, penggunaan, pemeliharaan, dll. Hasil yang diperoleh melalui studi empiris menunjukkan kecenderungan yang berbeda-beda dalam OEE dan Total Produktivitas mesin diambil untuk penelitian. Nilai rata-rata dari OEE ditemukan untuk meletakkan antara rentang 15% sampai 60% terhadap standar kelas dunia dari 85% dan total produktivitas bervariasi antara 0,09 - 0,34 dan hasil penelitian menunjukkan penyebab utama yang mengakibatkan *downtime* dan penurunan produktivitas (Pradeep Kumar, 2017).



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bulan januari - juni tahun 2016 PT. XYZ mengalami permasalahan dalam produksi yang salah satunya disebabkan karena penurunan performa / kurang handalnya pompa sentrifugal pada section 111 / 413 TPD, 211 / 413 TPD, 311 / 368 TPD selama produksi dengan data *downtime* yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Berikut ini.

Tabel 1. Data Downtime

NO	BULAN	SECTION 111 / 413 TPD (JAM)	SECTION 211/ 413 TPD (JAM)	SECTION 311/368 TPD (JAM)
1	Januari	118	182	118
2	Februari	35	81	35
3	Maret	268	207	268
4	April	327	117	327
5	Mei	101	2	101
6	Juni	138	88	138

Dari data *downtime* selama bulan januari - juni 2016 yang tersaji dalam tabel 1. perlu dicari nilai keefektifitasan yang ditunjukkan dengan nilai dari persentase OEE pompa sentrifugal selama kegiatan produksi untuk tiap *section*, disini akan dihitung nilai OEE dengan mengkalikan nilai persentase performa pompa, persentase quality produk dan persentase availability untuk tiap *section* yang hasilnya tersaji dalam Tabel 2. berikut ini.

$$\% \text{ Performance} = \frac{\text{Output} \times \text{Actual Cycle Time}}{\text{operating Time}} + \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \quad (1)$$

$$\text{Availability} = \frac{\text{Output}}{\text{operating Time}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Operating Time} = \text{Loading Time} - \text{Breakdown Time} \quad (3)$$

$$\% \text{ Quality} = \frac{\text{Amount Produced} - \text{Amount Defect}}{\text{Amount Produced}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\% \text{ OEE} = \% \text{ Performance} \times \% \text{ Availability} \times \% \text{ Quality} \quad (5)$$

Tabel 2. Overall Equipment Effectiveness SECTION 111 / 413 TPD

No	Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
1	Januari	37%	37.19	100%	13. %
2	Februari	37%	37.04	100%	13 %
3	Maret	80%	80.33	100%	64 %
4	April	46%	45.86	100%	21 %
5	Mei	55%	55.33	100%	30%
6	Juni	67%	67.26	100%	45 %

Tabel 3. Overall Equipment Effectiveness SECTION 211/ 413 TPD

No	Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
1	Januari	80%	77.97	100%	62%
2	Februari	67%	64.96	100%	44%
3	Maret	78%	75.89	100%	59%
4	April	56%	54.15	100%	30%
5	Mei	44%	42.64	100%	19%
6	Juni	62%	60.25	100%	37%

Tabel 4. Overall Equipment Effectiveness SECTION 311/368 TPD

No	Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
1	Januari	91%	90.67	100%	83%
2	Februari	31%	31.06	100%	10%
3	Maret	62%	61.58	100%	38%
4	April	75%	75.01	100%	56%
5	Mei	8%	81.24	100%	6%
6	Juni	78%	70.84	100%	55%

Dari nilai persentase OEE tiap *section* yang kita dapat mengetahui persentase keefektifan pompa tiap section selama bulan januari - juni 2016 dan perlu dicari persentase faktor *six big loses* yang menyebabkan terjadinya masalah dalam produksi PT. XYZ yang hasil perhitungannya disajikan dalam Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 berikut ini.

Tabel 5. Persentase six big loses SECTION 111 / 413 TPDP

No	Bulan	Breakdown Loss(%)	Setup and Adjustment Loss (%)	Idling and Minor Stoppages (%)	Reduced Speed Loss (%)	Rework Loss(%)	Scrap Loss(%)
1	Januari	16.76%	0%	6%	83%	0%	0%
2	Februari	4.77%	0%	19%	95%	0%	0%
3	Maret	37.39%	0%	14%	63%	0%	0%
4	April	45.60%	0%	9%	54%	0%	0%
5	Mei	13.92%	0%	14%	86%	0%	0%
6	Juni	20.00%	0%	6%	80%	0%	0%

Tabel 6. Persentase six big loses SECTION 211 / 413 TPDP

No	Bulan	Breakdown Loss(%)	Setup and Adjustment Loss (%)	Idling and Minor Stoppages (%)	Reduced Speed Loss (%)	Rework Loss(%)	Scrap Loss(%)
1	Januari	20.00%	0%	7%	72%	0%	0%
2	Februari	27.94%	0%	19%	89%	0%	0%
3	Maret	11.05%	0%	14%	71%	0%	0%
4	April	28.81%	0%	9%	84%	0%	0%
5	Mei	15.98%	0%	13%	100%	0%	0%
6	Juni	0.27%	0%	6%	87%	0%	0%

Tabel 7. Persentase six big loses SECTION 311 / 368 TPD

No	Bulan	Breakdown Loss(%)	Setup and Adjustment Loss (%)	Idling and Minor Stoppages (%)	Reduced Speed Loss (%)	Rework Loss(%)	Scrap Loss(%)
1	Januari	12.72%	0%	6%	46%	0%	0%
2	Februari	100%	0%	19%	63%	0%	0%
3	Maret	36.79%	0%	14%	61%	0%	0%
4	April	38.92%	0%	9%	3%	0%	0%

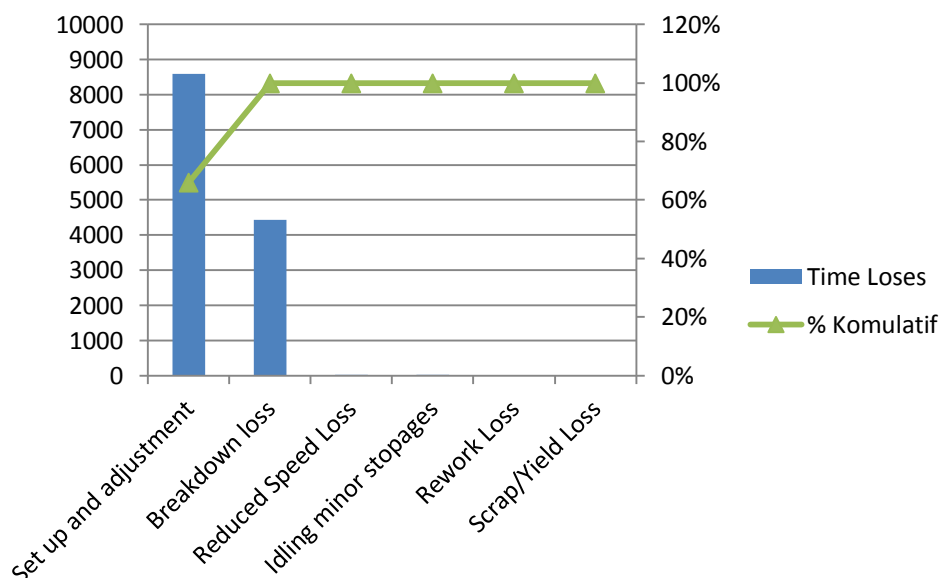
5	Mei	100%	0%	14%	61%	0%	0%
6	Juni	38.84%	0%	8%	4%	0%	0%

Berdasarkan Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 kita dapat mengetahui nilai persentase setiap faktor *six big losses* yang berikutnya dapat ditarik kesimpulan tentang penyebab terjadinya masalah dalam produksi PT. XYZ dan langkah atau usaha penangana untuk mengatasi masalah tersebut.

Tabel 8. Pengurutan Persentase kumulatif *Faktor Big Losses*

No	<i>Six Big Losses</i>	Total Time Loss (jam)	Kumulatif Total Time Loss (jam)	Persentase Kumulatif (%)
1	<i>Set up and adjustment</i>	8594,32	8594,32	66%
2	<i>Breakdown loss</i>	4437	13031,32	100%
3	<i>Reduced Speed Loss</i>	12,027	13043,347	100%
4	<i>Idling minor stopages</i>	2,069	13045,416	100%
5	<i>Rework Loss</i>	0	13045,416	100%
6	<i>Scrap/Yield Loss</i>	0	13045,416	100%

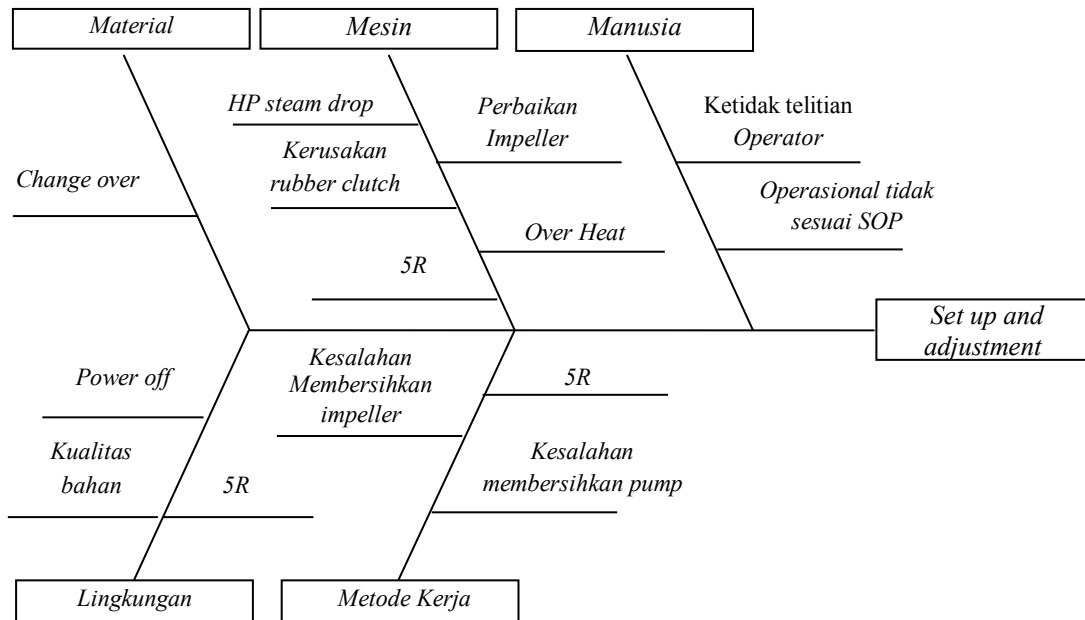
Berdasarkan pengurutan nilai *total time loss* dari faktor *six big losses* yang tersaji dalam Tabel 8. Dapat dilihat dari keenam faktor *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas dari pompa sentrifugal selama kegiatan operasional di PT. XYZ. Dari persentase faktor *six big losses* yang diperoleh kemudian dapat digunakan diagram pareto untuk mengidentifikasi sebab akibat efektifitas pompa sentrifugal selama kegiatan operasional. Diagram pareto untuk *six big losses* dapat dilihat pada gambar 2. berikut ini.



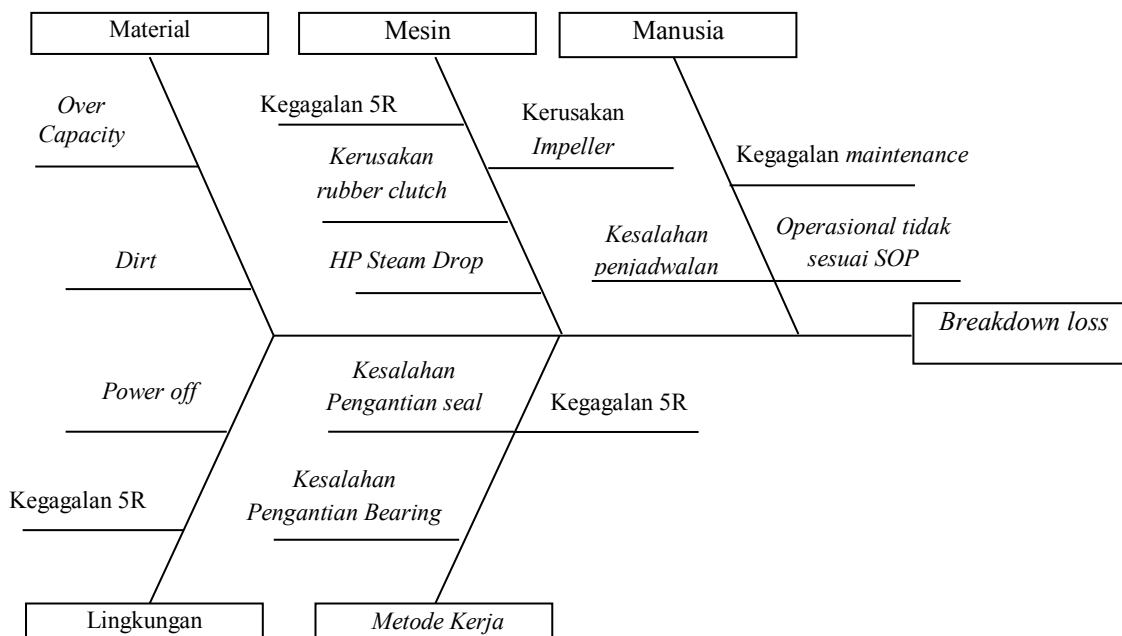
Gambar 2. Diagram Pareto *Six Big Losses*

Berdasarkan diagram pareto *six big losses* dapat diketahui faktor penyebab terjadinya ketidak efektifitas pompa sentrifugal PT. XYZ dalam proses produksi yaitu terdapat 2 faktor utama yaitu *set up and adjustment* dan *breakdown losses* sedangkan 4 faktor lainnya yaitu *reduced speed loss*, *idling minor stopages*, *rework loss* dan *scrap / yield loss* dapat diabaikan karena dinilai tidak memeberikan pengaruh dalam keefektifitasan pompa sentrifugal selama proses produksi atau operasional. Kemudian menurut teori aturan Pareto 80/20 maka faktor *six*

big loses dengan nilai persentase mendekati atau sama dengan 80% menjadi prioritas dalam permasalahan. Penentuan sebab akibat dicari menggunakan *fishbone* diagram atau diagram subab akibat sehingga dari diagram *fishbone* ini dapat ditentukan langkah - langkah *preventive maintenance* yang tepat sesuai dengan masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Dalam diagram sebab akibat faktor *Set up and adjustment* dan *breakdown loss* ditunjukkan dalam Gambar 3 dan Gambar 4. berikut ini.



Gambar 3. Diagram fishbone set up and adjustment



Gambar 4. Diagram fishbone Breakdown loss

Perhitungan persentase nilai OEE pada pompa sentrifugal di PT.XYZ untuk mengetahui tingkat efektivitas kerja pompa sentrifugal selama bulan Januari sampai Juni 2016. Persentase nilai OEE diperoleh dari perkalian antara persentase *availability*, persentase *performance*, dan

persentase *quality products*. Analisis yang diperoleh berdasarkan nilai OEE antara lain sebagai berikut :

1. SECTION 111/413 TPD pada bulan Januari - Juni 2016 memiliki persentase nilai OEE 13% sampai dengan 64%, SECTION 211/413 TPD pada bulan Januari - Juni 2016 memiliki persentase nilai OEE 19% sampai dengan 62%, dan SECTION 311/368 TPD pada bulan Januari - Juni 2016 memiliki persentase nilai OEE 6% sampai dengan 83%. Berdasarkan persentase tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa efektivitas kerja pompa sentrifugal SECTION 111/413 TPD memiliki persentase nilai yang paling rendah atau dapat diartikan memiliki tingkat efektifitas paling rendah jika dibandingkan dengan SECTION 211/413 TPD dan SECTION 311/368 TPD. Setelah dilakukan analisis hal ini dikarenakan karena kerusakan yang terjadi pada pompa sentrifugal SECTION 111/413 TPD memiliki tingkat kerusakan yang lebih besar sehingga waktu *maintenance* dan *breakdown* yang lama. walaupun frekuensi kerusakan pompa sentrifugal ini lebih sedikit, tingkat *availability* pompa sentrifugal SECTION 111/413 TPD dari nilai *performance efficiency* pompa sentrifugal dinilai tinggi, dapat disimpulkan bahwa nilai persentase *efficiency* ketiga *section* hampir sama, dengan *range* persentase nilai antara 60% dan 67%.
2. Persentase nilai OEE tertinggi SECTION 111/413 TPD yaitu dengan nilai 77% terjadi pada bulan Januari 2016, berdasarkan analisis yang dilakukan penyebabnya adalah tingginya persentase nilai *performance* dan *availability* dan *efficiency* yang memiliki nilai 78%. Dengan persentase nilai *rate of quality product* bernilai 100% yang dikarenakan tidak ada barang sisa atau *rework* selama kegiatan produksi *fatty acid* pada PT. XYZ. Persentase nilai *efficiency performance* pada SECTION 111/413 TPD terdapat nilai dengan persentase nilai yang lebih dari 100% yang terjadi pada bulan maret 2016, yang dikarenakan pompa bekerja di atas standard rata-rata dalam operasionalnya. Dalam analisis dapat diambil pengertian bahwa kinerja pompa sentrifugal cukup tinggi dengan *rate* pompa di atas standart rata-rata..

Setelah persentase nilai OEE diketahui maka akan dicari persentase nilai dari faktor *six big losses* setiap section selama bulan januari - juni 2016. Persentase nilai dari *six big losses* digambarkan dalam diagram pareto untuk mengetahui penyebab utama rendahnya nilai efektifitas pompa dalam operasionalnya. Analisis yang dilakukan dengan menentukan persentase kumulatif dari masing - masing faktor *six big losses* terhadap *total time loss* yang disebabkan dari masing-masing faktor *six big losses* sehingga diperoleh urutan persentase dari *six big losses* sebagai berikut.

1. Persentase nilai *breakdown loss* sebesar 52%
2. Persentase nilai *set-up and Adjustment* sebesar 34%
3. Persentase nilai *idling minor and stoppages* sebesar 0%
4. Persentase nilai *reduced speed loss* sebesar 0%
5. Persentase nilai *scrap/yiels loss* sebesar 0%
6. Persentase nilai *rework loss* sebesar 0%

Setelah diketahui persentase atau nilai sebab akibat berdasarkan diagram pareto kemudian dilakukan analisis *six big losses* yang memberikan dampak dengan nilai terbesar atau dianggap sebagai penyebab kurang efektifnya kerja pompa sentrifugal dengan diagram sebab akibat (*fishbone* diagram). Analisa terhadap nilai efektivitas pompa sentrifugal dilakukan melalui nilai kumulatif persentase *time loss* diagram pareto *six big loss* di atas 80%, yaitu *Breakdown Loss* dan *Reduced Speed Loss*. Begitu juga dengan penganalisaan efektivitas pompa dilakukan dengan melihat persentase kumulatif *time loss* dari diagram pareto *six big loss* di atas 80%, *Set-up and Adjustment*. Analisa diagram sebab akibat pada pompa sentrifugal untuk *breakdon loss* dan *reduced speed loss* adalah sebagai berikut:

1. Manusia (SDM), yang termasuk didalamnya antara lain adalah tidak telitinya SDM, ketidaksesuaian SOP dan dan instruksi kerja dalam melakukan maintenance terhadap kerusakan pompa sentrifugal yang mengakibatkan pompa sering mengalami kerusakan sehingga mengganggu produksi dan menjadikan kerja pompa tidak efektif.
2. Mesin/pompa, pompa sentrifugal sebagai faktor utama dalam keberhasilan produksi sesuai dengan standart sangat vital karena pompa kerja yang yang *continue* menyebabkan beberapa komponen dari pompa sentrifugal mengalami kerusakan dan perlu dilakukan *maintenance*.
3. Material/ bahan, selama kerja atau operasional pompa sentrifugal material juga berpengaruh dalam keefektifitasan pompa sentrifugal. Produk masuk kedalam pompa dan keluar pompa harus terjaga kualitasnya. Selama operasional pompa terjadi peningkatan suhu pompa karena material (*overheat*).
4. Lingkungan, terjadinya *power off* dari PLN sehingga menyebabkan pompa berhenti beroperasi, kegagalan 5 R dalam TPM juga sangat mempengaruhi keefektifitasan kerja pompa sentrifugal.
5. Metode kerja, metode kerja sangat berkaitan dengan hasil *maintenance* dan usia komponen, kesalahan metode kerja dapat menyebabkan tidak maksimalnya pompa dalam operasional kerjanya.

Berdasarkan hasil perhitungan persentase nilai *total time loss* dan hasil dari penggambaran diagram pareto *six big losses* dapat kita ketahui bahwa persentase nilai *breakdown loss* dan *set up and adjustment* memiliki nilai persentase terbesar dan dapat dianggap sebagai faktor *six big losses* yang paling berpengaruh dalam efektivitas operasional pompa sentrifugal. Sehingga perlu dilakukan perumusan untuk pemecahan masalah faktor *breakdown loss* dan *set up and adjustment*. Beberapa rekomendasi dalam peningkatan efektivitas pompa sentrifugal dapat dilakukan *development* melalui hasil analisis dari kegiatan perbaikan terhadap faktor *breakdown loss* dan *set up and adjustment* pompa sentrifugal. Beberapa kegiatan yang direkomendasikan untuk dapat dilakukan dalam peningkatan performa atau keefektifitasan pompa sentrifugal ini adalah sebagai berikut.

1. Kegiatan TPM dari faktor manusia (SDM), kemampuan atau kompetensi manusia dalam *maintenance* sangat menentukan keberhasilan atau kegagalan kerja dan efisiensi pompa sentrifugal. Beberapa kegiatan TPM yang dapat dilakukan PT. XYZ berhubungan dengan faktor manusia antara lain adalah sebagai berikut.
 - a. Penjadwalan TPM dan instrumen yang jelas dan mudah dipahami.
 - b. Perbaikan *standart operational procedure* (SOP) *maintenance* pompa sentrifugal.
2. Kegiatan TPM dari faktor mesin, mesin dalam kasus ini adalah pompa sentrifugal sangat mempengaruhi efisiensi dalam operasionalnya, efisiensi operasional pompa sentrifugal ditentukan dari nilai *rate* pompa selama kegiatan operasional, *rate* pompa sangat tergantung dari kehandalan pompa. Beberapa kegiatan TPM yang dapat dilakukan PT. XYZ berhubungan dengan faktor mesin antara lain adalah sebagai berikut.
 - a. Perbaikan dalam penerapan 5R dalam kegiatan TPM.
 - b. Perbaikan *standart operational procedure* (SOP) dalam pengantian *rubber clutch*
 - c. Perbaikan *standart operational procedure* (SOP) dalam pengantian *impeller*
 - d. perbaikan *standart operational procedure* (SOP) dan instrumen pengecekan secara berkala dalam TPM
3. Kegiatan TPM dari faktor bahan/ material, bahan/ material dalam pengaruhnya terhadap efisiensi pompa sentrifugal memberikan dampak atau pengaruh terutama dari beban pompa yang disebabkan kualitas dari material yang kurang baik. Beberapa kegiatan TPM yang

dapat dilakukan PT. XYZ berhubungan dengan faktor bahan/material antara lain adalah sebagai berikut.

- a. Perbaikan dalam penerapan 5R dalam kegiatan TPM.
 - b. Penjadwalan TPM dan instrumen yang jelas dan mudah dipahami.
4. Kegiatan TPM dari faktor lingkungan, lingkungan dalam pengaruhnya terhadap efisiensi pompa sentrifugal memberikan dampak atau pengaruh terutama dari operasionalnya. Beberapa kegiatan TPM yang dapat dilakukan PT. XYZ berhubungan dengan faktor lingkungan antara lain adalah sebagai berikut.
- a. Perbaikan dalam penerapan 5R dalam kegiatan TPM.
 - b. Penjadwalan TPM dan instrumen yang jelas dan mudah dipahami.
 - c. Menyediakan cadangan pembangkit listrik dari diesel.
5. Kegiatan TPM dari faktor metode kerja, metode kerja dalam pengaruhnya terhadap efisiensi pompa sentrifugal memberikan dampak atau pengaruh terutama dari umur pompa dan performa pompa sentrifugal, ketepatan perbaikan sangat ditentukan dari metode kerja yang benar yang sesuai SOP. Beberapa kegiatan TPM yang dapat dilakukan PT. XYZ berhubungan dengan metode kerja antara lain adalah sebagai berikut.
- a. Perbaikan dalam penerapan 5R dalam kegiatan TPM.
 - b. Penjadwalan TPM dan instrumen yang jelas dan mudah dipahami.
 - c. Perbaikan *standart operational procedure* (SOP) maintenance pompa sentrifugal.

Daftar Pustaka

- Ahmed, Shamsudin., Hj. Hassan, Masjuki., and Toha, Zahari., 2004, *State of implementation of TPM in SMIs: a survey study in Malaysia*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol.10, pp.93-106.
- Ahyari, Agus, 2002, Manajemen Produksi; Pengendalian Produksi, edisi empat, buku dua, BPFE, Yogyakarta.
- Ariani, Dorothea Wahyu, 2003. Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif. Ghalia Indonesia: Jakarta.
- Corder, Anthony, 1992, Teknik Manajemen Pemeliharaan, ter, K. Hadi. Erlangga, Jakarta.
- Dale, B.G., 1999, Managing Quality, 3rd ed., Blackwell Publishers Ltd, Oxford.
- Davis, R., 1996, "Making TPM a part of factory life" Works Management, Vol.49, part 7, pp.16-17.
- Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. Hussey, Jill & Roger Hussey. (1997). Business Research. London: Macmillan Business
- Ireland, F. and Dale, B.G. 2001. A Study of Total Productive Maintenance Implementation. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 7, pp.183-191.
- Kathleen E. McKone, Roger G. Schroeder, Kristy O. Cuab 2001, "The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance", Journal of Operations Management 19 (2001) 39-58
- Lycke, Liselott., 2003, "Team development when implementing TPM, Total Quality Management, Vol.14, No.2, pp.205-213.
- Nakajima, S., 1988, Introduction to Total Productive Maintenance, Productivity Press, Cambridge, MA.
- Nakajima, S., 1998, Introduction to Total Productive Maintenance, Cambridge, MA, Productivity Press, Inc.
- Nakajima, S. 1989. *TPM Development Program Implementing Total Productive Maintenance*. Productivity Press Inc., Cambridge, USA.

- Osama Taisir R.Almeanazel, 2010, ” Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement” *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol 4 Pages 517 – 522.
- Render, Barry and Jay Heizer, 2001, *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*, Penerbit Salemba Empat, Jakarta.
- Rober S. Jostes and Marilyn M. (1994) *Total Productive Maintenance and its Link to Total Quality Management* MCB University Press. Vol.43 No. 7, pp.18-20.
- Shirose, Kunio. *Program Implementasi Baru dalam Industri Pabrikasi dan Rakitan*. Japan Institute of Plant Maintenance. Tokyo-Japan, 2010
- Sukwadi, Roland (2007) *Analisis Perbedaan Antara Faktor – Faktor Kinerja Perusahaan Sebelum Dan Sesudah Menerapkan Strategi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus pada PT. Hartono Istana Teknologi Divisi Produk Home Appliances)*. Masters thesis, Program Pasca Sarjana Universitas.
- Suzaituladwini Hashim, 2012, *The Integrated Between Total Production Maintenance Practices And Kaizen Event Practices In Malaysian Automotive Industry*, *International Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 2, Issue 5, pp.136-143.