

ABSTRAK

Pada studi kasus yang di laksanakan di PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field, dimana perusahaan ini merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang migas yang pasti tidak terlepas dari masalah yang berhubungan dengan efektivitas mesin/peralatan yang diakibatkan oleh faktor *six big losses*. Oleh karena itu diperlukan langkah-langkah efektif dan efisien dalam pemeliharaan mesin dan peralatan untuk mencegah masalah yang terjadi pada mesin tersebut. *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan suatu prinsip manajemen yang dikembangkan di Jepang yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi pada perusahaan. Akibat tidak tepatnya suatu perusahaan dalam penanganan dan pemeliharaan mesin akan mengakibatkan kerugian-kerugian yang disebut dengan *six big losses* terdiri dari *breakdown losses, set up and adjustment losses, reduced speed losses, idling and minor stoppages, rework losses* dan *yield scrap losses*. Tahapan pertama yang dilakukan dalam peningkatan efisiensi produksi adalah dengan melakukan pengukuran efektivitas mesin kompresor dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran OEE *six big losses* untuk mengetahui besarnya efisiensi yang hilang akibat pengaruh faktor dari *six big losses* tersebut. Kesimpulan yang dapat diambil pada mesin kompresor K-802-B bahwa nilai OEE untuk periode Januari 2016 0%, Februari 88%, Maret 79%, April 97%, Mei 97%, Juni 98%, Juli 97%, dan Agustus 67%. Adapun yang mempengaruhi tidak tercapainya efektivitas mesin adalah faktor dari *breakdown losses* yaitu mencapai 78.7 %.

Kata Kunci : Six Big Losses, Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness, Breakdown Losses.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarkatuh.

Puji Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul yang penulis ambil pada Tugas Sarjana ini adalah **“ANALISA KERUGIAN PADA MESIN KOMPRESOR DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFEKTIVENESS (OEE) PADA PENERAPAN TOTAL PRODUKTIVE MAINTENANCE (TPM)”**. Dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini penulis telah berusaha untuk mendapat hasil yang sebaik - baiknya. Namun tidak terlepas dari kehilafan dan kekurangan, untuk itu penulis dengan segala kerendahan hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan Tugas Sarjana ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda tercinta Pairan dan Ibunda tercinta Marianum, yang telah memberikan kasih sayangnya, tenaganya, pikirannya dan doa-doanya hingga anaknya dapat kuliah dan menjadi Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Rahmatullah S.T., M.Sc., Selaku Dekan Fakultas Teknik UMSU dan sekaligus sebagai Pembimbing I yang telah memberikan perhatian, dan bimbingannya sehingga Tugas Sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir.Zulkifli, AM, Selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga Tugas Sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Surya Murni Yunus M.T Selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan perhatiannya sehingga Tugas Sarjana ini dapat diselsaikan dengan baik.
5. Bapak Khairul Umurani S.T., M.T Selaku Wakil Dekan III dan sekaligus sebagai Pembimbing II yang telah memberikan perhatian dan bimbingannya sehingga Tugas Sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Affandi, S.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UMSU.
7. Bapak Dirasani Thaib, sebagai Pangkalan Susu Field Manager PT. PERTAMINA EP.
8. Bapak Ahmad Irfan Gultom, sebagai Ast. Manager RAM PT. PERTAMINA Pangkalan Susu Field, yang telah memberikan izin riset kepada penulis di Pertamina Pangkalan Susu, khususnya di fungsi RAM.
9. Bapak Andrie Wira Kharisma sebagai Pembimbing di PT. Pertamina PangkalanSusu Field.
10. Seluruh Staff, Pegawai beserta seluruh mekanik yang ada di stasiun Kompresor.

11. Terimakasih kepada Kasmawati Idris Spd yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik.
12. Terimakasih banyak kepada seluruh keluarga, yang sering memberikan motivasi sehingga penulis dapat terus mengerjakan Tugas Sarjana ini sampai selesai.
13. Terimakasih banyak juga kepada seluruh teman-teman yang telah memberikan support ataupun nasehat sehingga penulis terus bersemangat dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini, yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apabila ada kesalahan, semata-mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik Allah SWT.

Bilahi filsi gabili hag, fastabiqulhairat.
Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 04 April 2016
Penulis

(Muhammad Ihsan)
1207230006

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASITENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.4.1 Tujuan Umum	4
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5 Metode Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Kompresor	7
2.1.1 Kompresor Pemindahan Positif	8
2.1.2 Kompresor Dinamik	10
2.2 Sejarah TPM	12
2.2.1 Pengertian Total Produktive Maintenance	13
2.2.2 Manfaat dari Total Productive Maintenance	14
2.3 Pengertian dan Tujuan Maintenance	15
2.3.1 Pengertian Maintenance	15
2.3.2 Tujuan Maintenance	17
2.3.3 Jenis-jenis Maintenance	18
2.3.4 Masalah Efisiensi Maintenance	21
2.3.5 Tugas-tugas atau Kegiatan Daripada Maintenance	22
2.4 Enam Kerugian Besar (Six Big Losses)	24
2.4.1 Rumus Perhitungan OEE six big losses	27
2.5 Overall Equipment Effevtiveness (OEE)	30
2.6 Diagram Pareto	34
2.7 Diagram Sebab-Akibat	35
BAB 3 METODE PENELITIAN	36
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.1.1 Tempat	36
3.1.2 Waktu	36
3.2 Objek Penelitian	36
3.3 Studi Pendahuluan	37

3.4 Metode Pengumpulan Data	38
3.5 Pengolahan dan Analisa Data	39
3.6 Analisis Pemecahan Masalah	39
3.7 Kesimpulan dan Saran	39
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	41
4.1 Pengumpulan Data	41
4.1.1 Data Hasil Produksi Gas	42
4.1.2 Data Jam Kerja dan Delay Mesin	42
4.2 Pengolahan Data	43
4.2.1 Penentuan Availability	43
4.2.2 Perhitungan Performance Efficiency	49
4.2.3 Perhitungan Rate Of Quality Product	55
4.2.4 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness	57
4.3 Perhitungan OEE Six Big Losses	59
4.3.1 Downtime Losses	59
4.3.2 Speed Losses	63
4.3.4 Defect Losses	66
4.4 Pengaruh Six Big Losses	70
4.5 Diagram Sebab Akibat/Fishbone	72
4.6 Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness	73
4.7 Analisa Perhitungan OEE Six Big Losses	74
4.8 Analisis Diagram Sebab Akibat	75
4.9 Evaluasi/Usulan Pemecahan Masalah	76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian Kompresor	8
Gambar 2.2	Reciprocoating Compresor	9
Gambar 2.3	Rotary Screw Compresor	10
Gambar 2.4	Axial Compresor	11
Gambar 2.5	Kompresor DPC 360 K-802-B	12
Gambar 2.6	Diagram Sebab Akibat/Fishbone	35
Gambar 3.1	Mesin Kompresor K-802-B	37
Gambar 3.2	Tahapan dalam Proses Penelitian	40
Gambar 4.1	Histogram Persentase Faktor Six Big Losses	70
Gambar 4.2	Diagram Pareto Faktor Six Big Losses	72
Gambar 4.3	Diagram Sebab Akibat/Fishbone	73

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Hasil Produksi Gas Bulan Januari-Agustus 2016	42
Tabel 4.2	Jam Kerja dan Delay Mesin 2016	43
Tabel 4.3	Data Breakdown Mesin 2016	43
Tabel 4.4	Data Planned Downtime 2016	44
Tabel 4.5	Data Set up Mesin 2016	44
Tabel 4.6	Perhitungan Availability Ratio Januari-Agustus 2016	49
Tabel 4.7	Perhitungan Persentase Jam Kerja 2016	51
Tabel 4.8	Perhitungan Ideal Cycle Time Januari-Agustus 2016	53
Tabel 4.9	Perhitungan Performance Efficiency Januari-Agustus 2016	55
Tabel 4.10	Perhitungan Rate Of Quality Product Januari-Agustus 2016	57
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan OEE Pada Januari-Agustus 2016	58
Tabel 4.12	Perhitungan Equipment Failure Januari-Agustus 2016	60
Tabel 4.13	Perhitungan Set up and Adjusment Januari-Agustus 2016	62
Tabel 4.14	Perhitungan Reduced Speed Losses Januari-Agustus 2016	66
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan Rework dan Scrap Losses 2016	69
Tabel 4.16	Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Kompresor	70
Tabel 4.17	Pengurutan Persentase Six Big Losses Mesin Kompresor	71
Tabel 4.18	Persentase Kumulatif dari Six Big Losses	74

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
<i>AV</i>	Ketersediaan waktu mesin	%
<i>PE</i>	Efektivitas produksi	%
<i>RQ</i>	Tingkat kualitas produk	%
OEE	Effektivitas Keseluruhan	%
-	Hasil produksi gas	mmscfd
<i>DL</i>	Downtime losses	%
<i>SL</i>	Speed losses	%
<i>Defl</i>	Defect losses	%
<i>Lt</i>	Loading time	jam
<i>Pd</i>	Planned downtime	jam
<i>Td</i>	Total delay	jam
<i>Ot</i>	Operasi time	jam
<i>Bm</i>	Braekdown mesin	jam
<i>Sm</i>	Set up mesin	jam
<i>Ws</i>	Waktu siklus ideal	jam/mmscf
<i>Tb</i>	Total breakdown time	jam
<i>Ef</i>	Equipment failure	%
<i>Ict</i>	Ideal cycle time	jam/mmscf
<i>IMS</i>	Idling and minor stoppages	%
<i>RSL</i>	Reduced speed losses	%
<i>RL</i>	Rework losses	%
<i>Pa</i>	Process amount	mmscf
<i>Da</i>	Defect amount	mmscf
<i>SL</i>	Scrap Losses	%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Era globalisasi, perindustrian diuntut untuk semakin produktif dengan kualitas yang bagus di setiap hasil industrinya. Untuk tetap bertahan maka setiap perusahaan juga harus memperhatikan kelancaran proses produksinya. Kelancaran proses produksi di pengaruhi oleh beberapa hal seperti sumber daya manusia serta pendukung. Rendahnya produktivitas mesin akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan, hal ini sering diakibatkan oleh penggunaan mesin 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 *Recuced 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. *Reduced yield Losses* disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku (Jono, 2015).

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*), (Jono, 2015).

Usaha perbaikan mesin pada bidang industri, dilihat dari segi peralatan adalah dengan meningkatkan kualitas peralatan yang ada seoptimal mungkin dan memperpanjang umur ekonomisnya. Kualitas dari peralatan mesin pada bidang industri adalah sekitar setengah dari kemampuan mesin yang sesungguhnya (Ida Nursanti dan Yoko Santoso, 2014). Pada praktiknya, seringkali usaha perbaikan yang dilakukan tersebut hanya pemborosan, karena tidak menyentuh akar permasalahan yang sesungguhnya. Hal ini disebabkan karena tim tidak mendapatkan akar permasalahan dengan jelas dan faktor-faktor penyebab terjadinya masalah tersebut. Untuk itu diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan peningkatan terhadap kinerja mesin dan peralatan secara optimal (Ida Nursanti dan Yoko Susanto, 2014).

Pada studi kasus yang di laksanakan di PT Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field, dimana perusahaan tersebut bergerak dibidang migas, yang mana produksi utamanya adalah minyak dan gas. Pada saat melakukan proses industri pasti diperlukan peralatan/mesin untuk melakukan proses produksi tersebut, diantaranya adalah mesin kompresor. Dimana fungsi dari mesin kompresor adalah untuk memberikan energi/tekanan kepada fluida gas/udara, sehingga gas/udara

dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain secara kontinyu. Disamping itu mesin kompresor sangat berperan penting dalam proses perindustrian di perusahaan tersebut, oleh sebab itu perawatan mesin/peralatannya harus dilakukan secara baik dan benar untuk menciptakan keefesiensian/keefektivitas dari mesin tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kesesuaian faktor-faktor yang menentukan kebutuhan 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. Sehingga dalam hal ini penulis memberikan judul tentang”**Analisa Kerugian Pada Mesin Kompresor Dengan Metode Overall Equipment Efektiveness (OEE) Dalam Penerapan Total Produktive Maintenance (TPM)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang yang terdapat diatas, masalah pokok yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini adalah masih rendahnya efektivitas penggunaan mesin/peralatan dikarenakan ketidakmampuan dalam pengelolaan perawatan secara tepat, sehingga perlu dilakukan pengidentifikasian terhadap faktor-faktor dominan dan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dan melakukan analisa terhadap penyebab kontribusi faktor-faktortersebut sehingga dapat menjadi masukan dalam penerapan TPM yang efektif dilingkungan perusahaan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pengertian yang menyimpang serta pembahasan yang menyimpang, maka penulis memberikan batasan masalah yaitu:

1. Metode yang digunakan adalah OEE yang digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin yang sesuai dengan prinsip-prinsip TPM untuk mengetahui besarnya kerugian pada mesin/peralatan yang lebih dikenal dengan nama *six big losses*.
2. Penghitungan tingkat efektivitas mesin berfokus hanya pada mesin kompressor gas DPC 360 K-802-B.
3. Penelitian yang dilakukan tidak sampai perhitungan biaya.
4. Pemeliharaan terhadap mesin dan peralatan yang diteliti baik itu cara pembongkaran, perbaikan, penggantian dan pemasangan peralatan tidak dibahas.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari Tugas Sarjana ini adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan mesin/peralatan produksi dengan Metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dalam penerapan TPM di perusahaan.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari Tugas Sarjana ini meliputi:

1. Untuk mengetahui Nilai OEE pada mesin Kompresor.

2. Untuk mengetahui faktor yang dominan dan berpengaruh terjadinya penurunan efektivitas mesin yang ada dalam enam kerugian besar (*six big losses*) menggunakan diagram pareto.
3. Melakukan analisis terhadap faktor yang menjadi prioritas utama sebagai dasar untuk dilakukan perbaikan menggunakan diagram *cause and effect*.

1.5 Metode Penelitian

Metode analisa ini untuk meliputi beberapa tahap menganalisa yaitu:

Tahap 1: Melakukan Survey

Melakukan survey adalah dengan cara melihat langsung di PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field.

Tahap 2: Literatur/Referensi

Study literatur/referensi adalah untuk memaparkan teori dasar serta rumus-rumus dan perhitungan-perhitungan yang berkaitan dengan analisa kerugian pada mesin kompresor dengan metode *Overall Equipment Efektiveness* di Pertamina Pangkalan Susu.

Tahap 3: Hasil Analisa

Dari hasil analisa ini dilakukan untuk kesimpulan yang akan dikonsultasikan pada pembimbing agar dapat mendapatkan kritik dan saran yang membangun.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada analisa kerugian pada mesin kompresor dengan metode *Overall Equipment Efektiveness* di PT. Pertamina ini dibuat sistematika penulisan, agar teratur dan lebih terarah dalam pembahasan. Adapun sistematika yang penulis buat adalah :

BAB 1: PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan yang merupakan faktor pendukung skripsi tugas sarjana.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Menyajikan dan menampilkan tinjauan kepustakaan yang berisi teori dan pemikiran yang digunakan sebagai landasan dalam pembahasan serta pemecahan masalah.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Mengemukakan langkah-langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian meliputi tahapan-tahapan penelitian dan penjelasan tiap tahapan secara ringkas disertai diagram alirnya.

BAB 4: ANALISA DATA

Melakukan identifikasi data dan pengolahan data yang digunakan sebagai dasar pembahasan masalah, serta menganalisis hasil dari pengolahan data tersebut.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis pemecahan masalah, maka dapat diambil kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

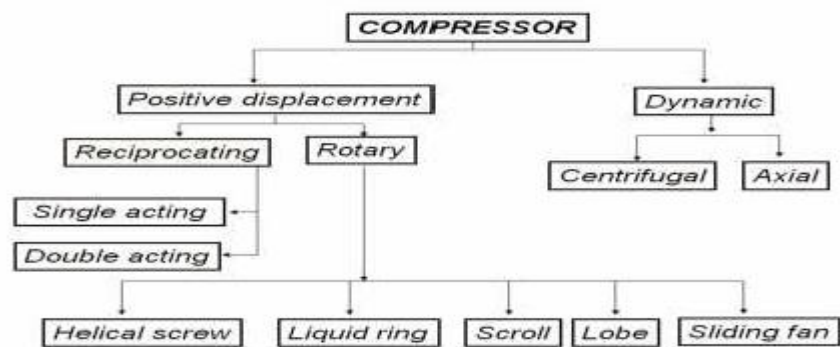
2.1 Pengertian Kompresor

Kompresor merupakan suatu unit yang dapat memindahkan udara bertekanan rendah menjadi bertekanan lebih tinggi, selama perpindahan ini udara dimampatkan. Fungsi dari sebuah kompresor adalah untuk menaikkan tekanan suatu gas, tekanan gas dapat dinaikkan dengan memaksakan untuk mengurangi volumenya, ketika volumenya dikurangi, tekanannya naik.

Sebuah kompresor “*positive displacement*”, memaksa gas dengan cara ini. Tetapi sebuah kompresor *sentrifugal* mencapai kenaikan tekanan dengan dua tahap. Kompresor ini menambah energi pada gas dalam bentuk kecepatan (energi kinetik) dan kemudian merubah bentuk ini menjadi energi tekanan.

Sebuah kompresor sentrifugal menggunakan konsep kecepatan-tekanan untuk menaikkan tekanan gas. Gas masuk ke sebuah impeler yang berputar melalui *eye*. *Vanes* (daun impeler) mendorong gas ke sisi luar, melemparkan gas melalui jalur tertentu pada kecepatan tinggi. Gasnya dilemparkan ke jalur *diffuser* dan *volute* yang berada disekitar impeler, yang relatif memiliki volume besar, jadi kecepatannya terhambat dengan cepat. Energi kecepatan diubah menjadi energi tekanan, dengan demikian tekanannya meningkat.

Berdasarkan kompresinya terdapat dua jenis kompresor yaitu kompresor pemindahan positif (*Positive Displacement Compressor*) dan kompresor dinamis (*Dynamic Compressor*) seperti pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1. Pembagian Kompresor

(Sumber: Ade Heri Sumantri, 2013)

2.1.1. Kompresor Pemindahan Positif (*Positive Displacement Compressor*)

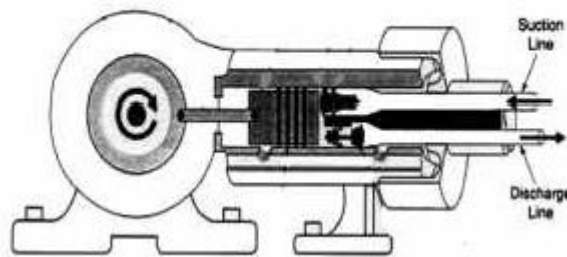
Kompresor pemindahan positif bekerja dengan memberikan tekanan udara. Gaya yang diberikan mengakibatkan terjadinya kenaikan tekanan yang menyebabkan udara keluar. Kompresor ini dibagi 2 yaitu: kompresor piston (*reciprocoating compressor*) dan kompresor putar (*rotary compressor*).

1. Kompresor Piston (*Reciprocoating Compressor*)

Kompresor piston merupakan salah satu jenis kompresor yang telah digunakan untuk aplikasi yang sangat luas. Prinsip kerja kompresor ini adalah pada saat piston ditarik *volume* akan membesar, tekanan menurun. Pada saat tekanan menurun, udara yang memiliki tekanan lebih tinggi akan memasuki ruangan melalui katup isap. Pada saat piston bergerak menekan, maka volume udara akan mengecil sehingga tekanan akan membesar. Dengan tekanan yang lebih besar dari tekanan di luar, maka udara akan bergerak dari ruangan menuju keluar melalui katup tekan. Katup isap berfungsi sebagai saluran masuk udara sebelum dikompresi. Setelah dikompresi udara tersebut akan dialirkan ke katup tekan.

Kompresor piston tidak dapat melakukan putaran tinggi, karena dapat menghasilkan gaya *inersia* akibat gerak bolak-baliknya. Sehingga dengan putaran yang tinggi akan mengakibatkan gaya *inersia* tinggi juga, hal ini akan menimbulkan getaran yang tinggi dan dapat memicu kerusakan komponen-komponen mekanik kompresor (Ade Heri Sumantri, 2013).

Kompresor yang kompresinya hanya pada satu sisi disebut *single acting compressor*. Susunan yang terdiri dari satu atau banyak silinder dan dihubungkan secara parallel disebut *single stage compressor*. Seperti pada gambar 2.2.dibawah ini:



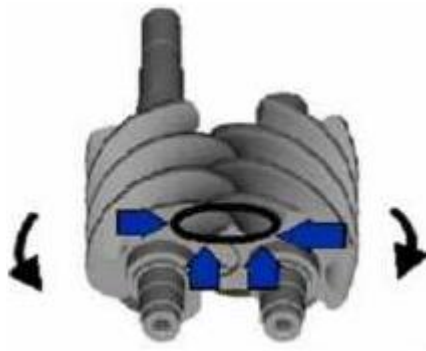
Gambar 2.2. Reciprocating Compressor

(Sumber: Ade Heri Sumantri, 2013)

2. Kompresor Putar (*Rotary Compressor*)

Kompresor jenis putar ini dapat menghasilkan tekanan yang tinggi, kompresor ini menghasilkan getaran yang relatif kecil dan menghasilkan keluaran lebih tinggi dibandingkan dengan kompresor piston. Hal ini disebabkan sudu-sudu pada kompresor putar, yang merupakan elemen bolak-balik, mempunyai massa yang jauh lebih kecil dari pada piston. Selain itu kompresor putar tidak memerlukan katup (Ade Heri Sumantri, 2013).

Kompresor putar menggunakan media air sebagai pendingin, pendingin dilakukan pada bagian dalam kompresor agar temperatur operasi yang tinggi tidak akan terjadi, sehingga keamanan komponen dapat terjaga. Kompresor putar ini ada beberapa model yaitu: *Helical Screw*, *liquid ring*, *scroll* dan *sliding fan*. Seperti pada gambar 2.3.dibawah ini:



Gambar 2.3. Rotary screw compressor.

(Sumber: Ade Heri Sumantri, 2013)

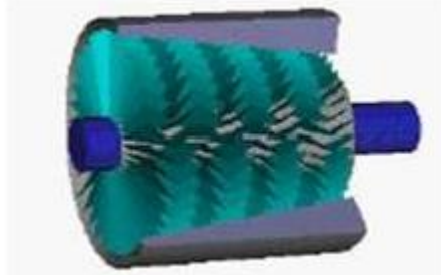
2.1.2. Kompresor Dinamik (*Dynamic Compressor*)

Kompresor ini bekerja dengan cara memindahkan energi pada *impeller* dengan dasar pembelokan aliran sehingga energi kinetik dalam kompresor akan bertambah seiring bertambahnya kecepatan alirannya. Kompresor jenis ini dibagi dua yaitu: Kompresor *Sentrifugal* dan kompresor *axial*.

1. Kompresor Aksial (*Axial Compressor*)

Pada kompresor aksial aliran udara paralel terhadap sumbu putar. Kompresor ini tersusun atas beberapa tingkat *impeller*, beberapa tingkat tersebut rotor yang dihubungkan dengan poros sentral yang berputar dengan kecepatan tinggi. Arah aliran udara yang masuk searah dengan udara yang digunakan oleh kompresor,

kompresor ini banyak digunakan untuk industri pesawat terbang. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4.berikut:



Gambar 2.4. Axial Compressor

(Sumber: Ade Heri Sumantri, 2013)

2. Kompresor *Sentrifugal*

Kompresor *sentrifugal* termasuk bagian dari kompresor dinamis, prinsip kerja tergantung pada masukan energi dari *impeller* berputar ke udara. Proses kompresi atau penekanan pada kompresor *sentrifugal* terdiri dari beberapa tahap. Udara dihisap memasuki kompresor melewati sebuah pipa masuk. Kemudian pada waktu udara melewati sudu-sudu putar (*impeller*), gaya tersebut ditransmisikan atau dipindahkan untuk menambah energi kinetik aliran dengan memberikan percepatan pada udara, sesudah udara melewati *impeller*, udara memasuki *diffuser* yang merubah energi kinetik menjadi energi potensial tekanan. Kompresor udara *sentrifugal* menggunakan media pendingin air.

Kompresor *sentrifugal* lebih sesuai diterapkan untuk kapasitas besar seperti untuk industri. Kompresor jenis *sentrifugal* ini digunakan pada industri perminyakan di PT. Pertamina EP Pangkalan Susu Field, sebagai pembangkit

untuk menyuplai udara bertekanan menuju unit atau bagian kilang yang membutuhkan udara kompresi.

Kompresor DPC 360 K-802-B memiliki kapasitas 1,5 mmscf/d yang mana kompresor ini dapat menghasilkan produksi gas sebanyak 1,5 juta standart kubik feet per hari , atau dapat menghasilkan 0,0625 juta standart kubik feet per jam. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.dibawah ini:



Gambar 2.5. Kompresor DPC 360 K-802-B

(Sumber: PT. Pertamina EP Pangkalan Susu Filed, 2016)

2.2 Sejarah TPM

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan salah satu konsep inovasi dari Jepang, dan Nippondenso adalah perusahaan pertama yang menerapkan dan mengembangkan konsep TPM pada tahun 1960. TPM menjadi sangat populer dan tersebar luas hingga keluar Jepang dengan sangat cepat. Hal ini terjadi karena dengan penerapan TPM mendapatkan hasil yang dramatis, yaitu peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam produksi dan perawatan mesin bagi pekerja.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah suatu manajemen perusahaan atau “*way of working*” yang dikembangkan sejak tahun 1970 oleh JIPM (*Japan Instituti of Plant Maintenance*). Penerapan TPM dimulai di Jepang dan telah menyebar di banyak Negara, antara lain Amerika Serikat, Eropa, India, China, dan Australia.

2.2.1 Pengertian Total Produktive Maintenance (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 *otomanisasi* pabrik, semakin besar pengurangan biaya yang diwujudkan TPM.

TPM bertujuan untuk membentuk kultur usaha yang mengejar dengan tuntas peningkatan efisiensi sistem produksi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektifitas penggunaan mesin. TPM telah dirasakan manfaatnya dalam menunjang kemajuan perusahaan serta kemampuan bersaing secara global. TPM merupakan strategi *improvement* yang diperuntukkan bagi perusahaan secara menyeluruh,

yang telah terbukti keberhasilannya, yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan, tidak hanya karyawan bagian *maintenance* dan produksi.

Definisi lengkap TPM memuat 5 hal JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) 19971 antara lain :

1. Memaksimalkan efektifitas menyeluruh alat/mesin
2. Menerapkan sistem *preventive maintenance* yang komprehensif sepanjang umur mesin/peralatan.
3. Melibatkan seluruh departemen perusahaan.
4. Melibatkan semua karyawan dari top management sampai karyawan lapangan.
5. Mengembangkan *preventive maintenance* melalui manajemen motivasi aktivitas kelompok kecil mandiri.

2.2.2 Manfaat dari *Total Productive Maintenance* (TPM)

Manfaat dari studi aplikasi TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut :

1. Peningkatan *produktivitas* dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.
2. Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin/peralatan dan *downtime* mesin dengan metode terfokus.
3. Efektivitas mesin dapat di tingkatkan.
4. Kesempatan operator untuk menambah keahlian dan pengetahuan serta melakukan perbaikan dan metode kerja yang lebih baik dan lebih efisien.
5. Waktu untuk *preventive maintenance* lebih banyak dan mempunyai kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan.

6. Frekuensi dan jumlah pemeliharaan darurat semakin berkurang, departemen pemeliharaan hanya mengerjakan pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus saja.

2.3 Pengertian dan Tujuan *Maintenance*

2.3.1 Pengertian *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, 2015). *Maintenance* adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu mesin/alat produksi, atau untuk memperbaikinya sampai, pada suatu kondisi yang bisa diterima (Daniel Limantoro, Felecia, 2013). 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). Oleh karena itu perlu dilakukannya kegiatan-kegiatan pemeliharaan serta perawatan yang meliputi:

- a. Kegiatan pengecekan.
- b. Meminyaki (*lubrication*).
- c. Perbaikan /reparasi atas kerusakan-kerusakan yang ada.
- d. Penyesuaian/penggantian *spare part* atau komponen.

Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Pada dasarnya hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/alat (*equipment maintenance*) mencakup dua hal, yaitu :

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/alat agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan ekonomisnya.
2. *Replacement Maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah diterima sebelum kerusakan terjadi.

Dalam suatu produksi sering terjadi penurunan kemampuan yang dialami mesin/alat produksi, yang mana faktor dari penurunan kemampuan mesin/alat disebabkan oleh:

1. *Natural Deterioration* yaitu menurunnya kinerja mesin/peralatan secara alami akibat terjadi pemburukan/keausan pada fisik mesin/peralatan selama waktu pemakaian walaupun penggunaan secara benar.
2. *Accelerated Deterioration* yaitu menurunnya kinerja mesin/peralatan akibat kesalahan manusia (*human error*) sehingga dapat mempercepat keausan mesin/peralatan karena mengakibatkan tindakan dan perlakuan yang tidak seharusnya dilakukan terhadap mesin/peralatan.

2.3.2 Tujuan *Maintenance*

Dalam istilah perawatan (*maintenance*) disebutkan bahwa disana tercakup dua pekerjaan yaitu istilah perawatan dan perbaikan. Perawatan dimaksudkan sebagai aktifitas untuk mencegah kerusakan, sedangkan istilah perbaikan dimaksudkan sebagai tindakan untuk memperbaiki kerusakan. 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 mesin/peralatan terdiri dari dua hal (Jono, 2006) yaitu:

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

Beberapa tujuan *maintenance* yang utama antara lain:

1. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak tertanggung.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyampaian yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama

waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tertentu.

4. Untuk mencapai tingkat biaya *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
6. Untuk memperpanjang umur/masa pakai dari mesin/paralatan.

2.3.3. Jenis-jenis Maintenance

Kegiatan maintenance yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas 2 macam yaitu: *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*.

A. Preventive Maintenance

Preventie Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan *schedule* pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat. *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif didalam menghadapi fasilitas-fasilitas

produksi yang termasuk dalam golongan *critical unit*. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan *critical unit* apabila:

1. Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan-kesehatan atau keselamatan para pekerja.
2. Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
3. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
4. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal.

Apabila *preventive maintenance* dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termasuk dalam *critical unit* maka tugas-tugas maintenance dapatlah dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensip untuk unit yang bersangkutan, sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas: *Routine Maintenance* dan *Priodic Maintenance*. *Routine Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara *routine* misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan *routine maintenance* adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli nya, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warmingup*) daripada mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai berproduksi sepanjang hari. Sedangkan *Priodic*

Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan secara *periodic* atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap satu bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran *Carburator* ataupun pembongkaran alat-alat dibagian sistem aliran bensin, peyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan *cylinder* mesin dan pembongkaran mesin/fasilitas tersebut untuk penggantian pelor roda (*bearing*) serta *service* dan *overhaul* besar ataupun kecil.

B. Corrective Maintenance atau Breakdown Maintenance

Corrective maintenance atau *Breakdown Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive maintenance* tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan *maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan. Maksud dari tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali.

2.3.4. Masalah Efisiensi Maintenance

Didalam melaksanakan kegiatan *maintenance* terdapat dua persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan pabrik yaitu persoalan teknis dan persoalan ekonomis. Adapun yang termasuk persoalan teknis dalam hal ini adalah persoalan yang menyangkut usaha-usaha untuk menghilangkan kemungkinan-kemungkinan timbulnya kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas atau peralatan produksi yang tidak baik. Tujuan yang akan dicapai dalam mengatasi masalah teknis ini adalah untuk dapat menjaga atau menjamin agar produksi dapat berjalan lancar. Dalam persoalan teknis ini hanya perlu diperhatikan adalah:

1. Tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan untuk memelihara/merawat peralatan yang ada, dan untuk memperbaiki/mereparasi mesin-mesin atau peralatan yang rusak.
2. Alat-alat atau komponen-komponen apa yang dibutuhkan dan harus disediakan agar tindakan-tindakan pada bagian pertama diatas dapat dilakukan.

Selain masalah teknis ada juga masalah ekonomis, yang mana dalam hal ini masalah ekonomis adalah masalah yang menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan agar supaya kegiatan *maintenance* yang dibutuhkan secara teknis dapat efisien. Jadi, dalam kegiatan ekonomis yang ditekankan adalah efisiensi, dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi, dan tentunya alternative tindakan yang dipilih untuk dilaksanakan adalah yang dapat menguntungkan perusahaan. Contoh, biaya pengecekan, penyetelan, servis, dan lain-lain yang menyangkut perawatan mesin.

2.3.5. Tugas-tugas atau Kegiatan Daripada Maintenance

Semua tugas-tugas atau kegiatan daripada maintenance dapat digolongkan kedalam salah satu darilima tugas pokok yaitu: Inspeksi (*inspection*), Kegiatan Teknik (*Engineering*), Kegiatan Produksi (*Production*), Pekerjaan Administrasi (*Clerical Work*), Pemeliharaan Bangunan(*House Keeping*).

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan atau peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan memuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut. Adapun maksud daripada kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan pabrik selalu mempunyai peralatan/fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Jika seandainya terdapat kerusakan, maka dapat segera diadakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan dengan laporan hasil inspeksi, dan berusaha untuk mencegah sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab-sebab kerusakan yang diperoleh dari hasil inspeksi.

Oleh karena itu hasil laporan inspeksi haruslah memuat keadaan peralatan yang diinspeksi, sebab-sebab terjadinya kerusakan bila ada, usaha-usaha penyesuaian atau perbaikan kecil yang telah dilakukan dan saran-saran/usul-usul perbaikan atau penggantian yang diperlukan.

2. Kegiatan Teknik

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan –kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan dan perbaikan-perbaikan bagi perluasan dan kemajuan dari bangunan dan peralatan pabrik. Oleh karena itu kegiatan teknik ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan mesin-mesin yang rusak tidak diperoleh/didapatkan komponen yang sama dengan yang dibutuhkan. Dalam hal ini perlu diadakan perubahan-perubahan atau perbaikan-perbaikan tertentu terhadap komponen dan mesin-mesin yang bersangkutan, agar mesin tersebut dapat bekerja kembali.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan *maintenance* yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan service dan peminyakan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan pengolahan/pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana, dan untuk ini diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Pekerjaan Administrasi

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan maintenance dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan *maintenance*, komponen atau *spareparts* yang dibutuhkan, *progress report* tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen atau *spareparts* yang tersedia dibagian maintenance. Jadi dalam kegiatan pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin harus dicek/diperiksa, diminyaki/disservice dan direparasi.

5. Pemeliharaan Bangunan

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan/gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya. Jadi kegiatan ini meliputi pembersihan dan pengecatan gedung, pembersihan halaman dan kegiatan pemeliharaan peralatan lain yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik produksi dari bagian maintenance.

2.4. Enam Kerugian Besar (Six Big Losses)

Menurut Nakajima (1988), terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin dan peralatan. Keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *Six Big Losses* yang digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Ketersediaan waktu, terdiri dari:

- a. Kerusakan (*breakdown losses*), yaitu kerugian yang disebabkan adanya kerusakan mesin dan peralatan yang memerlukan suatu perbaikan. Kerugian ini sebagai contoh, terdiri dari waktu rehat (*downtime*) yang dialami pekerja dan waktu perbaikan dari peralatan tersebut.
- b. Pengaturan dan penyesuaian (*setup and adjustment losses*) disebabkan adanya perubahan kondisi operasi, seperti kegiatan menyalakan mesin (*startup*) dan penyesuaian bagian kerja (*shift*). Kerugian ini sebagai contoh, terdiri dari waktu rehat (*downtime*) dan pengaturan mesin (*setup*).

2. Kinerja mesin, terdiri dari:

- a. Berhenti sejenak (*small stops*), disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan waktu menganggur (*idletime*) dari mesin. Pada kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak, dan ketika operator tidak dapat memperbaikinya dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai kerusakan.
- b. Kehilangan kecepatan (*speed losses*), yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja secara optimal akan terjadi penurunan kualitas produk (*quality losses*). Kinerja mesin merupakan suatu rasio yang menggambarkan suatu kemampuan dari mesin dan peralatan dalam menghasilkan produk. Rasio ini merupakan hasil dari rataan kecepatan mesin saat beroperasi (*operating speed rate*) dan rataan kecepatan waktu produksi (*net operating rate*). Rataan kecepatan mesin saat beroperasi mengacu kepada perbedaan antara

kecepatan ideal (berdasarkan desain mesin atau peralatan) dan kecepatan operasi actual, sedangkan rata-rata kecepatan waktu produksi mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama mesin atau peralatan beroperasi pada kecepatan rendah.

3. Kualitas produk, terdiri dari:

- a. Kecacatan produksi (*quality defect*) dan daur ulang (*rework losses*) yaitu kerugian karena produk tidak berada di dalam batas spesifikasi atau kecacatan produksi yang terjadi pada operasi normal. Kerugian ini meliputi biaya tenaga kerja untuk melakukan daur ulang dan biaya material yang terbuang.
- b. Kerugian nisbah (*yield losses*), disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku. Kerugian nisbah dibagi menjadi dua bagian. Pertama berupa sampah bahan baku yang mengalami gangguan. Kedua adalah kerusakan produksi yang disebabkan oleh adanya pengaturan presisi (*adjusting*) dan juga pada saat mesin melakukan pemanasan (belum pada kondisi kerja yang stabil) sehingga banyak terjadi kegagalan (*reject*). Kualitas produk merupakan ratio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu.

2. 4.1. Rumus Perhitungan OEE *six big losses*

1. *Downtime Losses*

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

a. *Equipment Failure (Ef)*

Besarnya presentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *equipment failure* dapat dihitung dengan menggunakan Pers.2.1 dibawah ini:

$$Ef = \frac{(Tb)}{(Lt)} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana:

Ef= Kerugian karena kerusakan yang terjadi tiba-tiba (%)

Tb= Data berapa lama waktu kerusakan (jam)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

b. *Set up and Adjustment*

Dalam perhitungan *set up and adjustment losses* 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 Pers. 2.2 dibawah ini:

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{(\text{total set up})}{(Lt)} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana:

Set up and adjustment = Kerugian karena pemasangan *spareparts* (%)

Total set up = Data waktu pemasangan *spareparts* (jam)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

2. *Speed Losses*

Faktor-faktor yang dikategorikan dalam *speed losses* adalah *idling and minor stoppages* dan *reduced speed losses*.

a. *Idling and Minor Stoppages (IMS)*

Untuk mengetahui persentase dari faktor *idling and minor stoppages* dalam mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan Pers. 2.3 berikut:

$$IMS = \frac{(\text{Non produktive time})}{(Lt)} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana:

Ims= Kerugian karena mesin berhenti sejenak (%)

Non produktive time = Waktu mesin tidak berproduksi (jam)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

b. *Reduced Speed Losses (RSL)*

Reduced Speed Losses dihitung dengan menggunakan Pers. 2.4 berikut:

$$RSL = \frac{(Ot - (ict \times \text{total product process}))}{Lt} \times 100\% \quad (2.4)$$

Dimana:

RSL = Kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (%)

Ot = Waktu operasi mesin (jam)

Ict = Waktu siklus ideal (jam/mmscf)

Total product process = Total hasil produksi (mmscf)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

3. Defec Losses

Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect losses* adalah *rework losses* dan *scrap losses*.

a. Rework Losses (RL)

Perhitungan *rework losses* dilakukan dengan menggunakan Pers. 2.5 dibawah ini:

$$RL = \frac{(Ict \times \text{rework})}{(Lt)} \times 100\% \quad (2.5)$$

RL = Kerugian karena produk cacat (%)

Ict = Waktu siklus ideal (jam/mmscf)

Rework= Produk cacat (mmscfd)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

b. *Scrap Losses (SL)*

Perhitungan *scrap losses* dilakukan dengan menggunakan Pers. 2.6 dibawah ini:

$$SL = \frac{(Ict \times scrap)}{(Lt)} \times 100\% \quad (2.6)$$

SL = Kerugian karena sampah bahan baku (%)

Ict= Waktu siklus ideal (jam/mmscf)

Scrap = Sampah bahan baku (mmscfd)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

2.5 . 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). $OEE = AV \times PE \times RQ \times 100\%$.

Keenam faktor adalah *six big losses* harus diikut sertakan dalam perhitungan OEE, kemudian kondisi aktualnya dari mesin atau peralatan dapat dilihat secara akurat. Adapun standart 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. Efektivitas keseluruhan peralatan dan mesin/*Overall equipment effectiveness (OEE)* $\geq 85\%$

1. Availability (AV)

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading timenya. Sehingga dapat menghitung availability mesin dibutuhkan nilai dari: *Operation time, Loading time, Downtime*. Nilai availability dihitung dengan menggunakan Pers. 2.7 berikut:

$$Av = \frac{(Ot)}{(Lt)} \times 100\% \quad (2.7)$$

Av = Ketersediaan (%)

Ot = loading time (jam) –downtime (jam)

$Lt = \text{work time (jam)} - \text{planned downtime (jam)}$

Down time = Breakdown + Set- Up

2. Performance efficiency (PE)

Performance efficiency merupakan kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu tersedia yang melakukan proses produksi (*operating 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 pada Pers. 2.8 berikut:

$$PE = \frac{(Pa \times ict)}{(Ot)} \times 100\% \quad (2.8)$$

Dimana:

Pe = Efektivitas produksi (%)

Pa = hasil produksi (mmscf)

Ict = Waktu siklus ideal (jam/mmscf)

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

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 untuk mencari *ideal cycle time* menggunakan Pers. 2.9 dan Pers. 2.10 dibawah ini:

$$\text{persentase jam kerja} = \frac{1 - (\text{Total delay})}{(\text{available time})} \times 100\% \quad (2.9)$$

Total delay = Berapa lama mesin berhenti/jam tunda mesin (jam)

Available time = Total jam dalam sebulan (jam)

$$\text{waktu siklus} = \frac{(\text{Lt})}{(\text{hasil produksi})} \quad (2.10)$$

Lt = Total jam dalam sebulan (*available time*) – *downtime* terencana (jam)

Hasil produksi = hasil produksi gas (mmscf)

Ict = Waktu dimana mesin bekerja secara ideal (jam/mmscf)

Persentase jam kerja = Perbandingan total delay dan available time (jam)

3. Rate of Quality Product (RQ)

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:

a. *Processed amount (Pa)* (Jumlah produk yang diproses)

b. *Defect amount (Da)* (Jumlah produk yang cacat)

Rate of Quality Product dapat dihitung dengan Pers. 2.11 sebagai berikut:

$$RQ = \frac{(Pa - Da)}{(Pa)} \times 100\% \quad (2.11)$$

Dimana:

RQ = Tingkat kualitas produk (%)

Pa = hasil produksi (mmscf)

Da = Produk cacat (mmscf)

Berdasarkan keseluruhan data diatas maka dapat diperoleh perhitungan nilai OEE dengan menggunakan Pers. 2.12

$$OEE = Av \times Pe \times RQ \times 100\% \quad (2.12.)$$

2.6. Diagram Pareto

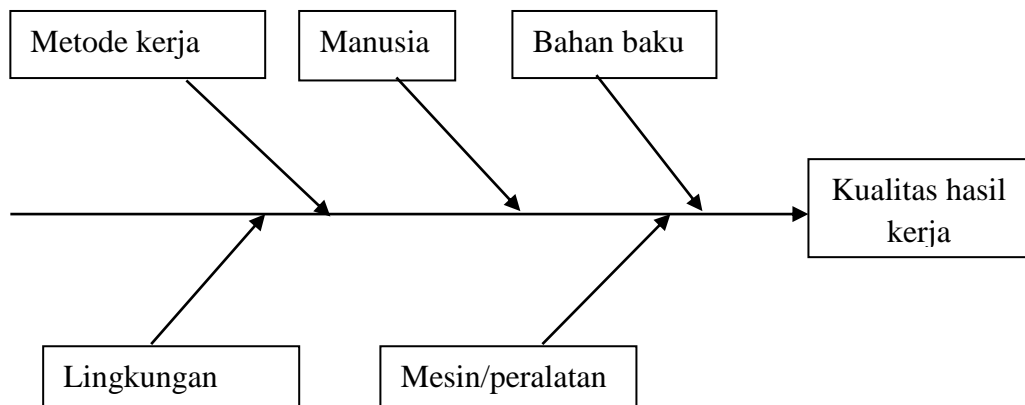
Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian (Jono, 2015). Pada dasarnya diagram Pareto dapat dipergunakan sebagai alat interpeksi untuk:

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

2.7. 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 (Jono, 2015). 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*). *Cause and effect diagram* seperti pada gambar 2.6 dapat 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.



Gambar 2.6. Diagram Sebab Akibat/Fishbone

(Sumber: Jono, 2015)

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara atau prosedur yang berisi tahapan-tahapan yang jelas yang disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Tiap tahapan maupun bagian yang menentukan tahapan selanjutnya sehingga harus dilalui dengan teliti.

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Tempat dilaksanakan penelitian Analisa Kerugian Pada Mesin Kompresor dengan Metode Overall Equipment Efektiveness (OEE) pada Penerapan TPM dilakukan di PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field khususnya pada stasiun kompresor, Jalan Sanudera No. 1 Pangkalan Susu.

3.1.2 Waktu

Waktu penelitian dilakukan selama bulan Januari – Agustus 2016.

3.2. Objek Penelitian

Pada Studi kasus yang dilaksanakan di PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field, yang mana perusahaan tersebut memiliki banyak mesin produksi, di mana mesin-mesin tersebut ditempatkan di berbagai stasiun-stasiun yang ada di perusahaan itu, yang terdiri dari stasiun pompa dan stasiun kompresor. Pada penelitian ini penulis memilih stasiun kompresor/mesin kompresor. Alasan utama pemilihan objek penelitian ini adalah:

1. Mesin kompresor adalah mesin yang sangat penting dalam melakukan proses produksi, sehingga perlu dilakukannya suatu penelitian pada mesin tersebut untuk mengetahui berapa besar nilai efektivitas serta efisiensi yang terdapat pada mesin tersebut, sehingga terciptanya proses produksi yang lancar.
2. Mesin kompresor yang diteliti adalah mesin kompresor gas K-802-B, karena pada mesin ini nilai dari Availablenya kecil, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui factor mana yang menyebabkan turunnya nilai Available tersebut. Seperti pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1. Mesin Kompresor K-802-B

3.3. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan diperlukan untuk meneliti lebih lanjut apa yang akan menjadi permasalahan. Studi pendahuluan terdiri dari studi literatur dan pengamatan langsung di lapangan.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah suatu cara pengadaan data primer maupun sekunder untuk keperluan penelitian. Secara umum pengumpulan data, baik primer maupun sekunder dapat dibagi atas beberapa cara, yaitu:

1. Data Primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan penelitian secara langsung dilapangan. Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan jalan mengamati secara langsung di lokasi riset/perusahaan dan meminta keterangan serta mewawancarai karyawan yang terlibat langsung secara operasional, antara lain : Bagaimana sistem kerja mesin, berapa lama waktu operasi mesin, komponen mana yang sering mengalami kerusakan pada mesin.
2. Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Data ini merupakan dokumentasi perusahaan hasil penelitian yang sudah lalu dan data lainnya, antara lain yaitu :
 - a. Data Produksi Perusahaan
 - b. *Loading Time*
 - c. *Operation time*
 - d. *Defect Amount*
 - e. *Planned Downtime*
 - f. *Breakdown mesin*
 - g. *Set Up mesin*

3.5 Pengolahan dan Analisa Data

Data yang dikumpulkan, kemudian diolah agar dapat digunakan dalam penelitian. Tahapan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Perhitungan *Availability Ratio*
2. Perhitungan *Performance Efficiency*
3. Perhitungan *Rate of Quality Product*
4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*
5. Perhitungan *OEE Six Big Losses*
6. Pendefinisian permasalahan yang sebenarnya dilakukan dengan menggunakan *Diagram Cause and Effect*.

3.6 Analisis Pemecahan Masalah

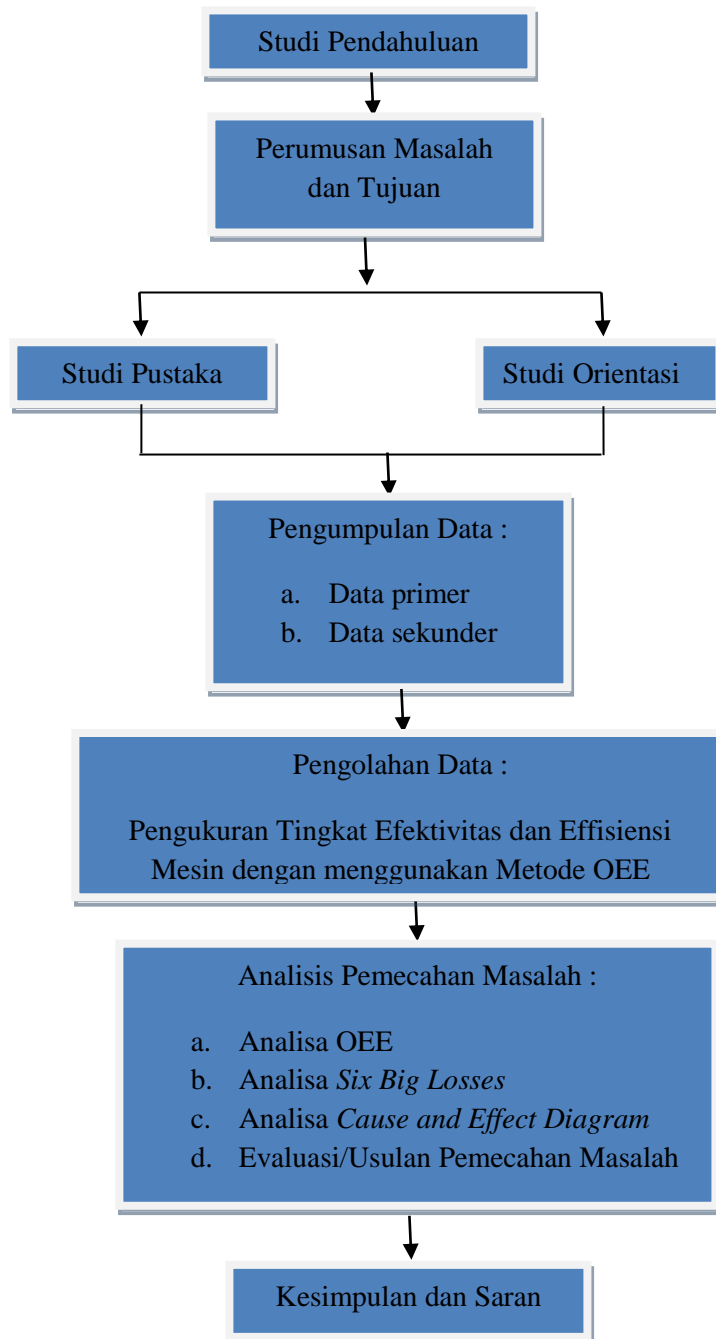
Menganalisis hasil pengolahan data untuk mengetahui seberapa besar perubahan tingkat efektivitas penggunaan mesin/peralatan produksi dan untuk memperoleh penyelesaian dari masalah yang ada antara lain:

1. Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*
2. Analisis Perhitungan *OEE Six Big Losses*
3. Analisis Diagram Sebab Akibat
4. Evaluasi/usulan Pemecahan Masalah

3.7 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisa dan uraian hasil pengukuran *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dapat ditarik beberapa kesimpulan. Setelah didapatkan beberapa kesimpulan barulah diberikan beberapa saran.

Tahapan dalam proses penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2. Tahapan Pada Proses Penelitian

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pada Studi Kasus yang dilaksanakan di PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field, dimana perusahaan tersebut bergerak di bidang migas, yang proses produksinya berjalan secara terus-menerus dan mesin/peralatan berjalan selama 24 jam.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pembimbing lapangan, maka mesin yang menjadi objek penelitian adalah mesin kompresor gas DPC 360 K-802-B. Mesin kompresor berfungsi untuk menaikkan tekanan gas sehingga gas yang ada di dalam sumur mengalir melalui pipa-pipa yang saling berhubungan. Adapun alasan mesin kompresor gas DPC 360 K-802-B dijadikan objek penelitian adalah:

1. Mesin kompresor DPC 360 K-802-B memiliki nilai available yang rendah dibandingkan dengan mesin yang lainnya.
2. Mesin kompresor DPC 360 K-802-B memiliki waktu delay yang lebih lama dibandingkan dengan mesin lainnya.

Data yang dikumpulkan adalah data selama 8 bulan terakhir di tahun 2016, yaitu mulai dari bulan Januari 2016 sampai dengan bulan Agustus 2016.

4.1.1. Data Hasil Produksi Gas

Data produksi di PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field disajikan pada Tabel 4.1 dan jumlah *scrap* dan *rework* di bawah ini:

Tabel 4.1. Data Hasil Produksi Gas Bulan Januari-Agustus 2016

Bulan	Total Product (mmscf)	Total Good Product (mmscf)	Total Scrap	Total Rework
Januari 2016	0	0	0	0
Februari 2016	27.3	27.3	0	0
Maret 2016	23.1	23.1	0	0
April 2016	27.1	27.1	0	0
Mei 2016	26.9	26.9	0	0
Juni 2016	25.7	25.7	0	0
Juli 2016	26.4	26.4	0	0
Agustus 2016	23.8	23.8	0	0

Sumber: PT. Pertamina EP PangkalanSusu

4.1.2. Data Jam Kerja dan *Delay* Mesin

Dari hasil pengamatan pada mesin kompresor gas DPC 360 K-802-B di stasiun kompresor, maka faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *delay* pada mesin tersebut adalah:

1. *Schedule Down time*, merupakan *down time* yang terencana maksudnya, waktu dimana mesin tidak dapat melakukan proses produksi di akibatkan adanya suatu perencanaan pemberhentian mesin agar tidak melakukan produksi untuk sementara waktu. Seperti pelaksanaan PM (*Prepensive Maintenance*).
2. *Unschedule Down time*, merupakan *down time* yang tidak terencana, maksudnya dimana mesin tidak dapat melakukan proses produksi

diakibatkan terjadinya kerusakan mesin secara tiba-tiba. Seperti rusaknya sepearpart yang ada pada mesin.

Tabel 4.2. Jam kerja dan *Delay* Mesin 2016

Bulan	Total Jam kerja tersedia/ Available (jam)	<i>Schedule Downtime</i> (jam)	<i>Unschedule Downtime</i> (jam)	Total Delay (jam)
Januari	744	-	744	744
Februari	696	-	75	75
Maret	744	154	-	154
April	720	-	12	12
Mei	744	-	8	8
Juni	720	-	3	3
Juli	744	-	11	11
Agustus	744	87	17	104

Sumber: PT. Pertamina EP PangkalanSusu

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Penentuan Availability Ratio

Availability merupakan rasio dari *operation time* terhadap waktu loading timenya. Untuk menghitung nilai *Availability* maka digunakan Pers. 2.7. Dan sebelum menghitung nilai *Availability* maka terlebih dahulu harus diketahui nilai dari *Loading time*, *Operation time*, dan *Downtimenya*.

Tabel 4.3. Data Breakdown mesin 2016

No	Bulan	Breakdown (jam)
1	Januari	744
2	Februari	72
3	Maret	0
4	April	11
5	Mei	6
6	Juni	1
7	Juli	9
8	Agustus	15

Total **858**

Sumber: PT. Pertamina EP PangkalanSusu

Tabel 4.4. Data Planned Downtime 2016

No	Bulan	Planned Downtime (jam)
1	Januari	0
2	Februari	0
3	Maret	154
4	April	0
5	Mei	0
6	Juni	0
7	Juli	0
8	Agustus	87
Total		241

Sumber: PT. Pertamina EP PangkalanSusu

Tabel 4.5. Data Set Up Mesin 2016

No	Bulan	Set Up (jam)
1	Januari	0
2	Februari	3
3	Maret	0
4	April	1
5	Mei	2
6	Juni	2
7	Juli	2
8	Agustus	2
Total		12

Sumber: PT. Pertamina EP PangkalanSusu

1. Bulan Januari

$$Av = \frac{(\text{Operating time})}{(\text{Loading time})} \times 100\%$$

$$Lt = Av - Pd$$

$$= 744 \text{ jam} - (-) = 744 \text{ jam}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

$$= 744 + 0 = 744$$

$$\text{Ot} = \text{Lt} - \text{Downtime}$$

$$= 744 \text{ jam} - 744 \text{ jam} = 0$$

$$\text{Av} = \frac{0}{(744 \text{ jam})} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$\text{Lt} = \text{Av} - \text{Pd}$$

$$= 696 \text{ jam} - (0) = 696 \text{ jam}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

$$= 72 \text{ jam} + 3 \text{ jam} = 75 \text{ jam}$$

$$\text{Ot} = \text{Lt} - \text{Downtime}$$

$$= 696 \text{ jam} - 75 \text{ jam} = 621 \text{ jam}$$

$$\text{Av} = \frac{(621 \text{ jam})}{(696 \text{ jam})} \times 100\% = 89.2\%$$

3. Bulan Maret

$$\text{Lt} = \text{Av} - \text{Pd}$$

$$= 744 \text{ jam} - 154 \text{ jam} = 590 \text{ jam}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

$$= 0 + 0 = 0$$

$$\text{Ot} = \text{Lt} - \text{Downtime}$$

$$= 590 \text{ jam} - 0 = 590 \text{ jam}$$

$$\text{Av} = \frac{(590 \text{ jam})}{(590 \text{ jam})} \times 100\% = 100\%$$

4. Bulan April

$$\text{Lt} = \text{Av} - \text{Pd}$$

$$= 720 \text{ jam} - 0 = 720 \text{ jam}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

$$= 11 + 1 = 12$$

$$\text{Ot} = \text{Lt} - \text{Downtime}$$

$$= 720 \text{ jam} - 12 = 708 \text{ jam}$$

$$\text{Av} = \frac{(708 \text{ jam})}{(720 \text{ jam})} \times 100\% = 98.3\%$$

5. Bulan Mei

$$\text{Lt} = \text{Av} - \text{Pd}$$

$$= 744 \text{ jam} - 0 = 744 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Downtime} &= \text{Breakdown} + \text{Set Up} \\ &= 6\text{jam} + 2\text{jam} = 8\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ot} &= \text{Lt} - \text{Downtime} \\ &= 744 \text{ jam} - 8\text{jam} = 736 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{Av} = \frac{(736 \text{ jam})}{(744 \text{ jam})} \times 100\% = 98.9\%$$

6. Bulan Juni

$$\begin{aligned}\text{Lt} &= \text{Av} - \text{Pd} \\ &= 720 \text{ jam} - 0 = 720 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Downtime} &= \text{Breakdown} + \text{Set Up} \\ &= 1\text{jam} + 2\text{jam} = 3\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ot} &= \text{Lt} - \text{Downtime} \\ &= 720 \text{ jam} - 3\text{jam} = 717 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{Av} = \frac{(717 \text{ jam})}{(720 \text{ jam})} \times 100\% = 99\%$$

7. Bulan Juli

$$\begin{aligned}\text{Lt} &= \text{Av} - \text{Pd} \\ &= 744 \text{ jam} - 0 = 744 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

$$= 9\text{jam} + 2\text{jam} = 11\text{jam}$$

$$\text{Ot} = \text{Lt} - \text{Downtime}$$

$$= 744 \text{ jam} - 11\text{jam} = 733 \text{ jam}$$

$$\text{Av} = \frac{(733 \text{ jam})}{(744 \text{ jam})} \times 100\% = 98\%$$

8. Bulan Agustus

$$\text{Lt} = \text{Av} - \text{Pd}$$

$$= 744 \text{ jam} - 87\text{jam} = 657 \text{ jam}$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

$$= 15\text{jam} + 2\text{jam} = 17\text{jam}$$

$$\text{Ot} = \text{Lt} - \text{Downtime}$$

$$= 657 \text{ jam} - 17\text{jam} = 640\text{jam}$$

$$\text{Av} = \frac{(640 \text{ jam})}{(744 \text{ jam})} \times 100\% = 86\%$$

Tabel 4.6. Perhitungan *Availability Ratio* Bulan Januari-Agustus 2016

Bulan	<i>Loading Time</i> (jam)	<i>Total Downtime</i> (jam)	<i>Operation Time</i> (jam)	<i>Availability Ratio</i> (%)
Januari	744	744	-	-
Februari	696	75	621	89
Maret	590	0	590	100
April	720	12	708	98
Mei	744	8	736	98
Juni	720	3	717	99
Juli	744	11	733	98
Agustus	657	17	640	86

4.2.2. Perhitungan *Performance Efficiency* (*Pe*)

Perhitungan *performance efficiency* dimulai dengan perhitungan *ideal cycle time*. *Ideal Cycle time* merupakan 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 untuk menghitung persentase jam kerja digunakan Pers. 2.9

$$\text{yaitu: persentase jam kerja} = 1 - \frac{(\text{Total delay})}{(\text{available time})} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{744\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 0\%$$

2. Bulan Februari

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{75\text{jam}}{696\text{jam}} \times 100\% = 89\%$$

3. Bulan Maret

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{154\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 79\%$$

4. Bulan April

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{12\text{jam}}{720\text{jam}} \times 100\% = 98\%$$

5. Bulan Mei

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{8\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

6. Bulan Juni

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{3\text{jam}}{720\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

7. Bulan Juli

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{11\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 98\%$$

8. Bulan Agustus

$$\text{persentase jam kerja} = 1 - \frac{104\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 87\%$$

Tabel 4.7. Perhitungan Persentase Jam Kerja 2016

Bulan	<i>Available Time</i> (jam)	<i>Total Delay</i> (jam)	Persentase Jam kerja (%)
Januari	744	744	0
Februari	696	75	89
Maret	744	154	79
Apri	720	12	98
Mei	744	8	99
Juni	720	3	99
Juli	744	11	98
Agustus	744	104	87

Untuk menghitung waktu siklus digunakan Pers. 2.10.yaitu:

$$\text{waktu siklus} = \frac{(\text{loading time})}{(\text{hasil produksi})}$$

1. Bulan Januari

$$\text{waktu siklus} = \frac{744\text{jam}}{(0)} = 0$$

2. Bulan Februari

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{696\text{jam}}{27.3 \text{ mmscf}} = 25.49 \text{ jam/mmscf}$$

3. Bulan Maret

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{590\text{jam}}{23.1\text{mmscf}} = 25.54 \text{ jam/mmscf}$$

4. Bulan April

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{720\text{jam}}{27.1\text{mmscf}} = 26.56 \text{ jam/mmscf}$$

5. Bulan Mei

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{744\text{jam}}{26.9\text{mmscf}} = 27.65 \text{ jam/mmscf}$$

6. Bulan Juni

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{720\text{jam}}{25.7\text{mmscf}} = 28.01 \text{ jam/mmscf}$$

7. Bulan Juli

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{744\text{jam}}{26.4\text{mmscf}} = 28.18 \text{ jam/mmscf}$$

8. Bulan Agustus

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{657\text{jam}}{23.8\text{mmscf}} = 27.60 \text{ jam/mmscf}$$

Setelah nilai persentase jam kerja dan waktu siklus didapat, maka dapat dihitung waktu siklus idealnya dengan menggunakan rumus:

$I_{ct} = \text{waktu siklus} \times \text{persentase jam kerja}$

1. Bulan Januari

$$I_{ct} = 0 \times 0 = 0$$

2. Bulan Februari

$$I_{ct} = 25.49 \text{ jam/mmscf} \times 89\% = 22.68 \text{ jam/mmscf}$$

3. Bulan Maret

$$Ict = 25.54 \text{ jam/mmscf} \times 79\% = 20.17 \text{ jam/mmscf}$$

4. Bulan April

$$Ict = 26.56 \text{ jam/mmscf} \times 98\% = 26.02 \text{ jam/mmscf}$$

5. Bulan Mei

$$Ict = 27.65 \text{ jam/mmscf} \times 99\% = 27.37 \text{ jam/mmscf}$$

6. Bulan Juni

$$Ict = 28.01 \text{ jam/mmscf} \times 99\% = 27.72 \text{ jam/mmscf}$$

7. Bulan Juli

$$Ict = 28.18 \text{ jam/mmscf} \times 98\% = 27.61 \text{ jam/mmscf}$$

8. Bulan Agustus

$$Ict = 27.01 \text{ jam/mmscf} \times 87\% = 23.49 \text{ jam/mmscf}$$

Tabel 4.8. Perhitungan *Ideal Cycle Time* Bulan Januari – Agustus 2016

Bulan	Produksi Gas (mmscf)	Loading Time (jam)	<i>Ideal Cycle Time</i> (jam/mmscf)
Januari	0	744	0
Februari	27.3	696	22.68
Maret	23.1	590	20.17
April	27.1	720	26.02
Mei	26.9	744	27.37
Juni	25.7	720	27.72
Juli	26.4	744	27.61

Agustus	23.8	657	23.49
---------	------	-----	-------

Setelah nilai *Ideal Cycle Time* didapatkan, maka baru dapat dihitung nilai dari *performa efficiencynya* dengan menggunakan Pers. 2.8.yaitu:

$$Pe = \frac{(Pa \times Ict)}{(Ot)} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$Pe = \frac{0 \times 0}{0} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$Pe = \frac{(27.3 \text{ mmscf} \times 22.68 \text{ jam/mmscf})}{621\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

3. Bulan Maret

$$Pe = \frac{(23.1 \text{ mmscf} \times 20.17 \text{ jam/mmscf})}{590\text{jam}} \times 100\% = 79\%$$

4. Bulan April

$$Pe = \frac{(27.1 \text{ mmscf} \times 26.02 \text{ jam/mmscf})}{708\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

5. Bulan Mei

$$Pe = \frac{(26.9 \text{ mmscf} \times 27.37 \text{ jam/scf})}{736\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

6. Bulan Juni

$$Pe = \frac{(25.7 \text{ mmscf} \times 27.72 \text{ jam/mmscf})}{717\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

7. Bulan Juli

$$Pe = \frac{(26.4 \text{ mmscf} \times 27.61 \text{ jam/mmscf})}{733\text{jam}} \times 100\% = 99\%$$

8. Bulan Agustus

$$Pe = \frac{(23.8 \text{ mmscf} \times 23.49 \text{ jam/mmscf})}{727\text{jam}} \times 100\% = 78\%$$

Tabel 4.9. Perhitungan *Performance Efficiency* Bulan Januari – Agustus 2016

Bulan	Produksi Gas (mmscf)	<i>Ideal Cycle Time</i> (jam/mmscf)	<i>Operation Time</i> (Jam)	<i>Performance Efficiency</i> (%)
Januari	0	0	0	0
Februari	27.3	22.68	621	99
Maret	23.1	20.17	590	79
April	27.1	26.02	708	99
Mei	26.9	27.37	736	99
Juni	25.7	27.72	717	99
Juli	26.4	27.61	733	99
Agustus	23.8	23.49	727	78

4.2.3. Perhitungan *Rate of Quality Product (RQ)*

Rate of quality product merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standart.

Untuk menghitung *rate of quality product* digunakan Pers. 2.11, yaitu:

$$RQ = \frac{(Pa - Da)}{Pa} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$RQ = \frac{(0 - 0)}{0} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$RQ = \frac{(27.3 \text{ mmscf} - 0)}{27.3 \text{ mmscf}} \times 100\% = 100\%$$

3. Bulan Maret

$$RQ = \frac{(23.1 \text{ mmscf} - 0)}{23.1 \text{ mmscf}} \times 100\% = 100\%$$

4. Bulan April

$$RQ = \frac{(27.1 \text{ mmscf} - 0)}{27.1 \text{ mmscf}} \times 100\% = 100\%$$

5. Bulan Mei

$$RQ = \frac{(26.9 \text{ mmscf} - 0)}{(26.9 \text{ mmscf})} \times 100\% = 100\%$$

6. Bulan Juni

$$RQ = \frac{(25.7 \text{ mmscf} - 0)}{25.7 \text{ mmscf}} \times 100\% = 100\%$$

7. Bulan Juli

$$RQ = \frac{(26.4 \text{ mmscf} - 0)}{26.4 \text{ mmscf}} \times 100\% = 100\%$$

8. Bulan Agustus

$$RQ = \frac{(23.8 \text{ mmscf} - 0)}{23.8 \text{ mmscf}} \times 100\% = 100\%$$

**Tabel 4.10. Perhitungan *Rate Of Quality Product* Pada Bulan Januari-
Agustus 2016**

Bulan	Gross Product (mmscf)	Total Broke (mmscf)	Rate Of Quality Product (%)
Januari	0	0	0
Februari	27.3	0	100
Maret	23.1	0	100
April	27.1	0	100
Mei	26.9	0	100
Juni	25.7	0	100
Juli	26.4	0	100
Agustus	23.8	0	100

4.2.4 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Untuk mengetahui besarnya efektivitas mesin/peralatan secara keseluruhan, maka terlebih dahulu harus diketahui/diperoleh nilai-nilai *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Rate Of Quality Product*. Nilai OEE dihitung dengan menggunakan Pers. 2.12, yaitu:

$$OEE = Av \times Pe \times RQ \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$OEE = 0 \times 0 \times 0 \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$OEE = 0.89 \times 0.99 \times 1.0 \times 100\% = 88\%$$

3. Bulan Maret

$$OEE = 1.0 \times 0.79 \times 1.0 \times 100\% = 79\%$$

4. Bulan April

$$OEE = 0.98 \times 0.99 \times 1.0 \times 100\% = 97\%$$

5. Bulan Mei

$$OEE = 0.98 \times 0.99 \times 1.0 \times 100\% = 97\%$$

6. Bulan Juni

$$OEE = 0.99 \times 0.99 \times 1.0 \times 100\% = 98\%$$

7. Bulan Juli

$$OEE = 0.98 \times 0.99 \times 1.0 \times 100\% = 97\%$$

8. Bulan Agustus

$$OEE = 0.86 \times 0.78 \times 1.0 \times 100\% = 67\%$$

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan OEE Pada Bulan Januari-Agustus 2016

Bulan	Availability	Performance Efficiency	Rate Of Quality Product	OEE (%)
Januari	0	0	0	0
Februari	0.89	0.99	1.0	88
Maret	1.0	0.79	1.0	79
April	0.98	0.99	1.0	97
Mei	0.98	0.99	1.0	97
Juni	0.99	0.99	1.0	98
Juli	0.98	0.99	1.0	97
Agustus	0.97	0.78	1.0	67

4.3. Perhitungan OEE *Six Big Losses*

4.3.1. *Downtime Losses*

Didalam perhitungan OEE, yang termasuk dalam *downtime losses* adalah *equipment failiure* dan *set up and adjusment*

a. *Equipment Failure (Ef)*

Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan oleh *equipment failure* dihitung dengan menggunakan Pers. 2.1, yaitu:

$$Ef = \frac{Tb}{Lt} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$Ef = \frac{744\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 100\%$$

2. Bulan Februari

$$Ef = \frac{72\text{jam}}{696\text{jam}} \times 100\% = 10.34\%$$

3. Bulan Maret

$$Ef = \frac{0\text{jam}}{590\text{jam}} \times 100\% = 0\%$$

4. Bulan April

$$Ef = \frac{11\text{jam}}{720\text{jam}} \times 100\% = 1.52\%$$

5. Bulan Mei

$$Ef = \frac{6\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 0.8\%$$

6. Bulan Juni

$$Ef = \frac{1\text{jam}}{720\text{jam}} \times 100\% = 0.13\%$$

7. Bulan Juli

$$Ef = \frac{9\text{jam}}{744\text{jam}} \times 100\% = 1.2\%$$

8. Bulan Agustus

$$Ef = \frac{15\text{jam}}{657\text{jam}} \times 100\% = 2.8\%$$

Tabel 4.12. Perhitungan *Equipment Failure* Bulan Januari-Agustus 2016

Bulan	Total Breakdown (jam)	Loading Time (jam)	Breakdown losses (%)
Januari	744	744	100
Februari	72	696	10.34
Maret	0	590	0
April	11	720	1.52
Mei	6	744	0.8
Juni	1	720	0.13
Juli	9	744	1.2

Agustus	15	675	2.8
Total	858		

b. *Set up and adjustment*

Dalam perhitungan *set up and adjustment* diperlukan seluruh data mengenai waktu *set up* mesin yang menjadi objek penelitian. Untuk mengetahui besarnya persentase efektifitas mesin yang hilang diakibatkan oleh *set up and adjustment*, maka digunakan Pers.2.2, yaitu:

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{(\text{total set up})}{(\text{Lt})} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{0}{744} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{3\text{jam}}{696\text{jam}} \times 100\% = 4.3\%$$

3. Bulan Maret

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{0}{590} \times 100\% = 0$$

4. Bulan April

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{1}{724} \times 100\% = 0.13\%$$

5. Bulan Mei

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{2}{744} \times 100\% = 0.26\%$$

6. Bulan Juni

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{2}{720} \times 100\% = 0.27\%$$

7. Bulan Juli

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{2}{744} \times 100\% = 0.26\%$$

8. Bulan Agustus

$$\text{Set up and adjustment} = \frac{2}{657} \times 100\% = 0.30\%$$

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan *Set Up And Adjustment* Bulan Januari-Agustus 2016

Bulan	<i>Set Up And Adjustment</i> (jam)	<i>Loading Time</i> (jam)	<i>Set Up Losses</i> (jam)
Januari	0	744	0
Februari	3	696	4.3
Maret	0	590	0
April	1	720	0.13
Mei	2	744	0.26
Juni	2	720	0.27
Juli	2	744	0.26
Agustus	2	657	0.30
Total	12		

4.3.2. Speed Losses

Faktor-faktor yang dikategorikan dalam *speed losses* adalah *idling and minor stoppages* dan *reduced speed losses*

a. *Idling Minor And Stoppages (IMS)*

Untuk mengetahui persentase dari faktor *idling minor and stoppages* dalam mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan Pers. 2.3, yaitu:

$$IMS = \frac{\text{Non produktive time}}{L_t} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$IMS = \frac{0}{744} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$IMS = \frac{0}{696} \times 100\% = 0$$

3. Bulan Maret

$$IMS = \frac{0}{590} \times 100\% = 0$$

4. Bulan April

$$IMS = \frac{0}{720} \times 100\% = 0$$

5. Bulan Mei

$$\text{IMS} = \frac{0}{744} \times 100\% = 0$$

6. Bulan Juni

$$\text{IMS} = \frac{0}{720} \times 100\% = 0$$

7. Bulan Juli

$$\text{IMS} = \frac{0}{744} \times 100\% = 0$$

8. Bulan Agustus

$$\text{IMS} = \frac{0}{657} \times 100\% = 0$$

b. *Reduced Speed Losses (RSL)*

Reduced Speed Losses dihitung dengan menggunakan Pers.2.4, yaitu:

$$\text{RSL} = \frac{\text{Ot} - (\text{Ict} \times \text{total product process})}{\text{Lt}} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$\text{RSL} = \frac{(0 - (0 \times 0))}{744} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$\text{RSL} = \frac{(621\text{jam} - (22.68 \text{ jam/mmscf} \times 27.3 \text{ mmscf}))}{696\text{jam}} \times 100\% = 0.28\%$$

3. Bulan Maret

$$\text{RSL} = \frac{(590 - (20.17 \text{ jam/mmscf} \times 23.1 \text{ mmscf}))}{590 \text{ jam}} \times 100\% = 21.18\%$$

4. Bulan April

$$\text{RSL} = \frac{(708 - (26.02 \text{ jam/mmscf} \times 27.1 \text{ mmscf}))}{720} \times 100\% = 0.37\%$$

5. Bulan Mei

$$\text{RSL} = \frac{(736 - (27.37 \text{ jam/mmscf} \times 26.9 \text{ mmscf}))}{744} \times 100\% = 0.1\%$$

6. Bulan Juni

$$\text{RSL} = \frac{(717 - (27.72 \text{ jam/mmscf} \times 25.7 \text{ mmscf}))}{720} \times 100\% = 0.7\%$$

7. Bulan Juli

$$\text{RSL} = \frac{(733 - (27.61 \text{ jam/mmscf} \times 26.4 \text{ mmscf}))}{744} \times 100\% = 0.67\%$$

8. Bulan Agustus

$$\text{RSL} = \frac{(640 - (23.49 \text{ jam/mmscf} \times 23.8 \text{ mmscf}))}{657} \times 100\% = 12.32\%$$

Tabel 4.14. Hasil Perhitungan *Reduced Speed Losses* Bulan Januari-Agustus 2016

Bulan	<i>Operation time</i> (jam)	<i>Ideal Cycle time</i> (jam/mmscf)	<i>Total Product Proses</i> (mmscf)	<i>Loading time</i> (jam)	<i>Reduced Speed Losses</i> (jam)	<i>Reduced Speed Losses</i> (%)
Januari	0	0	0	744	0	0
Februari	621	22.68	27.3	696	1.8	0.28
Maret	590	20.17	23.1	590	124.9	21.18
April	708	26.02	27.1	720	2.8	0.37
Mei	736	27.37	26.9	744	0.1	0.01
Juni	717	27.72	25.7	720	4.5	0.7
Juli	733	27.61	26.4	744	4.1	0.67
Agustus	640	23.49	23.8	657	80.9	12.32
Total					219.1	

4.3.4. Defect Losses

Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect losses* adalah *rework loss* dan *scrap loss*.

a. Rework Loss (RL)

Perhitungan *rework loss* dilakukan menggunakan Pers. 2.5, yaitu:

$$RL = \frac{Ict \times \text{rework}}{Lt} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$RL = \frac{0 \times 0}{744} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$RL = \frac{(22.68 \text{ jam/mmscf} \times 0)}{696 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

3. Bulan Maret

$$RL = \frac{20.17 \text{ jam/mmscf} \times 0}{590 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

4. April

$$RL = \frac{26.02 \text{ jam/mmscf} \times 0}{720 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

5. Bulan Mei

$$RL = \frac{27.37 \text{ jam/mmscf} \times 0}{744 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

6. Bulan Juni

$$RL = \frac{(27.72 \text{ jam/mmscf} \times 0)}{720 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

7. Bulan Juli

$$RL = \frac{27.61 \text{ jam/mmscf} \times 0}{744 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

8. Bulan Agustus

$$RL = \frac{23.49 \text{ jam/mmscf} \times 0}{657 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

b. *Scrap Losses (SL)*

Untuk mengetahui persentase faktor *scrap loss* yang mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan Pers. 2.6, yaitu:

$$SL = \frac{Ict \times scrap}{Lt} \times 100\%$$

1. Bulan Januari

$$SL = \frac{0 \times 0}{744} \times 100\% = 0$$

2. Bulan Februari

$$SL = \frac{(22.68 \text{ jam/mmscf} \times 0)}{696 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

3. Bulan Maret

$$SL = \frac{20.17 \text{ jam/mmscf} \times 0}{590 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

4. April

$$SL = \frac{26.02 \text{ jam/mmscf} \times 0}{720 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

5. Bulan Mei

$$SL = \frac{27.37 \text{ jam/mmscf}}{744 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

6. Bulan Juni

$$SL = \frac{(27.72 \text{ jam/mmscf} \times 0)}{720 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

7. Bulan Juli

$$SL = \frac{27.61 \text{ jam/mmscf} \times 0}{744 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

8. Bulan Agustus

$$SL = \frac{23.49 \text{ jam/mmscf} \times 0}{657 \text{ jam}} \times 100\% = 0$$

Tabel 4.15. Hasil Perhitungan *Rework Loss* dan *Scrap Loss* Pada Bulan

Januari-Agustus 2016.

Bulan	<i>Loading time</i> (jam)	<i>Ideal Cycle time</i> (jam/mmscf)	<i>Scrap</i> (jam)	<i>Rework</i> (jam)	<i>Scrap loss and Rework loss</i> (%)
Januari	744	0	0	0	0
Februari	696	22.68	0	0	0
Maret	590	20.17	0	0	0
April	720	26.02	0	0	0
Mei	744	27.37	0	0	0
Juni	720	27.72	0	0	0
Juli	744	27.61	0	0	0
Agustus	657	23.49	0	0	0
Total			0	0	

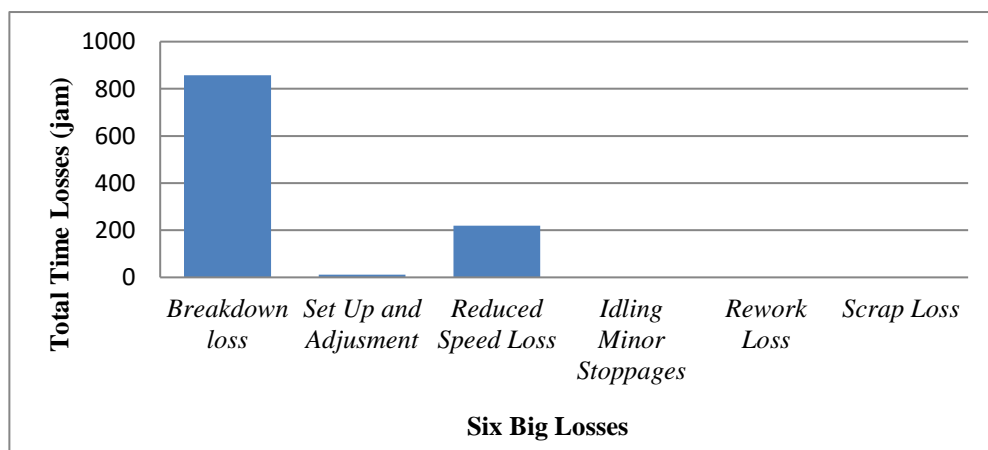
4.4. Pengaruh *Six Big Losses*

Untuk melihat lebih jelas *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin, maka akan dilakukan perhitungan *time loss* untuk masing-masing faktor dalam *six big losses* tersebut seperti yang terlihat pada hasil perhitungan dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.16. Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kompresor Gas DPC 360 K-802-B

No	<i>Six Big Losses</i>	Total Time Loss (jam)	Persentase (%)
1	<i>Breakdown Loss</i>	858	78.7
2	<i>Set Up And Adjustment Loss</i>	12	1.1
3	<i>Reduced Speed Loss</i>	219	20.1
4	<i>Idling Minor Stoppages</i>	0	0
5	<i>Rework Loss</i>	0	0
6	<i>Scrap Loss</i>	0	0
	Total	1089	

Persentase *time loss* keenam faktor tersebut juga akan lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk Diagram yang terlihat pada Gambar 4.1. dibawah ini:



Gambar 4.1. Diagram Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kompresor K802-B

Dari diagram dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah *Breakdown Losses* sebesar 78.7% dan *time loss*nya sebesar 858 jam. Yang mana semua ini terjadi diakibatkan kerusakan-kerusakan *sparepart* yang di alami oleh mesin antara lain :

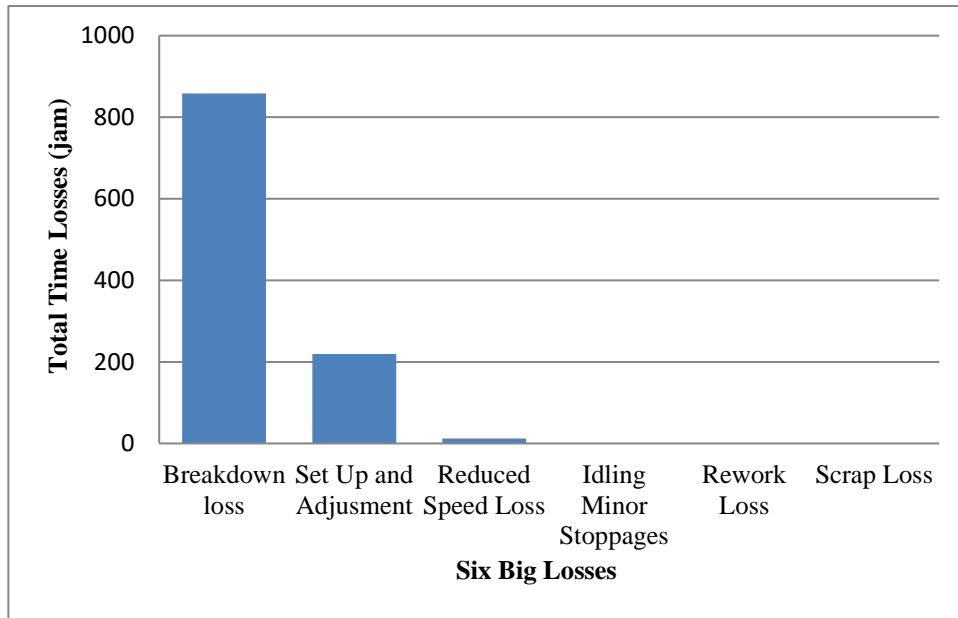
- a. Patahnya *Suction Valve* (Bulan Januari)
- b. Patahnya *bolt Cylinder Power* (Bulan Februari)
- c. Patahnya *pipe nipple drain fuel tank* (Bulan April)
- d. Pengelasan *muffler* dan *exhaust* (Bulan Mei)
- e. Patahnya *bolt cylinder power engine*, perbaikan *air intake* dan penambahan temperatur *engine cylinder I, drain udara* (Bulan Juni)
- f. Perbaikan *air intake* (Juli)
- g. Perbaikan *feul system, low discharge* (Bulan Agustus)

Untuk melihat urutan persentase keenam faktor tersebut mulai yang terbesar sampai yang terkecil dapat dilihat pada Tabel 4.16 dibawah ini:

Tabel 4.17. Pengurutan Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kompresor K-802-B Bulan Januari-Agustus 2016

No	<i>Six Big Losses</i>	<i>Total Time Loss</i> (jam)	<i>Persentase</i> (%)
1	<i>Breakdown Loss</i>	858	78.7
2	<i>Reduced Speed Loss</i>	219	20.3
3	<i>Set Up and Adjusment</i>	12	1.1
4	<i>Idling Minor Stoppages</i>	0	0
5	<i>Rework Loss</i>	0	0
6	<i>Scrap Loss</i>	0	0
	Total	1089	

Dari hasil pengurutan persentase faktor *six big losses* tersebut akan digambarkan diagram paretonya sehingga terlihat jelas urutan dari keenam faktor yang mempengaruhi efektivitas di mesin Kompresor Gas DPC 360 K-802-B. Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 4.2. berikut:

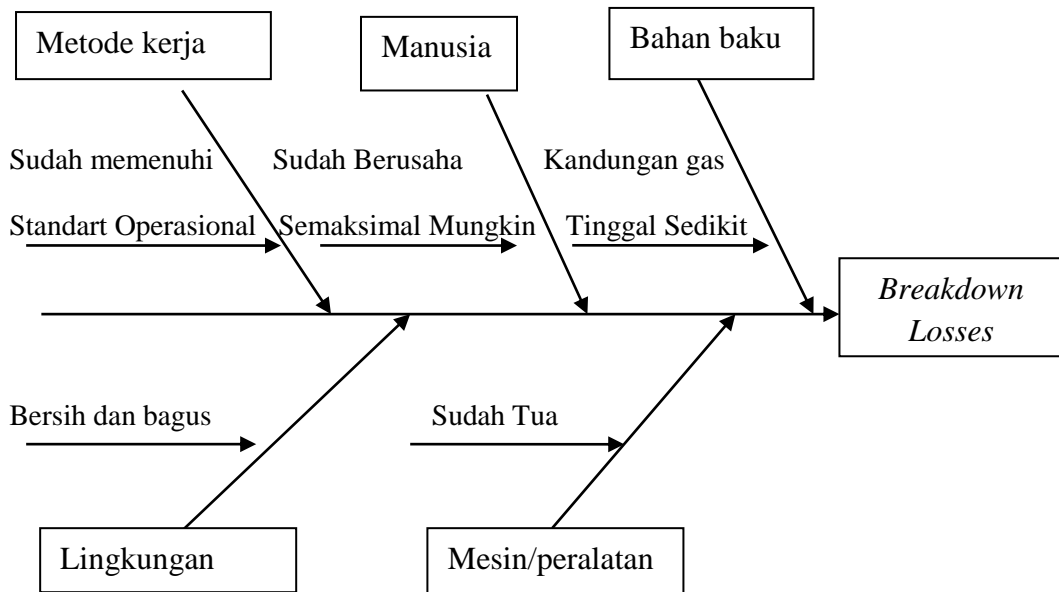


Gambar 4.2. Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kompresor Gas DPC 360 K-802-Bulan Januari-Agustus 2016.

4.5. Diagram Sebab Akibat /Fishbone

Melalui diagram pareto dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar dari *faktor six big losses* tersebut adalah *Breakdown Losses* sebesar 78.7%. Oleh karena itu faktor inilah yang akan dianalisa dengan menggunakan *cause and effect diagram*.

Dalam diagram sebab akibat pada Gambar 4.3. berikut akan diketahui penyebab tingginya faktor *breakdown losses* yang terjadi pada mesin kompresor gas DPC 360 K-802-B.



Gambar 4.3 Diagram Sebab-Akibat/Fishbone

4.6. Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Analisa perhitungan *overall equipment effectiveness* di PT. Pertamina Pangkalan Susu dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas penggunaan mesin kompresor selama bulan Januari-Agustus 2016. Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ini merupakan perkalian antara *Availability Ratio*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality Product*.

1. Selama priode Januari-Agustus 2016 diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yaitu antara 0% - 98%. Dimana hasil dari

performance efficiency yang berkisar antara 0% - 99%, hasil *Availability* antara 0%-100%, dan hasil dari *Rate of Quality Product* antara 0-100%.

2. Nilai OEE tertinggi terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar 98%, dimana ini terjadi disebabkan karena tingginya tingkat rasio *performance efficiency* yaitu 99%, *Availability* 99%, dan *Rate of quality product* 100%.
3. Nilai OEE terendah terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 0%, ini terjadi karena rendahnya tingkat rasio *performance efficiency*, *availability*, dan *rate of quality product* yaitu masing-masing terdiri dari 0%.

4.7. Analisa Perhitungan OEE Six Big Losses

Dalam penggambaran diagram pareto yang terdapat pada pengolahan data dapat dilihat bahwa faktor *Equipment Failure losses* adalah faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor penyebab kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin. Analisis dilakukan dengan melihat persentase kumulatif faktor-faktor *six big losses* terhadap total *time loss* yang disebabkan dari masing-masing faktor *six big losses*, yang dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.18. Tabel Persentase Kumulatif dari Six Big Losses

No	Six Big Losses	Total Time Loss (jam)	Persentase (%)	Persentase kumulatif (%)
1	<i>Breakdown Loss</i>	858	78.7	78.7
2	<i>Reduced Speed Loss</i>	219	20.1	98.8
3	<i>Set Up and Adjustment</i>	12	1.1	100
4	<i>Idling Minor Stoppages</i>	0	0	0
5	<i>Rework Loss</i>	0	0	0
6	<i>Scrap Loss</i>	0	0	0
	Total	1089	100	100

4.8. Analisis Diagram Sebab Akibat

Analisa terhadap faktor yang memberikan kontribusi terbesar penyebab rendahnya efektivitas mesin kompresor DPC 360 K-802-B dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Penganalisaan dilakukan dengan melihat persentase kumulatif *time loss* dari diagram pareto *six big losses* yang memiliki persentase terbesar yaitu *Equipment Failure* sebesar 78.7 %.

Analisa diagram sebab akibat untuk faktor *Equipment Failure* adalah sebagai berikut:

1. Manusia/Operator
 - a. Semua komponen baik itu pegawai/operator sudah berusaha semaksimal mungkin, yang menyebabkan lamanya mesin mati dikarenakan komponen/alat yang mengalami kerusakan semuanya berasal dari luar negeri, sehingga butuh waktu yang lumayan lama sampai komponen/alat yang rusak sampai ke perusahaan.
2. Mesin/Peralatan
 - a. Komponen mesin yang sudah tua dan aus yang mengakibatkan turunnya kemampuan mesin/peralatan.
3. Material/Bahan Baku
 - a. Sudah berkurangnya kandungan gas yang ada pada sumur yang mengakibatkan turunnya produksi gas.
4. Lingkungan
 - a. Lingkungan yang ada di area proses produksi bagus, bersih dan terawat jadi tidak menjadi penyebab turunnya efektivitas mesin.

5. Metode Kerja

- a. Metode kerja sudah sesuai dengan prosedur yang ada pada perusahaan dan sesuai dengan SOP yang ada, dan tidak menjadi faktor turunnya efektivitas mesin/alat.

4.9. Evaluasi/Usulan Pemecahan Masalah

Berdasarkan perhitungan persentase kumulatif dari *six big losses* diatas faktor yang paling dominan yang mempengaruhi efektivitas mesin/peralatan adalah *Equipment Failure*. Oleh karena itu evaluasi/usulan pemecahan masalah yang dapat dilakukan adalah:

1. Faktor manusia atau Tenaga kerja
 - a. Pihak manajemen seharusnya melakukan evaluasi terhadap persediaan alat atau stok alat yang sudah mulai tua, sehingga tidak terlalu lamanya mesin itu menganggur yang diakibatkan alat yang tidak tersedia.
2. Faktor Mesin/Peralatan
 - a. Meningkatkan perawatan harian dan bulanan, seperti: Pemeriksaan minyak pelumas, membersihkan bagian luar mesin, memeriksa baut-baut yang sudah kendur serta mengganti sparepart yang sudah lama atau tua.

3. Faktor Material/Bahan baku
 - a. Gas merupakan suatu bahan/hasil alam yang tidak dapat diperbaharui, sehingga makin lama kita mengambilnya maka makin berkurang terus-menerus. Jadi kalau dilihat dari bahan baku maka tidak ada faktor evaluasinya.
4. Lingkungan dan Metode Kerja
 - a. Lingkungan dan metode kerja sudah bagus jadi tidak perlu di evaluasi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pengukuran OEE di mesin Kompresor Gas DPC 360 K-802-B PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Field, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pengukuran tingkat efektifitas mesin dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Pertamina Pangkalan Susu yang di mulai dari bulan Januari-Agustus 2016, yang mana persentase tertinggi berada pada bulan Juni 2016 sebesar 98% dan yang terendah pada bulan Januari, Maret, dan Agustus 2016 sebesar 0 %, 79%, dan 67%.
2. Faktor yang memiliki persentase tertinggi dari faktor *six big losses* mesin kompresor adalah *Equipment Failure* sebesar 78.7%, *Reduced Speed Losses* sebesar 20.1%, *Set Up and Adjustment* sebesar 1.1%, dan 0% untuk masing-masing dari *Idling Minor Stoppages*, *Rework Losses*, dan *Scrap Losses*.
3. *Breakdown Losses* yang terjadi pada bulan Januari 2016 sebesar 100% telah menyebabkan hilangnya keefektifan mesin/peralatan, yang mana menyebabkan tingginya nilai *Equipment Failure* sebesar 78.7%.
4. *Set up and adjustment* mesin/peralatan juga mempengaruhi keefektifan penggunaan mesin kompresor. Persentase tertinggi *set up and adjustment* terjadi pada bulan Februari 2016 sebesar 4.3%.

5. Persentase terbesar yang menyebabkan hilangnya efektifitas mesin karena faktor *Reduced speed losses* yaitu 21.18%, yang terjadi pada bulan Maret 2016.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian ini maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Hendaknya penyediaan sparepart atau komponen-komponen mesin disediakan sebelum terjadinya kerusakan, sehingga waktu *breakdown* yang terjadi tidak begitu lama sehingga dapat mengurangi berhentinya mesin beroperasi.
2. Perusahaan agar lebih memperhatikan kondisi mesin dengan memprediksi waktu kerusakan mesin melalui perhitungan umur alat atau komponen untuk mengantisipasi kerusakan mesin dan dapat menetapkan langkah-langkah penggantian komponen mesin sebelum terjadinya kerusakan mesin.
3. Perusahaan perlu menanamkan kesadaran kepada seluruh komponen karyawan yang ada di wilayah produksi untuk dapat berpartisipasi dalam peningkatan efisiensi dan produktivitas yang bertujuan untuk kesuksesan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ade Heri Sumantri, 2013, Analisis RPN Terhadap Keandalan Instrumentasi Kompresor Udara Menggunakan Metode FMEA, Tugas Sarjana, Fakultas Sain dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasin Riau.
2. Aryanta, I.M.A., 2011, Analisis Perbedaan Analisa Usulan Penerapan *Total Productive Maintenance*, Majalah Ilmiah UNIKOM, Vol 7, No.2 Bandung.
3. Daniel Limantoro dan Felecia, S.T., M.Sc. 2013, *Total Productive Maintenance*. Jurnal Titra Vol.1 No.1.
4. Henry Joy Hutagaol, 2009, *Penerapan Productive Maintenance* Untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* Di PT. Perkebunan Nusantara III Gunung Para, Tugas Sarjana Universitas Sumatera Utara.
5. Ida Nursanti dan Yoko Santoso, 2014, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol.13,No.1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Surakarta.
6. Jono, 2015, Manajemen Perawatan, Jurusan Teknik Industri, Universitas Widya Mataram, Yogyakarta. Vol. 3 No2.
7. Miko Hasriyono, 2009, Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan *Total Productive Maintenance* di PT. Hadi Baru, Tugas Sarjana, Universitas Sumatera Utara.
8. PT. Pertamina EP Asset 1 Pangkalan Susu Filed, 2016.
9. Sukwadi, R., 2007, Analisis Perbedaan Antara Faktor-faktor Kinerja Perusahaan Sebelum dan Sesudah Menerapkan Strategi *Total Productive Maintenance*, Tesis, Magister Manajemen, Universitas Diponegoro, Semarang.
10. Widya Saputri, 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.
11. Zulkifli, AM. 2010, Sistem Pemeliharaan Mesin-mesin dan Pabrik. Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.