

Penelitian

**OPTIMASI BIAYA PERAWATAN MINIMUM BERDASARKAN  
TINGKAT KERUSAKAN (FAILURE RATE) PADA MESIN  
LIQUID TRANSFER PUMP DAN MESIN LPG  
COMPRESSOR DI PERTAMINA  
DEPOT ELPIJI TANDEM**

Oleh :

**Ir. Rospal Singh, MT**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2001**

Penelitian



**OPTIMASI BIAYA PERAWATAN MINIMUM BERDASARKAN  
TINGKAT KERUSAKAN (FAILURE RATE) PADA MESIN  
LIQUID TRANSFER PUMP DAN MESIN LPG  
COMPRESSOR DI PERTAMINA  
DEPOT ELPIJI TANDEM**

Oleh :

**Ir. Raspal Singh, MT**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2001**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini yang mana penulisan makalah ini dimaksudkan untuk memenuhi kewajiban dalam memperoleh KUM bagi seorang tenaga pendidik di Perguruan Tinggi.

Dalam hal ini penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan segala kelapangan hati penulis berkenan menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun demi tercapainya kesempurnaan penulisan makalah di masa-masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah turut berpartisipasi aktif demi penyelesaian makalah ini.

Akhir kata kepadaNya kita berserah diri, semoga kita memperoleh cururan rahmat dan karuniaNya.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
BAB I : PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang Masalah .....	1
I.2. Tujuan Penelitian .....	2
I.3. Pentingnya Pemecahan Masalah .....	2
I.4. Metodologi Pendekatan Masalah .....	2
I.5. Batasan Masalah .....	3
I.6. Asumsi .....	3
I.7. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II : GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN .....	5
II.1. Sejarah Perminyakan di Indonesia .....	5
II.2. Lahirnya dan Berkembangnya PERTAMINA .....	6
II.3. Aktivitas PERTAMINA di Sumatera Utara .....	7
II.4. Bergerak di Bidang .....	8
II.5. Organisasi dan Manajemen .....	8
II.6. Uraian dan Tugas Tanggungjawab .....	9
II.7. Jumlah Tenaga Kerja .....	11
II.8. Jam Kerja .....	11

BAB III	: PROSES PRODUKSI .....	13
	III.1. Bahan Baku yang Digunakan .....	13
	III.2. Bahan Penolong yang Digunakan .....	13
	III.3. Uraian Proses Produksi .....	14
	III.4. Unit-Unit Pendukung Proses Produksi .....	15
	III.5. Spesifikasi Peralatan .....	15
BAB IV	: LANDASAN TEORI .....	21
	IV.1. Defenisi Pemeliharaan .....	21
	IV.2. Tujuan Pemeliharaan .....	21
	IV.3. Model Sistem Pemeliharaan .....	22
	IV.4. Organisasi dan Prosedur Pemeliharaan .....	23
	IV.5. Analisa Kerusakan .....	23
	IV.6. Fungsi Kepadatan Kemungkinan .....	25
	IV.7. Laju Kegagalan .....	25
	IV.8. Laju Hazard .....	26
	IV.9. Harapan Hidup (Expected Life) .....	27
	IV.10. Distribusi Weibull .....	27
	IV.11. Estimasi Fungsi Keandalan .....	28
	IV.12. Penentuan Harga dari Fungsi Keandalan Weibull .....	29
	IV.13. Test Kolmogrov-Smirnov .....	30
	IV.14. Penentuan Frekwensi Pemeliharaan .....	31

BAB V	: PENGUMPULAN DATA .....	32
	V.1. Data Rata-rata Waktu dan Biaya Pemeliharaan .....	32
	V.2. Data Produksi Tabung Tahun 2001 .....	33
	V.3. Data Jarak Kerusakan pada Mesin .....	34
	V.4. Data Jarak Kerusakan Mesin Mesin LPG Compressor.....	35
BAB VI	: PENGOLAHAN DATA	
	VI.1. Menghitung MTTF (kerusakan) pada Mesin Liquid Transfer Pump .....	36
BAB VII	: ANALISA DAN EVALUASI .....	40
	VII.1. Analisa Terhadap Biaya Perawatan Minimum .....	40
	VII.2. Evaluasi	
BAB VIII	: KESIMPULAN DAN SARAN .....	43
	VIII.1. Kesimpulan .....	43
	VIII.2. Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA		

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pertamina Depot Elpiji Tandem merupakan salah satu tempat dalam proses pengisian dan penyaluran gas alam yang menjadi suatu produk seperti LPG (Liquid Petroleum Gas). Untuk memproduksi dalam pengisian gas perusahaan menggunakan berbagai mesin dan peralatan produksi. Mesin-mesin dan peralatan produksi tersebut diharapkan selalu dalam keadaan siap untuk dioperasikan dengan baik, sehingga menjamin kelancaran produksi itu sendiri.

Mengingat pentingnya peralatan produksi dalam proses pengisian gas, maka perlu diadakan suatu sistem pemeliharaan terencana untuk mengurangi terjadinya kerusakan secara tiba-tiba dan menyeluruh yang dapat menimbulkan gangguan pada waktu operasi yang berarti kerugian atau penambahan biaya produksi, termasuk target produksi yang telah ditetapkan tidak tercapai. Hal tersebut merupakan salah satu penyebab kerugian perusahaan.

Dengan demikian kegiatan pemeliharaan terencana terhadap peralatan produksi merupakan sesuatu yang penting untuk diperhatikan sebagai usaha untuk mengurangi kegagalan produksi.

Sistem pemeliharaan terencana yang baik akan mampu menjaga keandalan mesin untuk siap digunakan sehingga kontinuitas produksi lancar dan memungkinkan untuk mengendalikan biaya pemeliharaan.

Untuk tujuan tersebut maka perlu ditentukan frekuensi pemeriksaan yang optimal disertai dengan organisasi dan prosedur pemeliharaan.

### **I.3. Pentingnya Pemecahan Masalah**

Dalam mencapai tujuan penelitian ini sejumlah masalah dilakukan peneliti yaitu:

1. Dengan mengetahui sejauh mana manajemen yang dijalankan oleh Pertamina Depot Elpiji Tandem.
2. Untuk mempelajari faktor yang mempengaruhi terjadinya kerusakan pada mesin Liquid Transfer Pump dan mesin LPG Compressor.
3. Untuk mengetahui efisiensi biaya pemeliharaan mesin nozzle dan mesin Dest remover, apakah ekonomis atau tidak.

### **I.4. Metodologi Pendekatan Masalah**

Dalam memecahkan masalah ini, maka digunakan pendekatan dengan teori test kolmogrov-smirnov, pendekatan matematis serta teori-teori lain yang berhubungan dengan pemecahan masalah.

Metodologi pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

1. Melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti.

2. Melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk membantu dalam pembahasan masalah.
3. Melakukan pencatatan perusahaan yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan.

### **I.5. Batasaan Masalah**

Supaya pengumpulan data, analisa dan evaluasi serta pemecahan masalah lebih terarah maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan yang dimaksud dalam masalah ini:

1. Peralatan yang diteliti meliputi mesin Liquid Transfer Pump dan mesin LPG Compressor.
2. Ruang lingkup pembahasan masalah hanya menyangkut manajemen pemeliharaan.
3. Cara pembongkaran dan pemasangan peralatan produksi yang diteliti tidak dibahas.
4. Semua mesin pengolahan berjalan dalam kondisi yang baik.

### **I.6. Asumsi**

1. Pekerjaan yang melakukan pemeliharaan telah memiliki kemampuan teknis yang memadai.
2. Proses pengisian gas LPG berlangsung cukup baik.
3. Mesin yang diteliti dalam kondisi baik.

4. Proses produksi berjalan secara normal dan aktivitas perusahaan tetap seperti biasa dalam periode penelitian.

## **I.7. Sistematika Penulisan**

Penulisan dibagi beberapa bagian untuk lebih mudah dipahami satu dan yang lain saling berhubungan.

- BAB I : Mengemukakan latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan pentingnya pemecahan masalah.
- BAB II : Mengemukakan sejarah umum perusahaan, gambaran umum perusahaan, lokasi perusahaan, struktur organisasi dan penugasan organisasi, tenaga kerja, sistem pengupahan dan keselamatan kerja.
- BAB III : Tentang bahan baku dan bahan penolong, peralatan yang dilakukan di dalam proses produksi.
- BAB IV : Landasan teori yang mendukung pemecahan masalah.
- BAB V : Pengumpulan Data
- BAB VI : Pengolahan data yang telah terkumpul dengan penggunaan rumus-rumus statistik.
- BAB VII : Analisa dan Evaluasi
- BAB VIII : Kesimpulan dan hasil penulisan dan saran-saran yang diajukan

## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**

#### **II.1. Sejarah Perminyakan di Indonesia**

Penemuan minyak dimulai dari daerah sekitar Pangkalan Brandan, yaitu di Telaga Tunggal, dimana pada tanggal 15 Juni 1885 oleh A.J. Zijlker seorang berkebangsaan Belanda melalui pengeborannya dengan kedalaman 90 meter, dia mendapatkan minyak bumi sebanyak 200 liter, tetapi itu tidak bertahan lama.

Selanjutnya A.J. Zijlker melakukan pengeboran di sumur Telaga Tunggal 1-1 di daerah Telaga Said, dengan menambah kedalaman sumur 31 meter menjadi 121 meter, diperoleh minyak bumi sebanyak 8640 liter, sehingga pada saat inilah dimulai sejarah perminyakan di Indonesia yang dikenal dengan “Sumur Komersial Pertama” di Indonesia.

Pada tanggal 16 Juni 1890 didirikan “Koninklijke Nederlandsche Petroleum Company” (KNPC) oleh A.J. Zijlker dan kawan-kawannya di Den Haag dan pusat administrasi perusahaan di Pangkalan Brandan.

Selanjutnya dibangun sebuah pengilangan minyak yang rampung dikerjakan dalam bulan Februari 1892. Enam tahun kemudian (1898) selesai pula dibangun tangki penimbunan serta fasilitas pelabuhan di Pangkalan Susu. Tempat ini dikenal sebagai pelabuhan ekspor minyak pertama di Indonesia.

## **II.2. Lahirnya dan Berkembangnya PERTAMINA**

Pada tahun 1907 “Koninklijke Nederlandssche Petroleum Company” (KNPC) dengan perusahaan Inggris yang bernama, Shell Transport & Trading Co. mendirikan perusahaan baru yang mereka beri nama “koninklijke Shell Group” atau shell yang bergerak dalam hal memasarkan minyak dengan perusahaan Bataafsche Petroleum Maatschaappij (BPM) untuk bidang eksplorasi dan produksi. BPM memiliki sekitar 10 daerah konsesi di daerah langkat dan 8 daerah konsesi di daerah Aceh Timur.

Pada bulan September 1945 seluruh tambang minyak di kawasan Pangkalan Brandan diserahkan oleh pihak Jepang kepada Pemerintah Indonesia disaksikan oleh Komisi Tiga Negara, maka terbentuklah PTRMI (Perusahaan Tambang Minyak Indonesia).

Pada tahun 1945 lapangan minyak di Sumatera Utara-Aceh digabung menjadi satu tambang minyak Sumatera Utara (TMSU) yang dikeolah oleh KASAD di bawah Pemerintah Pusat. Kemudian nama ini dirubah kembali menjadi PT. EPMSU. Hanya beberapa tahun kemudian, pada tanggal 10 Desember 1957 atas perintah KASAD Mayjen A.H. Nasution, selaku pengawasan pean, nama PT. EPMSU berubah menjadi PT. Perusahaan Minyak Nasional (PT. PERMINA) agar bersifat nasional, kemudian tanggal 10 Desember inilah ditetapkan hari jadi “PERTAMINA”.

Berdasarkan undang-undang No. 44/1960, selanjutnya dikeluarkan PP. No. 3/1961 yang mendirikan PN. PERMINA, PP. No. 198/1961 yang dirubah PERMINA

menjadi PN. PERMINA dan juga dengan PP No. 199/1961 yang mendirikan PT. PERMIGAN.

Selanjutnya bulan Februari 1962 nama PERMINA dirubah menjadi PT. PERMINA (Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara) dan dengan dikeluarkan Undang-Undang No. 8 tahun 1971 atau sering disebut dengan undang-undang PERTAMINA dirubah menjadi PERTAMINA (Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara).

### **II.3. Aktivitas PERTAMINA di Sumatera Utara**

Wilayah kerja PERTAMINA di Sumatera Utara meliputi daerah Istimewa Aceh, Sumatera Utara dan Sumatera Barat. Namun jangkauan operasi yang erat hubungannya dengan produksi hanya diprioritaskan di daerah darat.

Aktivitas PERTAMINA di Sumatera Utara mencakup semua aktivitas perusahaan minyak dan gas bumi mulai dari eksplorasi, produksi, pengolahan dan penangkutan serta pemasaran minyak dan gas bumi. Untuk itu PERTAMINA dibagi atas unit-unit aktivitas sebagai berikut :

- Unit eksplorasi dan produksi
- Unit pengolahan
- Unit pembekalan dan pemasaran dalam negeri.

Unit eksplorasi dan produksi memiliki dua lapangan produksi, yaitu lapangan Pangkalan Susu dan lapangan Rantau yang berpusat di Rantau Prapat seta

mempunyai total produksi sekitar 7.317 barrel minyak per hari. Sedangkan produksi gas alam dalam bulan Juli 1995 mencapai 3.171,5 MMSCF.

#### **II.4. Bergerak di Bidang**

Di dalam penimbunan dan penyaluran bahan bakar LPG, baik dari mobil tangki LPG ke tangki timbun yang ada, yaitu : tangki 1A kapasitas 50 ton, tangki 1B kapasitas 50 ton dan tangki 2A kapasitas 250 ton, maka diperlukan system pemompaan dari mobil tangki LPG ke tangki, timbun dan adanya penyaluran melalui pipa Filling Station, yaitu tempat pengisian bahan bakar LPG ke tabung LPG kapasitas 12 kg, kapasitas 50 kg dan skid tank 8 ton dan 13 ton.

#### **II.5. Organisasi dan Manajemen**

Struktur organisasi dapat diartikan sebagai mekanisme formal. Struktur menunjukkan kerangka dan susunan perwujudan pola tetap hubungan diantara fungsi-fungsi, bagian-bagian atau posisi maupun orang-orang yang menunjukkan kedudukan, tugas, wewenang, dan tanggungjawab yang berbeda dalam suatu organisasi. Struktur organisasi mengandung unsure spesialisasi kerja, standarisasi, koordijnasi, sentralisasi atau desentralisasi dalam pembuatan dan ukuran.

Dengan adanya struktur organisasi akan tercermin pembagian tugas, wewenang dan tanggungjawab. Hal ini akan mempermudah untuk menentukan dan mengarahkan serta mengawasi pelaksanaan dari suatu perusahaan, agar tidak menyimpang dari tujuan yang ditetapkan semula.

## **I.6. Uraian dan Tugas Tanggungjawab**

### **1. Kepala Depot LPG Tandem**

Mengkoordinir pelaksanaan kegiatan operasi penerimaan, penimbunan LPG untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di wilayah LPG Tandem.

### **2. Pengawas Operasi LPG**

Mengawasi kegiatan operasi pembongkaran, penimbunan, pengisian, penyalur dan pemeliharaan sarana/prasarana serta keselamatan Depot.

### **3. Pengawas Administrasi**

Mengawasi kegiatan administrasi LPG

### **4. Asisten Penerimaan dan Penimbunan**

Mengawasi pelaksanaan kegiatan discharge LPG

### **5. Asisten Pengisian**

Mengawasi penyaluran LPG dalam botol dan mobil tangki.

### **6. Asisten Penerimaan**

Melaksanakan kegiatan pembongkaran mobil tangki

### **7. Asisten Pemeliharaan**

Mengawasi pelaksanaan kegiatan pemeliharaan botol LPG, Depot, Genset, dan F&S/LL.

### **8. Asisten LK 3**

Mengawasi kegiatan fire & safety

### **9. Juru Penimbun**

Melaksanakan kegiatan penimbunan LPG

10. Juru Pemeriksaan

Melaksanakan kegiatan pemeriksa botol/skid tank

11. Juru Tabung

Melaksanakan kegiatan pengisian tabung ke dalam botol LPG

12. Juru Skid Tank

Melaksanakan kegiatan pengisian mobil tangki

13. Juru Mekanik Tabung

Melaksanakan kegiatan pemeliharaan Tabung LPG

14. Juru Listrik

Melaksanakan kegiatan pemeliharaan kelistrikan Depot

15. Juru LK 3

Melaksanakan kegiatan fire dan safety

16. Juru ADM Umum/Keuangan

Melaksanakan semua kegiatan administrasi/keuangan depot LPG Tandem

17. Juru ADM Produksi

Melaksanakan kegiatan Administrasi Produksi LPG Depot

18. Juru ADM LPG dan Tabung

Melaksanakan kegiatan administrasi stock tabung LPG

19. Komandan Jaga

Mengawasi/membagi tugas kegiatan keamanan/pengamatan Depot

20. Anggota Jaga

Melaksanakan tugas pengawasan psikis di daerah operasi Depot LPG Tandem

21. Operator Power House

Melaksanakan kegiatan pengoperasian listrik/genset

22. Gate Keeper

Melaksanakan kegiatan Gate Keeper

### II.7. Jumlah Tenaga Kerja

Dalam melaksanakan tugas sehari-hari, untuk mendukung pemerintah dalam kewajiban dan menimbun, membongkar dan menyalurkan gas elpiji, maka diperlukan personil (man power) untuk gas depot elpiji Tandem mempergunakan tenaga kerja sebagai berikut.

Tabel 2.1.

**Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Golongan**

No	Jabatan	Jumlah
1.	Golongan 6	1 orang
2.	Golongan 9	4 orang
3.	Golongan 10	5 orang
4.	Golongan 11	15 orang
5.	Golongan 12	9 orang
Jumlah		34 orang

### II.8. Jam Kerja

a. Kerja Normal dalam sehari

Agar kerja perusahaan berjalan lancar dalam melaksanakan pekerjaan, maka jam kerja normal diatur sedemikian rupa. Dalam melaksanakan tugas perusahaan,

jumlah jam kerja setiap hari 6 jam dan kelebihan kerja dihitung lembur. Adapun sistem jam kerja Pertamina Depot Elpiji Tandem adalah :

a. Jam kerja harian

- Senin s/d Kamis : 07.00 – 16.00 (kerja)  
12.00 – 13.00 (istirahat)
- Jum'at : 07.00 – 16.30 (kerja)  
12.00 – 13.30 (istirahat)

b. Shift dalam sehari

Pekerja yang bertugas shift diatur dengan 3 shift masing-masing 8 jam kerja yaitu :

- Shift I : 07.00 – 15.00
- Shift II : 15.00 – 23.00
- Shift III : 23.00 – 07.00

c. Sistem Penggantian Shift

Pada jam 07.00 – 15.00 yang bertugas adalah shift I, kemudian dilanjutkan oleh shift II pada jam 15.00 – 23.00 dan kemudian dilanjutkan shift ketiga pada jam 23.0 – 07.00 dan shift ketiga menapat libur. Begitu seterusnya sistem yang dilakukan di dalam penggantian shift setelah shift I sehari bertugas maka hari berikutnya berubah ke shift II, demikian seterusnya.

## **BAB III**

### **PROSES PRODUKSI**

#### **III.1. Bahan Baku yang Digunakan**

Pada dasarnya bahan bakar LPG yang ditimbun, dibongkar dan disalurkan melalui dealer ke konsumen sebagai kebutuhan bagi masyarakat telah diproses di Kilang LPG Pertamina Pangkalan Susu, telah siap dipergunakan oleh konsumen.

Pertamina Depot LPG Tandem hanya berfungsi sebagai tempat penimbunan dan penyaluran ke konsumen melalui dealer-dealer yang telah ditunjuk oleh Pertamina UPPDN I.

Jadi bahan baku yang digunakan dalam proses pengisian adalah LPG Mixed yaitu campuran  $C_3H_8 + C_4H_{10}$  dengan merek dagang ELPIJI yang telah diproses di Kilang LPG Pangkalan Susu.

#### **III.2. Bahan Penolong yang Digunakan**

Untuk menguji jenis gas LPG, maka diperlukan bahan baku penolong yang dapat memberi tanda bahwa jenis gas tersebut adalah LPG. Untuk itu diperlukan bahan penolong yang digunakan, yaitu Macepton (odoran), yaitu gas pemberi bau penanda kebocoran, yang telah dicampurkan di kilang LPG Pangkalan Susu.

### **III.3. Uraian Proses Produksi**

1. Bahan bakar LPG diambil dari kilang Pertamina Pangkalan Susu melalui mobil LPG, dilengkapi dengan dokumen-dokumen, antara lain product transfer, kemudian ditimbun yang ada di Pertamina Depot LPG Tandem. Adapun jumlah tangki timbun yang ada di Pertamina di Depot LPG Tandem berjumlah 3 buah, masing-masing T 1A kapasitas 50 ton, T IIB kapasitas 50 ton dan tangki IIA kapasitas 250 ton.
2. Apabila operasi pengisian hendak dijalankan, maka gas yang ada di tangki timbun dialirkan dengan pompa melalui pipa ke Filling shed (tempat pengisian LPG dilaksanakan).
3. Kemudian diisikan ke Refueller serta skid tank kapasitas 12 kg maupun 50 kg serta skid tank kapasitas 8 ton, 9 ton dan 12 ton, melalui nozzle dengan menggunakan meter arus.
4. Untuk tabung kapasitas 12 kg, setelah pengisian selesai, maka tabung tersebut dipasang safety seal cap sebagai penyegelan dan untuk tabung kapasitas 50 kg dipasang safety plug dan segel timah dengan menggunakan kawat spesial.
5. Untuk proses yang terakhir, maka tabung-tabung tersebut dimuat ke mobil-mobil truk yang akan mengangkatnya ke dealer-dealer kemudian didistribusikan ke konsumen-konsumen.

### **III.4. Unit-Unit Pendukung Proses Produksi**

Dalam melaksanakan produksi LPG, maka diperlukan beberapa pendukung, diantaranya adalah :

- a. Pompa produk
- b. Sistem pemipaan
- c. Meter arus lengkap dengan compact filling head
- d. Tabung-tabung layak pakai ukuran 12 kg dan 50 kg.
- e. Slate conveyer
- f. Kelengkapan tabung seperti rubber seal
- g. dan lain-lain

### **III.5. Spesifikasi Peralatan**

Peralatan-peralatan yang utama dari LPG plant sesuai dengan operasinya.

#### **a. Filter**

- Feed gas filter separator (S 01)

Fungsi : ditempatkan pada feed gas inlet, filter ini berfungsi menyaring partikel padat sampai 3 micron atau lebih dari seluruh cairan dengan butiran 10 mikro atau lebih.

- Absorber filter (S 02)

Fungsi : ditempatkan pada posisi down stream dari dryer A 01 A/B, filter ini berfungsi untuk menghilangkan partikel pada 25 micron atau lebih yang masuk ke dalam mesin.

- Fuel gas filter A/B (S 300 A/B)

Fungsi : filter ini berfungsi untuk menghilangkan cairan besar partikel 10 micron atau lebih yang masuk ke dalam mesin.

b. Dryer

- Feed gas dryer (A 01 A/B)

Fungsi : menghilangkan kandungan air di dalam feed gas sebelum masuk seksi low temperatur, sehingga mencegah terjadinya kebuntuan, karena pembentukan es dan hydrates.

c. Compressor

- Feed gas compressor (C 01)

Fungsi : untuk menaikkan tekanan gas dari 22 bar menjadi 50,5 bar.

- Lean gas compressor (C10)

Fungsi : untuk menaikkan tekanan lean gas dari 21,9 bar menjadi 27,35 bar dan dikirim ke lean gas reticulation.

d. Gas Turbin

- Gas turbin (GT 01)

Fungsi : memutar compressor (C 01)

- Turbin generators (GT 02 A/B)

Fungsi : menyediakan tenaga listrik dengan alternatif harga yang murah untuk suplai pabrik dan untuk dikirim ke main plant grid.

e. Refrigeratir units

- Propane refrigeration compressor (C 200)

Fungsi : untuk menaikkan tekanan gas refrigerat (propane), kemudian gas diekspansikan dan berhubungan dengan ekspander (X10).

- Ekspansi turbine (X10)

Fungsi : memberi hubungan dengan skid propane refrigeration, kebutuhan refrigerant untuk proses ekspansi feed gas energinya digunakan untuk memutar lean gas compressor (C10).

- Ekspansi turbine (X10)

Fungsi : memberi hubungan dengan skid propane refrigeration, kebutuhan refrigerant untuk proses ekspansi feed gas dan energinya digunakan untuk memutar lean gas compressor (C 10).

f. Separator dan Drum

- Regant gas separator (D 01)

Fungsi : vessel ini untuk menghilangkan wet condensate yang dilepaskan dryer selama reaktifitas, dan gas generasi sebelum dikirim ke dalam sistem learn gas.

- Mercury absorber (D 06)

Fungsi : untuk melindungi peralatan aluminium di plant dan exhaust duct gas turbine dengan penghilangan mercury dalam feed gas hingga di bawah 0,1 g/(Nm<sup>3</sup>).

- Expander Inlet Separator (D 10)

Fungsi : untuk melindungi expander dengan pemisahan cairan dan vapour. Gas masuk ke expander sedangkan cairan kembali ke down stream dari expander.

- Cold Separator (D 11)

Fungsi : memisahkan dua fase aliran dan sekaligus memberikan umpan ke kolom deethanizer dan system lean gas. Pemisahan ini terjadi dengan memanfaatkan perbedaan tekanan pada level control valve yang diizinkan untuk top gas puncak kolom yang merupakan umpan ke dalam system.

- Debutanizer Reflux Drum (D13)

Fungsi : sebagai tanki penampung dan sekaligus penyangga dan aliran reflux yang digunakan debutanizer.

- Compressor Section Drum (D 13)

Fungsi : untuk melindungi feed gas compressor dengan jalan memisahkan cairan vapour, vapour akan terus masuk ke dalam compressor, sedangkan cairan langsung menuju dry condensate system.

- Compressor discharge (D 14)

Fungsi : untuk memisahkan beberapa hidrokarbon yang terkondensasi dan terkandung didalam feed gas setelah dikompresikan (C 01) dan didinginkan (E 01) dan secara langsung cairan masuk ke dalam umpan deethanizer.

- Propane refrigerant accumulator (D 200)

Fungsi : disediakan untuk menyimpan dan sebagai penyangga untuk refrigerant dengan entalpi rendah dan aliran melalui tekanan yang rendah.

- Air compressor package (D 200)

- Hot oil expansion tank (D 203)

- Hot oil storage drum (D 204)
- Air Receiver (D 20)
- HP fule gas separator (D 300)
- Flare Drain Drum (D 302)
- Flare Stack (D 304)

g. Heat Exchanger

- Compressor A/cooler (E 01)
- Plate fin heat exchanger (E 10)
- Lean gas boster cooler (E 12)
- Deethanizer reboiler (E 13)
- Debuthanizer condener (E 14)
- Debuthanizer reboiler (E 15)
- Condesate refrig cooler (E 17)
- Hot oil heater (E 201)
- GT 01 start up heater (E 300)
- GT 02 A/B start up fuel gas heater (E 301)

h. Reflication Columns

- Deethanizer (T 10)
- Debuthanizer (T 11)

i. Pumps

- Debuthanizer reflux pumps (P 10 A/B)

- LPG Transfer pumps (P 42 A/B)
- Condensate pump (P 52 A/BO)
- Off spec LPG pump (P 44)
- Fire water pum (electric) (P 62 B)
- Jockey pump (P 63)
- Hot oil make up pump (P 204)
- Refrig comp. oil pump (P 206 A/B)
- Oil water transfer pump (P 100)

j. Fans

- Refrig condenser fans (FM 200 A/B)
- Combustion air fans (f 202)
- Air blower (F 301)

k. Tanks

- LPG tanks (t 40/41)
- Off spec LPG tanks/bullet (T 42/44)
- LPG tank (60/61)
- Fire water tank (T 60/61)

## **BAB IV**

### **LANDASAN TEORI**

#### **IV.1. Defenisi Pemeliharaan**

Defenisi umum pemeliharaann adalah menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai apa yang direncanakan.

#### **IV.2. Tujuan Pemeliharaan**

Tujuan pemeliharaan yang utama didefenisikan dengan jelas sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang usia asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja).
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap, waktu, misalnya cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
4. Untuk menjamin keselamatan yang menggunakan sarana tersebut.

Kegiatan pemeliharaan dapat dibedakan atas 2 yaitu:

- a. Pemeliharaan terencana

Pemeliharaan terencana ialah suatu pekerjaan pemeliharaan yang diorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan yang telah ditetapkan.

b. Pemeliharaan tak terencana

Pemeliharaan tak terencana juga disebut dengan pemeliharaan darurat, yaitu pemeliharaan yang segera dilakukan untuk mencegah timbulnya akibat yang lebih serius yang tidak diinginkan, misalnya kesempatan berproduksi, biaya perbaikan yang mahal serta membahayakan keselamatan kerja.

**IV.3. Model Sistem Pemeliharaan**

Model sistem pemeliharaan yang dikembangkan mencakup tiga komponen utama, yaitu:

- a. Aktivitas pemeliharaan terencana
- b. Organisasi pemeliharaan terencana
- c. Prosedur pemeliharaan terencana

Gambar mengenai sistem pemeliharaan terencana dapat dilihat pada gambar berikut ini:



**Gambar IV.1. Sistem Pemeliharaan Terencana**

#### **IV.4. Organisasi dan Prosedur Pemeliharaan**

##### **A. Pengorganisasian**

Bagian pemeliharaan sangat perlu dalam menghadapi kegiatan pemeliharaan yang sangat rumit terhadap semua peralatan pabrik. Bagian pemeliharaan sangat erat hubungannya dengan bagian produksi, karena kegagalan pemeliharaan akan mengganggu atau bahkan menghentikan proses produksi.

Masalah-masalah yang dapat dipecahkan dengan dilaksanakannya pengorganisasian ini adalah:

1. Bagaimana mengorganisasikan fungsi pemeliharaan.
2. Apakah kegiatan pemeliharaan diatur secara sentralisasi atau desentralisasi.
3. Untuk apa dan siapa laporan hasil pemeliharaan ini.
4. Prosedur pemeliharaan terencana.

Prosedur merupakan tahap-tahap kegiatan untuk menyelesaikan suatu aktivitas atau memecahkan suatu masalah.

#### **IV.5. Analisa Kerusakan**

Ada dua type analisa kerusakan, yaitu:

- A. Cara teknikal
- B. Cara statistikal

Analisa kerusakan secara teknikal digunakan untuk menentukan sebab-sebab kerusakan, sedangkan analisa kerusakan cara statistikal digunakan untuk menentukan pola ketergantungan mekanisme kerusakan terhadap waktu, tanpa memperhitungkan

sebab-sebab dari kerusakan. Dalam laporan kerja praktek ini digunakan pendekatan analisa secara statistik.

Pola waktu kerusakan-kerusakan yang terjadi perlu diketahui untuk menentukan langkah-langkah yang harus diambil untuk mengatasi masalah yang ada. Laju kerusakan alat juga perlu diketahui untuk menentukan kebijaksanaan perawatan yang tetap.

Setiap periode mempunyai karakteristik tertentu yang ditandai dengan lajur kerusakan, yaitu:

A. Periode *Wear-in* (kegagalan awal)

Periode ini ditandai dengan penurunan laju kerusakan, berarti laju kerusakan menurun dengan sejalan dengan waktu. Kegagalan ini dihubungkan dengan suatu periode operasi (*running-in*) dan mungkin berkenaan dengan komponen-komponen di bawah standard dari produk atau jasa, atau kelebihan tekanan yang disebabkan oleh instalasi dan penyetelan yang tidak tepat.

B. Periode *Normal-operation* (kegagalan konstan)

Periode ini ditandai dengan laju kerusakan konstan, berarti laju kerusakan tidak berubah walaupun umur alat bertambah. Kemungkinan rusah pada setiap saat adalah sama. Kerusakan yang terjadi pada periode ini disebabkan oleh beban yang tiba-tiba, situasi yang ekstrim, dan sebagainya.

### C. Periode Wear-out (kegagalan meningkat)

Periode ini ditandai dengan kenaikan laju kerusakan, berarti laju kerusakan bertambah sejalan dengan waktu. Kerusakan pada periode ini biasanya disebabkan oleh pemakaian yang sudah melebihi umur teknis peralatan.

## IV.6. Fungsi Kepadatan Kemungkinan

Dalam kajian pemeliharaan ada kecenderungan untuk menggunakan fungsi kepadatan kemungkinan, karena fungsi kepadatan kemungkinan lebih mudah diolah. Melalui fungsi kepadatan kemungkinan ini dapat diamati secara jelas tentang laju kerusakan.

### a. Eksponensial Negatif

Distribusi eksponensial negatif muncul jika kerusakan suatu peralatan tertentu dapat menyebabkan kerusakan peralatan lain dari sejumlah peralatan yang ada. Laju kerusakan untuk distribusi eksponensial negatif selalu konstan.

### b. Normal

Distribusi normal digunakan jika pengaruh suatu kerusakan secara random yang disebabkan oleh sejumlah variasi, yang tidak tergantung pada variabel acak yang kecil. Laju kerusakan untuk distribusi normal selalu meningkat.

## IV.7. Laju Kegagalan

Probabilitas gagal suatu produk dalam selang waktu ( $t_1$ ,  $t_2$ ) dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi ketidakandalan.

$$\int_{t_2}^{t_1} f(t)dt = \int_{t_2}^{t_2} f(t)dt - \int_{t_1}^{t_2} f(t)dt$$

$$= f(t_2) - F(t_1)$$

dalam bentuk fungsi keandalan seperti:

$$\int_{t_2}^{t_1} f(t)dt = \int_{t_1}^{t_1} f(t)dt - \int_{t_2}^{t_1} f(t)dt$$

$$= R(t_1) - R(t_2)$$

#### IV.8. Laju Hazard

Laju Hazard  $Z(t)$  disebut juga laju kerusakan  $\lambda(t)$ , dimana didefenisikan sebagai unit dari laju kerusakan apabila selang waktu mendekati nol. Dengan demikian fungsi keusakan adalah laju kerusakan sesaat.

Fungsi laju hazard  $Z(t)$  didefenisikan sebagai berikut:

$$Z(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{r(t) - R(t - \Delta t)}{\Delta t \cdot R(t)} = \frac{1}{R(t)} \left( -\frac{d}{dt} R(t) \right)$$

$$Z(t) = \frac{1}{R(t)} \left[ -\frac{d}{dt} R(t) \right]$$

$$Z(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

#### IV.9. Harapan Hidup (Expected Life)

Harapan hidup atau waktu yang diharapkan dimana komponen dalam kondisi sukses didefinisikan sebagai berikut:

$$\theta = \int_0^{\infty} tF(t) dt$$

Metode lazim yang digunakan untuk menentukan harapan hidup adalah:

$$\theta = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

dengan menyelesaikan persamaan diperoleh:

$$\int u \cdot dv = uv - \int v \cdot du$$

andaikan  $u = R(t)$  dan  $dv = dt$ , maka  $du = -F(t)$ , dan  $V = t$

Integral ini menjadi:

$$\left[ \int R(t) dt = (t \cdot R(t)) \right] + \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \theta$$

jika  $t = 0$ ,  $t \cdot R(t) = 0$  diasumsikan  $\lim_{t \rightarrow \infty} (t \cdot R(t)) = 0$  untuk rata-rata tertentu.

Jika suatu sistem atau suku cadang yang diperbaharui melalui perawatan dan perbaikan  $\theta$  dapat juga rata-rata antara kerusakan (MTBF = Mean to Time Between Failure) atau rata-rata waktu kegagalan (MTTF = Mean to Time Failure).

#### IV.10. Distribusi Weibull

Distribusi weibull merupakan distribusi yang paling berguna untuk menganalisa data kerusakan. Dengan ini menggambarkan kerusakan-kerusakan dalam periode wear-in, normal operation dan wear out.

Fungsi kumulatif weibull adalah:

$$F(t) = 1 - \exp - \left( \frac{t}{\alpha} \right)^\beta$$

$$F(t) = \exp - \left( \frac{t}{\alpha} \right)^\beta$$

#### **IV.11. Estimasi Fungsi Keandalan**

Bila studi keandalan dititik beratkan pada lamanya suatu alat atau sistem dapat beroperasi sebelum alat/sistem tersebut rusak, maka data hasil pengamatan akan terdiri dari interval-interval waktu yang menunjukkan lamanya alat beroperasi dengan baik. Selang waktu ini menunjukkan waktu antara selesainya perbaikan sampai pada kerusakan pertama kali dialami lagi (TTF).

Untuk mendapatkan contoh yang menggambarkan keadaan sesungguhnya, maka pengamatan harus dilakukan secara acak kedalam kondisi yang stabil.

Jika contoh terdiri dari umur operasi alat yang lengkap, maka umur peralatan yang tidak lengkap ini disebut pengamatan yang disensor. Ini terdiri dari umur operasi alat-alat yang terlalu panjang untuk diamati secara keseluruhan (pengamatan yang dibatasi) dari umur operasi pengamatan yang dibatasi, panjang waktu pengamatan dapat dikontrol. Tapi untuk kasus hilang sebelum pengamatan selesai, panjang waktu tidak dapat dikontrol. Dalam kasus ini umur peralatan atau alat jauh lebih panjang dari lamanya pengamatan operasi.

#### IV.12. Penentuan Harga dari Fungsi Keandalan Weibull

Keandalan atau kemungkinan berhasilnya suatu produk ditentukan berdasarkan data kerusakan. Penentuan ini dilakukan berdasarkan metode non parametik. Di bawah ini dikemukakan contoh lembar pengolahan data dalam menentukan harga keandalan weibull dengan keterangan mengenai cara pengisiannya.

**Tabel IV.1. Penentuan Harga Fungsi**

Nomor Event (i)	Survival (TTF) .....Jam	TTF Tersusun	R (Ti)	Xi Ln.(TTFi)	Yi Ln.Ln. $\frac{1}{R(ti)}$	Xi.Yi
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
.						
.						
.						
N						

Keterangan:

Nomor event (I) = Nomor kejadian kerusakan 1, 2, ....N

Survival (TTF) = Data waktu kerusakan suku cadang

TTF tersusun = TTF disusun dari yang kecil sampai yang terbesar

$X_i$  dan  $Y_i$  = Ditentukan dengan persamaan sebelumnya

$\alpha$  dan  $\beta$  = Ditentukan dengan persamaan

#### **IV.13. Test Kolmogrov – Smirnov**

Test Kolmogrov – Smirnov atau D-test adalah satu test yang didesain untuk menganalisa apakah asumsi-asumsi yang dibuat mengenai distribusi dari waktu perusakan benar. Dasar dari test ini adalah bahwa distribusi kumulatif dan sampel hasil pengamatan dihadapkan mendekati distribusi yang sebenarnya.

Dalam menghadapi persoalan keandalan, pengujian kolmogrov-smirnov ini lebih sering digunakan, karena lebih sederhana dibandingkan dengan Chi-kuadrat dan lebih baik untuk jenis sampel yang kecil.

Cara melakukan pengujian ini sebagai berikut:

$$D = \max |F(t_i) - S(t_i)|$$

Dimana:

$F(t_i)$  = fungsi distribusi teoritis

$S(t_i)$  = fungsi distribusi empiris

Setelah didapat harga D maximum dari hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan harga D dari tabel Kolmogrov-simirnov pada harga n dan  $\alpha$  yang sesuai.

#### IV.14. Penentuan Frekuensi Pemeliharaan

##### a. Bentuk Model Dasar Pemeriksaan Optimal

Bentuk dari model pemecahan masalah untuk menentukan frekuensi optimal adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung MTTF kerusakan pada mesin
- 2) Test Kecocokan Kolmogrov-smirnov
- 3) Menentukan fungsi kepadatan kemungkinan pada mesin
- 4) Fungsi keandalan mesin yang dapat dilihat dalam grafik
- 5) Menentukan jadwal pemeriksaan mesin
- 6) Laju kerusakan peralatan ( $\lambda$ ) adalah fungsi pemeriksaan ( $n$ ), jumlah pemeriksaan yang dapat mempengaruhi laju kerusakan

$$\lambda = \lambda (n)$$

## BAB V

### PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data yang dilakukan berdasarkan teknik observasi tidak langsung yaitu dimana peneliti mengumpulkan data dengan jalan mengadakan pengamatan terhadap subjek-subjek dan situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan.

#### V.1. Data Rata-Rata Waktu dan Biaya Pemeliharaan

**Tabel V.1. Data dan waktu biaya/pemeliharaan**

No	Nama Peralatan	Waktu (jam)	Biaya Pemeriksaan
1.	Liquid Transfer Pump	2.50	Rp. 32.650
2.	LPG Compressor	2.75	Rp. 20.500

## V.2. Data Produksi Tabung Tahun 2001

**Tabel V.2. Data Produksi Tabung 2001**

No	Bulan	Jumlah produksi tabung (kg)
1.	Januari	2635
2.	Februari	2895
3.	Maret	2560
4.	April	2750
5.	Mei	2600
6.	Juni	2950
7.	Juli	2880
8.	Agustus	2700
9.	September	2900
10.	Oktober	2780
11.	November	2650
12.	Desember	2800
		33100

### V.3. Data Jarak Kerusakan Pada Mesin

**Tabel V.3. Data Jarak Kerusakan Mesin Liquid Transfer Pump**



No	Tanggal Perbaikan	Jarak Kerusakan (Jam)
1.	08-01-1998	1368
2.	06-03-1998	1608
3.	12-05-1998	2280
4.	15-08-1998	1344
5.	10-10-1998	1248
6.	02-12-1998	1512
7.	03-02-1999	1104
8.	20-03-1999	1416
9.	18-05-1999	1104
10.	03-07-1999	1800
11.	16-09-1999	1656
12.	24-11-1999	1104
13.	09-01-2000	648
14.	05-02-2000	1656
15.	15-04-2000	2112
16.	12-07-2000	768
17.	13-08-2000	2472
18.	24-11-2000	1896
19.	11-02-2001	576
20.	07-03-2001	936
21.	15-04-2001	2112
22.	12-07-2001	1512
23.	13/09-24/11-2001	1728

**Tabel V.4. Data Jarak Kerusakan Mesin LPG Compressor**

No	Tanggal Perbaikan	Jarak Kerusakan (Jam)
1.	02-02-1998	1608
2.	10-04-1998	1512
3.	12-06-1998	552
4.	05-07-1998	2496
5.	17-10-1998	1368
6.	13-12-1998	912
7.	20-01-1999	1296
8.	15-03-1999	2304
9.	19-06-1999	1824
10.	03-09-1999	864
11.	09-10-1999	792
12.	11-11-1999	1296
13.	04-01-2000	984
14.	14-02-2000	1872
15.	03-05-2000	1344
16.	28-06-2000	2496
17.	10-10-2000	1608
18.	16-12-2000	552
19.	08-01-2001	1464
20.	10-08-2001	2064
21.	04-06-2001	1800
22.	20-08-2001	1296
23.	13/10-20/12-2000	1632

## BAB VI

### PENGOLAHAN DATA

#### VI.1. Menghitung MTTF (kerusakan) pada mesin Liquid Transfer Pump

$N = 23 \quad i = 1$

Dapat dilihat pada tabel VI.1. sebagai berikut ini

Nomor Event (i)	Survival (TTF) ...jam	TTF Tersusun	R (ti)	$X_i$ $\ln(TTF_i)$	$Y_i$ $\ln.Ln. \frac{1}{R(ti)}$	$X.Y_i$
1	1368	576	0.9583	6.3561	-3.1560	-20.0598
2	1608	648	0.9166	6.4738	-2.4408	-15.8012
3	2280	768	0.8750	6.6437	-2.0134	-13.3764
4	1344	936	0.8333	6.8416	-1.7017	-11.6423
5	1248	1104	0.7916	7.0066	-1.4537	-10.1854
6	1512	1104	0.7500	7.0066	-1.2458	-8.7288
7	1104	1104	0.7083	7.0066	-1.0645	-7.4585
8	1416	1248	0.6666	7.1292	-0.9024	-6.4333
9	1104	1344	0.6250	7.2034	-0.7550	-5.4385
10	1800	1368	0.5833	7.2211	-0.6179	-4.4619
11	1656	1416	0.5416	7.2555	-0.4890	-13.5479
12	1104	1512	0.5000	7.3211	-0.3665	-2.6831
13	648	1512	0.4583	7.3211	-0.2481	-0.09804
14	1656	1608	0.4166	7.3827	-0.1328	-0.9804
15	2112	1656	0.3750	7.4121	-0.0193	-0.1430
16	768	1656	0.3333	7.4121	0.0941	0.6974
17	2472	1728	0.2916	7.4547	0.2089	1.5572
18	1896	1800	0.2500	7.4955	0.3266	2.4480
19	576	1896	0.2083	7.5475	0.4502	3.3978
20	936	2112	0.1666	7.6553	0.5832	4.4645
21	2112	2112	0.1250	73.6553	0.7320	5.6036
22	1512	2280	0.0833	7.7319	0.9103	7.0383
23	1728	2472	0.0416	7.8127	1.1567	9.0369
				166.3462	-12.1449	-77.6772

Harga keandalan mesin LPG Compressor untuk  $t = 1375$

$$R(t) = \exp. - \left( \frac{t}{\alpha} \right)^\beta$$

$$R(1476) = \exp. - \left( \frac{1476}{1640.1089} \right)^{3.1057} = 0.48637$$

$$F(1476) = 1 - 0.48637 = 0.51363$$

Penentuan tingkat kerusakan  $Z(t)$  adalah sebagai berikut:

$$Z(t) = \left[ \frac{\beta}{\alpha} \right] \left[ \frac{T}{\alpha} \right]^{\beta-1}$$

$$Z(t) = \left[ \frac{3.1057}{1640.1089} \right] \left[ \frac{1476}{1640.1089} \right]^{3.1057-1}$$

$$Z(t) = 0.0018935 \times 0.800917$$

$$Z(t) = 0.00151653/\text{jam}$$

VI.2. Menghitung MTTF (kerusakan) pada mesin LPG Compressor

$N = 23$

$i = 1$

Dapat dilihat pada tabel VI.2. sebagai berikut ini

Nomor Event (i)	Survival (TTF) ...jam	TTF Tersusun	R (ti)	$X_i$ $\ln(TTF_i)$	$Y_i$ $\ln \ln \frac{1}{R(t_i)}$	$X_i Y_i$
1	1608	552	0.9583	6.3135	-3.1560	-19.9254
2	1512	552	0.9166	6.3135	-2.4408	-15.7099
3	552	792	0.8750	6.6745	-2.0134	-13.4384
4	2496	864	0.8333	6.7610	-1.7017	-11.5051
5	1368	912	0.7916	6.8156	-1.4537	-9.9078
6	912	984	0.7500	6.8910	-1.2458	-8.5848
7	1296	1296	0.7083	7.1670	-1.0645	-7.6292
8	2304	1296	0.6666	7.1670	-0.9024	-6.4675
9	1824	1296	0.6250	7.1670	-0.7550	-5.4110
10	864	1344	0.5833	7.2034	-0.6179	-4.4509
11	792	1368	0.5416	7.3311	-0.4890	-3.5311
12	1296	1464	0.5000	7.3889	-0.3665	-2.6713
13	984	1512	0.4583	7.3211	-0.2481	-1.8163
14	1872	1608	0.4166	7.2889	-0.1328	-0.9804
15	1344	1608	0.3750	43211	-0.0193	-0.1424
16	2496	1632	0.3333	7.3827	0.0941	0.6961
17	1608	1800	0.2916	7.3827	0.2089	1.5658
18	552	1824	0.2500	7.3974	0.3266	2.4523
19	1464	1872	0.2083	7.4955	0.4502	3.3921
20	2064	2064	0.1666	7.5087	0.5832	4.4512
21	1800	2304	0.1250	7.5347	0.7320	5.6674
22	1296	2496	0.0833	7.8824	0.9103	7.1207
23 <sup>r</sup>	1632	2496	0.0416	7.8224q	1.1567	9.0481
				166.3462	-12.1449	-77.4778

Harga keandalan mesin LPG Compressor untuk  $t = 1375$

$$R(t) = \exp. - \left( \frac{t}{\alpha} \right)^\beta$$

$$R(1375) = \exp. - \left( \frac{1375}{1510.0842} \right)^{0.520604} = 0.54121$$

$$F(1375) = 1 - 0.54121 = 0.45789$$

Penentuan tingkat kerusakan  $Z(t)$  adalah sebagai berikut:

$$Z(t) = \left[ \frac{\beta}{\alpha} \right] \left[ \frac{T}{\alpha} \right]^{\beta-1}$$

$$Z(t) = \left[ \frac{5.20604}{1510.0824} \right] \left[ \frac{1375}{1510.0842} \right]^{5.20604-1}$$

$$Z(t) = 0.003447 \times 0.67424$$

$$Z(t) = 0.002324/\text{jam}$$

## BAB VII

### ANALISA DAN EVALUASI

#### VII.1. Analisa Terhadap Biaya Perawatan Minimum

##### a. Mesin Liquid Transfer Pump

$$\text{Jadwal Pemeriksaan} = 717.8821/24 \text{ jam} = 29.91 = 30 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perawatan} &= \text{Jadwal pemeriksaan} \times \text{Waktu rata-rata pemeriksaan} \times \\ &\quad \text{biaya pemeriksaan} \\ &= 30 \times 2.50 \times \text{Rp. } 32.650 \\ &= \text{Rp. } 2.448.750 \end{aligned}$$

##### b. Mesin LPG Compressor

$$\text{Jadwal Pemeriksaan} = 744.1637/24 \text{ jam} = 31 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perawatan} &= \text{Jadwal pemeriksaan} \times \text{Waktu rata-rata pemeriksaan} \times \\ &\quad \text{Biaya pemeriksaan} \\ &= 30 \times 2.75 \times \text{Rp. } 20.500 \\ &= \text{Rp. } 1.747.625 \end{aligned}$$

#### VII.2. Evaluasi

Kegiatan-kegiatan dalam pemeliharaan mesin agar terjadi pemeriksaan yang optimal (penghemabatan biaya, waktu) antara lain:

##### a. Pelumasan (lubrication)

Fungsi pelumas yang digunakan pada mesin/peralatan produk yaitu:

- Meminimumkan gaya gesekan (friksi) yang terjadi antara permukaan yang bergesekan
- Meminimumkan keausan
- Menjadi fluida pendingin
- Mencegah terjadinya proses korosi

Pelumasan yang baik yaitu pelumasa yang terkendali sesuai dengan jadwal, jumlah, jenis bahan pelumas, serta waktu yang tepat.

b. Pembersihan (cleaning)

Mesin akan sulit diawasi dengan baik kalau mesin dalam keadaan kotor atau berdebu sehingga wujud benda asli dari mesin tersebut tidak dapat terlihat dan hal ini akan menyulitkan pelaksanaan pengecekan.

Membersihkan suatu mesin dari segala kotoran, baik yang ditimbulkan dari luar, dapat mengurangi kesulitan pada saat segala kotoran, baik yang ditimbulkan dari luar, dapat mengurangi kesulitan pada saat pemeriksaan atau pengawasan dilaksanakan.

Untuk menjamin mesin dalam keadaan baik, maka dilakukan penyetelan secara efisien:

- Memeriksa secara periodik, agar mesin selalu dapat beroperasi secara efisien.
- Menentukan peralatan yang memerlukan perhatian khusus
- Menentukan apakah suatu perbaikan dari mesin akan dilakukan di tempat lain (bengkel)

c. Pengecekan kondisi (checking condition)

Pengecekan perlu dilakukan untuk memeriksa keadaan peralatan apakah masih berada dalam keadaan normal atau tidak. Dalam hal ini dilakukan pengukuran-pengukuran dan pencatatan rutin untuk mendapatkan penyimpangan-penyimpangan dari fungsi semula agar dapat diperkirakan waktu untuk mengadakan perbaikan atau penggantian.

d. Penggantian (replacement)

Bila ada bagian mesin yang rusak sehingga mesin tidak dapat beroperasi secara optimal, maka bagian yang rusak harus diganti dengan suku cadang yang baru.

Penggantian ini termasuk pencegahan bila:

- Kerusakan ditemukan pada saat pemeriksaan
- Kerusakan yang terjadi tidak dibiarkan

e. Test Fungsi (function test)

Beberapa mesin yang digunakan dalam suatu pabrik mempunyai kegunaan yang tertentu. Pabrik akan berjalan normal kalau tiap-tiap fungsi yang dibutuhkan dalam proses produksi dapat dipenuhi oleh mesin/peralatan yang bersangkutan. Untuk itu perlu adanya pemeriksaan secara berkala atas fungsi suatu mesin sebagai bagian dari sistem pabrik sehingga penyimpangan tidak berkembang menjadi lebih luas di dalam sistem.

## VIII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### VIII.1. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan biaya perawatan minimum pada mesin Liquid Transfer Pump. Adalah Rp. 2.448.750, dan mesin LPG Compressor adalah Rp. 1.747.625
2. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa laju kerusakan berada pada periode wear-in yang ditandai dengan penurunan laju kerusakan. Laju kerusakan tertinggi berada pada mesin Liquid Transfer Pump dengan  $F(t) = 0,00249/\text{jam}$ , sedangkan laju kerusakan terendah terdapat pada mesin LGP Compressor dengan  $F(t) = 0,0001227/\text{jam}$ . Laju kerusakan pada periode ini disebabkan material serta adanya kesalahan proses produksi.
3. Pemeliharaan terencana merupakan salah satu usaha yang sesuai untuk bagian produksi dan bagian pemeliharaan, agar dapat mencapai produksi yang maksimum pada tingkat biaya yang minimum.
4. Hasil perhitungan Frekuensi pemeriksaan yang optimal mesin peralatan produksi adalah sebagai berikut:
  - a. Frekuensi pemeriksaan mesin Liquid Transfer Pump adalah 1 kali/717.8821 jam.
  - b. Frekuensi pemeriksaan mesin LPG Compressor 1 kali/744.1637 jam

## VIII.2. Saran

1. Penjadwalan pemeliharaan seharusnya dilakukan berdasarkan kesepakatan bersama antar bagian produksi dan bagian pemeliharaan. Hal ini perlu mengingat bahwa bagian produksi harus mencapai target yang ditetapkan oleh perusahaan, sedangkan pihak lain bagian pemeliharaan menghendaki suatu mesin/peralatan produksi dihentikan untuk melaksanakan pemeliharaan.
2. Dalam melaksanakan, kegiatan seharusnya hasil kegiatan pemeliharaan dicatat dengan lengkap (didokumentasikan) untuk mempermudah memperoleh informasi mesin/peralatan produksi yang hendak dipelihara jika diperlukan.
3. Untuk meningkatkan kesadaran operator maupun tenaga pelaksana pemeliharaan dalam membuat dan menyiapkan catatan serta dokumentasi kegiatan pemeliharaan, diperlukan pendekatan serta bimbingan dari pihak atasan pimpinan perusahaan.
4. Disarankan kepada pihak perusahaan agar melakukan pemeriksaan sekali dalam sebulan terhadap peralatan produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Assauri Sofian, **“Manajemen Produksi”**, Edisi Ketiga Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1980.
2. Corder, Antony, **“Teknik Manajemen Pemeliharaan”**, New York: MC. Graw Hill Book Company, 1976.
3. Dayan, Anto, **“Pengantar Metode Statistik”**, LP 3 FS, Cetakan Kedua, Jakarta, 1976.
4. Elwood S. Buffa, **“Manajemen Produksi/Operasi”**, Jilid II Edisi Keenam, Jakarta, 1988.
5. Govil A.K., **“Reliability Engineering Technique”**, MC Graw Hill New York, 1973.
6. M.T. Handoko, **“Manajemen Produksi dan Operasi”**, Edisi Kedua, Erlangga, Bandung, 1987.
7. Sudjana, **“Metode Statistik”**, Edisi Ketiga Bandung Tarsito, 1986.
8. Sutarto, **“Dasar-Dasar Organisasi”**, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1987.
9. Walpole, Ronald E dan R.H. Myers, **“Ilmu Peluang dan Statistik unuk Insinyur dan Ilmuwan”**, Edisi Kedua, Bandung: ITB, 1986.
10. Walpole, Ronald E., **“Pengantar Statistik”**, Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga, 1989.