



TUGAS AKHIR – TI 184833

**PERENCANAAN AKTIVITAS PEMELIHARAAN DAN PERSEDIAAN
SUKU CADANG MENGGUNAKAN *RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE II* DAN *RELIABILITY CENTERED SPARES*
PADA PLTU UNIT 3-4 PT PJB UP GRESIK**

PUTRI RIDHAYANTI
NRP. 02411640000038

DOSEN PEMBIMBING
NANI KURNIATI, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197504081998022001

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS AKHIR – TI 184833

**PERENCANAAN AKTIVITAS PEMELIHARAAN DAN PERSEDIAAN
SUKE CADANG MENGGUNAKAN *RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE II* DAN *RELIABILITY CENTERED SPARES* PADA PLTU
UNIT 3-4 PT PJB UP GRESIK**

PUTRI RIDHAYANTI

NRP. 02411640000038

DOSEN PEMBIMBING

NANI KURNIATI, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197504081998022001

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



FINAL PROJECT – TI 184833

**PLANNING OF MAINTENANCE ACTIVITIES AND SPARE PARTS
INVENTORY USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II
AND RELIABILITY CENTERED SPARES ON UNIT 3-4 OF CFPP PT PJB
UP GRESIK**

PUTRI RIDHAYANTI

NRP. 02411640000038

ADVISOR

NANI KURNIATI, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197504081998022001

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND SYSTEM ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN AKTIVITAS PEMELIHARAAN DAN PERSEDIAAN
SUKU CADANG MENGGUNAKAN *RELIABILITY CENTERED*
***MAINTENANCE II* DAN *RELIABILITY CENTERED SPARES* PADA**
PLTU UNIT 3-4 PT PJB UP GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

PUTRI RIDHAYANTI
NRP. 02411640000038

Mengetahui dan Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Nani Kurniati, S.T.,M.T.,Ph.D.
NIP. 197504081998022001



Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERENCANAAN AKTIVITAS PEMELIHARAAN DAN
PERSEDIAAN SUKU CADANG MENGGUNAKAN
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II DAN
RELIABILITY CENTERED SPARES PADA PLTU UNIT 3-4
PT PJB UP GRESIK**

Nama : Putri Ridhayanti
NRP : 02411640000038
Pembimbing : Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

PLTU Unit 3-4 merupakan salah satu unit dari PT PJB UP Gresik yang bertugas memproduksi energi listrik. Saat ini perusahaan telah menerapkan 3 aktivitas pemeliharaan berupa *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *overhaul*. Meskipun telah dilakukan aktivitas pemeliharaan, kerusakan peralatan masih terjadi dan mempengaruhi lamanya total *downtime*. Selain itu, perencanaan aktivitas pemeliharaan belum mempertimbangkan konsekuensi kegagalan peralatan. Sehingga untuk menjaga kondisi peralatan tetap beroperasi dalam keadaan optimal diperlukan aktivitas pemeliharaan proaktif sesuai konsekuensi kegagalan. Salah satu faktor pendukung lancarnya pemeliharaan yaitu ketersediaan suku cadang. Saat ini perusahaan masih mengalami ketidaktersediaan suku cadang. Perusahaan harus meminjam suku cadang ke unit lain yang mengakibatkan semakin lamanya *downtime* peralatan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan aktivitas pemeliharaan dan persediaan suku cadang. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II dan *Reliability Centered Spares* (RCS). Penelitian dimulai dengan menentukan peralatan kritis menggunakan *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP), mengevaluasi aktivitas pemeliharaan terkini, menyusun RCM II *Information Worksheet*, pembobotan konsekuensi kegagalan, dan menyusun RCM II *Decision Worksheet*. Setelah itu melakukan identifikasi suku cadang, menyusun RCS *Worksheet* dan menghitung kebutuhan persediaan suku cadang. Pada penelitian ini dipilih 10 peralatan kritis yang memiliki prioritas konsekuensi kegagalan berupa *hidden failure*, *safety*, *environment*, *operation*, dan *non operation*. RCM II *Information Worksheet* tidak hanya mengidentifikasi kegagalan yang pernah terjadi, tapi juga potensi kegagalan yang akan terjadi. RCM II menghasilkan aktivitas pemeliharaan yang telah sesuai dengan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini. Sedangkan, RCS dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam perencanaan persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan. Namun dalam penerapannya, masih terdapat beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan agar sesuai dengan kondisi perusahaan.

Kata Kunci: *Decision Diagram*, *Decision Worksheet*, *Reliability Centered Maintenance II*, *Reliability Centered Spares*, *System and Equipment Reliability Prioritization*

Halaman ini sengaja dikosongkan

PLANNING OF MAINTENANCE ACTIVITIES AND SPARE PARTS INVENTORY USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II AND RELIABILITY CENTERED SPARES ON UNIT 3-4 OF CFPP PT PJB UP GRESIK

Name : Putri Ridhayanti
Student ID : 02411640000038
Advisor : Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

Unit 3-4 of CFPP is one of PT PJB UP Gresik units that is in charge to produce electrical energy. Currently, the company has implemented 3 maintenance activities, there are preventive maintenance, corrective maintenance, and overhaul. Even though maintenance activities have been carried out, equipment failure still occurs and affects the total downtime. Also, maintenance activity planning has not yet considered the failure consequences of equipment. Therefore, to keep the equipment runs in normal condition, proactive maintenance activities are needed according to the failure consequences. One of supporting factors of maintenance is the availability of spare parts. Currently, the company still experience unavailability of spare parts. They need to borrow spare parts to other units which resulting longer downtime of equipment. This study aims to plan maintenance activities and spare parts inventory. The method used is Reliability Centered Maintenance (RCM) II and Reliability Centered Spares (RCS). The study begins with determining critical equipment using System and Equipment Reliability Prioritization (SERP), evaluating the latest maintenance activities, compiling RCM II Information Worksheet, weighing the failure consequences, and developing RCM II Decision Worksheet. After that, identifying parts, developing RCS Worksheets, and calculating spare parts inventory. In this study, 10 critical equipment were selected that have the failure consequences priority, there are hidden failure, safety, environment, operation, and non-operation. RCM II Information Worksheet not only identifies failures that have occurred, but also potential failures that will occur. RCM II generates maintenance activities in accordance with the evaluation of current maintenance activities. Meanwhile, RCS can be an additional consideration in planning spare parts inventory by considering the maintenance aspects. But in its application, there are still some considerations that need to be considered to suit the company's conditions.

Keywords: *Decision Diagram, Decision Worksheet, Reliability Centered Maintenance II, Reliability Centered Spares, System and Equipment Reliability Prioritization*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Aktivitas Pemeliharaan dan Persediaan Suku Cadang menggunakan *Reliability Centered Maintenance II* dan *Reliability Centered Spares* pada PLTU Unit 3-4 PT PJB UP Gresik”. Tujuan penyelesaian penelitian Tugas Akhir sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Strata 1 Departemen Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini mengalami beberapa kendala. Namun dengan adanya bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga kendala-kendala tersebut dapat diatasi. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memotivasi, mendukung, dan mendokan penulis agar dapat menyelesaikan studi dan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu.
2. Nani Kurniati, S.T.,M.T.,Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan selama penyelesaian penelitian Tugas Akhir.
3. Bapak M. Akhidin selaku pembimbing eksternal atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama melakukan penelitian di PT PJB UP Gresik.
4. Supervisor dan Staff PT PJB UP Gresik yang telah bersedia menjadi narasumber untuk berdiskusi mengenai penelitian dan membantu selama proses penelitian.
5. Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc(Eng) dan Stefanus Eko Wiratno, S.T.,M.T selaku dosen penguji sidang Tugas Akhir yang telah memberikan kritik dan masukan kepada penulis.
6. Nurhadi, S.T.,M.S.I.E.,Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS, seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS yang telah membantu dan memberikan

pelajaran kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.

7. Niniet Indah Arvitrida, S.T.,M.T.,Ph.D selaku dosen wali atas segala motivasi dan bantuan yang telah diberikan selama kuliah di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
8. Teman-teman angkatan Adhigana TI-32 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan.

Penulis menyadari bahwa pada penyusunan penelitian Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima untuk memperbaiki penulisan selanjutnya. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.5.1 Batasan Penelitian	8
1.5.2 Asumsi Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 PT PJB Unit Pembangkitan Gresik	11
2.1.1 <i>Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT PJB UP Gresik</i>	11
2.2 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	13
2.2.1 <i>Definisi Pemeliharaan (Maintenance)</i>	14
2.2.2 <i>Jenis-jenis Pemeliharaan</i>	14
2.2.3 <i>Evolusi Pemeliharaan</i>	16
2.3 Keandalan (<i>Reliability</i>).....	19
2.3.1 <i>Definisi Keandalan</i>	19
2.3.2 <i>Distribusi Keandalan</i>	19
2.3.3 <i>Mean Time to Failure (MTTF)</i>	22
2.3.4 <i>Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time to Repair (MTTR)</i>	23
2.4 Konsep <i>Reliability Centered Maintenance II</i> (RCM II).....	23
2.4.1 <i>Reliability Centered Maintenance II Information Worksheet</i>	26
2.4.2 <i>Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet</i>	27

2.5	<i>System and Equipment Reliability Prioritization (SERP)</i>	33
2.6	Suku Cadang	36
2.7	Persediaan	36
2.8	<i>Konsep Reliability Centered Spares (RCS)</i>	38
2.9	<i>Delphi Method</i>	42
2.10	<i>Review Penelitian Sebelumnya</i>	43
	2.10.1 <i>Reliability Centered Maintenance II (RCM II)</i>	43
	2.10.2 <i>Reliability Centered Spares (RCS)</i>	43
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1	Tahap Identifikasi Kondisi Terkini	46
3.1.1	<i>Penentuan Peralatan Kritis Menggunakan SERP</i>	47
3.1.2	<i>Identifikasi Komponen dari Peralatan Kritis</i>	47
3.1.3	<i>Aktivitas Pemeliharaan Terkini</i>	48
3.1.4	<i>Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini</i>	48
3.2	Tahap Penyusunan <i>Reliability Centered Maintenance II</i>	48
3.2.1	<i>Menyusun RCM II Information Worksheet</i>	48
3.2.2	<i>Pembobotan Tingkat Kepentingan dari Konsekuensi Kegagalan</i> ...	49
3.2.3	<i>Evaluasi RCM II Decision Diagram</i>	51
3.2.4	<i>Menentukan Aktivitas Pemeliharaan dengan RCM II Decision Worksheet</i>	52
3.3	Tahap Perencanaan Persediaan Suku Cadang	52
3.3.1	<i>Identifikasi Suku Cadang pada Peralatan Kritis</i>	53
3.3.2	<i>Menyusun RCS Worksheet</i>	53
3.3.3	<i>Menghitung Mean Time to Failure (MTTF)</i>	54
3.3.4	<i>Menghitung Kebutuhan Persediaan Suku Cadang</i>	54
3.4	Tahap Kesimpulan dan Saran	55
BAB IV	IDENTIFIKASI KONDISI TERKINI	57
4.1	Penentuan Peralatan Kritis dengan <i>System and Equipment Reliability Prioritization (SERP)</i>	57
4.2	Identifikasi Komponen dari Peralatan Kritis	61
4.3	Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini	64
4.4	Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini	70
BAB V	PENYUSUNAN <i>RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II</i>	77
5.1	Penyusunan RCM II <i>Information Worksheet</i>	77

5.2	Pembobotan Tingkat Kepentingan dari Konsekuensi Kegagalan	81
5.3	Evaluasi RCM II <i>Decision Diagram</i>	87
5.4	Penentuan Aktivitas Pemeliharaan dengan RCM II <i>Decision Worksheet</i>	89
BAB VI PERENCANAAN PERSEDIAAN SUKU CADANG.....		99
6.1	Identifikasi Suku Cadang pada Peralatan Kritis	99
6.2	Penyusunan RCS <i>Worksheet</i>	101
6.3	Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF)	105
6.3.1	<i>Rekapitulasi Historis Kerusakan Suku Cadang</i>	105
6.3.2	<i>Perhitungan Time to Failure</i> (TTF).....	107
6.3.3	<i>Perhitungan Mean Time to Failure</i> (MTTF)	108
6.4	Perhitungan Jumlah Kebutuhan Persediaan Suku Cadang.....	112
6.5	Tanggapan Pihak Perusahaan terhadap Pengimplementasian RCS	116
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		119
7.1	Kesimpulan.....	119
7.2	Saran	121
DAFTAR PUSTAKA		123
LAMPIRAN		127
BIOGRAFI PENULIS		289

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. RCM II <i>Information Worksheet</i>	27
Tabel 2. 2. RCM II <i>Decision Worksheet</i>	29
Tabel 2. 3. Kategori <i>Proactive Task</i> dalam RCM II <i>Decision Worksheet</i>	31
Tabel 2. 4. Kategori <i>Default Action</i> dalam RCM II <i>Decision Worksheet</i>	32
Tabel 3. 1. MPI Hasil dari SERP.....	47
Tabel 3. 2. RCM II <i>Information Worksheet</i>	49
Tabel 3. 3. RCS <i>Worksheet</i>	54
Tabel 4. 1. Kriteria Penilaian Peralatan Kritis dengan SERP.....	57
Tabel 4. 2. Peralatan Kritis Hasil dari SERP	60
Tabel 4. 3. Klasifikasi Peralatan Kritis dan Sub Peralatannya.....	62
Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini	65
Tabel 4. 5. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini.....	72
Tabel 5. 1. RCM II <i>Information Worksheet</i> pada RO <i>Main Burner #4</i>	78
Tabel 5. 2. Keterangan Nilai Kriteria pada <i>Pairwise Comparison</i>	82
Tabel 5. 3. Rekap Pengisian Kuesioner Pertama Oleh Responden 1.....	82
Tabel 5. 4. Rekapitulasi Nilai <i>Inconsistency</i> dari Pembobotan Kuesioner Pertama	83
Tabel 5. 5. Rekapitulasi Rata-rata Geometrik untuk Pengisian Kuesioner Pertama	84
Tabel 5. 6. Rekapitulasi Nilai <i>Inconsistency</i> dari Pembobotan Kuesioner Kedua	85
Tabel 5. 7. Rekapitulasi Rata-rata Geometrik untuk Pengisian Kuesioner Kedua	86
Tabel 5. 8. Daftar Pertanyaan Evaluasi RCM II <i>Decision Diagram</i>	87
Tabel 5. 9. Hasil Hubungan antara Evaluasi RCM II <i>Decision Diagram</i> dengan Aktivitas Pemeliharaan	89
Tabel 5. 10. RCM II <i>Decision Worksheet</i> pada RO <i>Main Burner #4</i>	91
Tabel 6. 1 Suku Cadang dari RO <i>Main Burner #4</i>	99
Tabel 6. 2. Identifikasi Suku Cadang pada RO <i>Main Burner #4</i>	100
Tabel 6. 3. Penilaian Kriteria dari RCS <i>Worksheet</i>	101
Tabel 6. 4. RCS <i>Worksheet</i>	103
Tabel 6. 5. Rekapitulasi Historis Kerusakan Suku Cadang	105

Tabel 6. 6. Rekapitulasi <i>Time to Failure</i> (TTF) dari <i>Limit Switch #4</i>	107
Tabel 6. 7. Distribusi dan Parameter TTF dari Suku Cadang RO <i>Main Burner #4</i>	
.....	110
Tabel 6. 8. Rekapitulasi Nilai MTTF dari Suku Cadang RO <i>Main Burner #4</i> ...	111
Tabel 6. 9. Perhitungan Suku Cadang <i>Main Oil Burner A7 #4</i>	114
Tabel 6. 10. Rekapitulasi Jumlah Ketubuhan Suku Cadang RO <i>Main Burner #4</i>	
.....	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Perbandingan Frekuensi Kerusakan dan Total <i>Downtime</i> Peralatan pada PLTU Unit 3	2
Gambar 1. 2. Perbandingan Frekuensi Kerusakan dan Total <i>Downtime</i> Peralatan pada PLTU Unit 4	2
Gambar 2. 1. Peralatan Utama PLTU.....	12
Gambar 2. 2. Diagram Alur Kerja PLTU PT PJB UP Gresik.....	13
Gambar 2. 3. Blok Diagram PLTU PT PJB UP Gresik	13
Gambar 2. 4. Jenis Kegiatan <i>Maintenance</i>	15
Gambar 2. 5. <i>Maintenance Expectation</i>	17
Gambar 2. 6. <i>Maintenance Techniques Expectation</i>	17
Gambar 2. 7. Grafik Laju Kerusakan Generasi Pertama.....	17
Gambar 2. 8. Grafik Laju Kerusakan Generasi Kedua	17
Gambar 2. 9. Grafik Laju Kerusakan Generasi Ketiga	18
Gambar 2. 10. Skema Hubungan MTBF dan MTTR	23
Gambar 2. 11 <i>Decision Diagram</i>	28
Gambar 2. 12. Alur Penyusunan <i>Consequences Evaluation</i>	30
Gambar 2. 13. Proses <i>System and Equipment Reliability Prioritization</i> (SERP) .	34
Gambar 3. 1. <i>Flowchart</i> Penelitian Tugas Akhir.....	45
Gambar 3. 2. <i>Flowchart</i> Penelitian Tugas Akhir (Lanjutan)	46
Gambar 3.3. Alur Identifikasi Kondisi Terkini	46
Gambar 3. 4. Alur Penyusunan RCM II <i>Information Worksheet</i>	48
Gambar 3. 5. Kuesioner <i>Pairwise Comparison</i> Pembobotan Konsekuensi Kegagalan.....	50
Gambar 3. 6. Alur Pelaksanaan <i>Delphi Method</i>	51
Gambar 3. 7. Alur Penyusunan RCM II <i>Decision Worksheet</i>	52
Gambar 3. 8. Alur Perencanaan Persedian Suku Cadang	53
Gambar 4. 1. <i>Levelling</i> Peralatan Pembangkit di PT PJB UP Gresik	61
Gambar 5. 1. Hasil Pembobotan dari Responden 1.....	83
Gambar 5. 2. Hasil Pembobotan Kuesioner Pertama.....	85
Gambar 5. 3. Hasil Pembobotan Kuesioner Kedua.....	86

Gambar 5. 4. Persentase Konsekuensi Kegagalan.....	96
Gambar 5. 5. Persentase Rekomendasi Aktivitas Pemeliharaan	97
Gambar 6. 1. <i>Fitting Distribusi TTF Solenoid Valve B1.4 #4</i>	108
Gambar 6. 2. <i>Input Data TTF dan Parameter Hasil Fitting Distribusi pada Solenoid Valve B1.4 #4</i>	109
Gambar 6. 3. Hasil Perhitungan MTTF pada <i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>	110

BAB I

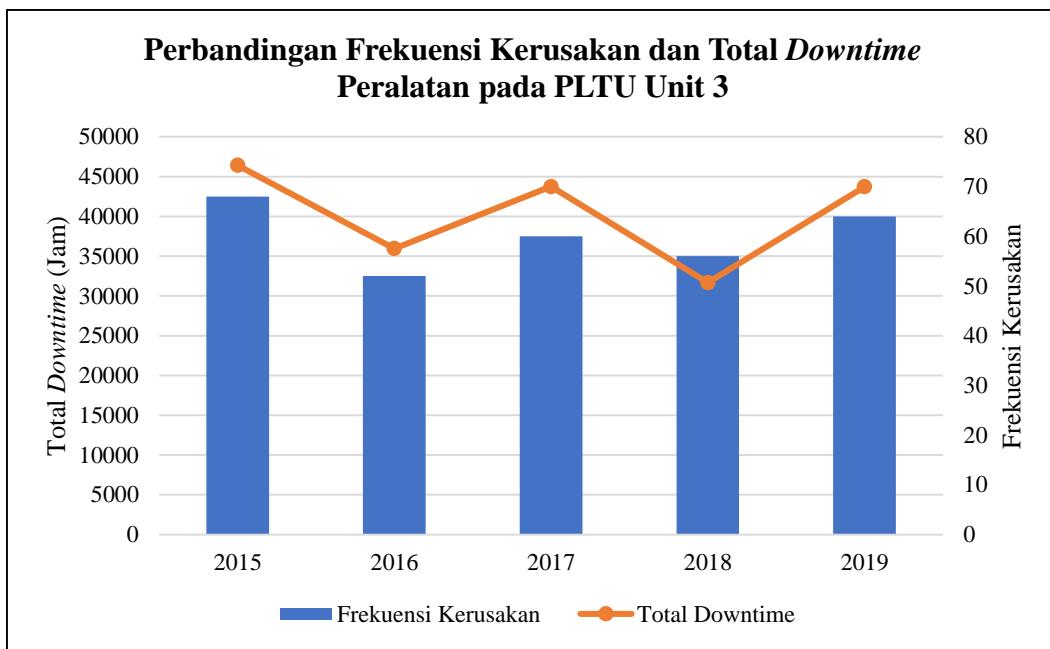
PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika dari penulisan laporan penelitian.

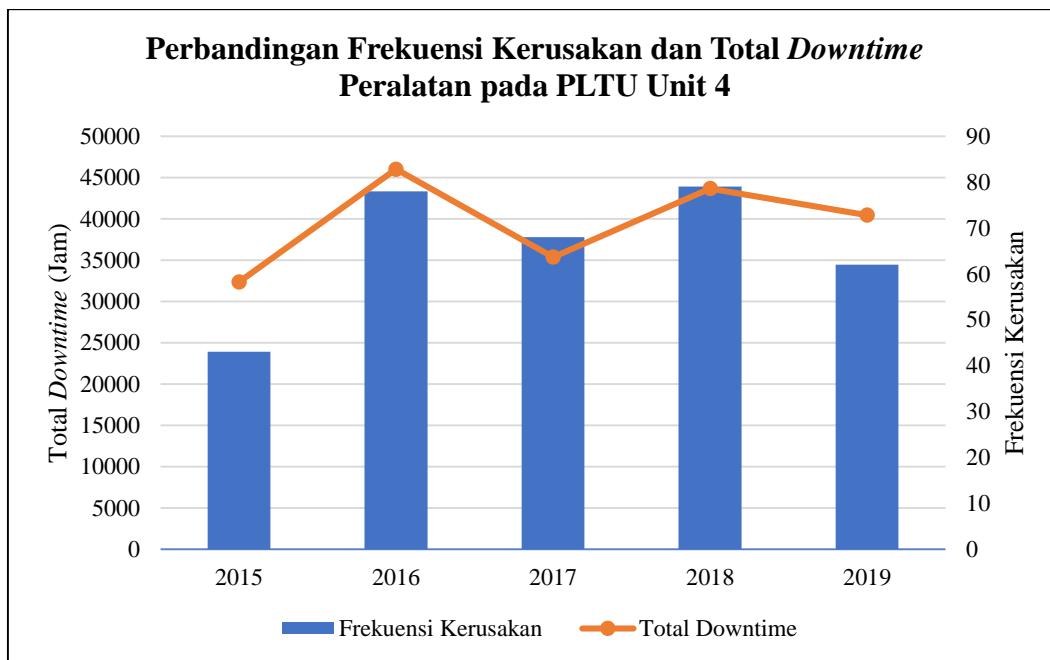
1.1 Latar Belakang

Kebutuhan listrik Indonesia diproyeksikan meningkat dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 8,7% per tahun pada rentang tahun 2015-2024. Pada tahun 2020 kebutuhan listrik mencapai 1.142 kWh/kapita. Khusus di Jawa-Bali rata-rata pertumbuhan mencapai 7,8 % hingga tahun 2024 (PLN (Persero), 2015). Adanya kebutuhan listrik yang terus meningkat harus diimbangi dengan *supply* listrik yang cukup dari perusahaan pembangkit energi listrik. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi energi listrik di Jawa-Bali adalah PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkit Gresik (PT PJB UP Gresik).

PT PJB UP Gresik merupakan anak perusahaan dari PT PLN (Persero) yang bergerak di bidang produksi pasokan energi listrik dan penyaluran energi listrik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Salah satu unit yang ada di PT PJB UP Gresik adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Unit 3-4 dengan kapasitas total 400 MW. Untuk memenuhi target produksi energi listrik, seluruh unit di PT PJB UP Gresik beroperasi selama 24 jam. Namun di dalam perkembangannya, Unit 3-4 sering mengalami kerusakan peralatan. Kerusakan peralatan menyebabkan penundaan proses produksi guna melakukan perbaikan ataupun penggantian. Lamanya peralatan mengalami kerusakan menyebabkan total *downtime* semakin panjang. Frekuensi kerusakan dan total *downtime* peralatan Unit 3 dan Unit 4 dapat dilihat pada gambar 1.1 dan gambar 1.2 secara berturut-turut.



Gambar 1. 1. Perbandingan Frekuensi Kerusakan dan Total *Downtime* Peralatan pada PLTU Unit 3 (PT PJB UP Gresik, 2020)



Gambar 1. 2. Perbandingan Frekuensi Kerusakan dan Total *Downtime* Peralatan pada PLTU Unit 4 (PT PJB UP Gresik, 2020)

Berdasarkan gambar 1.1 dan 1.2 diketahui bahwa frekuensi kerusakan dan total *downtime* untuk setiap unit mengalami kenaikan dan penurunan dalam

rentang tahun 2015-2019. Dari kedua gambar juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi frekuensi kerusakan maka semakin lama total *downtime* yang terjadi, begitu sebaliknya. Total *downtime* dipengaruhi oleh kejadian kerusakan peralatan dan lamanya waktu perbaikan. Total *downtime* akan semakin panjang jika pemeliharaan peralatan tidak dikelola dengan baik. Sehingga untuk menjaga agar sistem tetap berjalan dalam keadaan baik maka diperlukan suatu aktivitas pemeliharaan. Tujuan dilakukannya pemeliharaan untuk memelihara dan menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dengan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar tercapai suatu kondisi operasi produksi yang sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri, 1993).

Saat ini PT PJB UP Gresik telah menerapkan kebijakan pemeliharaan yang terbagi menjadi tiga aktivitas, yaitu *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *overhaul*. *Preventive maintenance* dilakukan berdasarkan waktu harian, mingguan, bulanan, dan tahunan, meliputi kegiatan membersihkan, memeriksa, menguji, dan sebagainya. *Corrective maintenance* dilakukan jika peralatan telah mengalami kerusakan. Sedangkan *overhaul* dilakukan untuk mengganti atau memperbaiki secara keseluruhan bagian unit. *Overhaul* dilakukan setiap setahun sekali dan terbagi menjadi 3 jenis, yaitu *simple inspection* dengan durasi 2 minggu, *mean inspection* dengan durasi 3 minggu, dan *serious inspection* dengan durasi 1 bulan.

Meskipun telah dilakukan aktivitas pemeliharaan, kerusakan peralatan masih terjadi dan mempengaruhi lamanya total *downtime* pada PLTU Unit 3-4. Untuk menjaga kondisi peralatan tetap dalam kondisi yang diharapkan, maka diperlukan aktivitas pemeliharaan proaktif. Artinya, aktivitas pemeliharaan tersebut sesuai dengan penyebab kegagalan dan evaluasi dampaknya.

Dalam merencanakan aktivitas pemeliharaan, perusahaan telah melakukan analisis mode dan efek kegagalan peralatan yang dituangkan ke dalam bentuk *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA). Analisis dilakukan melalui metode *workshop (comprehensive discussion)*. Hasil dari analisis berupa daftar prioritas aktivitas pemeliharaan yang dijadikan *work order*. Selanjutnya *work order* tersebut dieksekusi oleh eksekutor pemeliharaan.

Perencanaan aktivitas pemeliharaan yang dilakukan perusahaan belum mempertimbangkan konsekuensi dari kegagalan peralatan. Kegagalan peralatan dapat mempengaruhi *output*, kualitas produk, *customer service*, mengancam keselamatan dan lingkungan, serta meningkatkan biaya operasi. Selain itu, masih ada lagi kegagalan yang pengaruhnya tidak nampak, tetapi sebenarnya memberikan konsekuensi kegagalan yang jauh lebih serius ke perusahaan (Moubray, 1997). Jika banyak kegagalan peralatan tidak dapat dicegah, maka semakin banyak sumber daya yang dikeluarkan untuk memperbaikinya. Konsekuensi yang sangat serius membutuhkan upaya besar untuk mencegah, mengurangi atau menghilangkan konsekuensi. Terutama jika adanya kegagalan peralatan dapat melukai, menghilangkan nyawa seseorang, atau memiliki efek serius pada lingkungan.

Aktivitas pemeliharaan proaktif dilakukan untuk menangani konsekuensi dari kegagalan yang harus dicegah. Sehingga penting bagi perusahaan untuk mempertimbangkan kriteria yang digunakan dalam mengevaluasi konsekuensi kegagalan. Hal tersebut akan berpengaruh pada keputusan aktivitas pemeliharaan proaktif apakah yang harus dilakukan.

Salah satu faktor yang mendukung aktivitas pemeliharaan adalah ketersediaan suku cadang peralatan. *Downtime* peralatan dapat dikurangi jika seluruh suku cadang yang dibutuhkan untuk mengganti peralatan yang rusak tersebut tersedia. Pada persediaan suku cadang perlu dihindari adanya potensi *understock* dan *overstock*.

Saat ini PT PJB UP Gresik melakukan perencanaan persediaan suku cadang menggunakan metode klasifikasi ABC. Suku cadang diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu kelas A (sangat penting), kelas B (penting), dan kelas C (kurang penting). Klasifikasi tersebut diterapkan pada tiga kriteria, yaitu tingkat kekritisan, tingkat ketersediaan dan tingkat pemakaian. Tingkat kekritisan (*critically*) ditentukan berdasarkan akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan terhadap pembangkit, transmisi, dan distribusi. Tingkat ketersediaan (*availability*) ditentukan berdasarkan waktu total *lead time* proses pengadaan suku cadang. Sedangkan tingkat pemakaian (*usage*) ditentukan berdasarkan nilai pemakaian material (harga satuan x jumlah item) dalam satu periode tertentu.

Penerapan klasifikasi ABC pada perusahaan belum sepenuhnya berfungsi dengan optimal. Hal tersebut ditunjukkan dengan masih terjadinya ketidaktersediaan suku cadang yang mengakibatkan unit harus meminjam suku cadang ke unit lainnya. Suku cadang yang dipinjam harus memiliki fungsi dan spesifikasi yang sama. Sehingga apabila unit lain tidak memiliki suku cadang yang sesuai dapat mengakibatkan semakin lamanya *downtime* peralatan.

Perencanaan persediaan suku cadang yang diterapkan perusahaan belum mempertimbangkan tingkat keandalan dari suku cadang itu sendiri. Peralatan beroperasi selama 24 jam sehingga laju kerusakan dan *lifetime* suku cadang menjadi hal yang krusial. Setiap peralatan memiliki umur pemakaian (*usefull*) yang berbeda dan suatu saat dapat mengalami kerusakan secara tiba-tiba. Dengan mengetahui laju kerusakan dari suku cadang maka dapat dibuat perencanaan persediaan berdasarkan keandalannya.

Berdasarkan penjelasan kondisi terkini pada PLTU Unit 3-4, dibutuhkan suatu perencanaan aktivitas pemeliharaan proaktif sesuai dengan evaluasi konsekuensi kegagalan. Perencanaan aktivitas pemeliharaan dilakukan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II. Pada tahap evaluasi RCM II *Decision Diagram* akan dilakukan pembobotan konsekuensi untuk dihasilkan tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan pada peralatan PLTU. Sehingga aktivitas pemeliharaan yang dihasilkan sesuai dengan konsekuensi kegagalan yang akan dicegah. Selain itu, untuk mendukung lancarnya aktivitas pemeliharaan tersebut dibutuhkan perencanaan persediaan suku cadang berdasar tingkat keandalannya. Perencanaan persediaan suku cadang dilakukan menggunakan *Reliability Centered Spares* (RCS).

RCM II bertujuan untuk memastikan peralatan dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya dalam konteks operasionalnya (Moubray, 1997). RCM II berfokus pada keandalan saat akan merencanakan proses pemeliharaan sehingga terjadi keseimbangan antara *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* (Corder, 1992). Salah satu proses RCM II adalah mengevaluasi konsekuensi kegagalan yang terdiri dari *hidden* dan *evident failure*. Dimana *evident failure* dibedakan menjadi *safety*, *environment*, *operational*, dan *non operational consequences* (Moubray, 1997). Sedangkan RCS digunakan untuk menghitung

persediaan suku cadang dalam periode tertentu berdasarkan tingkat keandalannya (Fukuda, 2008).

Metode RCM II pernah diterapkan pada penelitian Tugas Akhir dalam perancangan aktivitas pemeliharaan pada PLTU oleh Ahmad Nizar Pratama tahun 2014. Perancangan RCM II dilakukan dengan menyusun *Information Worksheet* dan *Decision Worksheet*, dilanjutkan dengan penjadwalan interval pemeliharaan. Setelah itu, dilakukan perbandingan efisiensi biaya untuk melakukan rancangan aktivitas pemeliharaan terkini dan rancangan aktivitas pemeliharaan yang telah dilakukan proses penyesuaian menggunakan indikator *Net Present Value* (NPV). Penelitian dilakukan pada peralatan kritis yang ditentukan berdasarkan metode *Cost Based Critically*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan aktivitas pemeliharaan memberikan keuntungan kepada perusahaan sebesar Rp 568.156.249,886 (Pratama, 2014)

Sedangkan metode RCS pernah diterapkan pada penelitian yang bertujuan untuk menentukan pengelolaan suku cadang dan *inventory analysis* pada turbin pembangkit listrik tenaga air di Divisi Pembangkitan Perum Jasa Tirta II. Penelitian dilakukan pada 10 komponen kritis yang ditentukan menggunakan *Risk Priority Number* (RPN). Selanjutnya dihitung kebutuhan komponen kritis menggunakan metode *Poisson Process* selama 1 tahun dan ditentukan kebijakan *inventory* menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Kemudian dilakukan perhitungan biaya *inventory*, sehingga diperoleh total biaya *inventory* selama 1 tahun sebesar Rp 129.840.857,18 (Rosyidin, 2015).

Pada penelitian Tugas Akhir ini, penyusunan RCM II hanya dilakukan pada peralatan kritis karena peralatan PLTU Unit 3-4 berjumlah banyak. Penentuan peralatan kritis dilakukan menggunakan metode *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP). Peralatan kritis tersebut dilakukan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini. Dilanjutkan analisa fungsi, kegagalan fungsi dan penyebab kegagalan, serta dampaknya yang dituangkan ke dalam RCM II *Information Worksheet*. Selanjutnya dilakukan evaluasi tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan dengan melakukan pembobotan menggunakan *Software Expert Choice*. Hasil dari pembobotan digunakan untuk restrukturisasi alur evaluasi pada RCM II *Decision Diagram* dan direkap ke dalam RCM II *Decision Worksheet*. Pada

RCM II *Decision Worksheet* akan dihasilkan aktivitas pemeliharaan yang telah disesuaikan dengan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini dan evaluasi konsekuensi kegagalan. Selanjutnya dilakukan penentuan kebutuhan suku cadang menggunakan RCS. Penerapan metode ini dimulai dengan melakukan identifikasi suku cadang tiap peralatan kritis dan penyusunan RCS *Worksheet*. Selanjutnya suku cadang dilakukan *fitting* distribusi menggunakan *Software Weibull* untuk menghitung MTTF. Hasil dari perhitungan tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan persediaan suku cadang dengan pendekatan *poisson process*. Dengan RCS akan dihasilkan kebutuhan persediaan suku cadang berdasarkan keandalan peralatan. Sehingga aktivitas pemeliharaan yang membutuhkan penggantian suku cadang tidak akan terhambat akibat ketidaktersediaan suku cadang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah bagaimana melakukan perencanaan aktivitas pemeliharaan dan persediaan suku cadang menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II* dan *Reliability Centered Spares* pada PLTU Unit 3-4 PT PJB UP Gresik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dengan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan peralatan kritis.
2. Mengevaluasi aktivitas pemeliharaan terkini pada peralatan kritis.
3. Mengidentifikasi fungsi (*function*), kegagalan fungsi (*function failure*), penyebab kegagalan (*failure mode*), dan dampak kegagalan (*failure effect*) dari peralatan kritis.
4. Menentukan tingkat kepentingan pada konsekuensi kegagalan.
5. Menentukan aktivitas pemeliharaan pada peralatan kritis.
6. Menentukan kebutuhan persediaan suku cadang pada komponen kritis.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan rekomendasi aktivitas pemeliharaan.
2. Memberikan rekomendasi persediaan suku cadang berdasarkan nilai keandalannya.
3. Mengurangi total *downtime* peralatan pada PLTU Unit 3-4.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian terbagi menjadi dua, yaitu batasan dan asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian. Berikut ini adalah batasan dan asumsi dari penelitian ini.

1.5.1 Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah data historis kerusakan peralatan yang digunakan mulai tahun 2010 hingga 2019.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang diterapkan pada pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Peralatan pada data historis kerusakan beroperasi selama 360 hari dalam 1 tahun.
2. Waktu kerusakan suku cadang sama dengan waktu penggantinya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memberikan gambaran secara umum mengenai penyusunan Tugas Akhir ini. Adapun sistematika dari penulisan Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang pelaksanaan penelitian, masalah yang akan diselesaikan, tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian, penentuan batasan dan asumsi penelitian, serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan dan landasan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Tinjauan pustaka menjelaskan mengenai konsep dari pemeliharaan (*maintenance*), keandalan (*reliability*), *Reliability Centered Maintenance II*, *Reliability Centered Spares*, Persediaan, Suku Cadang, dan *System and Equipment Reliability Prioritization*. Selain itu, pada tinjauan pustaka dijelaskan terkait penelitian terdahulu yang pernah menerapkan metode RCM II dan RCS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas berisi kerangka berpikir yang digunakan oleh penulis dalam melakukan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini terdiri dari tahap identifikasi kondisi terkini, tahap penyusunan *Reliability Centered Maintenance II*, tahap perencanaan persediaan suku cadang, serta tahap kesimpulan dan saran. Adanya metodologi bertujuan agar peneliti dapat melakukan penelitian secara sistematis dan terstruktur guna mencapai tujuan yang diharapkan.

BAB IV IDENTIFIKASI KONDISI TERKINI

Bab ini berisi penjelasan mengenai kondisi terkini perusahaan dalam melakukan aktivitas pemeliharaan. Pada bab ini dilakukan penentuan peralatan kritis menggunakan *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP), mengidentifikasi komponen dari peralatan kritis, mendeskripsikan aktivitas pemeliharaan peralatan kritis, dan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini berdasarkan *manual book* dan referensi pendukung.

BAB V PENYUSUNAN *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II*

Bab ini berisi tahapan dari penyusunan *Reliability Centered Maintenance II*. Tahapan tersebut terdiri dari penyusunan RCM II. Penyusunan RCM II diawali dengan menyusun RCM II *Information Worksheet*, pembobotan tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan, melakukan evaluasi konsekuensi kegagalan pada RCM II *Decision Diagram*, dan menentukan aktivitas pemeliharaan dengan RCM II *Decision Worksheet*. Dengan penyusunan RCM II akan dihasilkan rekomendasi aktivitas pemeliharaan sesuai dengan penyebab dan dampak kegagalan peralatan.

BAB VI PERENCANAAN PERSEDIAAN SUKU CADANG

Bab ini membahas tahapan dari perencanaan persediaan suku cadang menggunakan metode *Reliability Centered Spares* (RCS). Adapun tahapan yang dilakukan yaitu mengidentifikasi suku cadang pada peralatan kritis, menyusun RCS *Worksheet*, dan menghitung *Mean Time to Failure* (MTTF). Kemudian melakukan perhitungan kebutuhan persediaan suku cadang menggunakan pendekatan *poisson process*, sehingga didapatkan jumlah kebutuhan persediaan suku cadang yang optimal sebagai antisipasi penggantian suku cadang saat melakukan pemeliharaan.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini disajikan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang diberikan oleh penulis untuk penelitian ini maupun penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Teori-teori yang digunakan untuk mendukung penelitian tugas akhir ini adalah teori-teori yang bersifat umum hingga teori-teori yang bersifat spesifik. Adapun teori-teori yang bersifat umum terdiri dari definisi perawatan (*maintenance*), konsep keandalan (*reliability*), persediaan, dan suku cadang. Sedangkan teori-teori yang bersifat spesifik terdiri dari konsep *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II), konsep *Reliability Centered Spares* (RCS), *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP), dan *Delphi Method*.

2.1 PT PJB Unit Pembangkitan Gresik

PT PJB UP Gresik merupakan salah satu unit pembangkitan PT PJB yang bergerak dalam bidang pembangkitan ketenagalistrikan yang berlokasi di Kota Gresik, Jawa Timur, Indonesia. PT PJB UP Gresik bertanggung jawab di bidang produksi pasokan energi listrik dan penyaluran energi listrik untuk wilayah Jawa Timur dan Bali. Perlu dijelaskan bahwa manajemen PT PJB UP Gresik berada di bawah naungan PT PJB merupakan anak perusahaan dari PT PLN (Persero), yang sebelumnya dikenal dengan Perusahaan Umum Listrik Negara (PLN) yang bertindak sebagai *Holding Company*.

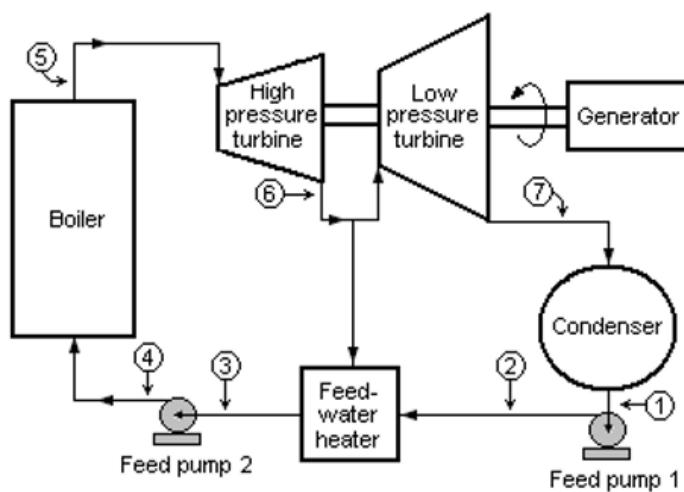
PT PJB UP Gresik bertanggung jawab atas 3 macam unit pembangkitan tenaga listrik, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan kapasitas 40 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas 600 MW, dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) dengan kapasitas 1578 MW. Total kapasitas pembangkit listrik yang terpasang di PT PJB UP Gresik sebesar 2218 MW.

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT PJB UP Gresik

Pembangkit listrik tenaga uap merupakan suatu sistem pembangkit *thermal* dimana fluida kerjanya menggunakan uap air, yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik uap untuk menggerakan poros turbin. Pembangkit listrik tenaga uap memproduksi energi listrik dengan mengambil energi panas yang terkandung dalam

bahan bakar untuk memproduksi uap, kemudian dipindahkan ke *steam generator* atau biasa disebut *boiler*. Di *boiler* akan dihasilkan uap bertekanan dan memiliki temperatur cukup tinggi. Setelah itu masuk ke turbin untuk merubah energi panas menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Gerakan putar tersebut dikopel dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki peralatan utama sebagai berikut.

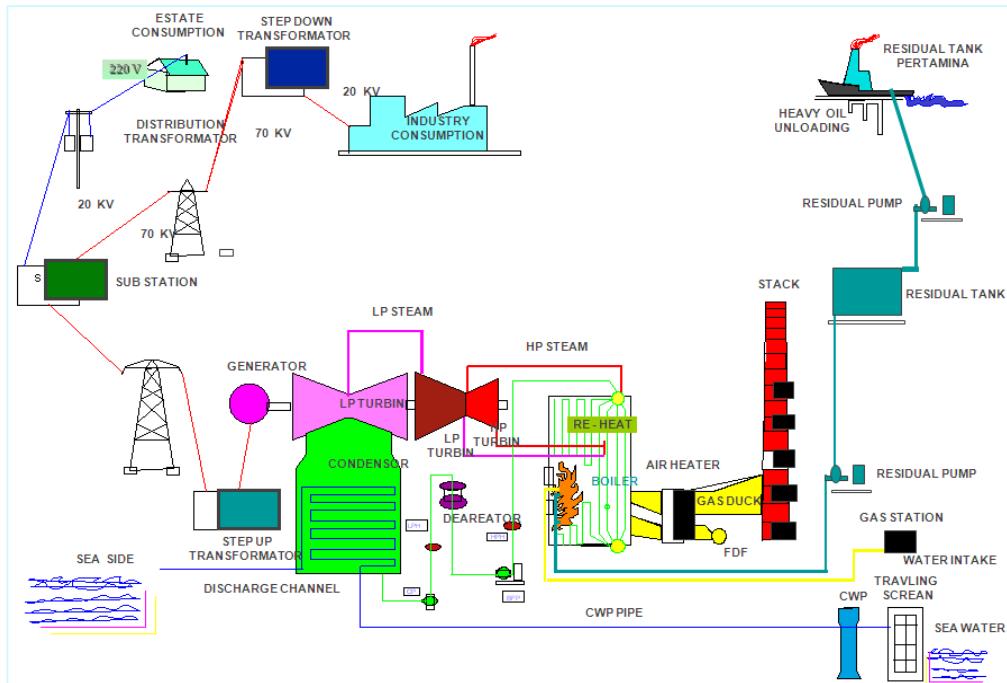
1. *Boiler*, merupakan bejana tertutup dimana panas hasil pembakaran dialirkan ke air hingga menjadi *steam* yang berupa energi kerja.
2. Turbin uap, merupakan penggerak yang berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik, kemudian diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros sudu-sudu turbin.
3. Generator, merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik.
4. Kondensor, merupakan alat untuk mendinginkan *extraction steam* bertekanan tinggi dan merubahnya menjadi cairan bertekanan tinggi.
5. Peralatan lainnya, seperti *water heater*, pompa, pipa-pipa, *air heater*, *fan* penghisap, *fan* penekan udara, dll.



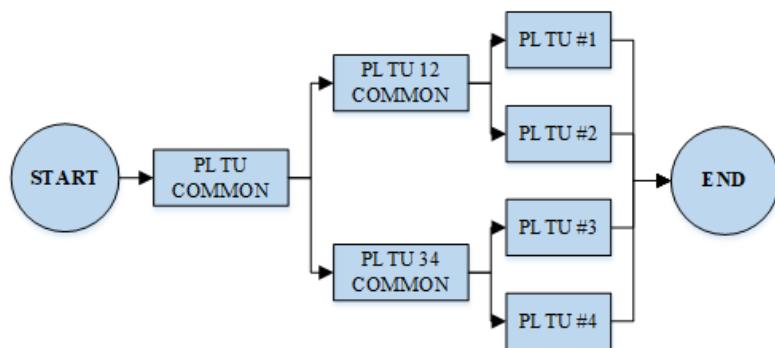
Gambar 2. 1. Peralatan Utama PLTU (PT PJB UP Gresik, 2020)

Proses yang terjadi pada peralatan-peralatan tersebut berkaitan dengan aliran, temperatur, dan tekanan tinggi, serta proses kimia yang tidak dapat dihindari. Setiap material dari peralatan memiliki keterbatasan kemampuan sehingga

diperlukan pengoperasian dan pengendalian yang hati-hati supaya keandalan dan efisiensi setiap peralatan dapat dipertahankan dengan baik. Berikut ini adalah diagram alur kerja dan blok diagram dari PLTU PT PJB UP Gresik yang ditunjukkan pada gambar 2.2 dan 2.3.



Gambar 2. 2. Diagram Alur Kerja PLTU PT PJB UP Gresik (PT PJB UP Gresik, 2020)



Gambar 2. 3. Blok Diagram PLTU PT PJB UP Gresik (PT PJB UP Gresik, 2020)

2.2 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai definisi dari pemeliharaan (*maintenance*), jenis-jenis pemeliharaan, dan evolusi pemeliharaan.

2.2.1 Definisi Pemeliharaan (Maintenance)

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan yang mampu menjamin keberlangsungan pabrik dalam waktu jangka panjang (Mobley, 2008). Kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan dengan tujuan mengembalikan dan/atau memperbaiki sistem atau komponen yang telah rusak pada kondisi dan periode tertentu (Ebeling, 1997). Secara umum, *maintenance* diartikan sebagai serangkaian aktivitas yang dilakukan agar suatu peralatan atau sistem berada pada kondisi yang aman dan efisien, sehingga mampu mendukung sistem produksi perusahaan. Saat mesin atau peralatan memiliki intensitas pengoperasian yang tinggi, maka peran manajemen pemeliharaan sangat penting. Suatu peralatan atau mesin dikatakan *downtime* jika tidak mampu menjalankan sebagaimana fungsi yang diharapkan dalam suatu sistem (Rausand, 2009).

Aktivitas pemeliharaan dilakukan dengan tujuan untuk memfokuskan langkah pencegahan sehingga mampu mengurangi atau menghindari kerusakan peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimasi biaya pemeliharaan (Nachrul A., 2013). Sedangkan menurut Sudrajat (2011), tujuan dilakukannya pemeliharaan adalah.

1. Dapat memenuhi kebutuhan sesuai rencana operasional.
2. Membantu mengurangi penggunaan dan penyimpangan di luar batas dan menjaga modal investasi perusahaan selama periode waktu tertentu.
3. Mencapai biaya pemeliharaan yang efektif dan efisien.
4. Menjamin keselamatan pekerja yang mengoperasikan peralatan.

2.2.2 Jenis-jenis Pemeliharaan

Menurut Sullivan (2004), jenis-jenis pemeliharaan (*maintenance*) dibagi menjadi *reactive maintenance*, *preventive maintenance*, dan *predictive maintenance*. Berikut ini adalah penjelasan dari jenis-jenis *maintenance* tersebut.

1. Reactive Maintenance

Reactive maintenance adalah metode pemeliharaan dimana suatu peralatan dijalankan hingga rusak. Tidak ada tindakan atau upaya yang

diambil untuk memelihara peralatan, sehingga kegiatan perbaikan dilakukan setelah peralatan mengalami kerusakan.

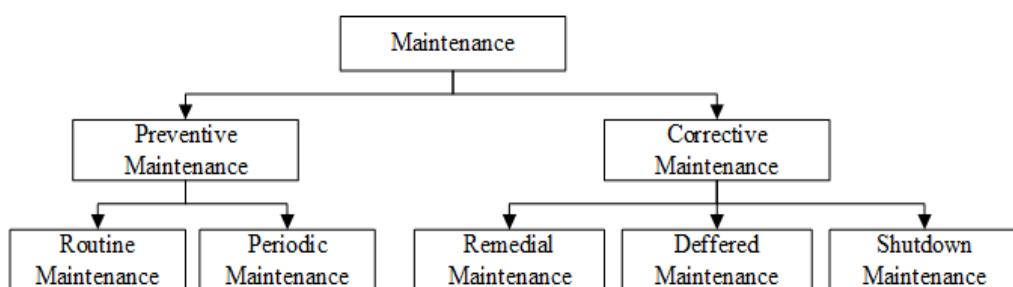
2. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance merupakan tindakan yang dilakukan secara terjadwal berbasis waktu dengan mendekksi, menghalangi, atau mengurangi degradasi komponen atau sistem dengan tujuan mempertahankan atau memperpanjang umur pakai melalui pengendalian degradasi hingga pada level kondisi yang dapat diterima.

3. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah kegiatan yang dilakukan dengan mengeleminasi gangguan pada mesin dengan menerapkan teknologi yang sesuai untuk mengukur kondisi dari sebuah mesin, mengidentifikasi dan melaporkan permasalahan secepatnya dan memprediksi waktu pelaksanaan tindakan korektif dilaksanakan. Pada dasarnya, perawatan prediktif berbeda dari perawatan preventif dengan mendasarkan kebutuhan perawatan pada kondisi aktual mesin daripada pada beberapa jadwal yang telah ditentukan.

Sedangkan menurut Corder (1992), kegiatan pemeliharaan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *preventive maintenance* (PM) dan *corrective maintenance* (CM), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4. Jenis Kegiatan *Maintenance* (Assauri, 1993 dan Corder, 1992)

1. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan sebelum terjadinya kerusakan. Tujuan dari dilakukan *preventive maintenance* yaitu untuk mencegah terjadinya kerusakan. Kegiatan PM

terdiri dari inspeksi, perbaikan kecil, penyetelan dan pelumasan, sehingga peralatan dapat terhindar dari kerusakan (Corder, 1992).

Menurut Assauri (1993), *preventive maintenance* dibedakan menjadi 2 macam, yaitu.

a. *Routine Maintenance*

Merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan secara rutin, seperti pelumasan, pembersihan, pengecekan oli, dan pengecekan bahan bakar.

b. *Periodic Maintenance*

Merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan secara berkala berdasarkan jam operasi mesin atau peralatan, misalnya penggantian kampas rem dilakukan setiap 2500 km.

2. *Corrective Maintenance*

Menurut Corder (1992), *corrective maintenance* tidak hanya melakukan perbaikan peralatan, tetapi juga mempelajari penyebab terjadinya kerusakan. *Corrective maintenance* dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

a. *Remedial Maintenance*

Merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dengan menghilangkan sumber kerusakan tanpa mengganggu proses produksi.

b. *Deffered Maintenance*

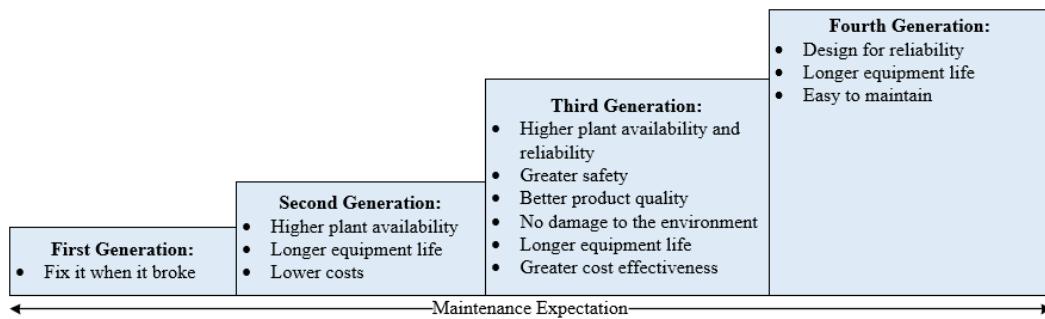
Merupakan kegiatan pemeliharaan yang tidak langsung dilakukan, namun ditunda beberapa waktu tanpa mengganggu proses produksi.

c. *Shutdown Maintenance*

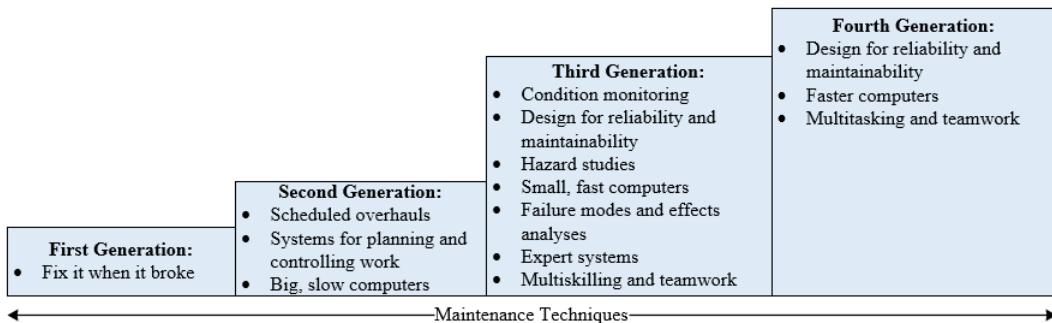
Merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan terhadap lini produksi yang mengalami mati total.

2.2.3 *Evolusi Pemeliharaan*

Menurut Moubray (1997), pemeliharaan telah melewati empat generasi dengan membaginya menjadi 2, yaitu *maintenance expectation* dan *maintenance techniques*, seperti yang dijelaskan pada gambar 2.5 dan 2.6 di bawah ini.



Gambar 2. 5. *Maintenance Expectation* (Moubray, 1997)

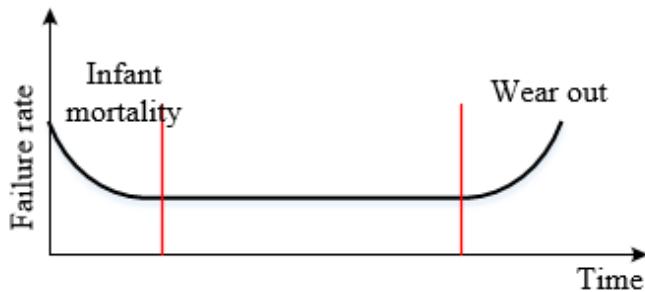


Gambar 2. 6. *Maintenance Techniques Expectation* (Moubray, 1997)

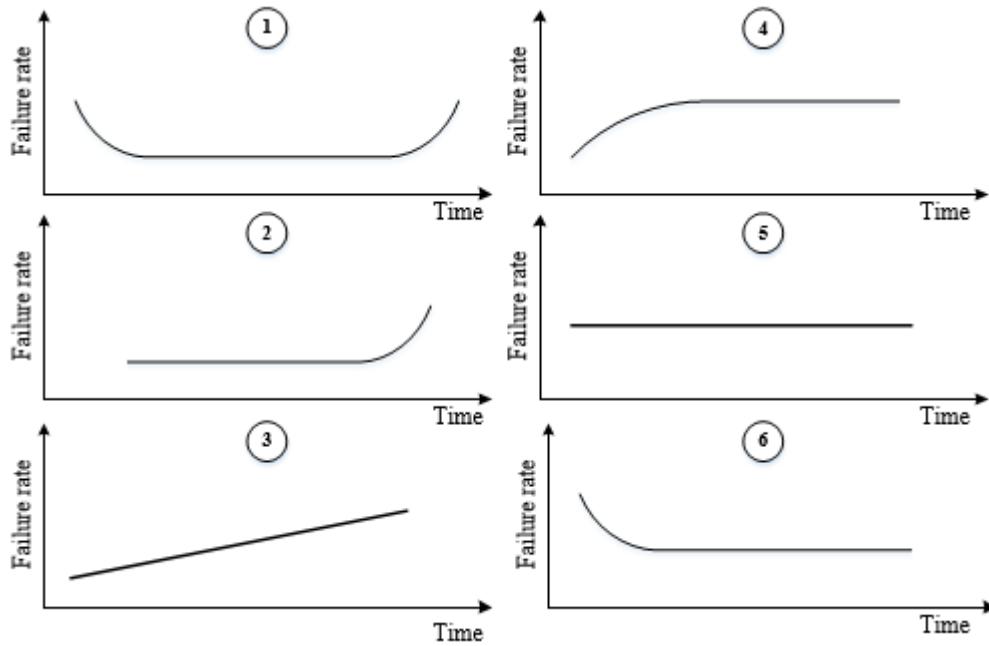
Setiap generasi memiliki grafik laju kerusakan yang berbeda-beda. Berikut ini adalah grafik-grafik laju kerusakan untuk setiap generasi.



Gambar 2. 7. Grafik Laju Kerusakan Generasi Pertama (Moubray, 1997)



Gambar 2. 8. Grafik Laju Kerusakan Generasi Kedua (Moubray, 1997)



Gambar 2. 9. Grafik Laju Kerusakan Generasi Ketiga (Moubray, 1997)

Gambar 2.7 menunjukkan bahwa di awal penggunaan peralatan memiliki peluang kerusakan yang sangat kecil dan akan terus naik seiring dengan bertambahnya waktu. Sedangkan gambar 2.8 merupakan *bathtub curve*. *Bathtub curve* menjelaskan bahwa di awal penggunaan peralatan memiliki peluang kerusakan yang sangat tinggi. Artinya diperlukan adaptasi terlebih dahulu terhadap penggunaan peralatan. Kegagalan di periode awal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain ketidak sempurnaan manufaktur, desain mesin, dan cacat pada proses pemasangan. Setelah fase ini, pola kerusakan menjadi konstan sehingga kerusakan terjadi secara acak sesuai dengan beban yang diterima saat bekerja atau beroperasi. Selanjutnya, fase kerusakan kembali mengalami kenaikan dan bersifat *linear increasing*. Pada fase ini, kerusakan dipengaruhi oleh usia dari mesin atau peralatan yang telah mencapai batas usia pakai. Hal yang dapat dilakukan untuk memperlambat kerusakan ini adalah melakukan perawatan ataupun penggantian komponen yang rusak.

Gambar 2.9 menggambarkan laju kerusakan yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai jenis peralatan yang digunakan. Hal tersebut sesuai evaluasi dari generasi-generasi sebelumnya bahwa tidak semua peralatan atau sistem memiliki pola kerusakan yang sama, sehingga pada generasi ketiga ini

dihasilkan 6 pola kerusakan yang berbeda. Dan terakhir, generasi keempat yaitu *design for reliability*, yang artinya produk dibuat dengan mempertimbangkan nilai keandalan (*reliability*).

2.3 Keandalan (*Reliability*)

Aspek keandalan pada awal abad ke-21 diperhatikan sebagai salah satu persyaratan dalam tinjauan keselamatan. Awalnya tinjauan keandalan merupakan deskripsi kualitatif, kemudian diperbaiki oleh Moubray (1992) menjadikan keandalan sebagai ukuran kuantitatif dengan metode dan prosedur penentuan standar (Karyasa, 2016).

2.3.1 Definisi Keandalan

Keandalan merupakan probabilitas dari produk dapat beroperasi atau memberikan fungsi pada waktu tertentu dengan kondisi tertentu tanpa terjadi kerusakan (Elsayed, 2012). Sedangkan menurut Stephens (2004), keandalan (*reliability*) adalah kemampuan sistem untuk melakukan performansi sesuai fungsi yang dikehendaki selama periode waktu yang diharapkan. Artinya, sebuah mesin atau produk harus dapat memberikan performansi sesuai fungsi yang dikehendaki pada level kapasitas yang diharapkan selama periode tertentu. *Reliability* adalah ukuran suatu sistem dapat beroperasi secara baik. Jika sebuah peralatan memiliki *reliability* tinggi, maka semakin baik performansi tersebut dalam menjalankan fungsinya. Berikut ini adalah fungsi dari keandalan.

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \quad (2.1)$$

Keterangan:

- | | |
|------|---------------------------------------|
| R(t) | = Keandalan (<i>reliability</i>) |
| F(t) | = <i>Cumulative density function</i> |
| f(t) | = <i>Probability density function</i> |

2.3.2 Distribusi Keandalan

Interval kerusakan peralatan dapat diketahui dari distribusi keandalan yang dimiliki. Terdapat beberapa distribusi keandalan yang sering digunakan untuk mengidentifikasi keandalan suatu peralatan, yaitu Weibull, Eksponensial,

Normal, dan Lognormal. Berikut ini adalah penjelasan dari keempat distribusi keandalan tersebut.

1. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang mempresentasikan kejadian secara linear dengan laju kerusakan yang naik maupun menurun (Elsayed, 2012). Distribusi Weibull memiliki dua jenis berdasarkan jumlah parameternya, yaitu Weibull dengan 2 parameter dan Weibull dengan 3 parameter. Rumus perhitungan dari distribusi Weibull sebagai berikut.

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \exp \left[\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (2.2)$$

$$R(t) = \exp \left[\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (2.3)$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (2.4)$$

$$MTTF = \gamma + \eta \Gamma(1 + \frac{1}{\beta}) \quad (2.5)$$

Keterangan:

t = waktu

β = *shape parameter*

η = *scale parameter*

γ = *location parameter*

2. Distribusi Eksponensial

Laju kerusakan eksponensial disebut juga *extreme value distribution*, yaitu laju kerusakan yang memiliki kemiripan dengan distribusi Weibull (Elsayed, 2012). Ciri dari distribusi ini berawal dari laju kerusakan yang konstan, kemudian naik dengan cepat mengikuti fungsi waktu. Berikut ini adalah persamaan dari distribusi eksponensial.

$$f(t) = \lambda e^{\lambda(t-\gamma)} \quad (2.6)$$

$$R(t) = e^{\lambda(t-\gamma)} \quad (2.7)$$

$$\lambda(t) = \lambda \quad (2.8)$$

$$MTTF = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.9)$$

Keterangan:

t = waktu

γ = location parameter

3. Distribusi Normal

Distribusi normal biasanya terdapat pada komponen mekanik yang mengalami fungsi repetitif atau berulang (Elsayed, 2012). Berikut ini merupakan persamaan dari distribusi normal.

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad (2.10)$$

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.11)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1-\phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)} \quad (2.12)$$

$$MTTF = \mu \quad (2.13)$$

Keterangan:

t = waktu

μ = rata-rata waktu kerusakan

σ = simpangan baku

4. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal merupakan distribusi probabilitas yang biasanya digunakan untuk menggambarkan *life data* yang berasal dari kegagalan tunggal atau berkelompok (Elsayed, 2012). Berikut ini merupakan persamaan dari distribusi Lognormal.

$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.14)$$

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right) \quad (2.15)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1-\phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)} \quad (2.16)$$

$$MTTF = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (2.17)$$

Keterangan:

t = waktu

μ = rata-rata waktu kerusakan

σ = simpangan baku

2.3.3 Mean Time to Failure (MTTF)

Keandalan suatu sistem biasanya diberikan notasi dalam bentuk angka yang menyatakan ekspektasi masa pakai sistem tersebut, dinotasikan dengan $E[T]$ dan sering disebut dengan rata-rata waktu kerusakan atau *Mean Time to Failure* (MTTF). MTTF hanya digunakan pada komponen yang sekali pakai mengalami kerusakan dan harus diganti dengan komponen yang masih baru dan baik. MTTF dapat dicari fungsi keandalannya menggunakan rumus sebagai berikut.

Rata-rata waktu kerusakan dirumuskan sebagai berikut.

$$E[T] = \int_{-\infty}^{\infty} t f(t) dt. \quad (2.18)$$

Variable acak T selalu positif, sehingga persamaan menjadi:

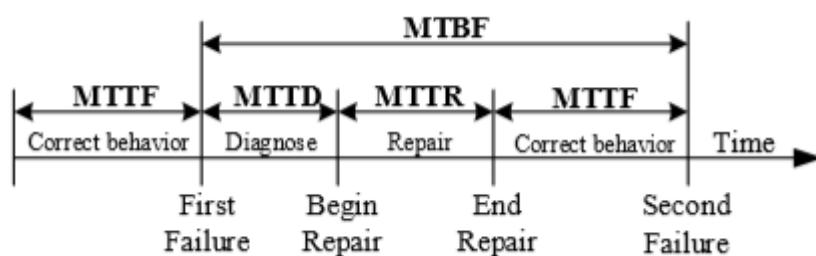
$$\begin{aligned} E[T] &= \int_0^{\infty} t f(t) dt. \\ E[T] &= \int_{\infty}^{\infty} t dF(t) dt. \\ E[T] &= \int_0^{\infty} t d - R(t). \\ E[T] &= - \int_0^{\infty} t dR(t). \\ E[T] &= -tR(t)|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt. \\ E[T] &= - \lim_{t \rightarrow \infty} t R(t) + 0 \times R(0) \int_0^{\infty} R(t) dt. \end{aligned}$$

Sehingga perkalian t dengan $R(t)$ untuk t mendekati tak terhingga adalah mendekati nol, sehingga diperoleh:

$$E[T] = MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt. \quad (2.19)$$

2.3.4 Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time to Repair (MTTR)

Mean Time Between Failure dan *Mean Time to Repair* adalah bagian dari parameter yang digunakan dalam menganalisis RAM (*Reliability Availability Maintainability*) (Sifonte, 2017). MTBF merupakan rata-rata umur suatu peralatan atau mesin mengalami kerusakan (Woo, 2017). MTBF merupakan waktu antar kerusakan komponen yang dapat diperbaiki dan ada kemungkinan rusak lagi. Sedangkan MTTR merupakan rata-rata waktu peralatan diperbaiki. Berikut gambar 2.12 adalah skema hubungan dari MTBF dan MTTR.



Gambar 2. 10. Skema Hubungan MTBF dan MTTR (Woo, 2017)

2.4 Konsep *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II)

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah proses untuk menentukan aktivitas yang dilakukan terhadap aset sehingga mampu berfungsi sesuai dengan konteks operasional (Moubray, 1997). Sedangkan menurut Yssaad (2013), *Reliability Centered Maintenance* merupakan proses sistematis untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aset fisik perusahaan dapat berfungsi sesuai dengan fungsi desain secara terus menerus dalam kurun operasi waktu tertentu. Tujuan dilakukannya RCM adalah sebagai berikut (Dhillon, 2016):

1. Untuk mengembangkan tugas-tugas terkait *preventive maintenance* yang dapat secara efektif mengembalikan keselamatan dan keandalan dari peralatan.
2. Untuk mengembangkan prioritas terkait desain yang dapat memfasilitasi *preventive maintenance* secara efektif.
3. Untuk mengumpulkan informasi yang berguna untuk meningkatkan desain peralatan dengan tingkat keandalan yang memuaskan.

4. Untuk mencapai semua tujuan yang telah disebutkan ketika total biaya minimal.

Menurut Jardine A.K (2013), keuntungan dari adanya penerapan RCM adalah:

1. Meningkatkan pemahaman terhadap aset fisik
2. Klarifikasi peran dari operator dan personil kegiatan perawatan dalam membuat aset fisik lebih *reliable* dan mereduksi biaya operasi.
3. Membuat peralatan lebih ramah lingkungan, aman, produktif, *Maintainable*, dan ekonomis untuk dioperasikan.

Menurut Moubray (1997), proses RCM harus didasarkan pada 7 pertanyaan utama yang berhubungan dengan suatu sistem, yaitu sebagai berikut.

1. Apakah fungsi dan standar kinerja terkait dengan aset dalam konteks operasinya saat ini?.
2. Dalam kejadian seperti apa komponen dikatakan gagal dalam memenuhi fungsi?.
3. Apakah yang menyebabkan setiap kegagalan fungsional?.
4. Apakah yang terjadi ketika setiap kegagalan terjadi?.
5. Dalam hal apa saja setiap kegagalan itu diperhatikan?.
6. Apa yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan?.
7. Apa yang harus dilakukan jika tidak ditemukan *preventive task* yang sesuai?.

Tujuh pertanyaan utama tersebut berhubungan dengan fungsi dan standar performansi (*function and performance standards*), kegagalan fungsi (*functional failures*), penyebab kegagalan (*failure modes*), dampak kegagalan (*failure effects*) dan konsekuensi kegagalan (*failure consequences*). Berikut ini merupakan penjelasan dari setiap hal tersebut (Moubray, 1997):

1. Fungsi dan Standar Performansi (*Function and Performance Standards*)

Langkah utama dalam proses RCM yaitu mendefinisikan fungsi dari setiap peralatan dalam hal operasional dengan standar performansi yang dikehendaki oleh *user*. Performansi dari peralatan yang diharapkan oleh *user* dibedakan menjadi 2 macam, yaitu fungsi primer dan fungsi sekunder. Fungsi primer meliputi mengapa peralatan tersebut digunakan, seperti

kecepatan, kapasitas penyimpanan, *output*, dan kualitas produk. Sedangkan fungsi sekunder meliputi hal-hal lainnya selain dapat memenuhi fungsi primer, seperti kenyamanan, keselamatan, ekonomi, perlindungan, efisiensi operasional, dan pemenuhan regulasi lingkungan.

2. Kegagalan Fungsi (*Functional Failures*)

Kegagalan fungsi merupakan ketidakmampuan suatu aset dalam melakukan fungsinya sesuai standar performansi yang dapat diterima oleh *user*. Kegagalan fungsi dibedakan menjadi 2 macam, yaitu kegagalan total dan kegagalan parsial. Kegagalan total merupakan kondisi kegagalan saat suatu aset sama sekali tidak mampu memenuhi fungsinya sesuai standar performansi. Sedangkan kegagalan parsial merupakan kondisi kegagalan saat suatu aset dapat berfungsi namun tidak sesuai dengan standar performansi yang diterima oleh *user*.

3. Penyebab Kegagalan (*Failure Modes*)

Penyebab kegagalan merupakan suatu kejadian yang menyebabkan kegagalan fungsi pada suatu aset fisik. Modus kegagalan atau penyebab kegagalan dapat direduksi atau bahkan dapat dihilangkan dengan dilakukan aktivitas perawatan pada aset. Penyebab kegagalan dapat disebabkan oleh kemerosotan (*deterioration/normal wear-out*), kesalahan manusia (*human error*), dan kecacatan desain (*design flaw*).

4. Dampak Kegagalan (*Failure Effects*)

Dampak kegagalan merupakan tahap yang mendeskripsikan kejadian yang akan terjadi apabila penyebab kegagalan terjadi. Deskripsi tersebut harus memuat informasi mengenai proses evaluasi konsekuensi kegagalan (*failure consequences*). Sedangkan informasi penunjang tersebut antara lain bukti terjadinya kegagalan (jika ada), bagaimana kegagalan tersebut dapat mengancam keselamatan dan lingkungan (jika ada), bagaimana kegagalan tersebut mempengaruhi operasional/produksi (jika ada), apa kerusakan fisik yang diakibatkan oleh kegagalan (jika ada), dan apa yang harus dilakukan untuk memperbaiki kegagalan tersebut.

5. Konsekuensi Kegagalan (*Failure Consequences*)

Konsekuensi kegagalan merupakan fokus dari RCM yang diperhatikan daripada karakteristik kegagalan. Konsekuensi kegagalan dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

- a. Kegagalan tersembunyi (*hidden failure*) artinya terjadinya kegagalan tidak berdampak secara langsung.
- b. Konsekuensi keselamatan dan lingkungan (*safety and environment consequences*) artinya kegagalan yang terjadi menyebabkan orang lain cidera, celaka, atau bahkan kehilangan nyawa, dan/atau mampu mengganggu keseimbangan lingkungan sekitar.
- c. Konsekuensi operasional (*operational consequences*) terjadi jika mempengaruhi proses produksi, hasil akhir produksi, kualitas produksi, ataupun biaya produksi selain biaya perawatan.
- d. Kegagalan non operasional (*non-operational consequences*) adalah konsekuensi kegagalan yang berhubungan dengan hal-hal yang bersifat non operasional.

6. *Proactive Task*

Proactive task dilakukan untuk mengoptimalkan tingkat *availability* dari suatu pabrik.

7. *Default Action*

Default action dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- a. *Failure finding.* Dilakukan pengecekan terhadap fungsi yang tersembunyi secara periodik agar dapat menentukan apakah terdapat fungsi yang gagal atau tidak.
- b. *Redesign.* *Redesign* membutuhkan suatu perubahan untuk mengubah kapabilitas dari suatu sistem.
- c. *No scheduled maintenance. Task* ini tidak membutuhkan usaha untuk mengantisipasi ataupun mencegah penyebab kegagalan yang mungkin akan terjadi.

2.4.1 *Reliability Centered Maintenance II Information Worksheet*

RCM II *Information Worksheet* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk *failure* yang mungkin menyebabkan setiap *function*

failure dan untuk memastikan *failure effects* berhubungan dengan setiap *failure mode* (Moubray, 1997). Kerangka dari *Reliability Centered Maintenance II Information Worksheet* dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1. RCM II *Information Worksheet*

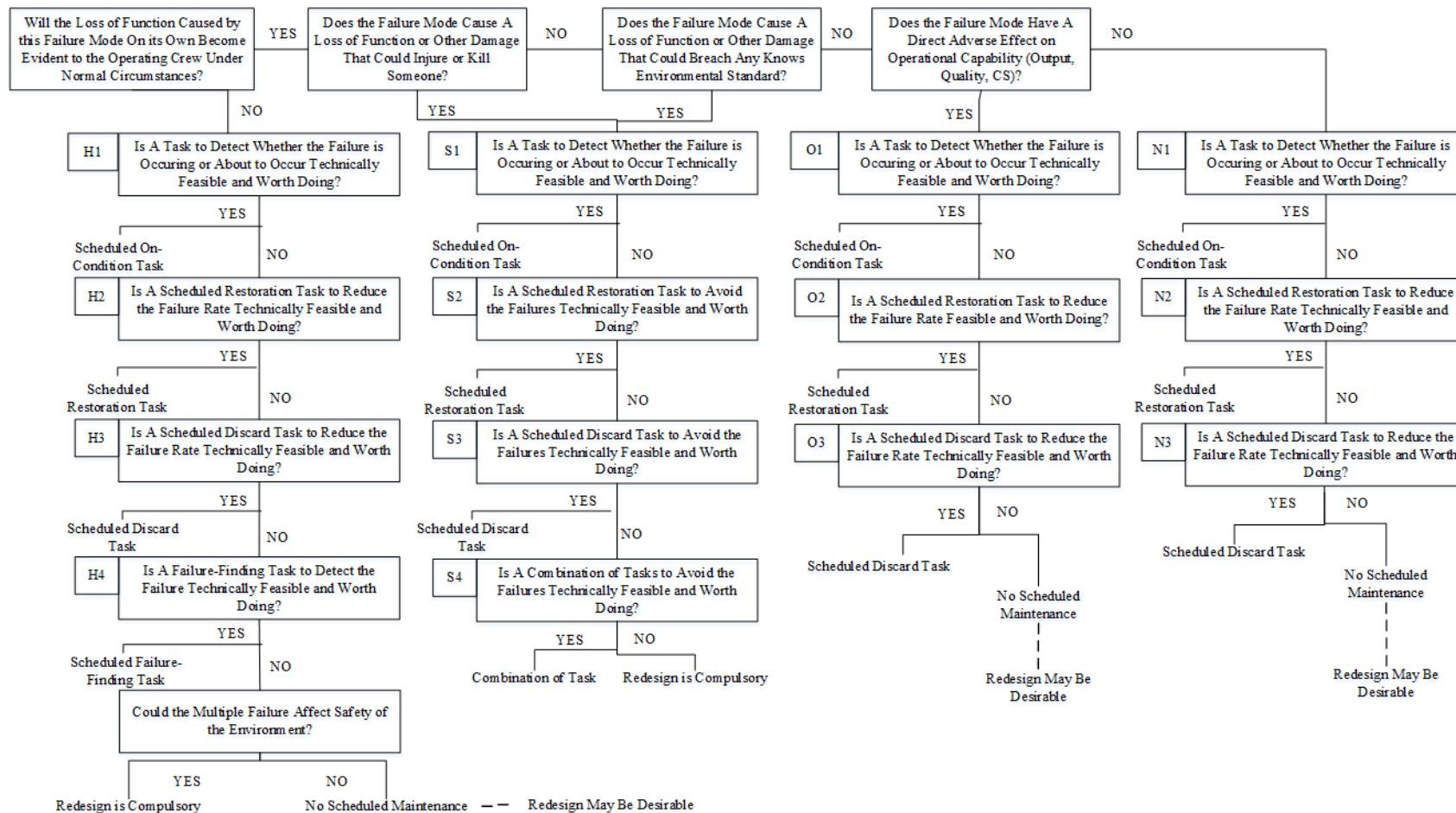
RCM II <i>Information Worksheet</i>	<i>System:</i>			
	<i>Sub-System:</i>			
<i>Function</i>	<i>Function Failure (Loss of Function)</i>	<i>Failure Mode (Cause of Failure)</i>	<i>Failure Effect</i>	

Sumber: Moubray, 1997

RCM *Information Worksheet* berisi mengenai informasi dari nama sistem, nama sub-sistem, fungsi (*function*), kegagalan fungsi (*function failure*), penyebab kegagalan (*failure mode*), dampak dari kegagalan (*failure effect*). Kolom *function* dijelaskan mengenai fungsi dari sub-sistem yang dianalisis. Dilanjutkan kolom *function failure* dijelaskan mengenai deskripsi kegagalan fungsi dari sub-sistem yang telah dijabarkan. Kolom *failure mode* berisi informasi dari penyebab kegagalan setiap *function failure* sebelumnya. Penulisan informasi pada *failure mode* harus jelas dan tidak bermakna ambigu, karena hasil dari *failure mode* akan menjadi input informasi untuk menentukan opsi manajemen kegagalan. Kolom *failure effect* berisi informasi mengenai deskripsi kejadian yang akan terjadi jika *failure mode* terjadi.

2.4.2 *Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet*

RCM II *decision worksheet* adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk melakukan *record* jawaban dari pertanyaan yang muncul pada *decision diagram* (Moubray, 1997). Berikut gambar 2.13 adalah RCM II *decision diagram* yang digunakan untuk mengevaluasi konsekuensi setiap kegagalan.



Gambar 2. 11 Decision Diagram (Moubray, 1997)

Informasi yang diperoleh dari RCM II *decision worksheet* ini nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan strategi pemeliharaan yang tepat dalam suatu sistem. Kerangka RCM II *decision worksheet* dapat dilihat pada table 2.2 berikut..

Tabel 2. 2. RCM II *Decision Worksheet*

RCM II DECISION WORKSHEET			System						System N ^o			Facilitator	Date	Sheet N ^o		
			Sub-System						Sub-System N ^o	Auditor	Date	of				
Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task		Initial Interval	Can Be Done By	
						S1	S2	S3								
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4				
							N1	N2	N3							

Sumber: Moubray, 1997

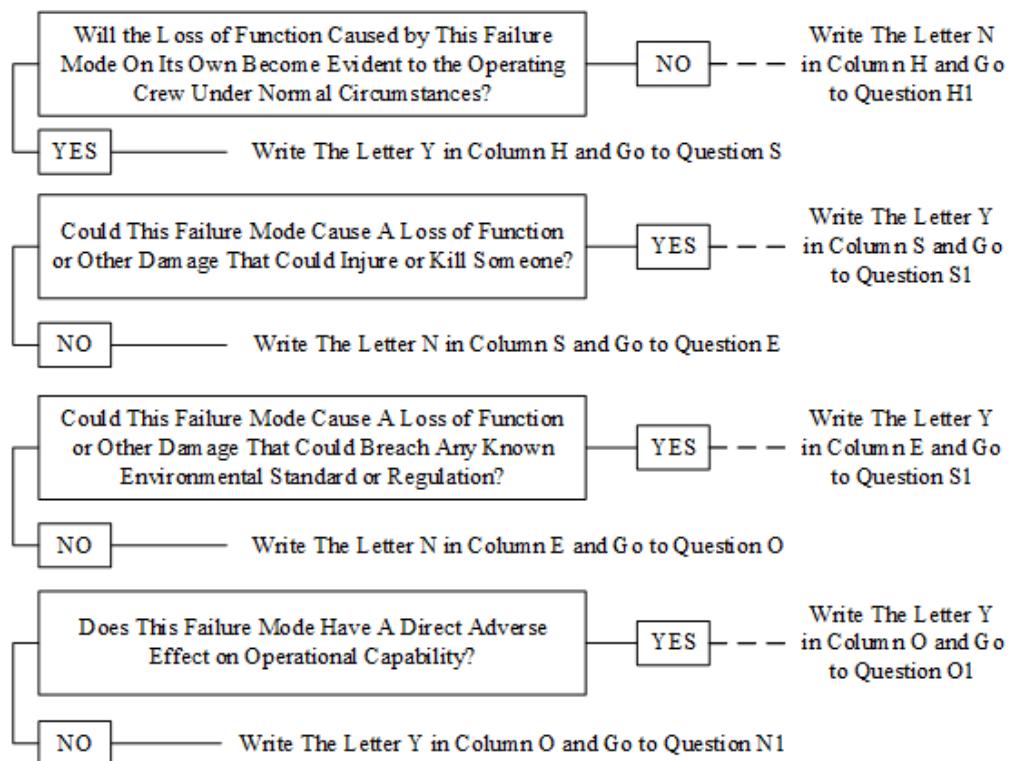
RCM II *decision worksheet* berisi informasi yang terdiri dari *information reference*, *consequence evaluation*, *proactive task*, *default action*, *proposed task*, dan *can be done by*. Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing informasi dari RCM II *decision worksheet*.

1. Information Reference

Information reference berisi mengenai informasi dari RCM II *Information Worksheet*, yaitu *function* (F), *failure function* (FF), dan *failure modes* (FM).

2. Consequence Evaluation

Membahas mengenai konsekuensi terhadap kegagalan fungsi suatu komponen. Dibagi menjadi 4 konsekuensi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu kegagalan tersembunyi (*hidden failure*), keselamatan dan lingkungan (*safety and environment*), *operational*, dan *non-operational*. Berikut gambar 2.12 adalah contoh alur dalam penyusunan *consequences evaluation*.



Gambar 2. 12. Alur Penyusunan *Consequences Evaluation* (Moubray, 1997)

Gambar 2.12 di atas menjelaskan jika pertanyaan pertama ‘tidak’ oleh pihak *expert* perusahaan, maka pertanyaan selanjutnya adalah H1, sedangkan jika jawaban pertama adalah ‘ya’, maka pertanyaan selanjutnya adalah konsekuensi S (*safety*). Hal tersebut berlaku untuk pertanyaan-pertanyaan selanjutnya. Hasil dari jawaban pertanyaan pihak *expert* perusahaan dituangkan ke dalam RCM II *decision worksheet*.

3. *Proactive Task*

Proactive task berisi mengenai tugas setiap kolom pertanyaan yang dilakukan untuk mencegah kegagalan pada peralatan sebelum terjadi kegagalan. *Proactive task* dibagi menjadi tiga kategori yang dijelaskan pada tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2. 3. Kategori *Proactive Task* dalam RCM II *Decision Worksheet*

Kategori	Keterangan
H1/S1/O1/N1	Mencatat apakah <i>task</i> yang dijalankan sesuai dengan kondisi agar mampu mengantisipasi mode kegagalan tepat waktu untuk menghindari, menghilangkan, atau meminimalkan konsekuensinya.
H2/S2/O2/N2	Mencatat apakah <i>scheduled restoration task</i> yang dijalankan dapat mencegah kegagalan
H3/S3/O3/N3	Mencatat apakah <i>scheduled discard task</i> dapat mencegah kegagalan

Sumber: Moubray, 1997

Tabel 2.3 di atas menjelaskan tindakan yang terjadi ketika menjawab pertanyaan sesuai *decision diagram*. Jika jawaban dari *expert* perusahaan adalah benar (*Yes*), maka ditulis ‘Y’, namun jika jawaban adalah tidak (*No*), maka ditulis ‘N’ pada masing-masing kolom. *Proactive task* pada RCM dibedakan menjadi 3 kategori (Moubray, 1997), yaitu:

- a. *Scheduled On-Condition Tasks*

Scheduled on-condition adalah kegiatan mengamati performansi mesin saat beroperasi, sehingga diketahui gejala-gejala kerusakan untuk dilakukan tindakan pencegahan.

b. *Scheduled Restoration Tasks*

Scheduled restoration adalah memperbaiki mesin atau komponen pada waktu tertentu tanpa melihat batas umur pemakaian dan tanpa melihat kondisi mesin atau komponen saat itu.

c. *Scheduled Discard Task*

Scheduled discard adalah kegiatan mengganti mesin atau komponen setelah mencapai batas umur pemakaian dan tanpa memperhatikan kondisi mesin atau komponen saat itu.

4. *Default Action*

Default action adalah kegiatan yang dilakukan saat mesin atau peralatan sudah mengalami kegagalan dan dipilih ketika tidak ditemukan *proactive task* yang sesuai. *Default action* dibagi menjadi 3 kategori seperti pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. 4. Kategori *Default Action* dalam RCM II *Decision Worksheet*

Kategori	Keterangan
<i>Scheduled Failure Finding Task</i> (H4)	Kegiatan memeriksa fungsi tersembunyi untuk mengetahui apakah komponen sudah mengalami kegagalan.
<i>Redesign</i> (H5)	Mencakup perubahan atau modifikasi kemampuan suatu sistem, termasuk perubahan peralatan dan prosedur kerja.
<i>Combination Task</i> (S4)	Pengisian kolom <i>proactive task</i> dan <i>default action</i> dengan dibantu RCM <i>Logic Tree Analysis</i> .

Sumber: Moubray, 1997

5. *Proposed Task*

Proposed task berisi informasi mengenai tindakan perencanaan untuk menerjemahkan hasil dari *proactive task* ataupun *default task*.

6. *Can Be Done By*

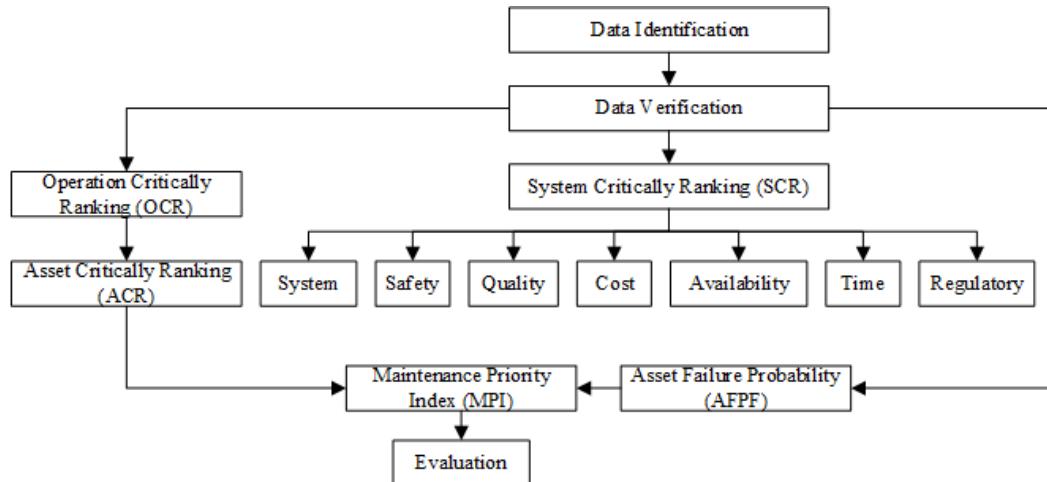
Berisi mengenai informasi pihak-pihak yang secara langsung memiliki wewenang untuk menjalankan dan mengawasi aktivitas pemeliharaan.

2.5 *System and Equipment Reliability Prioritization (SERP)*

System and Equipment Reliability Prioritization (SERP) adalah bagian dari *reliability improvement* yang apabila diimplementasikan mampu mengoptimalkan kegiatan pemeliharaan. *System and Equipment Reliability Prioritization (SERP)* merupakan suatu metode untuk merangking tingkat keandalan suatu peralatan dengan mempertimbangkan dampak dan kemungkinan kegagalan untuk menentukan prioritas kebutuhan pemeliharaan (Hartini E., 2018). Alasan perlu dilakukannya *System and Equipment Reliability Prioritization (SERP)* yaitu:

1. Jumlah sistem peralatan banyak.
2. Dampak kerusakan terhadap operasi dan kerusakan lanjut tiap peralatan berbeda.
3. Harga penggantian *part* berbeda.
4. Waktu pemulihan kerusakan berbeda.
5. Keandalan masing-masing sistem peralatan berbeda.
6. Sumber daya terbatas.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *System and Equipment Reliability Prioritization (SERP)* ditunjukkan pada gambar 2.13. Hasil dari proses SERP adalah *Maintenance Priority Index (MPI)* dalam bentuk peringkat peralatan atau komponen berdasarkan kriteria tertentu yang menentukan tingkat kekritisan peralatan berdasarkan total data dan frekuensi kerusakan. Hasil dari *maintenance priority index (MPI)* adalah proses identifikasi awal yang memberikan gambaran umum tentang peralatan kritis yang harus segera ditangani (Hartini E., 2018). *Maintenance priority index (MPI)* digunakan sebagai pendekatan untuk memprioritaskan keandalan sesuai dengan strategi pemeliharaan yang diusulkan dengan mempertimbangkan kondisi komponen kritis dalam keandalan sistem (Heo J., 2014).



Gambar 2. 13. Proses *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP)
(Hartini E., 2018)

Menurut Hartini E (2018), *output* yang dihasilkan dari proses SERP adalah sebagai berikut:

1. *System Critically Ranking* (SCR).
2. *Operation Critically Ranking* (OCR).
3. *Asset Failure Probability Factor* (AFPF).
4. *Maintenance Priority Index* (MPI) adalah *output* akhir dari proses SERP yang berguna untuk memprioritaskan perbaikan pada suatu aset atau peralatan.

Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing *output* yang dihasilkan proses SERP:

1. *System Critically Ranking* (SCR)

Setiap peralatan diukur berdasarkan aspek-aspek fungsi dan nilai yang berbeda terhadap unit atau entitasnya. Aspek-aspek tersebut adalah sebagai berikut.

- a. *Operational Cost* (OC), merupakan biaya pemeliharaan rata-rata selama tiga tahun.
- b. *Process Throughput / Availability* (PT), merupakan dampak kegagalan atau penurunan kemampuan produksi.
- c. *Product Quality* (PQ), merupakan dampak pada “*ramp rate*” untuk unit.

- d. *Safety* (SF), merupakan dampak risiko keselamatan kerja dan jumlah pekerja yang mempengaruhinya.
- e. *Regulatory / Environmental Compliance* (RC), merupakan dampak kegagalan yang menciptakan tuntutan hukum atau denda.
- f. *Plant Efficiency* (PE), merupakan pengaruh kegagalan terhadap pengurangan tingkat efisiensi pabrik.
- g. *Recovery Time* (RT), merupakan lamanya waktu pemulihan jika peralatan terjadi kegagalan.

Setiap aspek memiliki nilai berdasarkan kriteria masing-masing. Nilai dari setiap aspek tersebut dikombinasikan untuk menghitung *System Critically Ranking* (SCR) dengan formula sebagai berikut.

$$SCR = \sqrt{\frac{OC^2 + PT^2 + PQ^2 + SF^2 + RC^2 + PE^2 + RT^2}{7}} \quad (2.20)$$

2. *Operation Critically Ranking* (OCR)

Nilai *Operation Critically Ranking* (OCR) diperoleh berdasarkan dua parameter, yaitu:

- a. Lama waktu kegagalan aset yang mempengaruhi kegagalan fungsional sistem induk.
- b. Ketersediaan untuk mem-*backup* atau redundansi peralatan tersebut.

Kombinasi dari nilai *system critically ranking* (SCR) dan *operational critically ranking* (OCR) menghasilkan nilai *asset critically ranking* (ACR). ACR menunjukkan tingkat kekritisan peralatan terhadap fungsi individu dan operasionalnya. Berikut ini adalah formula dari *asset critically ranking* (ACR).

$$ACR = SCR \times OCR \quad (2.21)$$

3. *Asset Failure Probability Factor* (AFPF)

Nilai *asset probability factor* (AFPF) diperoleh dengan melihat tingkat keandalan peralatan dengan parameter berupa frekuensi kerusakan peralatan dalam 1 tahun terakhir.

4. *Maintenance Priority Index* (MPI)

Maintenance Priority Index (MPI) merupakan hasil akhir dari proses SERP. Formula dari MPI adalah sebagai berikut.

$$MPI = SCR \times OCR \times AFPF \quad (2.22)$$

2.6 Suku Cadang

Suku cadang (*spare part*) adalah suatu barang yang terdiri dari berbagai komponen mesin yang membentuk satu kesatuan dan memiliki fungsi tertentu. Masing-masing suku cadang memiliki fungsi tersendiri dan dapat terkait atau terpisah dengan suku cadang yang lainnya. Menurut Wireman (1990), suku cadang dibedakan menjadi 3 macam berdasarkan bisa tidaknya diperbaiki, yaitu:

1. *Non Repairable*

Merupakan suku cadang yang tidak dapat diperbaiki setelah mengalami satu kali kerusakan.

2. *Partially Repairable*

Dalam suatu suku cadang terdapat *part* yang dapat diperbaiki atau harus diganti jika terjadi kerusakan agar dapat mengembalikan ke performansi semula.

3. *Fully Repairable*

Ketika suku cadang mengalami kerusakan, maka suku cadang dapat diperbaiki hingga kriteria tertentu.

2.7 Persediaan

Persediaan (*inventory*) merupakan segala sesuatu atau sumber daya organisasi yang disimpan sebagai antisipasi pemenuhan permintaan baik internal maupun eksternal perusahaan (Handoko, 2008). Sedangkan menurut Baroto (2004), persediaan adalah bahan mentah, barang dalam proses (*work in process*), barang jadi, bahan pembantu, bahan pelengkap, komponen yang disimpan sebagai antisipasi pemenuhan permintaan pelanggan. Manajemen persediaan yang tepat akan memberikan manfaat yang cukup berarti bagi perusahaan. Manfaat tersebut dapat dilihat dari fungsi yang ditimbulkan dari adanya persediaan (Tersine, 1994), yaitu.

1. Faktor waktu, terjadi karena adanya selang waktu yang panjang antara proses produksi dan distribusi sebelum produk sampai ke konsumen. Jika perusahaan menerapkan adanya persediaan, maka waktu tunggu perusahaan untuk memenuhi *demand* konsumen dapat lebih singkat.
2. Faktor diskontinuitas, persediaan mampu mengurangi dampak yang ditimbulkan karena ketidakkontinuan dalam pengiriman dari *supplier*.
3. Faktor ketidakpastian, perusahaan akan memiliki proteksi terhadap kerja yang tidak terencana, seperti adanya kesalahan dalam estimasi permintaan.
4. Faktor ekonomi, persediaan memungkinkan perusahaan untuk mengambil keuntungan dari alat-alat pemotongan biaya, misalnya perusahaan dapat membeli atau memproduksi barang dalam jumlah yang ekonomis.

Dalam membuat keputusan mengenai jumlah persediaan, maka harus mempertimbangkan adanya biaya-biaya yang muncul dari adanya persediaan yaitu sebagai berikut.

1. Biaya pembelian (*purchasing cost*)
Merupakan harga pembelian per unit jika unit tersebut diperoleh dari sumber eksternal, atau biaya produksi per unit jika unit tersebut diproduksi sendiri oleh internal.
2. Biaya pengadaan (*procurement cost*)
Biaya pengadaan dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:
 - a. Biaya pemesanan (*ordering cost*), adalah semua pengeluaran yang timbul dengan tujuan untuk mendatangkan barang dari luar.
 - b. Biaya pembuatan (*setup cost*), adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi barang.
3. Biaya penyimpanan
Merupakan semua biaya yang dilakukan untuk menyimpan barang, meliputi biaya persediaan, biaya kadaluwarsa, biaya gudang, biaya kerusakan, biaya penyusutan barang, biaya asuransi dan administrasi, serta biaya pemindahan barang.
4. Biaya kekurangan persediaan

Merupakan biaya yang timbul karena terganggunya proses produksi dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan akibat dari habisnya persediaan. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari:

- a. Jumlah yang tidak dapat dipenuhi, diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak mampu memenuhi permintaan, atau kerugian akibat dari terhentinya proses produksi.
- b. Waktu pemenuhan, diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memenuhi gudang dalam satuan waktu.
- c. Biaya pengadaan darurat, merupakan biaya akibat pengadaan darurat yang biasanya menyebabkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal.

2.8 Konsep Reliability Centered Spares (RCS)

Reliability Centered Spares (RCS) adalah suatu pendekatan untuk menentukan level *inventory* suku cadang suatu peralatan. Metode RCS pada dasarnya merupakan suatu pendekatan untuk menentukan level *inventory* suku cadang berdasarkan pada *through-life costing* dan kebutuhan peralatan, serta operasi perawatan dalam mendukung sistem produksi suatu mesin (Slater, 2013). RCS dapat digunakan untuk memastikan tingkat ketersediaan suku cadang dalam kegiatan pemeliharaan, menentukan strategi *spare part*, dan menentukan jumlah *spare part* yang diperlukan dalam periode waktu tertentu, misalnya dalam periode satu tahun (Jaarsveld, 2011).

RCS terdiri dari beberapa pertanyaan dasar untuk mengetahui kebutuhan suku cadang, konsekuensi ketidaktersediaan, dan antisipasi jika terjadi *stockout* (*part unavailability*) (Slater, 2013). Pertanyaan tersebut sebagai berikut.

1. Apa saja kebutuhan kegiatan pemeliharaan suatu peralatan?.

Pertanyaan ini dijawab dengan analisa *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Keempat pertanyaan selanjutnya mencoba memastikan dibutuhkan persediaan komponen yang tepat agar dapat memenuhi kebutuhan pihak *maintenance* dan operasi.

2. Apa yang terjadi jika tidak ada suku cadang yang tersedia?.

Reliability centered spares tidak mendasari persediaan komponen pada rekomendasi suatu industri produsen mesin, namun berdasarkan apa yang terjadi jika komponen tidak tersedia saat dibutuhkan. Hal ini memungkinkan untuk memutuskan apa saja masalah yang terjadi dari ketidaktersediaan suku cadang, dan untuk itu apa saja yang dibutuhkan untuk mengurangi adanya risiko dari ketidaktersediaan suku cadang. RCS memiliki 5 kategori konsekuensi sebagai berikut.

- a. *Hidden (increased risk)*, artinya ketidaktersediaan suku cadang tidak menimbulkan konsekuensi langsung, namun terdapat peningkatan risiko sebagai konsekuensi dari kegagalan komponen lainnya.
- b. *Safety*, artinya ketidaktersediaan suku cadang memiliki konsekuensi terhadap keselamatan, yaitu dapat melukai bahkan membunuh seseorang.
- c. *Environmental*, artinya ketidaktersediaan suku cadang menyebabkan pelanggaran terhadap standar lingkungan.
- d. *Operational*, artinya ketidaktersediaan suku cadang dapat mengakibatkan *lost production* ataupun *economic loss* lainnya.
- e. *Non-operational*, artinya ketidaktersediaan suku cadang dapat mengakibatkan adanya pengeluaran biaya non operasi, seperti biaya *repair*.

3. Dapatkah kebutuhan suku cadang diantisipasi?.

Beberapa kebutuhan suku cadang yang berasal dari *breakdown* tidak dapat diantisipasi. Suku cadang tersebut gagal secara random tanpa tanda-tanda yang jelas bahwa *breakdown* akan terjadi. Bagaimanapun kebutuhan tersebut dapat diantisipasi dengan:

- a. *Parts* yang diperlukan untuk *overhaul* atau penggantian rutin direncanakan, terjadi pada interval waktu yang tetap tanpa mempertimbangkan kondisi peralatan.
- b. *Parts* yang diganti berdasarkan kondisi, dimana komponen diperiksa dan diganti apabila terdapat gejala kerusakan.

4. Persediaan apakah yang dibutuhkan untuk komponen?.

Apabila tidak mungkin untuk mengantisipasi kebutuhan suku cadang (dan oleh karena itu, tidak mungkin untuk menghindari persediaan), RCS kemudian menanyakan berapa banyak suku cadang yang harus disimpan untuk mendukung produksi dan pemeliharaan. RCS mengakui bahwa ketersediaan suku cadang tidak dapat dicapai 100%.

5. Apa yang terjadi jika syarat pemeliharaan tidak dapat terpenuhi?.

Dalam perhitungan *reliability centered spares*, suku cadang atau komponen dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu *repairable spare* dan *non repairable spare*. *Repairable spare* adalah komponen yang rusak dan dapat dikembalikan ke keadaan operasionalnya dengan cara diperbaiki. Sedangkan *non repairable spare* adalah komponen yang apabila rusak sangat sulit untuk dilakukan perbaikan atau justru biaya perbaikan lebih mahal dibandingan dengan biaya pembelian komponen, sehingga akan lebih efektif untuk mengantinya langsung. Perhitungan suku cadang ini berdasarkan pada laju kerusakan (*failure rate*) tiap komponen kritis (Jaarsveld, 2011).

Permintaan untuk suku cadang yang meliputi penggantian atau kegagalan komponen yang terjadi sebagai akibat dari aktivitas pemeliharaan ialah kejadian yang digambarkan sebagai distribusi *poisson* yang terjadi berdasarkan pada peristiwa dalam interval waktu tertentu (Fukuda, 2008). Menurut Fukuda, J (2008), faktor-faktor yang digunakan pada pendekatan ini adalah.

1. Keandalan komponen kritis yang dinyatakan sebagai waktu rata-rata antar kegagalan suatu komponen (MTBF).
2. Jumlah item yang dipasang tiap mesin, A.
3. Probabilitas suku cadang tersedia di gudang ketika dibutuhkan ($90\% \leq P \leq 95\%$), biasa disebut dengan *fill rate* atau *confidence level*.
4. Jumlah mesin yang dianalisis, N.
5. Periode waktu operasional mesin (waktu T dalam bulan).
6. Penggunaan rata-rata mesin per bulan, M.
7. Untuk komponen yang dapat diperbaiki (*repairable*), periode rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki (diindikasikan sebagai waktu antara perbaikan, RT) dianggap bukan waktu dukungan T dari poin 5 di atas.

- Untuk *scrap* pada komponen yang *repairable* dinyatakan sebagai nilai sisa (misal $R \cong 0,02$ atau 2%).

Distribusi *poisson* ini cukup sering digunakan untuk menentukan jumlah suku cadang menggunakan analisis keandalan. Terdapat 2 perbedaan perhitungan sesuai klasifikasi komponen, yaitu:

- Komponen Repairable*

Menurut Fukuda (2008), komponen *repairable* dapat dihitung dengan mempertimbangkan *scrap rate*, karena komponen yang diperbaiki tidak selalu dapat diperbaiki sehingga diperlukan penggantian komponen. Perhitungan jumlah kebutuhan suku cadang *repairable* menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTBF} \quad (2.23)$$

$$\lambda 1 = R \times \lambda t \quad (2.24)$$

$$\lambda 2 = \frac{A \times N \times M \times MTTR}{MTBF} \quad (2.25)$$

$$P \leq \sum_{x=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!} = e^{-\lambda t} \left[1 + \lambda t + \dots + \frac{(\lambda t)^{n-1}}{(n-1)!} \right] \quad (2.26)$$

Dengan,

λt = Laju kerusakan (*failure rate*)

A = Jumlah komponen

P = *Confidence level* (95%)

R = *Scrap rate*

N = Jumlah unit/mesin yang digunakan

T = *Initial period* (1 tahun)

M = Jam operasional mesin (jam/bulan)

$MTBF$ = *Mean Time Between Failure*

$MTTR$ = *Mean Time To Repair*

- Komponen Non Repairable*

Menurut Fukuda (2008), pada perhitungan jumlah kebutuhan komponen *non repairable*, jumlah kegagalan yang terjadi sama dengan jumlah kebutuhan suku cadangnya. Jumlah kebutuhan suku cadang merupakan nilai minimum dari (n) dengan rumus sebagai berikut.

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} \quad (2.27)$$

$$P \leq \sum_{x=0}^n \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!} = e^{-\lambda t} \left[1 + \lambda t + \dots + \frac{(\lambda t)^n}{n!} \right] \quad (2.28)$$

Dengan,

λt = Laju kerusakan (*failure rate*)

A = Jumlah komponen

P = *Confidence level* (95%)

N = Jumlah unit/mesin yang digunakan

T = *Initial period* (1 tahun)

M = Jam operasional mesin (jam/bulan)

MTTF = *Mean Time To Failure*

2.9 Delphi Method

Delphi method merupakan metode yang digunakan untuk mengombinasikan perbedaan pendapat dari berbagai responden melalui serangkaian pertanyaan untuk menghasilkan konsensus dan mengeliminasi konflik dari banyaknya pendapat (Renzi, 2015). *Delphi method* dapat memberikan hasil yang lebih baik jika permasalahan tidak dapat diselesaikan dengan *analytical proceedings* ataupun beberapa *expert* di suatu subyek dapat menjawab permasalahan yang dihadapi. Hasil dari *Delphi method* akan lebih terjamin jika *expert* berasal dari departemen yang berbeda. Menurut Rezi (2015), langkah-langkah melakukan *Delphi method* adalah sebagai berikut.

1. Menentukan *expert judgement* untuk mengisi kuesioner.
2. Mendiskusikan masalah yang akan diangkat.
3. Penyusunan kuesioner oleh tim ahli.
4. Penyebaran kuesioner ke beberapa *expert judgement*.
5. Merangkum solusi dari hasil kuesioner awal yang telah disebar.
6. Menyebar kuesioner kembali dengan jumlah *expert judgement* lebih sedikit namun menguasai masalah.
7. Hasil kuesioner dirangkum untuk penarikan kesimpulan.

2.10 Review Penelitian Sebelumnya

Dalam melakukan penelitian perlu mempelajari penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya. Berikut ini beberapa penelitian sebelumnya yang dapat mendukung penelitian Tugas Akhir yang dilakukan penulis.

2.10.1 Reliability Centered Maintenance II (RCM II)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Nizar Pratama (2014) bertujuan untuk merancang aktivitas pemeliharaan dengan metode *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)*. Objek dalam penelitian ini adalah 33 peralatan utama pada PLTU. Perancangan aktivitas pemeliharaan dengan RCM II dimulai dengan mengidentifikasi fungsi dan kegagalan fungsi dari peralatan pada RCM II *Information Worksheet* dalam bentuk *Failure Mode and Effect Analysis*. Selanjutnya dilakukan penentuan aktivitas pemeliharaan menggunakan RCM II *Decision Worksheet*. Pada RCM II *Decision Worksheet* ini dilakukan analisa terhadap setiap *failure mode* yang berisi dampak dari setiap kegagalan fungsi, yaitu *hidden, safety, environment, dan operational*. Pada RCM II *Decision Worksheet* ini akan diketahui aktivitas pemeliharaan yang tepat untuk *failure mode* masing-masing peralatan, apakah *scheduled on-condition task, scheduled restoration task, schedule discard task, atau finding failure task*. Setelah itu dilakukan penjadwalan interval pemeliharaan peralatan kritis selama 1 tahun.

Perancangan aktivitas pemeliharaan dilengkapi dengan penentuan peralatan-peralatan kritis dalam jangka 1 tahun dengan prioritas *cost based critically*. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan perbandingan biaya antara rancangan aktivitas pemeliharaan terkini dan rancangan aktivitas pemeliharaan yang telah diskenario dengan proses penyesuaian terhadap peralatan kritis yang didapatkan dari *cost based critically*. Analisa biaya menggunakan pendekatan *Net Present Value*. Dari hasil perhitungan *Net Present Value* diperoleh bahwa rancangan aktivitas pemeliharaan menggunakan RCM II memberikan keuntungan kepada perusahaan sebesar Rp 568.156.249,86 dalam 1 tahun.

2.10.2 Reliability Centered Spares (RCS)

Metode RCS pernah dilakukan penelitian oleh Rosyidin (2015) dengan judul “Penentuan Pengelolaan Suku Cadang pada Turbin Pembangkit Listrik

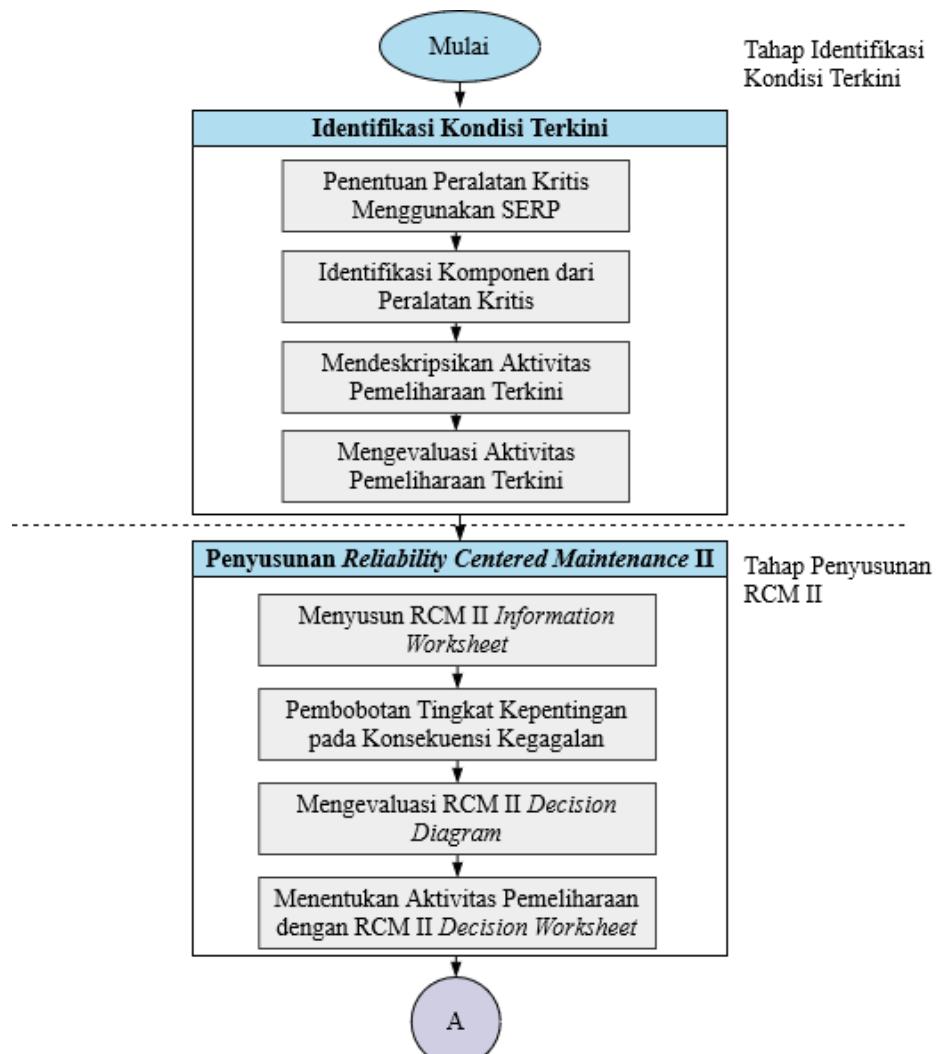
Tenaga Air dengan Metode *Reliability Centered Spares* dan *Inventory Analysis* di Divisi Pembangkitan Perum Jasa Tirta II". Penelitian ini dilakukan terhadap sistem kritis yang terpilih berdasarkan *critically analysis* menggunakan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil perhitungan RPN didapatkan sistem kritis pada turbin PLTU adalah sistem *governor*. Dari sistem kritis tersebut dilanjutkan dengan *critically analysis* pada komponen penyusun peralatan dan diperoleh 10 komponen kritis. Untuk menghitung kebutuhan komponen kritis, tiap komponen dibedakan menjadi *non repairable* dan *repairable*. Selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan *poisson process* untuk jangka waktu 1 tahun.

Komponen kritis juga dilakukan perhitungan kebijakan dan total biaya *inventory*. Kebijakan *inventory* dihitung menggunakan konsep *Economic Order Quantity* (EOQ), *safety stock*, dan *reorder point*. Selain itu juga dihitung *total cost* yang dikeluarkan untuk *inventory* yaitu sebesar RP 129.840.876,17.

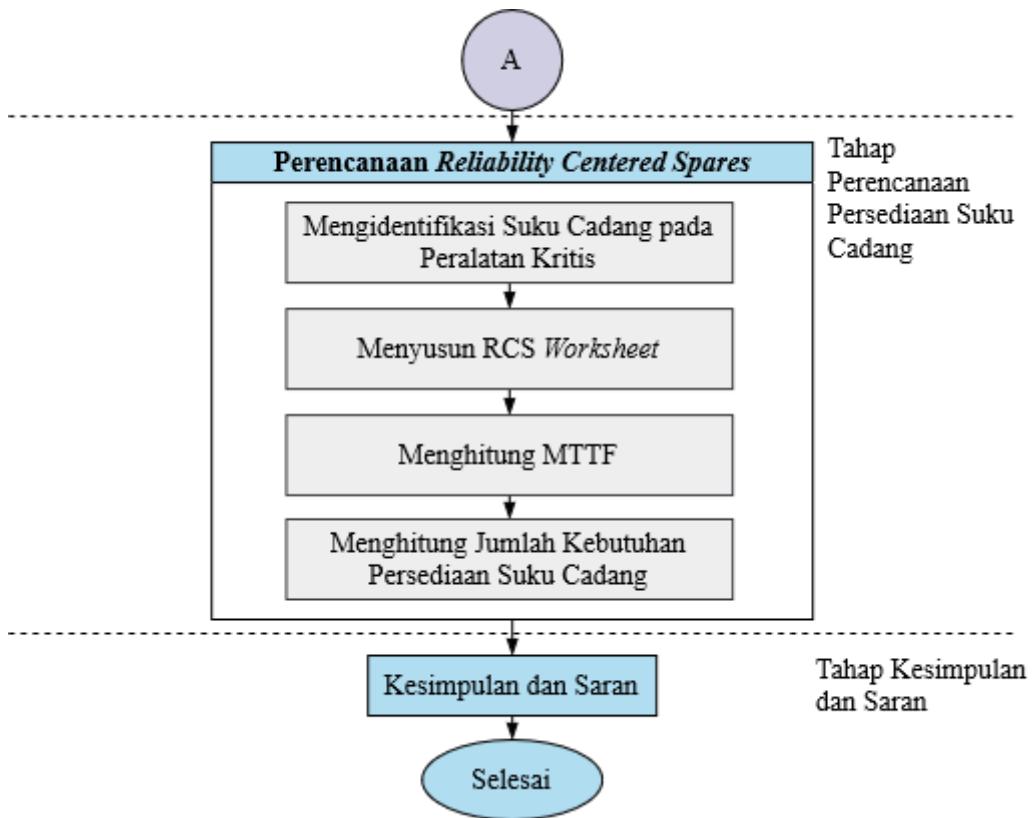
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan pada penelitian Tugas Akhir untuk mencapai tujuan yang telah didefinisikan sebelumnya. Gambar 3.1 dan 3.2 merupakan *flowchart* dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari tahap identifikasi kondisi terkini, tahap penyusunan *Reliability Centered Maintenance II*, tahap perencanaan persediaan suku cadang, serta tahap penyusunan kesimpulan dan saran. *Flowchart* ini menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir agar sistematis.



Gambar 3. 1. *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir



Gambar 3. 2. *Flowchart Penelitian Tugas Akhir (Lanjutan)*

3.1 Tahap Identifikasi Kondisi Terkini



Gambar 3.3. Alur Identifikasi Kondisi Terkini

Tahap identifikasi kondisi terkini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi aktivitas pemeliharaan peralatan kritis yang dilakukan PT PJB UP Gresik saat ini. Adapun alur identifikasi kondisi terkini ditunjukkan pada gambar 3.3.

3.1.1 Penentuan Peralatan Kritis Menggunakan SERP

Penelitian ini tentu saja tidak akan menganalisis seluruh peralatan di PLTU Unit 3-4 karena jumlahnya yang banyak. Untuk itu dilakukan penentuan peralatan kritis dengan menggunakan metode *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP). Dengan SERP, peralatan kritis dipilih berdasarkan rangking dengan mempertimbangkan dampak dan kemungkinan kegagalan untuk menentukan prioritas kebutuhan pemeliharaan. Terdapat beberapa kriteria yang digunakan dalam penilaian tingkat kekritisan masing-masing peralatan. Kriteria tersebut terdiri dari *Process Throughput* (PT), *Operation Cost* (OC), *Product Quality* (PQ), *Safety* (SF), *Regulatory / Environmental Compliance* (RC), *Plant Efficiency* (PE), dan *Recovery Time* (RT). Adapun tujuh kriteria tersebut sudah ditentukan oleh peraturan korporat dari PT PJB UP Gresik. Masing-masing kriteria memiliki level penilaian yang berbeda-beda. Hasil dari penilaian kriteria tersebut dituangkan ke dalam tabel 3.1. Peralatan yang memiliki rangking *Maintenance Priority Index* (MPI) sepuluh tertinggi akan dilakukan analisis pada penelitian ini.

Tabel 3. 1. MPI Hasil dari SERP

No	Peralatan	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	MPI

3.1.2 Identifikasi Komponen dari Peralatan Kritis

Tahap ini dilakukan identifikasi komponen dari peralatan kritis. Tujuan identifikasi ini adalah untuk mengidentifikasi kontribusi setiap komponen dalam menunjang kegiatan operasional tiap peralatan. Penentuan komponen dilakukan dengan diskusi bersama Divisi *Engineering*.

3.1.3 Aktivitas Pemeliharaan Terkini

Tahap ini berisi deskripsi aktivitas pemeliharaan terkini yang dilakukan PT PJB UP Gresik saat ini. Identifikasi aktivitas pemeliharaan dilakukan terhadap peralatan kritis beserta komponennya. Penyusunan aktivitas pemeliharaan terkini dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior *System Owner*.

3.1.4 Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini

Tahap ini dilakukan evaluasi terhadap aktivitas pemeliharaan terkini yang telah dideskripsikan pada sub bab sebelumnya. Evaluasi dilakukan dengan memperhatikan *manual book* dan referensi pendukung lainnya. Evaluasi ini nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan aktivitas pemeliharaan pada RCM II *Decision Worksheet*.

3.2 Tahap Penyusunan *Reliability Centered Maintenance II*

Tahap ini dilakukan penyusunan *Reliability Centered Maintenance II* pada peralatan kritis yang telah ditentukan dengan metode SERP sebelumnya. Tahap ini diawali dengan penyusunan RCM II *Information Worksheet*, evaluasi RCM II *Decision Diagram*, dan menentukan aktivitas pemeliharaan dengan RCM II *Decision Worksheet*.

3.2.1 Menyusun RCM II Information Worksheet

Tahapan penyusunan RCM II *Information Worksheet* ditunjukkan pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4. Alur Penyusunan RCM II *Information Worksheet*

Penyusunan RCM II *Information Worksheet* dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior System Owner. Berdasarkan gambar 3.4 di atas, tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi fungsi dan kegagalan fungsi dari tiap peralatan. Setelah itu, mengidentifikasi penyebab dan dampak kegagalan fungsi peralatan. Penyebab dari kegagalan fungsi dapat berasal dari penyebab yang pernah terjadi sebelumnya atau yang mungkin terjadi di masa mendatang. Setiap penyebab kegagalan fungsi dianalisis untuk mengetahui dampak kegagalan. Dampak kegagalan diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan area yang berdampak, yaitu lokal, sistem, dan *plant*. Fungsi, kegagalan fungsi, penyebab kegagalan, dan dampak kegagalan dituangkan ke dalam RCM II *Information Worksheet* seperti table 3.2 berikut.

Tabel 3. 2. RCM II *Information Worksheet*

Peralatan:		RCM II <i>Information Worksheet</i>						
Komponen	Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
		Lokal	Sistem	Plant				

3.2.2 Pembobotan Tingkat Kepentingan dari Konsekuensi Kegagalan

Pada tahap ini dibutuhkan *judgement* dari pihak *expert* perusahaan dalam menentukan tingkat kepentingan konsekuensi kegagalan peralatan. Konsekuensi kegagalan yang akan dinilai tingkat kepentingannya terdiri dari *hidden failure*, *safety*, *environmental*, *operational*, dan *non operational*. Kuesioner berisi perbandingan antar konsekuensi kegagalan menurut tingkat kepentingannya. Gambar 3.5 adalah bentuk kuesioner yang digunakan untuk pembobotan konsekuensi kegagalan.

Kuesioner Konsekuensi Kegagalan																				
Petunjuk: Lingkari salah satu angka dengan membandingkan kepentingan kedua konsekuensi kegagalan di bawah																				
Keterangan: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Angka</th><th>Tingkat Kepentingan</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>Sama penting</td></tr> <tr> <td>3</td><td>Sedikit lebih penting</td></tr> <tr> <td>5</td><td>Lebih penting</td></tr> <tr> <td>7</td><td>Sangat penting</td></tr> <tr> <td>9</td><td>Mutlak penting</td></tr> </tbody> </table>									Angka	Tingkat Kepentingan	1	Sama penting	3	Sedikit lebih penting	5	Lebih penting	7	Sangat penting	9	Mutlak penting
Angka	Tingkat Kepentingan																			
1	Sama penting																			
3	Sedikit lebih penting																			
5	Lebih penting																			
7	Sangat penting																			
9	Mutlak penting																			
Contoh:																				
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Environment</i>										
Dibaca: Konsekuensi kegagalan terhadap <i>safety</i> <u>sangat penting</u> dibandingkan konsekuensi kegagalan terhadap <i>environment</i>																				
Konsekuensi Kegagalan 1	Tingkat Kepentingan							Konsekuensi Kegagalan 2												
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Safety</i>										
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Environment</i>										
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Operational</i>										
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>										
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Environment</i>										
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Operational</i>										
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>										
<i>Environment</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Operational</i>										
<i>Environment</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>										
<i>Operational</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>										

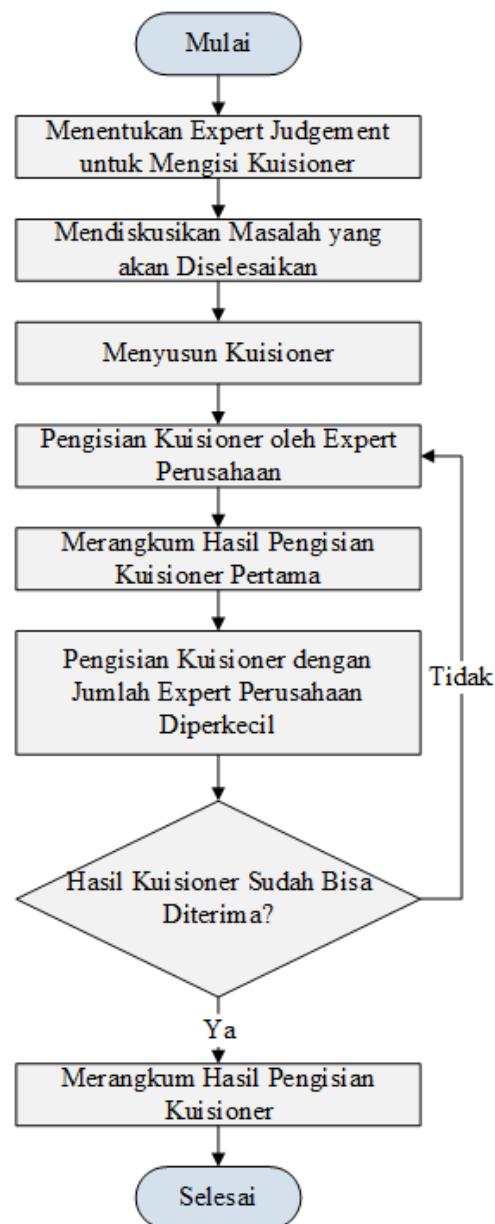
Gambar 3. 5. Kuesioner *Pairwise Comparison* Pembobotan Konsekuensi Kegagalan

Kuesioner pada gambar 3.5 tersebut diisi oleh beberapa pihak *expert* perusahaan yang terdiri dari Supervisor dan Staff dari Divisi *Engineering* dan Divisi Rendal. Penyebaran kuesioner dilakukan dengan menggunakan metode *Delphi Method*. Adapun alur dari pelaksanaan *Delphi Method* dijabarkan pada gambar 3.6. Berdasarkan gambar 3.6 nampak bahwa penyebaran kuesioner dilakukan lebih dari satu kali hingga hasil kuesioner mampu menghasilkan tingkat kepentingan dari

konsekuensi kegagalan peralatan. Hasil dari kuesioner kemudian dilakukan pembobotan melalui *software Expert Choice*.

3.2.3 Evaluasi RCM II Decision Diagram

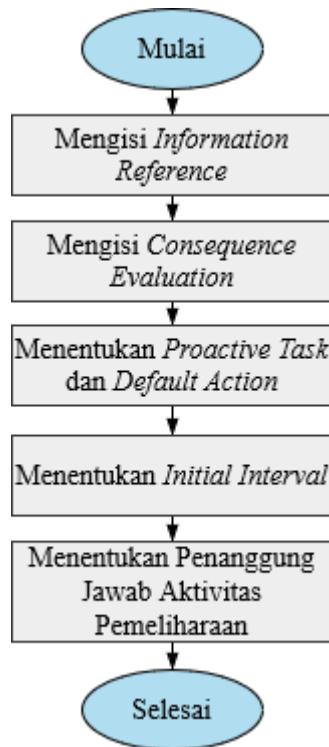
Hasil pembobotan konsekuensi kegagalan pada sub bab 3.2.2 digunakan untuk menentukan alur evaluasi RCM II *Decision Diagram*. Dengan RCM II *Decision Diagram* dihasilkan *consequence evaluation*, *proactive tasks*, dan *default action* untuk masing-masing kegagalan peralatan.



Gambar 3. 6. Alur Pelaksanaan *Delphi Method*

3.2.4 Menentukan Aktivitas Pemeliharaan dengan RCM II Decision Worksheet

Tahapan penentuan *maintenance tasks* dengan RCM II *Decision Worksheet* ditunjukkan dengan gambar 3.7 berikut.

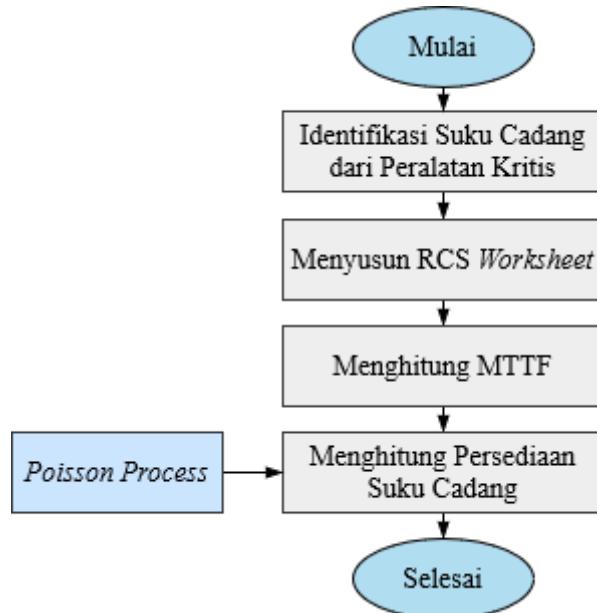


Gambar 3. 7. Alur Penyusunan RCM II *Decision Worksheet*

Berdasarkan gambar 3.7 di atas, penyusunan RCM II *Decision Worksheet* dimulai dengan mengisi *Information Reference* berdasarkan hasil identifikasi pada *Information Worksheet*. Kemudian pengisian kolom *consequence evaluation*, *proactive tasks*, dan *default action* mengacu pada hasil evaluasi RCM II *Decision Diagram*. Berdasarkan evaluasi RCM II *Decision Diagram* ini diketahui *proposed task* yang sesuai dengan kegagalan masing-masing peralatan. Penyusunan RCM II *Decision Worksheet* ini dilakukan dengan diskusi bersama Supervisor Senior *System Owner*.

3.3 Tahap Perencanaan Persediaan Suku Cadang

Tahap ini dilakukan perencanaan persediaan suku cadang yang ditunjukkan pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8. Alur Perencanaan Persediaan Suku Cadang

3.3.1 Identifikasi Suku Cadang pada Peralatan Kritis

Perhitungan persediaan suku cadang tidak dilakukan pada sepuluh peralatan kritis, namun hanya dilakukan pada satu peralatan dengan rangking *Maintenance Priority Index* (MPI) tertinggi. Peralatan tersebut dilakukan identifikasi terhadap keseluruhan suku cadang yang menjadi penyusunnya. Kemudian dilakukan perhitungan jumlah persediaan suku cadang dengan metode *Reliability Centered Spares*.

3.3.2 Menyusun RCS Worksheet

Suku cadang dari peralatan kritis dilakukan penyusunan RCS *Worksheet* yang terdiri dari tingkat urgensi, apakah suku cadang dapat diantisipasi atau tidak, *occurrence* dan jenis perbaikan suku cadang apakah *non repairable* atau *repairable*. Urgensi menunjukkan sebuah penilaian pada tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari ketidaktersediaan suku cadang. Antisipasi menunjukkan sebuah penilaian untuk menemukan potensi penyebab kerusakan dan mode kegagalan. Sedangkan *occurrence* menunjukkan sebuah penilaian untuk mengetahui tingkat kekritisan suku cadang, kemungkinan terjadinya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kegagalan suku cadang.

RCS *worksheet* ini digunakan untuk mengetahui tingkat kekritisan suku cadang dengan mempertimbangkan beberapa kriteria yang berhubungan dengan

persediaan suku cadang. Penentuan level dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior *System Owner* dan Staff Divisi *Inventory*. Sedangkan penyusunan RCS *worksheet* dilakukan dengan melakukan diskusi bersama Supervisor Senior *System Owner*. Tampilan dari RCS *worksheet* ditunjukkan pada tabel 3.3 berikut. Suku cadang yang memiliki nilai total tertinggi pada RCS *Worksheet* artinya memiliki prioritas utama dalam penyediaan suku cadang.

Tabel 3. 3. RCS *Worksheet*

RCS WORKSHEET								
Part	Urgensi		Antisipasi		Occurrence		Jenis Perbaikan	Total Nilai
	Keterangan	Level	Keterangan	Level	Keterangan	Level	Keterangan	Level

3.3.3 Menghitung Mean Time to Failure (MTTF)

Setiap suku cadang dilakukan penentuan jenis distribusi kerusakan menggunakan *Software Weibull*. Penentuan jenis distribusi tersebut berdasarkan pada data historis kerusakan dan penggantian suku cadang selama periode tahun 2010 hingga 2019. Setelah diketahui jenis distribusinya, kemudian dilakukan perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF). Nilai dari MTTF digunakan dalam melakukan perhitungan kebutuhan persediaan suku cadang dengan *Poisson Process*.

3.3.4 Menghitung Kebutuhan Persediaan Suku Cadang

Perhitungan kebutuhan persediaan suku cadang dilakukan dengan metode *Reliability Centered Spares* menggunakan pendekatan *poisson process*. Perhitungan ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu perhitungan untuk suku cadang *repairable* dan *non repairable*. Dari hasil perhitungan ini dihasilkan jumlah

kebutuhan persediaan suku cadang yang harus disiapkan oleh PT PJB UP Gresik sebagai antisipasi penggantian suku cadang saat melakukan pemeliharaan.

3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini, yaitu menarik kesimpulan dari hasil analisa guna menjawab tujuan pada penelitian Tugas Akhir. Sedangkan saran yang diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini berupa perbaikan dari penelitian ini dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

IDENTIFIKASI KONDISI TERKINI

Pada bab ini akan dilakukan identifikasi kondisi terkini perusahaan dalam melakukan aktivitas pemeliharaan peralatan. Identifikasi dimulai dengan menentukan peralatan kritis menggunakan *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP), identifikasi komponen dari peralatan kritis, dilanjutkan mengidentifikasi dan mengevaluasi aktivitas pemeliharaan terkini.

4.1 Penentuan Peralatan Kritis dengan *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP)

Pada sub bab ini dilakukan penentuan peralatan kritis dengan *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP). Tujuannya untuk merangking tingkat keandalan peralatan dengan mempertimbangkan dampak dan kemungkinan kegagalan untuk menentukan prioritas kebutuhan pemeliharaan. Terdapat beberapa kriteria penilaian yang digunakan dalam menentukan tingkat kekritisan tiap peralatan. Adapun kriteria tersebut telah ditentukan oleh peraturan korporat dari PT PJB UP Gresik. Kriteria penilaian SERP yang digunakan ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1. Kriteria Penilaian Peralatan Kritis dengan SERP

Parameter	Skor	Keterangan
PT	10	Satu <i>block</i> atau entitas pembangkit <i>shutdown</i> atau <i>trip</i>
	8	Unit <i>shutdown</i> atau <i>trip</i>
	6	Unit <i>derating</i> > 50% dan berpotensi <i>trip</i>
	4	Unit <i>derating</i> < 50% dan berpotensi <i>trip</i>
	2	Tidak berdampak langsung pada produksi listrik
OC	10	> Rp. 10.000.000.000 untuk penggantian peralatan utama
		> Rp. 500.000.000 untuk penggantian / <i>repair spare parts</i>
	8	= Rp. 5.000.000.000 - 10.000.000.000 untuk penggantian peralatan utama
		= Rp. 100.000.000 – 500.000.000 untuk penggantian / <i>repair spare parts</i>

Tabel 4. 1. Kriteria Penilaian Peralatan Kritis dengan SERP (Lanjutan)

Parameter	Skor	Keterangan
PQ	6	= Rp. 1.000.000.000 – 5.000.000.000 untuk penggantian peralatan utama
		= Rp. 50.000.000 – 100.000.000 untuk penggantian / <i>repair spare parts</i>
	4	= Rp. 500.000.000 – 1.000.000.000 untuk penggantian peralatan utama
		= Rp. 10.000.000 – 50.000.000 untuk penggantian / <i>repair spare parts</i>
	2	< Rp. 500.000.000 untuk penggantian peralatan utama
		= Rp. 10.000.000 untuk penggantian / <i>repair spare parts</i>
	10	Kemampuan <i>ramp rate</i> turun sampai dengan 75%
	8	Kemampuan <i>ramp rate</i> turun sampai dengan 50%
	6	Kemampuan <i>ramp rate</i> turun sampai dengan 25%
	4	Kemampuan <i>ramp rate</i> turun sampai dengan < 25%
	2	Tidak berdampak langsung pada produksi listrik
SF	10	<i>High dangerous situation and high personnel injury</i>
	8	<i>Low dangerous situation and high personnel injury</i>
	6	<i>High dangerous situation and low personnel injury</i>
	4	<i>Low dangerous situation and low personnel injury</i>
	2	Tidak berdampak
RC	10	Kerusakan sistem berakibat denda / pidana / <i>shutdown</i> yang ditentukan oleh lembaga lingkungan (Bappedal Pusat dan Bappedalda)
	8	Kerusakan sistem berakibat laporan insiden kepada lembaga lingkungan (Bappedal Pusat & Bappedalda), ada keluhan masyarakat sekitar
	6	Kerusakan sistem berakibat laporan insiden tersebut dalam perusahaan (ISO 14000)
	4	Kerusakan sistem mengakibatkan kebutuhan pembersihan pada sistem dengan segera sesuai dengan kebijakan lingkungan perusahaan (ISO 14000)
	2	Kerusakan sistem tidak berdampak pada lingkungan
PE	10	Kegagalan sistem berdampak besar terhadap penurunan efisiensi
	5	Kegagalan sistem berdampak sedang terhadap penurunan efisiensi
	1	Kegagalan sistem tidak berdampak terhadap penurunan efisiensi

Tabel 4. 1. Kriteria Penilaian Peralatan Kritis dengan SERP (Lanjutan)

Parameter	Skor	Keterangan
RT	10	Waktu pemulihan > 6 bulan
	8	Waktu pemulihan 2-6 bulan
	6	Waktu pemulihan 1-2 bulan
	4	Waktu pemulihan 1-4 minggu
	2	Waktu pemulihan < 1 minggu
OCR	10	<i>No back-up or immediate parent system functional failure</i>
	8	<i>50% redundancy or parent system functional failure within 1 hour</i>
	6	<i>100% redundancy or parent system functional failure within 1 shift</i>
	4	<i>Greater than 100% redundancy or parent system functional slow down</i>
	2	<i>Small or no effect on parent system functionally or small effect on parent system functionality</i>
AFPF	10	Benar-benar tidak handal (Kegagalan aset terjadi beberapa kali dalam satu bulan)
	8	Sangat tidak handal (Kegagalan aset terjadi beberapa dalam satu tahun)
	6	Tidak handal (Kegagalan aset terjadi setidaknya sekali dalam setahun)
	4	Handal (Kegagalan aset jarang terjadi atau terjadi sekali dalam beberapa tahun)
	2	Sangat handal (Kegagalan aset tidak pernah terjadi)

Sumber: PT PJB UP Gresik, 2020

Dari beberapa kriteria pada tabel 4.1 di atas, selanjutnya dilakukan penilaian kekritisan terhadap keseluruhan peralatan PLTU Unit 3-4. Dimana hasil akhir dari penilaian SERP adalah *Maintenance Priority Index* (MPI). Berikut ini adalah contoh perhitungan MPI untuk peralatan RO *Main Burner #4*. Langkah pertama yaitu menghitung *System Critically Ranking* (SCR) sebagai berikut.

$$SCR = \sqrt{\frac{OC^2 + PT^2 + PQ^2 + SF^2 + RC^2 + PE^2 + RT^2}{7}}$$

$$SCR = \sqrt{\frac{6^2 + 8^2 + 10^2 + 6^2 + 4^2 + 10^2 + 4^2}{7}}$$

$$SCR = \sqrt{52.5625}$$

$$SCR = 7.25$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai SCR sebesar 7.25, kemudian digunakan untuk menghitung *Asset Critically Rangking* (ACR) sebagai berikut.

$$ACR = SCR \times OCR$$

$$ACR = 7.25 \times 10$$

$$ACR = 72.5$$

Hasil perhitungan ACR selanjutnya digunakan untuk menghitung MPI dengan mengalikan SCR, OCR, dan AFPF sebagai berikut.

$$MPI = SCR \times OCR \times AFPF$$

$$MPI = 7.25 \times 10 \times 10$$

$$MPI = 725$$

Perhitungan MPI untuk peralatan lainnya dilakukan sesuai contoh perhitungan tersebut. Pada penelitian ini, peralatan kritis yang akan dianalisis berjumlah sepuluh buah. Adapun rekapitulasi sepuluh peralatan kritis yang memiliki rangking *Maintenance Priority Index* (MPI) tertinggi ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2. Peralatan Kritis Hasil dari SERP

N O	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
1	RO Main Burner #4	8	6	10	6	4	10	4	7.25	10	72.5	10	725.0
2	Gas Main Burner #4	8	6	10	4	4	10	4	7.1	10	70.5	10	705.1
3	Economizer #4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	10	654.7
4	Steam Drum #4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	10	654.7
5	Superheater System #4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	10	654.7
6	Condenser #4A	8	10	10	4	2	10	8	8.0	8	64.0	10	640.0

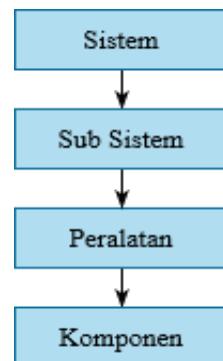
Tabel 4. 2. Peralatan Kritis Hasil dari SERP (Lanjutan)

NO	PERALATAN	PT	QC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
7	<i>Combine Reheat Valve (CRV) #3</i>	8	10	10	4	2	10	4	7.6	10	75.6	8	604.7
8	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	8	8	10	4	2	10	4	7.2	10	72.1	8	576.9
9	<i>Circulating Water Pump 3B</i>	8	8	10	4	2	10	4	7.2	10	72.1	8	576.9
10	<i>Gas Main Burner #3</i>	8	6	10	4	4	10	4	7.1	10	70.5	8	564.1

Tabel 4.1 menunjukkan sepuluh peralatan kritis PLTU Unit 3-4 yang memiliki rangking MPI tertinggi. Peralatan kritis tersebut menjadi prioritas dalam melakukan aktivitas pemeliharaan dan akan dianalisis pada penelitian ini. Sedangkan rekapitulasi SERP dari seluruh peralatan yang ada di PLTU Unit 3-4 dapat dilihat pada lampiran 1.

4.2 Identifikasi Komponen dari Peralatan Kritis

Pada dasarnya, unit pembangkit merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa sub sistem yang bekerja sedemikian rupa sehingga membentuk siklus uap yang diintegrasikan kemudian menghasilkan energi listrik. Di dalam sub sistem terdapat beberapa peralatan yang memiliki fungsi berbeda-beda. Begitu pula di dalam peralatan terdapat bermacam-macam komponen pendukungnya. Gambar 4.1 menunjukkan *levelling* peralatan pembangkit yang terdapat di PT PJB UP Gresik.



Gambar 4. 1. *Levelling* Peralatan Pembangkit di PT PJB UP Gresik

Berdasarkan gambar 4.1, sistem merupakan level tertinggi yang ada di pembangkit listrik. Yang dimaksud dengan sistem dalam penelitian ini adalah PLTU. Di dalam sistem PLTU terdapat kumpulan beberapa sub sistem, seperti *steam turbine system*, *generator main system*, *feed water system*, dan sebagainya. Kemudian, di dalam setiap sub sistem terdapat beberapa peralatan yang mendukung fungsi dari sub sistem itu. Misalnya, di dalam *steam turbine system* terdapat peralatan *combine reheat valve*, *main stop valve*, *control valve*, *main steam pipe*, dan lain-lain. Selanjutnya, di dalam setiap peralatan tersebut terdapat beberapa komponen yang merupakan level terendah. Misalnya, peralatan RO *main burner* memiliki komponen yang terdiri dari *fuel oil supply nozzle*, *atomizing nozzle*, *gun burner*, *burner tip*, dan sebagainya.

Saat ini, aktivitas pemeliharaan di PT PJB UP Gresik dilakukan pada level peralatan pembangkit beserta komponennya. Setiap komponen diberikan aktivitas pemeliharaan untuk memperbaiki atau meningkatkan kondisi operasional peralatan. Sehingga pada sub bab ini akan dilakukan identifikasi komponen dari peralatan kritis PLTU Unit 3-4. Komponen yang diidentifikasi adalah komponen kritis yang sering mengalami kerusakan. Tujuan identifikasi adalah untuk mengetahui kontribusi setiap komponen dari peralatan kritis dalam menunjang kegiatan operasional. Identifikasi komponen dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior *System Owner*. Tabel 4.3 menunjukkan klasifikasi komponen dari masing-masing peralatan kritis.

Tabel 4. 3. Klasifikasi Peralatan Kritis dan Sub Peralatannya

No	Sub Sistem	Peralatan	Komponen
1	<i>Boiler Burner System</i>	<i>RO Main Burner #4</i>	<i>Fuel Oil Supply Nozzle</i>
			<i>Atomizing Nozzle</i>
			<i>Limit Switch</i>
			<i>Solenoid Valve</i>
			<i>Main Oil Burner</i>
			<i>Skep Main Burner</i>
			<i>Flame Detector</i>
			<i>Gun Burner</i>
			<i>Burner Tip</i>
			<i>Tip Nut</i>
2	<i>Boiler Burner System</i>	<i>Gas Main Burner #4</i>	<i>PV-200-01 PLTU # 3</i>
			<i>Stainer Gas Inlet PV-200 #3</i>

Tabel 4. 3. Klasifikasi Peralatan Kritis dan Sub Peralatannya (Lanjutan)

No	Sub Sistem	Peralatan	Komponen
			<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i> <i>Air Filter Burner #4</i> <i>Decirculating Burner A 1-4</i> <i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i> <i>Air Register Burner C1</i>
3	<i>Boiler Mechanical System</i>	<i>Economizer #4</i>	<i>Tube Economizer</i>
4	<i>Boiler Mechanical System</i>	<i>Steam Drum #4</i>	<i>Internal Surface</i> <i>Body Spool Pieces</i> <i>Ligament Regions</i> <i>Steam Welds</i> <i>Stub Tubes to Drum Welds</i> <i>Drain Line Penetrations</i> <i>Supports</i> <i>Level Trasmitter</i> <i>Pressure Transmitter</i> <i>Level Glass</i> <i>Safety Valve</i>
5	<i>Boiler Mechanical System</i>	<i>Superheater System #4</i>	<i>Tube Superheater</i>
6	<i>Condenser System</i>	<i>Condenser #4A</i>	<i>Condenser Tube</i> <i>Condenser Water Box</i> <i>Backwash Valve System</i>
7	<i>Steam Turbine System</i>	<i>Combine Reheat Valve (CRV) #3</i>	<i>Intercept Valve</i> <i>Reheat Stop Valve</i> <i>Strainer</i> <i>Cross Head</i> <i>Lever</i> <i>Stud Bolt & Castle Nut</i> <i>Coupling</i> <i>Valve Steam IV</i> <i>Valve Steam RSV</i> <i>Valve Seat & Disc IV</i> <i>Valve Seat & Disc RSV</i>
8	<i>Circulating Water Pump Main System</i>	<i>Circulating Water Pump #3A</i>	<i>Impeller</i> <i>Shaft</i> <i>Coupling</i> <i>Gland Packing</i> <i>Casing Impeller / Suction Bell</i> <i>Wear Ring (Perapat)</i> <i>Motor - Bearing</i> <i>Motor - Windings</i> <i>Motor - Electric Connection</i>

Tabel 4. 3. Klasifikasi Peralatan Kritis dan Sub Peralatannya (Lanjutan)

No	Sub Sistem	Peralatan	Komponen
			<i>Motor - Filter & Cooling System</i> <i>Casing Fan</i>
9	<i>Circulating Water Pump Main System</i>	<i>Circulating Water Pump #3B</i>	<i>Impeller</i> <i>Shaft</i> <i>Coupling</i> <i>Gland Packing</i> <i>Casing Impeller / Suction Bell</i> <i>Wear Ring (Perapat)</i> <i>Motor - Bearing</i> <i>Motor - Windings</i> <i>Motor - Electric Connection</i> <i>Motor - Filter & Cooling System</i> <i>Casing Fan</i>
10	<i>Boiler Burner System</i>	<i>Gas Main Burner #3</i>	<i>PV-200-01 PLTU # 3</i> <i>Stainer Gas Inlet PV-200 #3</i> <i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i> <i>Air Filter Burner #4</i> <i>Decirculating Burner A 1-4</i> <i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i> <i>Air Register Burner C1</i>

Berdasarkan tabel 4.3, terdapat beberapa peralatan kritis yang berasal dari sub sistem yang sama. Yaitu 3 peralatan kritis berasal dari sub sistem *boiler burner*, 3 peralatan kritis dari sub sistem *boiler mechanical*, 1 peralatan kritis dari sub sistem *condenser*, 1 peralatan kritis dari sub sistem *steam turbine*, dan 2 peralatan kritis dari sub sistem *circulating water pump*. Dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa setiap peralatan kritis memiliki komponen penyusun yang berbeda-beda. Keseluruhan komponen dari sepuluh peralatan kritis berjumlah 73 komponen. 73 komponen tersebut akan dilakukan perencanaan aktivitas pemeliharaan pada bab 5.

4.3 Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini

Pada sub bab ini akan dilakukan identifikasi aktivitas pemeliharaan terkini terhadap sepuluh peralatan kritis beserta komponennya. Identifikasi ini digunakan sebagai bahan evaluasi aktivitas pemeliharaan untuk mengetahui apakah pemeliharaan tersebut sudah sesuai. Penentuan aktivitas pemeliharaan terkini

berdasarkan informasi dari Divisi *Engineering*. Identifikasi aktivitas pemeliharaan pada peralatan kritis PLTU Unit 3-4 ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini
1	RO Main Burner #4	<i>Fuel Oil Supply Nozzle</i>	Melakukan pembersihan <i>fuel oil supply nozzle</i> secara rutin.
		<i>Atomizing Nozzle</i>	Melakukan pembersihan dan pengecekan <i>atomizing nozzle</i> secara berkala.
		<i>Limit Switch</i>	Melakukan penggantian <i>limit switch</i> .
		<i>Solenoid Valve</i>	Melakukan penggantian <i>solenoid valve</i> .
		<i>Main Oil Burner</i>	Melakukan penggantian <i>main oil burner</i> .
		<i>Skep Main Burner</i>	Melakukan penggantian <i>skep main burner</i> .
		<i>Flame Detector</i>	Melakukan penggantian <i>flame detector</i> .
		<i>Gun Burner</i>	Melakukan pengecekan <i>gun burner</i> secara rutin.
		<i>Burner Tip</i>	Melakukan penggantian <i>burner tip</i> jika terjadi kerusakan.
2	Gas Main Burner #4	<i>PV-200-01 PLTU #3</i>	Melakukan pengecekan udara instrumen, pelepasan dan pembersihan PV 200-1, perbaikan dan penyesuaian kalibrasi PV 200-1, serta melakukan <i>loop test</i> dan penormalan PV 200-1
		<i>Strainer Gas Inlet PV-200 #3</i>	Melakukan <i>corrective maintenance</i> dengan pembersihan <i>strainer gas temporary</i> .
		<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , mengecek dan memperbaiki <i>SV</i> , melepas dari <i>line</i> , mengecek <i>coil</i> dan piston di dalam <i>SV</i> , pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan <i>SV</i> , penggantian <i>SV</i> jika diperlukan, serta pemasangan kembali <i>SV</i> pada <i>line</i> .
		<i>Air Filter Burner #4</i>	Melepas <i>cashing</i> dan <i>cartridge filter</i> , membersihkan <i>filter</i> , mengganti <i>filter</i> baru, dan menutup <i>cashing</i> .
		<i>Decirculating Burner A 1-4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , mengecek dan memperbaiki <i>SV</i> , melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam <i>SV</i> , pelumasan pada piston jika

Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini
3	<i>Economizer #4</i>		diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .
		<i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i>	Mengisolasi <i>line</i> SV, mengecek dan memperbaiki SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .
		<i>Air Register Burner C1</i>	Melakukan penyesuaian <i>limit switch</i> : untuk gas sebesar 40%, minyak sebesar 54%, <i>close</i> 0%. Melakukan penyesuaian <i>limit switch burner C1</i> : untuk gas sebesar 44%, minyak sebesar 57%, dan <i>close</i> 0%.
3	<i>Economizer #4</i>	<i>Tube Economizer</i>	Melakukan inspeksi <i>economizer</i> tiap <i>overhaul</i> , <i>eddy current test tube condensor</i> tiap ME, dan <i>retubing partial tube condensor</i> .
4	<i>Steam Drum #4</i>	<i>Internal Surface</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>)
		<i>Body Spool Pieces</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.
		<i>Ligament Regions</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP.
		<i>Steam Welds</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.
		<i>Stub Tubes to Drum Welds</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.
		<i>Drain Line Penetrations</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan

Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini
			pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.
		<i>Supports</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.
		<i>Level Transmitter</i>	Melakukan <i>corrective maintenance</i> dan penormalan <i>line</i> kalibrasi.
		<i>Pressure Transmitter</i>	Melakukan <i>corrective maintenance</i> dan penormalan <i>line</i> kalibrasi.
		<i>Level Glass</i>	Mengganti <i>level glass</i> dan <i>packing</i> .
5	<i>Superheater System #4</i>	<i>Safety Valve</i>	Melakukan inspeksi saat <i>overhaul</i> .
		<i>Tube Superheater</i>	Melakukan inspeksi setiap SI, <i>waterjet cleaning</i> tiap SI, inspeksi <i>nozzle soot blower</i> , dan <i>eddy current test tube condenser</i> .
6	<i>Condensor #4A</i>	<i>Condenser Tube</i>	Melakukan injeksi <i>Chlor</i> untuk unit 1 dari <i>Chlor</i> unit 1-2, untuk unit 2 dari <i>Chloropac</i> unit 3-4. Melakukan pembersihan <i>bar screen</i> jika kotor, mengoperasikan <i>screen wash pump</i> dan <i>travelling screen</i> tiap air laut surut.
		<i>Condensor Water Box</i>	Memperbaiki kondisi <i>coating</i> .
		<i>Backwash Valve System</i>	Melakukan pengecekan <i>valve backwash system</i> .
7	<i>Combine Reheat Valve (CRV) #3</i>	<i>Intercept Valve</i>	Membersihkan kerak yang menempel di permukaan <i>valve</i> saat <i>overhaul</i> .
		<i>Reheat Stop Valve</i>	Melakukan pembersihan hanya pada bagian luar saja dan <i>visual check</i> .
		<i>Strainer</i>	Melakukan pembersihan dan tes keretakan (<i>colour check</i>).
		<i>Cross Head</i>	Melakukan pembersihan dan <i>clearance test</i> .
		<i>Lever</i>	Melakukan pembongkaran dan pembersihan rutin saat <i>overhaul</i> .
		<i>Stud Bolt & Castle Nut</i>	Membersihkan saat <i>overhaul</i> dan pengerasan baut sesuai dengan <i>extention design</i> .
		<i>Coupling</i>	Melakukan penggantian baut sesuai spesifikasi.
		<i>Valve Steam IV</i>	Membongkar, membersihkan, dan <i>clearance check</i>

Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini
8	<i>Circulating Water Pump #3A</i>	<i>Valve Steam RSV</i>	Membongkar, membersihkan, dan <i>clearance check</i>
		<i>Valve Seat & Disc IV</i>	Membongkar, membersihkan, dan <i>contact check</i> antara <i>seat</i> dan <i>disc</i> .
		<i>Valve Seat & Disc RSV</i>	Membongkar, membersihkan, dan <i>contact check</i> antara <i>seat</i> dan <i>disc</i> , serta <i>colour test</i> .
		<i>Impeller</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.
		<i>Shaft</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.
		<i>Coupling</i>	Melakukan pengukuran vibrasi.
		<i>Gland Packing</i>	Melakukan <i>visual check</i> dan pengencangan <i>gland packing</i> .
		<i>Casing Impeller / Suction Bell</i>	Penggantian <i>catodic protection</i> setiap <i>overhaul</i> .
		<i>Wear Ring (Perapat)</i>	Pengantian <i>wear ring</i> .
		<i>Motor - Bearing</i>	Pemeriksaan <i>temperature bearing</i> dan menambah pelumas.
9	<i>Circulating Water Pump #3B</i>	<i>Motor - Windings</i>	Melakukan <i>megger</i> jika tidak operasi, serta memeriksa arus dan tegangan.
		<i>Motor - Electric Connection</i>	Melakukan pemeriksaan getaran dan suara, membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .
		<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	Membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .
		<i>Casing Fan</i>	Membersihkan <i>casing</i> .
		<i>Impeller</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.
		<i>Shaft</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.
		<i>Coupling</i>	Melakukan pengukuran vibrasi.

Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini
10	Gas Main Burner #3	<i>Motor - Windings</i>	Melakukan <i>megger</i> jika tidak operasi, serta memeriksa arus dan tengangan.
		<i>Motor - Electric Connection</i>	Melakukan pemeriksaan getaran dan suara, membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .
		<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	Membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .
		<i>Casing Fan</i>	Membersihkan <i>casing</i> .
10	Gas Main Burner #3	PV-200-01 PLTU #3	Memeriksa udara instrument, melepas dan membersihkan PV 200-1, memperbaiki dan menyesuaikan kalibrasi PV 200-1, serta melakukan <i>loop test</i> dan penormalan PV 200-1.
		<i>Stainer Gas Inlet PV-200 #3</i>	Melakukan <i>correction action</i> dengan membersihkan <i>strainer gas temporary</i> .
		<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , mengecek dan memperbaiki SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .
		<i>Air Filter Burner #4</i>	Melepas <i>cashing</i> dan <i>cartridge filter</i> , membersihkan <i>filter</i> , mengganti <i>filter</i> baru, dan menutup <i>cashing</i> .
		<i>Decirculating Burner A 1-4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , mengecek dan memperbaiki SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .
		<i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , mengecek dan memperbaiki SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .

Tabel 4. 4. Identifikasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini
		Air Register Burner C1	Melakukan penyesuaian <i>limit switch</i> : untuk gas sebesar 40%, minyak sebesar 54%, <i>close</i> 0%. Melakukan penyesuaian <i>limit switch burner C1</i> : untuk gas sebesar 44%, minyak sebesar 57%, dan <i>close</i> 0%.

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa aktivitas pemeliharaan dilakukan pada level komponen. Aktivitas pemeliharaan yang dilakukan perusahaan digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu *preventive*, *corrective*, dan *overhaul*. Contoh aktivitas *preventive maintenance* yaitu melakukan pembersihan, pengecekan vibrasi dan visual, mengukur kondisi peralatan sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan, serta pelumasan secara berkala. Contoh aktivitas *corrective maintenance* yaitu melakukan perbaikan dan penggantian jika mengalami kerusakan. Sedangkan contoh dari aktivitas *overhaul* yaitu penggantian *catodic protection* yang dilakukan setiap *overhaul*.

4.4 Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini

Pada sub bab ini akan dilakukan evaluasi terhadap aktivitas pemeliharaan terkini yang selama ini dilakukan oleh perusahaan. Evaluasi dilakukan dengan memperhatikan *manual book* dan referensi pendukung lainnya. Evaluasi ini dinilai berdasarkan 3 kriteria, yaitu metode, waktu, serta alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan aktivitas pemeliharaan. Tabel 4.5 merupakan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini yang dilakukan oleh perusahaan terhadap peralatan RO *Main Burner #4*. Adapun evaluasi aktivitas pemeliharaan untuk peralatan lainnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Berdasarkan evaluasi, diketahui bahwa hampir seluruh peralatan mendapatkan perlakuan aktivitas pemeliharaan yang belum sesuai dengan yang seharusnya. Ketidaksesuaian tersebut didapatkan dengan membandingkan antara aktivitas pemeliharaan pada *manual book* dengan aktivitas pemeliharaan terkini.

Evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini pada tabel 4.5 dikombinasikan dengan evaluasi konsekuensi kegagalan pada RCM II *Decision Diagram*. Penyesuaian antara evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini dan konsekuensi

kegagalan tersebut menjadi acuan dalam memberikan rekomendasi perbaikan berupa aktivitas pemeliharaan untuk tiap komponen kritis. Sehingga aktivitas pemeliharaan yang disusun nantinya telah mencakup evaluasi yang dinilai dari 3 kriteria dan telah mempertimbangkan konsekuensi kegagalan yang akan terjadi.

Tabel 4. 5. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
1	RO Main Burner #4	<i>Fuel Oil Supply Nozzle</i>	Melakukan pembersihan <i>fuel oil supply nozzle</i> secara rutin.	Kegiatan sudah sesuai agar residu pembakaran tidak menempel dan menyumbat aliran. Selain itu perlu dilakukan pengaturan tingkat momen bagian <i>fuel nozzle</i> yang akan mempengaruhi volume bahan bakar atau udara yang melewati agar sesuai dengan standart. Serta memeriksa dan menjaga kualitas bahan bakar.	Pembersihan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pembersihan dilakukan menggunakan peralatan yang sesuai agar hasil pembersihan dapat maksimal.

Tabel 4. 5. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Atomizing Nozzle</i>	Melakukan pembersihan dan pengecekan <i>atomizing nozzle</i> secara berkala.	Kegiatan sudah sesuai karena <i>atomizing nozzle</i> harus dilakukan pengecekan secara rutin untuk memastikan tidak ada yang bermasalah. Pembersihan dilakukan agar tidak mengganggu proses atomisasi.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pembersihan dan pengecekan sebaiknya menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
		<i>Limit Switch</i>	Melakukan penggantian <i>limit switch</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>limit switch</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Limit switch</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Solenoid Valve</i>	Melakukan penggantian <i>solenoid valve</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>solenoid valve</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Solenoid valve</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan

Tabel 4. 5. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
				mencapai batas usia pakai.		penggantian setiap saat.
			<i>Main Oil Burner</i>	Melakukan penggantian <i>main oil burner</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>main oil burner</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.
			<i>Skep Main Burner</i>	Melakukan penggantian <i>skep main burner</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>skep main burner</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.

Tabel 4. 5. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Flame Detector</i>	Melakukan penggantian <i>flame detector</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>atomizing nozzle</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Flame detector</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Gun Burner</i>	Melakukan pengecekan dan penggantian <i>gun burner</i> secara rutin.	Kegiatan sudah sesuai namun cukup beresiko karena mudah terbakar. Selain itu perlu dilakukan pembersihan <i>oil gun</i> secara rutin. Saat melakukan pengecekan harus dipastikan <i>gun burner</i> dalam posisi benar.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Gun burner</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.

Tabel 4. 5. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini (Lanjutan)

No	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Burner Tip</i>	Melakukan penggantian <i>burner tip</i> jika terjadi kerusakan.	Kegiatan sudah sesuai karena <i>burner tip</i> yang telah mencapai batas usia pakai dapat mengganggu jalannya operasi. Selain itu, juga perlu dilakukan pengecekan dan pembersihan agar kondisi <i>burner tip</i> tetap dalam kondisi bersih dan tidak buntu.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Burner tip</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Tip Nut</i>	Melakukan pengecekan <i>tip nut</i> secara berkala.	Kegiatan sudah sesuai untuk mencegah <i>tip nut</i> kendor saat beroperasi.	Pengecekan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pengencangan dilakukan menggunakan peralatan yang sesuai agar terpasang dengan baik. Selain itu perlu dilakukan persediaan <i>tip nut</i> untuk melakukan penggantian saat dibutuhkan.

BAB V

PENYUSUNAN *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II*

Pada bab ini akan dilakukan penyusunan *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II). Tahap ini diawali dengan melakukan penyusunan RCM II *Information Worksheet*, pembobotan tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan, evaluasi RCM II *Decision Diagram*, dan menentukan aktivitas pemeliharaan menggunakan RCM II *Decision Worksheet*.

5.1 Penyusunan RCM II *Information Worksheet*

Pada tabel 4.3 telah ditampilkan sepuluh peralatan kritis beserta komponennya yang ada di PLTU Unit 3-4. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi, dimana masing-masing fungsi memiliki risiko kegagalan dalam menjalankan kegiatan operasional. Setiap risiko kegagalan dapat diidentifikasi menggunakan RCM II *Information Worksheet* yang memiliki empat informasi, yaitu *function*, *function failure*, *failure mode*, dan *failure effect*. Penyusunan RCM II *Information Worksheet* ini dilakukan terhadap seluruh komponen dari peralatan kritis sebanyak 73 komponen.

Menurut Moubray (1997), *function failure* disebut sebagai kehilangan fungsi yang semestinya (*loss of function*), sedangkan *failure mode* merupakan suatu kejadian yang menyebabkan *function failure* (*cause of failure*). Setiap *failure mode* akan menimbulkan *failure effect* yang dapat mempengaruhi kinerja dan performansi dari peralatan tersebut. *Failure mode* dan *failure effect* diperoleh dari data historis kerusakan-kerusakan yang pernah terjadi. Pada penelitian ini, *failure effect* diidentifikasi berdasarkan 3 area berdampak, yaitu lokal, sistem, dan *plant*.

Tabel 5.1 merupakan salah satu contoh dari penyusunan RCM II *Information Worksheet* pada peralatan RO *Main Burner #4*. Sedangkan RCM II *Information Worksheet* untuk peralatan lainnya dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5. 1. RCM II *Information Worksheet* pada RO Main Burner #4

No	Komponen	Peralatan: RO Main Burner #4						
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>			
					Lokal	Sistem	Plant	
1	<i>Fuel Oil Supply Nozzle</i>	Sebagai pemantik api untuk menyalakan bahan bakar.	A	<i>Plugging</i> atau buntu	1	Adanya kotoran yang menempel pada <i>nozzle</i> .	Aliran bahan bakar tidak dapat keluar dengan maksimal.	Proses <i>Reverse Osmosis</i> tidak berjalan dengan lancar.
2	<i>Atomizing Nozzle</i>	Membentuk kabut bahan bakar HSD agar lebih mudah terbakar.	A	<i>Plugging</i> atau buntu	1	Kualitas <i>steam</i> rendah.	Aliran bahan bakar tersumbat.	Proses pembakaran tidak sempurna.
			B	<i>Atomizing nozzle</i> mengalami aus	1	Kualitas material kurang bagus.	Semburan tidak stabil atau tidak sesuai arah.	Dapat mengakibatkan <i>hot spot</i> dan operasi tidak efisien.
3	<i>Limit Switch</i>	Pengontrol <i>on/off valve</i> untuk mengetahui <i>valve</i> telah membuka atau menutup, serta mematikan <i>burner</i> ketika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah.	A	<i>Limit switch</i> terbakar.	1	Kelebihan arus listrik.	Tidak dapat mematikan <i>burner</i> ketika keadaan abnormal.	Menghentikan operasi pada kondisi abnormal.

Tabel 5. 1. RCM II *Information Worksheet* pada RO *Main Burner* #4 (Lanjutan)

No	Komponen	Peralatan: <i>RO Main Burner</i> #4							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>	<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>			
				<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>			
4	<i>Solenoid Valve</i>	Membuka dan menutup aliran fluida.	A	<i>Valve</i> tidak mau membuka atau menutup.	1	Kurang pelumas.	Aliran fluida tidak terkontrol dengan baik.	Proses pembakaran tidak sempurna.	Unit mengalami <i>trip</i> .
5	<i>Main Oil Burner</i>	Menyemprotkan bahan bakar untuk proses pembakaran.	A	<i>Plugging</i> atau buntu	1	Adanya kotoran sisa pembakaran.	Aliran bahan bakar tersumbat.	Proses pembakaran tidak sempurna.	Operasi tidak efisien.
6	<i>Skep Main Burner</i>	Membuka dan menutup aliran.	A	<i>Plugging</i> atau buntu	1	<i>Skep main burner</i> mengalami korosi.	Aliran bahan bakar tersumbat.	Proses pembakaran tidak sempurna.	Unit mengalami <i>trip</i> .
7	<i>Flame Detector</i>	Sebagai sensor yang mendeteksi api.	A	<i>Flame detector</i> tidak mau mendeteksi api.	1	Kaca <i>flame detector</i> kotor.	Sensor <i>flame</i> tidak mendeteksi adanya pembakaran di ruang bakar.	Turbin gas mengalami <i>trip</i> karena bahan bakar tidak masuk ke ruang bakar.	Unit mengalami <i>trip</i> dan jika terjadi akumulasi bahan bakar tinggi akan menyebabkan ledakan.
8	<i>Gun Burner</i>	Untuk mencampur antara bahan bakar dengan <i>atomizing system</i> .	A	<i>Flexible house</i> pecah	1	<i>Life time</i> dan kualitas material kurang baik.	Kebocoran pada RO <i>Main Burner</i> .	Tidak dapat melakukan proses <i>reverse osmosis</i> (RO).	Pembakaran tidak efisien dan mengalami <i>derating</i> .

Tabel 5. 1. RCM II *Information Worksheet* pada RO *Main Burner* #4 (Lanjutan)

No	Komponen	Peralatan: <i>RO Main Burner</i> #4							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
			Lokal	Sistem	Plant				
			B	<i>Ring burner</i> aus	1	<i>Life time</i> dan kualitas kurang baik.	Kebocoran pada RO <i>Main Burner</i> .	Tidak dapat melakukan proses <i>reverse osmosis</i> (RO).	Pembakaran tidak efisien dan mengalami derating.
			C	<i>Flexible tube</i> rusak	1	<i>Life time</i> dan kualitas kurang baik.	Kebocoran pada RO <i>Main Burner</i> .	Tidak dapat melakukan proses <i>reverse osmosis</i> (RO).	Pembakaran tidak efisien dan mengalami derating.
9	<i>Burner Tip</i>	Sebagai tempat gas dikonsumsi oleh peralatan pembangkit.	A	<i>Burner Tip</i> aus	1	<i>Life time</i> dan kualitas kurang baik.	Kebocoran pada RO <i>Main Burner</i> .	Tidak dapat melakukan proses <i>reverse osmosis</i> (RO).	Pembakaran tidak efisien dan mengalami derating.
10	<i>Tip Nut</i>	Menggabungkan beberapa komponen.	A	Ultr mengalami dol	1	<i>Life time</i> .	<i>Tip nut</i> tidak dapat dipasang.	Pengencangan komponen tidak maksimal.	Operasi tidak efisien.
					2	Temperatur <i>boiler</i> tinggi.	<i>Tip nut</i> mengalami kendur.	Kebocoran pada RO <i>Main Burner</i> .	Dapat mengakibatkan <i>hot spot</i> .

Berdasarkan tabel 5.1 di atas, dapat dilihat bahwa RCM II *Information Worksheet* mampu mengidentifikasi kegagalan yang terjadi pada komponen peralatan kritis. RCM II *Information Worksheet* tidak hanya mengidentifikasi kegagalan yang pernah terjadi, tapi juga potensi kegagalan yang akan terjadi.

RCM II *Information Worksheet* pada penelitian ini menganalisis *failure effect* ke dalam tiga tingkatan, yaitu lokal, sistem, dan *plant*. *Failure effect* lokal mendeskripsikan dampak kegagalan yang berakibat pada ketidakfungsian dari komponen dan peralatan itu sendiri. *Failure effect* terhadap sistem menjelaskan dampak kegagalan yang menyebabkan terganggunya kinerja sistem. Sedangkan *failure effect* terhadap *plant* menjelaskan dampak kegagalan komponen terhadap kinerja *plant*, apakah menyebabkan unit *trip*, *derating*, efisiensi menurun, atau yang lainnya.

Identifikasi *failure effect* dengan tiga tingkatan tersebut dapat memberikan informasi tambahan untuk pihak perusahaan bahwa setiap *failure mode* tidak hanya berdampak pada peralatan itu saja, namun juga berdampak ke sistem dan *plant*. Dengan melihat potensi kegagalan dan *failure effect* yang dituangkan ke RCM II *Information Worksheet* dapat memberikan gambaran yang lengkap kepada perusahaan terkait aktivitas pemeliharaan pada peralatan kritis yang dianalisis. Selain itu, cara pandang perusahaan terkait evaluasi aktivitas pemeliharaan menjadi lebih lengkap karena perusahaan dapat mengetahui risiko apa saja yang perlu dicegah.

5.2 Pembobotan Tingkat Kepentingan dari Konsekuensi Kegagalan

Pada sub bab ini dilakukan pembobotan tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan yang umumnya terjadi pada peralatan pembangkit listrik. Konsekuensi kegagalan yang digunakan adalah konsekuensi kegagalan yang dikemukakan oleh Moubray (1997), yaitu *hidden failure*, *safety*, *environment*, *operation*, dan *non operation*. Pembobotan ini bertujuan untuk mengetahui konsekuensi kegagalan apa yang menjadi prioritas utama untuk dikendalikan pada pembangkit listrik. Hasil pembobotan konsekuensi kegagalan ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan restrukturisasi alur evaluasi RCM II *Decision Diagram*.

Metode yang digunakan dalam pembobotan adalah *pairwise comparison*, yaitu dengan membandingkan 5 konsekuensi kegagalan dan dinilai dengan skala penilaian 1 sampai 9 dari Saaty (1988). Adapun skala penilaian dan keterangannya dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2. Keterangan Nilai Kriteria pada *Pairwise Comparison*

Angka	Keterangan
1	Kedua kriteria sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen yang lainnya
7	Elemen yang satu sangat penting dari elemen yang lainnya
9	Elemen mutlak penting dari elemen yang lainnya
2,4,6,8	Nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan

Sumber: Saaty (1988)

Penilaian kuesioner dilakukan dengan metode *Deplhi method*, dimana kuesioner tersebut disebar sebanyak dua kali. Penilaian kuesioner pertama dilakukan oleh 13 responden, yaitu 1 Supervisor Senior Pemeliharaan, 1 Supervisor Senior *System Owner*, 1 Supervisor *Control Instrument*, dan 10 Staff Pemeliharaan. 13 responden tersebut merupakan pihak-pihak yang langsung berhubungan dengan aktivitas pemeliharaan di perusahaan. Tabel 5.3 merupakan contoh hasil rekap pengisian kuesioner pertama oleh responden 1.

Tabel 5. 3. Rekap Pengisian Kuesioner Pertama Oleh Responden 1

	<i>Hidden Failure</i>	<i>Safety</i>	<i>Environment</i>	<i>Operation</i>	<i>Non Operation</i>
<i>Hidden Failure</i>	1.00	1.00	5.00	7.00	9.00
<i>Safety</i>		1.00	5.00	3.00	7.00
<i>Environment</i>			1.00	3.00	5.00
<i>Operation</i>				1.00	3.00
<i>Non Operation</i>					1.00

Menurut Saaty (1988), penilaian dianggap konsisten jika memiliki nilai *inconsistency* kurang dari 0,1 atau 10%. Jika nilai *inconsistency* lebih dari 0.1 harus dilakukan pengambilan data ulang hingga dikatakan konsisten. Untuk mengetahui nilai *inconsistency* dapat menggunakan *Software Expert Choice*. Penggunaan

Expert Choice dimulai dengan memasukkan *goal*, dalam hal ini konsekuensi kegagalan menjadi *goal* yang diinput. Konsekuensi kegagalan diinput dengan menggunakan menu *insert child of current node* dengan klik kanan node *Goal*: Konsekuensi Kegagalan. Hasil dari kuesioner direkap melalui menu *Assessment*, lalu pilih *Pairwise*. Penilaian *inconsistency* ini dilakukan pada hasil pengisian kuesioner dari seluruh responden. Gambar 5.1 adalah contoh hasil input kuesioner dari responden 1 menggunakan *Expert Choice*.



Gambar 5. 1. Hasil Pembobotan dari Responden 1

Berdasarkan gambar 5.1, dapat dilihat bahwa nilai *inconsistency* sebesar 0.07. Nilai *inconsistency* tersebut kurang dari 0.1 sehingga pembobotan yang dilakukan oleh responden 1 dikatakan konsisten. Tabel 5.4 berikut merupakan rekapitulasi nilai *inconsistency* dari 13 responden.

Tabel 5. 4. Rekapitulasi Nilai *Inconsistency* dari Pembobotan Kuesioner Pertama

No	Responden	Nilai <i>Inconsistency</i>
1	Responden 1	0.07
2	Responden 2	0.03
3	Responden 3	0.06
4	Responden 4	0.09
5	Responden 5	0.07
6	Responden 6	0.06
7	Responden 7	0.05
8	Responden 8	0.05
9	Responden 9	0.06
10	Responden 10	0.04
11	Responden 11	0.09
12	Responden 12	0.05
13	Responden 13	0.04

Berdasarkan tabel 5.4 di atas, nilai *inconsistency* dari seluruh responden kurang dari 0.1 sehingga pembobotan dikatakan konsisten. Setelah diketahui bahwa

seluruh hasil pembobotan tersebut konsisten, selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan rata-rata geometrik. Perhitungan rata-rata geometrik dilakukan untuk memberikan pendekatan lebih baik karena dapat mengeliminasi deviasi yang terjadi untuk data-data yang diperoleh dari penilaian beberapa responden. Perhitungan rata-rata geometrik menggunakan rumus sebagai berikut.

$$GM = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times a_3 \dots \times a_n}$$

Dimana:

GM = *Geometric Mean* (Rata-rata geometrik)

a_1 = Hasil penilaian dari responden pertama

a_2 = Hasil penilaian dari responden kedua

n = Jumlah responden

Berikut merupakan contoh perhitungan rata-rata geometrik untuk kriteria konsekuensi kegagalan *hidden failure* dengan *safety*.

$$GM = \sqrt[13]{1 \times 1 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 3 \times 1 \times 3 \times 3 \times 1}$$

$$GM = 1.4$$

Perhitungan tersebut dilakukan terhadap seluruh kriteria *pairwise comparison* dari konsekuensi kegagalan. Tabel 5.5 adalah rekapitulasi dari perhitungan rata-rata geometrik untuk pengisian kuesioner pertama.

Tabel 5. 5. Rekapitulasi Rata-rata Geometrik untuk Pengisian Kuesioner Pertama

	<i>Hidden Failure</i>	<i>Safety</i>	<i>Environment</i>	<i>Operation</i>	<i>Non Operation</i>
<i>Hidden Failure</i>	1.00	1.40	4.05	5.26	7.32
<i>Safety</i>		1.00	3.72	4.74	7.56
<i>Environment</i>			1.00	1.66	4.44
<i>Operation</i>				1.00	1.97
<i>Non Operation</i>					1.00

Rekapitulasi perhitungan rata-rata geometrik pada tabel 5.5 digunakan untuk menentukan pembobotan dengan *Expert Choice*. Gambar 5.2 adalah hasil pembobotan dan nilai *inconsistency* dari kuesioner pertama.



Gambar 5. 2. Hasil Pembobotan Kuesioner Pertama

Berdasarkan gambar 5.2, nilai *inconsistency* sebesar 0.02 (kurang dari 0.1) sehingga pembobotan dikatakan konsisten. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa konsekuensi kegagalan yang paling penting menurut responden secara berturut-turut adalah *hidden failure*, *safety*, *environment*, *operation*, dan *non operation*. *Hidden failure* memiliki bobot kepentingan sebesar 0.412, *safety* sebesar 0.348, *environment* sebesar 0.123, *operation* sebesar 0.075, dan *non operation* sebesar 0.041.

Selanjutnya dilakukan pengisian kuesioner kedua oleh 3 responden, yaitu Supervisor Senior Pemeliharaan, Supervisor Senior *System Owner*, dan Supervisor *Control Instrument*. 3 responden tersebut merupakan *expert* perusahaan yang dianggap paling paham dengan aktivitas pemeliharaan di perusahaan. Hasil pembobotan dari ketiga responden tersebut merupakan pembobotan *final* terhadap konsekuensi kegagalan. Tabel 5.6 berikut merupakan rekapitulasi nilai *inconsistency* penilaian kuesioner kedua dari 3 responden.

Tabel 5. 6. Rekapitulasi Nilai *Inconsistency* dari Pembobotan Kuesioner Kedua

No	Responden	Nilai <i>Inconsistency</i>
1	Responden 1	0.03
2	Responden 2	0.07
3	Responden 3	0.03

Berdasarkan tabel 5.6 di atas, nilai *inconsistency* dari ketiga responden kurang dari 0.1 sehingga pembobotan kedua dikatakan konsisten. Setelah diketahui bahwa seluruh hasil pembobotan tersebut konsisten, selanjutnya dilakukan

perhitungan menggunakan rata-rata geometrik. Tabel 5.7 adalah rekapitulasi dari perhitungan rata-rata geometrik 3 responden untuk kuesioner kedua.

Tabel 5. 7. Rekapitulasi Rata-rata Geometrik untuk Pengisian Kuesioner Kedua

	<i>Hidden Failure</i>	<i>Safety</i>	<i>Environment</i>	<i>Operation</i>	<i>Non Operation</i>
<i>Hidden Failure</i>	1.00	1.44	3.00	5.00	8.28
<i>Safety</i>		1.00	3.56	4.72	7.61
<i>Environment</i>			1.00	1.44	3.56
<i>Operation</i>				1.00	3.00
<i>Non Operation</i>					1.00

Rekapitulasi perhitungan rata-rata geometrik pada tabel 5.7 digunakan untuk menentukan pembobotan dengan *Expert Choice*. Gambar 5.3 adalah hasil pembobotan dan nilai *inconsistency* dari pengisian kuesioner kedua.



Gambar 5. 3. Hasil Pembobotan Kuesioner Kedua

Berdasarkan gambar 5.3, nilai *inconsistency* sebesar 0.01 (kurang dari 0.1) sehingga pembobotan dikatakan konsisten. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa konsekuensi kegagalan yang memiliki bobot kepentingan tertinggi hingga terendah adalah *hidden failure*, *safety*, *environment*, *operation*, dan *non operation*. *Hidden failure* memiliki bobot kepentingan sebesar 0.401, *safety* sebesar 0.350, *environment* sebesar 0.122, *operation* sebesar 0.088, dan *non operation* sebesar 0.039. Hal tersebut menunjukkan bahwa *hidden failure* menjadi konsekuensi kegagalan terpenting yang perlu dikendalikan. Meskipun kegagalan tersebut tidak nampak, tapi sebenarnya memberikan konsekuensi kegagalan yang jauh lebih serius ke perusahaan.

Hasil pembobotan konsekuensi kegagalan ini dijadikan sebagai dasar dalam restrukturisasi alur evaluasi RCM II *decision diagram*. RCM II *decision diagram* akan menghasilkan aktivitas pemeliharaan proaktif untuk menangani konsekuensi dari kegagalan yang harus dicegah.

5.3 Evaluasi RCM II *Decision Diagram*

Pada sub bab ini dilakukan evaluasi RCM II *Decision Diagram*. RCM II *Decision Diagram* ini dilakukan restrukturisasi dengan mengacu pada hasil pembobotan tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa konsekuensi kegagalan dengan tingkat kepentingan tertinggi hingga terendah yaitu *hidden failure* (H), *safety* (S), *environment* (E), *operation* (O), dan *non operation* (N). Restrukturisasi evaluasi RCM II *Decision Diagram* mengacu pada gambar 2.11 dan dideskripsikan menjadi daftar pertanyaan seperti pada tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 8. Daftar Pertanyaan Evaluasi RCM II *Decision Diagram*

Kode	Pertanyaan	Keputusan yang Diambil	
		Yes	No
H	Apakah <i>failure mode</i> ini menjadi bukti jelas bagi operator?	S	H1
H1	Apakah kegiatan untuk mendeteksi terjadinya <i>failure</i> sudah sesuai?	<i>Scheduled on-condition task</i>	H2
H2	Apakah memperbaiki peralatan pada waktu tertentu tanpa melihat batas umur pakai dan kondisi peralatan saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled restoration task</i>	H3
H3	Apakah kegiatan mengganti peralatan setelah mencapai batas usia pakai dan tanpa memperhatikan kondisi saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled discard task</i>	H4
H4	Apakah kegiatan memeriksa fungsi tersembunyi untuk mengetahui apakah peralatan sudah mengalami kegagalan dapat bermanfaat dalam mendeteksi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled failure finding task</i>	H5
H5	Apakah <i>multiple failure</i> berpengaruh terhadap lingkungan?	<i>Redesign perawatan</i>	<i>No scheduled maintenance</i>
S	Apakah <i>failure mode</i> dapat membahayakan/mencelakakan seseorang?	S1	E
E	Apakah <i>failure mode</i> tidak sesuai dengan standar lingkungan?	S1	O

Tabel 5. 8. Daftar Pertanyaan Evaluasi RCM II *Decision Diagram* (Lanjutan)

Kode	Pertanyaan	Keputusan yang Diambil	
		Yes	No
S1	Apakah kegiatan untuk mendeteksi terjadinya <i>failure</i> sudah sesuai?	<i>Scheduled on-condition task</i>	S2
S2	Apakah memperbaiki peralatan pada waktu tertentu tanpa melihat batas umur pakai dan kondisi peralatan saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled restoration task</i>	S3
S3	Apakah kegiatan mengganti peralatan setelah mencapai batas usia pakai dan tanpa memperhatikan kondisi saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled discard task</i>	S4
S4	Apakah kegiatan memeriksa fungsi tersembunyi untuk mengetahui apakah peralatan sudah mengalami kegagalan dapat bermanfaat dalam mendeteksi <i>failure</i> ?	<i>Combination of tasks</i>	<i>Redesign</i>
O	Apakah <i>failure mode</i> mempengaruhi kapabilitas operasional?	O1	N1
O1	Apakah kegiatan untuk mendeteksi terjadinya <i>failure</i> sudah sesuai?	<i>Scheduled on-condition task</i>	O2
O2	Apakah memperbaiki peralatan pada waktu tertentu tanpa melihat batas umur pakai dan kondisi peralatan saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled restoration task</i>	O3
O3	Apakah kegiatan mengganti peralatan setelah mencapai batas usia pakai dan tanpa memperhatikan kondisi saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled discard task</i>	<i>No scheduled maintenance</i>
N1	Apakah kegiatan untuk mendeteksi terjadinya <i>failure</i> sudah sesuai?	<i>Scheduled on-condition task</i>	N2
N2	Apakah memperbaiki peralatan pada waktu tertentu tanpa melihat batas umur pakai dan kondisi peralatan saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled restoration task</i>	N3
N3	Apakah kegiatan mengganti peralatan setelah mencapai batas usia pakai dan tanpa memperhatikan kondisi saat itu bermanfaat untuk mengurangi <i>failure</i> ?	<i>Scheduled discard task</i>	<i>No scheduled maintenance</i>

Tabel 5.8 di atas menunjukkan daftar pertanyaan untuk melakukan evaluasi aktivitas pemeliharaan yang selama ini telah dilakukan perusahaan. Evaluasi RCM II *Decision Diagram* ini dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior System Owner. *Output* dari evaluasi ini direkap ke dalam RCM II *Decision Worksheet* pada sub bab 5.4. Apabila jawaban dari setiap pertanyaan adalah benar (*Yes*), maka ditulis ‘Y’ pada *decision worksheet*. Namun jika jawaban adalah tidak (*No*), maka ditulis ‘N’ pada masing-masing kolom *decision worksheet*. Hasil dari evaluasi RCM II *Decision Diagram* ini berupa *proposed task* yang dijabarkan menjadi aktivitas pemeliharaan. Penentuan aktivitas pemeliharaan ini disesuaikan dengan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini dengan evaluasi RCM II *Decision Diagram*. Adapun hubungan dari evaluasi RCM II *Decision Diagram* dengan penentuan aktivitas pemeliharaan ditampilkan pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 9. Hasil Hubungan antara Evaluasi RCM II *Decision Diagram* dengan Aktivitas Pemeliharaan

H1	H2	H3	Default Action			Aktivitas Pemeliharaan	
S1	S2	S3	H4	H5	H6		
O1	O2	O3					
N1	N2	N3					
Y						<i>Scheduled On Condition Task</i>	
N	Y					<i>Scheduled Restoration Task</i>	
N	N	Y				<i>Scheduled Discard Task</i>	
N	N	N	Y			<i>Scheduled Failure Finding Task</i>	
N	N	N	N	Y		<i>Redesign</i>	
N	N	N	N	N	Y	<i>Combination Task</i>	

Berdasarkan tabel 5.9 di atas, dapat dilihat bahwa setiap evaluasi dari *decision diagram* memiliki aktivitas pemeliharaan masing-masing.

5.4 Penentuan Aktivitas Pemeliharaan dengan RCM II *Decision Worksheet*

Pada sub bab ini dilakukan penyusunan RCM II *Decision Worksheet* untuk masing-masing peralatan kritis PLTU Unit 3-4. Penyusunan *Decision Worksheet* mengacu pada pertanyaan yang ada pada tabel 5.8. Berdasarkan tabel tersebut, terdapat 5 evaluasi konsekuensi kegagalan yang ada pada *decision worksheet*, yaitu

hidden failure (H), *safety* (S), *environment* (E), *operation* (O), dan *non operation* (N). *Output* dari *decision worksheet* adalah penentuan aktivitas pemeliharaan untuk masing-masing peralatan kritis.

Aktivitas pemeliharaan berdasarkan RCM II *decision diagram* terdiri dari enam jenis, yaitu *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task*, *scheduled discard task*, *finding failure task*, *redesign*, dan *no maintenance task*. Selain informasi mengenai jenis aktivitas pemeliharaan, RCM II *Decision Worksheet* juga menampilkan *initial interval* dan *can be done by*. *Initial interval* berisi mengenai interval waktu untuk melakukan aktivitas pemeliharaan. Penentuan *initial interval* ini dapat berdasarkan pada penjadwalan pemeliharaan yang telah direncanakan, *manual book*, dan referensi pendukung lainnya. Sedangkan *can be done by* artinya pihak yang bertanggung jawab terhadap setiap aktivitas pemeliharaan (Moubray, 1997).

Penyusunan RCM II *Decision Worksheet* dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior *System Owner*. Tabel 5.10 berikut menampilkan RCM II *Decision Worksheet* dari peralatan RO *Main Burner #4*. Sedangkan RCM II *Decision Worksheet* untuk peralatan kritis lainnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 5. 10. RCM II Decision Worksheet pada RO Main Burner #4

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	N	N	Y	N	N	N3								
1	Fuel Oil Supply Nozzle	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>plate</i> setelah mencapai batas usia pakai	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik		
2	Atomizing Nozzle	2	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled On Restoration Task</i> dengan mengecek <i>atomizing nozzle</i> secara rutin	3 bulan. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik		
		2	B	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>atomizing nozzle</i> setelah mencapai batas usia pakai.	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik		

Tabel 5. 10. RCM II *Decision Worksheet* pada RO *Main Burner #4* (Lanjutan)

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4
		N	Y	N	Y	N	Y	N	N	Y	N1	N2	N3				
3	<i>Limit Switch</i>	1	A	1	N	Y	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>limit switch</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik
4	<i>Solenoid Valve</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>solenoid valve</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik
5	<i>Main Oil Burner</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>main oil burner</i> setelah mencapai batas usia pakai.	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik

Tabel 5. 10. RCM II *Decision Worksheet* pada RO *Main Burner #4* (Lanjutan)

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4
		N1	N2	N3													
6	<i>Skep Main Burner</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>limit switch</i> setelah mencapai batas usia pakai.	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik
7	<i>Flame Detector</i>	1	A	1	N	Y	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>flame detector</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik
8	<i>Gun Burner</i>	3	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>flexible hose</i> setelah mencapai batas usia pakai	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Instrument

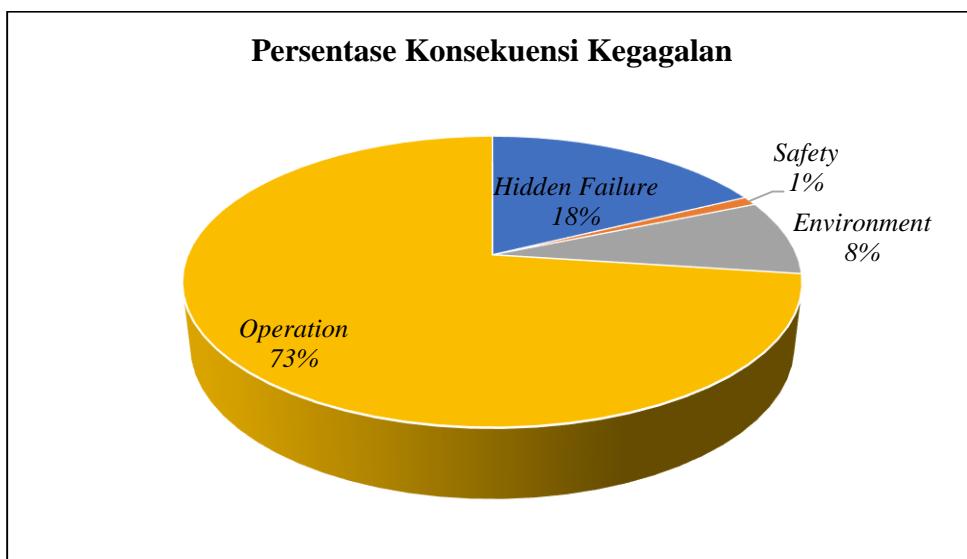
Tabel 5. 10. RCM II *Decision Worksheet* pada RO *Main Burner #4* (Lanjutan)

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
		3	B	1	N	N	N	Y	N	N	Y	N1	N2	N3			
		3	C	1	N	N	N	Y	N	N	Y						
9	<i>Burner Tip</i>	4	A	1	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled Condition Task</i> dengan melakukan <i>lapping surface</i> pada <i>burner tip</i> .	3 bulan. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Rendal Har dan Har Instrument

Tabel 5. 10. RCM II *Decision Worksheet* pada RO *Main Burner #4* (Lanjutan)

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4
			N	N	N	N	Y	N	Y		N1	N2	N3				
		5	A	1	N	N	N	Y	N	Y							
10	Tip Nut	5	A	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengencangkan ulir dan melakukan penggantian <i>tip nut</i> jika dibutuhkan.	2 bulan. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Rendal Har dan Har Mekanik	
		5	A	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengencangkan <i>tip nut</i> dan melakukan penggantian <i>tip nut</i> jika dibutuhkan.			

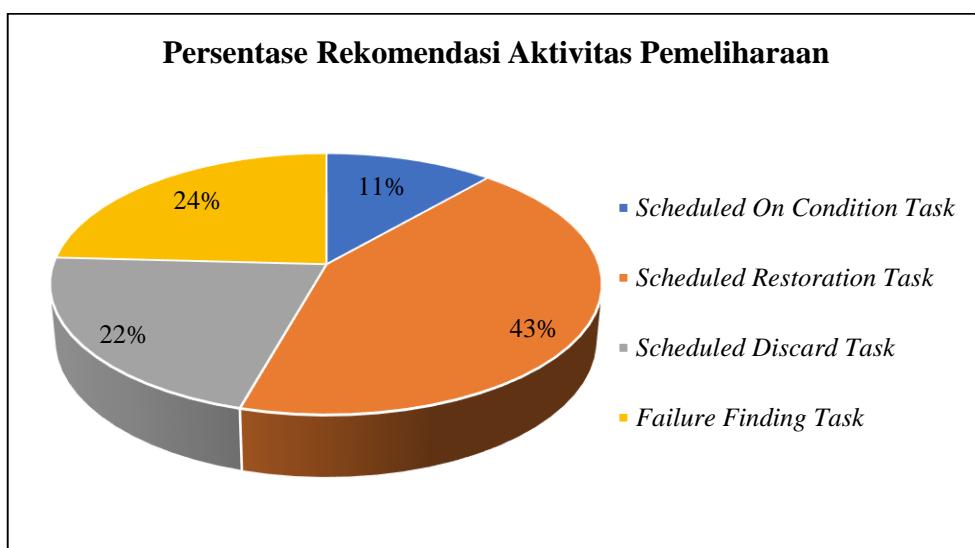
Berdasarkan RCM II *Decision Worksheet*, tiap kerusakan pada komponen peralatan kritis memiliki konsekuensi kegagalan yang berbeda-beda. Konsekuensi tersebut dinilai dari efek yang ditimbulkan dari adanya kegagalan tiap peralatan. Konsekuensi kegagalan itu dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu *hidden failure*, *safety*, *environment*, *operation*, dan *non operation*. Persentase konsekuensi kegagalan dari sepuluh peralatan kritis PLTU Unit 3-4 ditunjukkan pada gambar 5.4. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa sebesar 73% kegagalan fungsi pada peralatan kritis berpengaruh terhadap operasi (*operation*) pembangkit. Artinya, kegagalan fungsi peralatan akan mengakibatkan operasi pembangkit menjadi terganggu. Misalnya proses produksi terhenti, efisiensi menurun, unit mengalami *derating*, dan sebagainya.



Gambar 5. 4. Persentase Konsekuensi Kegagalan

Kemudian, berdasarkan RCM II *Decision Worksheet* diperoleh rekomendasi aktivitas pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan. Penentuan aktivitas pemeliharaan ini telah disesuaikan dengan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini dan evaluasi konsekuensi kegalannya. Sehingga pengambilan keputusan aktivitas pemeliharaan ini telah menjawab evaluasi yang telah dilakukan. Setiap komponen pada peralatan kritis tidak hanya menghasilkan satu aktivitas pemeliharaan saja, namun beberapa komponen menghasilkan lebih dari satu aktivitas pemeliharaan.

Aktivitas pemeliharaan yang dihasilkan dari RCM II *Decision Worksheet* terdiri dari 4 jenis, yaitu *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task*, *scheduled discard task*, dan *scheduled failure finding task*. Persentase dari keempat aktivitas pemeliharaan ditunjukkan pada gambar 5.5. Berdasarkan gambar tersebut, aktivitas pemeliharaan berupa *scheduled on condition task* memiliki persentase sebesar 11%, *scheduled restoration task* sebesar 43%, *scheduled discard task* sebesar 22%, dan *scheduled failure finding task* sebesar 24%.



Gambar 5. 5. Persentase Rekomendasi Aktivitas Pemeliharaan

Aktivitas pemeliharaan *scheduled on condition task* dilakukan selama kegiatan operasional peralatan. Jika ditemukan adanya potensi kegagalan dapat langsung dilakukan tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan adanya potensi kegagalan tersebut. Kemudian aktivitas pemeliharaan *scheduled restoration task* dilakukan dengan memperbaiki komponen pada periode tertentu tanpa memperhatikan usia dan kondisi komponen. Artinya aktivitas tersebut dijalankan sesuai penjadwalan yang telah direncanakan.

Selanjutnya untuk aktivitas pemeliharaan *scheduled discard task* dilakukan dengan mengganti komponen setelah mencapai batas usia pakai dan tanpa memperhatikan kondisi peralatan saat itu. Artinya, perusahaan telah mempunyai referensi usia komponen tertentu untuk melakukan penggantian. *Scheduled discard task* ini dilakukan ketika peralatan mengalami kerusakan dan tidak dapat diperbaiki

lagi, atau biaya perbaikan sama atau lebih mahal dibanding biaya penggantian sehingga diputuskan untuk melakukan penggantian. Kemudian, untuk aktivitas pemeliharaan *scheduled failure finding task* dilakukan dengan memeriksa kondisi komponen secara berkala untuk mengetahui kesesuaian fungsi kerja. Artinya, perusahaan telah memiliki penjadwalan khusus untuk menemukan *failure* pada komponen tertentu karena membutuhkan waktu untuk menemukan *failure* dari komponen tersebut. Apabila tidak ditemukan gejala kegagalan pada komponen, maka pemeliharaan dilakukan sesuai dengan jadwal pemeliharaan *preventive* yang telah direncanakan.

BAB VI

PERENCANAAN PERSEDIAAN SUKU CADANG

Pada bab ini akan dilakukan perencanaan persediaan suku cadang. Tahap ini dilakukan dengan mengidentifikasi suku cadang, menyusun RCS *Worksheet*, menghitung MTTF, dilanjutkan dengan menghitung jumlah kebutuhan persediaan suku cadang.

6.1 Identifikasi Suku Cadang pada Peralatan Kritis

Perencanaan persediaan dilakukan terhadap suku cadang dari peralatan kritis yang memiliki nilai MPI tertinggi, yaitu RO *Main Burner #4*. Perencanaan suku cadang ini dilakukan pada level komponen.

Pada sub bab ini dilakukan identifikasi suku cadang dari peralatan RO *Main Burner #4*. Identifikasi suku cadang dilakukan dengan cara melacak data historis kerusakan peralatan RO *Main Burner #4* yang ada pada Oracle Ellipse. Data historis kerusakan yang digunakan dalam rentang tahun 2010 hingga 2019. Tabel 6.1 adalah rekapitulasi suku cadang dari RO *Main Burner #4* beserta jumlah kerusakan selama 10 tahun terakhir.

Tabel 6. 1 Suku Cadang dari RO *Main Burner #4*

No	Suku Cadang	Jumlah Kerusakan
1	<i>Limit Switch #4</i>	4
2	<i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>	4
3	<i>Solenoid Valve B5.8 #4</i>	4
4	<i>Main Oil Burner B6 #4</i>	5
5	<i>Main Oil Burner A7 #4</i>	5
6	<i>Skep Main Burner C2 #4</i>	7
7	<i>Gun Burner A #4</i>	8
8	<i>Gun Burner C #4</i>	4
9	<i>Rumah Ring Burner #4</i>	3
10	<i>Flame Detector #4</i>	6
11	<i>Dudukan Ring Burner #4</i>	5
12	<i>Flexible Hose #4</i>	2
13	<i>Atomizing Nozzle#4</i>	2
14	<i>Skep Main Burner C1 #4</i>	1
15	<i>Rumah Ring Igniter (HSD) B7 #4</i>	1

Tabel 6. 1 Suku Cadang dari RO *Main Burner* #4 (Lanjutan)

No	Suku Cadang	Jumlah Kerusakan
16	<i>Skep Glass Burner</i> #4	1
17	<i>Air Register Damper</i> #4	1
18	<i>Atomizing Steam Burner</i> #4	1
19	<i>Gasket Main Oil Burner</i> #4	1

Berdasarkan tabel 6.1 di atas, terdapat 19 suku cadang RO *Main Burner* #4 yang mengalami kerusakan pada rentang tahun 2010 hingga 2019 dan terekap pada Oracle Ellipse. Namun, suku cadang yang akan dilakukan perencanaan persediaan hanyalah suku cadang yang memiliki jumlah kerusakan sebanyak minimal 3 kali. Hal ini dikarenakan untuk keperluan penentuan jenis distribusi kerusakan dari masing-masing suku cadang. Sehingga suku cadang yang akan dilakukan perencanaan persediaan pada penelitian ini sebanyak 11 unit.

Masing-masing suku cadang diklasifikasikan menjadi dua jenis perbaikan, yaitu *repairable* dan *non repairable*. Diperlukan klasifikasi tersebut karena rumus perhitungan persediaan suku cadang untuk *repairable* dan *non repairable part* berbeda. Pada *repairable part* mempertimbangkan variable *scrap rate*, sedangkan pada *non repairable part* tidak mempertimbangkan variable tersebut. Hasil identifikasi suku cadang dan klasifikasi jenis perbaikan dilakukan validasi kepada *expert* perusahaan. Pihak *expert* perusahaan yang melakukan validasi yaitu Supervisor Senior *System Owner* dan 1 staff Divisi Har Konin. Tabel 6.2 menunjukkan identifikasi suku cadang dari RO *Main Burner* #4 dan klasifikasi jenis perbaikannya.

Tabel 6. 2. Identifikasi Suku Cadang pada RO *Main Burner* #4

Peralatan	Suku Cadang	Jenis Perbaikan
RO <i>Main Burner</i> #4	<i>Limit Switch</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Solenoid Valve B1.4</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Solenoid Valve B5.8</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Main Oil Burner B6</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Main Oil Burner A7</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Skep Main Burner C2</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Skep Main Burner A</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Gun Burner A</i> #4	<i>Non Repairable</i>
	<i>Gun Burner C</i> #4	<i>Non Repairable</i>

Tabel 6. 2. Identifikasi Suku Cadang pada RO *Main Burner* #4 (Lanjutan)

Peralatan	Suku Cadang	Jenis Perbaikan
	Rumah <i>Ring Burner</i>	<i>Non Repairable</i>
	Dudukan <i>Ring Burner</i>	<i>Non Repairable</i>

Berdasarkan tabel 6.2, terdapat 11 suku cadang dari RO *Main Burner* #4 yang memiliki jenis perbaikan berupa *non repairable*. Artinya, jika suku cadang rusak akan sulit untuk dilakukan perbaikan atau justru biaya perbaikan lebih mahal dibandingkan dengan biaya pembelian suku cadang, sehingga akan lebih efektif untuk menggantinya langsung.

6.2 Penyusunan RCS *Worksheet*

Pada sub bab ini dilakukan analisa tingkat kekritisan dari setiap suku cadang menggunakan RCS *Worksheet*. RCS *Worksheet* ini digunakan untuk mengetahui tingkat kekritisan suku cadang dengan mempertimbangkan beberapa kriteria yang berhubungan dengan persediaan suku cadang. Kriteria tersebut terdiri dari empat jenis, yaitu urgensi, antisipasi, *occurrence*, dan jenis perbaikan. Tingkat urgensi menunjukkan penilaian terhadap tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari ketidaktersediaan suku cadang. Antisipasi menunjukkan penilaian untuk menemukan potensi penyebab kerusakan dan mode kegagalan dari suku cadang. *Occurrence* menunjukkan penilaian untuk mengetahui tingkat kekritisan suku cadang, kemungkinan terjadinya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kegagalan suku cadang.

Penyusunan RCS *Worksheet* dilakukan terhadap suku cadang RO *Main Burner* #4. Setiap suku cadang diberikan penilaian untuk masing-masing kriteria. Penentuan level ditentukan bersama Supervisor Senior *System Owner* dan Staff Divisi *Inventory*. Adapun penilaian setiap kriteria RCS *Worksheet* ditunjukkan pada tabel 6.3 berikut.

Tabel 6. 3. Penilaian Kriteria dari RCS *Worksheet*

Kriteria	Level	Keterangan
Urgensi	4	Ketidaktersediaan suku cadang menyebabkan kegagalan sistem dan menghasilkan efek yang berbahaya

Tabel 6. 3. Penilaian Kriteria dari RCS *Worksheet* (Lanjutan)

Kriteria	Level	Keterangan
	3	Ketidaktersediaan suku cadang menyebabkan sistem tidak beroperasi
	2	Ketidaktersediaan suku cadang menyebabkan sistem masih dapat beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
	1	Ketidaktersediaan suku cadang menyebabkan sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
Antisipasi	4	Pengecekan memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
	3	Pengecekan memiliki kemungkinan moderate untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
	2	Pengecekan memiliki kemungkinan tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
	1	Pengecekan akan selalu mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
<i>Occurrence</i>	4	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan >3 kali dalam 2 tahun
	3	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun
	2	<i>Not critically</i> dengan frekuensi kerusakan >3 kali dalam 2 tahun
	1	<i>Not critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun
Jenis Perbaikan	2	<i>Non repairable</i>
	1	<i>Repairable</i>

Berdasarkan tabel 6.3, dapat dilihat bahwa setiap kriteria memiliki level penilaian dengan kondisi yang berbeda-beda. Pemberian level tersebut dilakukan dengan berdiskusi bersama Supervisor Senior *System Owner*. Rekapitulasi hasil penyusunan RCS *Worksheet* dari suku cadang RO *Main Burner #4* dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut.

Tabel 6. 4. RCS Worksheet

RCS WORKSHEET										
No	Suku Cadang	Urgensi		Antisipasi		Occurrence		Jenis Perbaikan		Total Nilai
		Keterangan	Level	Keterangan	Level	Keterangan	Level	Keterangan	Level	
1	Solenoid Valve	Sistem masih dapat beroperasi, namun jika kerusakan parah maka operasi akan terhenti.	2	Mendeteksi kandungan uap air secara rutin.	3	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun.	3	<i>Non repairable</i>	2	36
2	Limit Switch	Kegagalan sistem menyebabkan efek yang berbahaya pada kondisi operasi tertentu, karena tidak dapat menghentikan operasi pada keadaan abnormal.	4	Meminimalkan potensi kerusakan dengan membuat perencanaan waktu kegagalan fungsi.	3	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun.	3	<i>Non repairable</i>	2	72
3	Main Oil Burner	Mengganggu operasi, namun masih dapat beroperasi meskipun tidak efisien.	2	Melakukan pengecekan dan pembersihan secara rutin.	2	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun.	3	<i>Non repairable</i>	2	24
4	Skep Main Burner	Mengganggu operasi, terutama pada kerusakan parah akan menghentikan operasi.	2	Pengecekan kondisi fisik dari skep main burner.	2	<i>Not critically</i> dengan frekuensi kerusakan >3 kali dalam 2 tahun.	2	<i>Non repairable</i>	2	16

Tabel 6. 4. RCS Worksheet (Lanjutan)

RCS WORKSHEET										
No	Suku Cadang	Urgensi		Antisipasi		Occurrence		Jenis Perbaikan		Total Nilai
		Keterangan	Level	Keterangan	Level	Keterangan	Level	Keterangan	Level	
5	<i>Gun Burner</i>	Mengganggu operasi, namun masih dapat beroperasi meskipun tidak efisien.	2	Melakukan pengecekan dan memastikan tidak ada kebocoran pada <i>gun burner</i> .	2	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan >3 kali dalam 2 tahun.	4	<i>Non repairable</i>	2	32
6	<i>Rumah Ring Burner</i>	Mengganggu operasi pembakaran, tapi masih dapat beroperasi walaupun tidak efisien.	2	Pengecekan kondisi fisik dari rumah <i>ring burner</i> .	2	<i>Not critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun.	1	<i>Non repairable</i>	2	8
7	<i>Flame Detector</i>	Kegagalan sistem menyebabkan efek yang berbahaya karena tidak dapat mendeteksi api, sehingga akumulasi bahan bakar tinggi dan menyebabkan ledakan.	4	Pembersihan lensa atau kaca pada <i>flame detector</i> .	2	<i>Critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun.	3	<i>Non repairable</i>	2	48
8	<i>Dudukan Ring Burner</i>	Mengganggu operasi pembakaran, tapi masih dapat beroperasi walaupun tidak efisien.	2	Pengecekan kondisi fisik dari dudukan <i>ring burner</i> .	2	<i>Not critically</i> dengan frekuensi kerusakan 1-3 kali dalam 2 tahun.	1	<i>Non repairable</i>	2	8

Berdasarkan tabel 6.4, perhitungan nilai total dilakukan dengan mengalikan level pada masing-masing kriteria. Suku cadang yang memiliki nilai total tertinggi pada RCS *Worksheet* artinya memiliki prioritas utama dalam penyediaan suku cadang. Dari RCS *Worksheet* tersebut, dapat dilihat bahwa suku cadang yang memiliki nilai total tertinggi adalah *limit switch* dengan nilai total 72. Hal tersebut menunjukkan bahwa *limit switch* memiliki prioritas utama dalam melakukan persediaan suku cadang. *Limit switch* memiliki frekuensi kerusakan sebanyak 1-3 kali dalam 2 tahun dan memiliki dampak yang berbahaya jika terjadi ketidaktersediaan suku cadang. Sedangkan suku cadang yang memiliki nilai total terendah adalah rumah *ring burner* dan dudukan *ring burner* dengan nilai total 8. Meskipun rumah dan dudukan *ring burner* memiliki nilai total terendah, namun keduanya tetap membutuhkan persediaan suku cadang. Karena jika terjadi ketidaktersediaan suku cadang tersebut dapat mengganggu kinerja sistem pembangkit.

6.3 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF)

Pada sub bab ini dilakukan perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) yang diawali dengan melakukan rekapitulasi historis kerusakan suku cadang.

6.3.1 Rekapitulasi Historis Kerusakan Suku Cadang

Perusahaan memiliki sistem terintegrasi untuk merekap historis kerusakan peralatan yaitu Oracle Ellipse. Rekap data historis diperoleh dari hasil *generate* Oracle Ellipse dan diolah secara manual menggunakan Ms. Excel. Data kerusakan digunakan dari tahun 2010 hingga 2019. Rekap data historis kerusakan berisi tanggal dan waktu mulainya kerusakan hingga selesaiya aktivitas pemeliharaan. Tabel 6.5 adalah rekapitulasi historis kerusakan suku cadang PLTU Unit 3-4.

Tabel 6. 5. Rekapitulasi Historis Kerusakan Suku Cadang

Suku Cadang	<i>Raised Date</i>	<i>Raised Time</i>
	mm/dd/yy hh:mm	mm/dd/yy hh:mm
<i>Limit Switch #4</i>	08/26/12 08:42	08/30/12 00:00
	09/06/14 08:47	09/08/14 00:00
	10/17/17 08:45	10/20/17 00:00
	12/05/18 08:51	12/07/18 00:00
	09/16/11 08:40	09/21/11 00:00

Tabel 6. 5. Rekapitulasi Historis Kerusakan Suku Cadang (Lanjutan)

Suku Cadang	<i>Raised Date</i>	<i>Raised Time</i>
	mm/dd/yy hh:mm	mm/dd/yy hh:mm
<i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>	05/08/14 08:45	05/09/14 00:00
	12/19/17 08:43	12/21/17 13:00
	04/12/18 08:21	04/17/18 17:00
<i>Solenoid Valve B5.8 #4</i>	05/10/12 08:59	05/14/12 00:00
	01/02/15 08:14	01/06/15 14:13
	03/21/17 08:32	03/26/17 15:00
	12/02/19 09:32	12/17/19 14:00
<i>Main Oil Burner B6 #4</i>	04/18/10 09:22	04/22/10 11:14
	08/11/12 08:50	08/25/12 10:36
	10/06/16 08:48	10/29/16 00:00
	04/15/18 09:36	05/03/18 08:00
	05/30/19 08:39	05/31/19 12:00
<i>Main Oil Burner A7 #4</i>	09/26/11 08:50	09/29/11 00:00
	03/07/13 05:27	03/08/13 16:13
	12/15/15 08:52	12/21/15 10:28
	04/28/16 08:43	05/02/16 16:00
	08/13/18 08:25	08/15/18 11:00
<i>Skep Main Burner C2 #4</i>	01/23/03 16:05	01/29/03 07:49
	05/14/11 08:51	05/23/11 00:00
	06/25/11 08:48	07/07/11 00:00
	12/10/11 08:46	01/05/12 00:00
	02/18/12 09:34	04/02/12 00:00
	08/03/14 17:10	09/29/14 16:24
	03/18/18 08:46	03/27/18 00:00
<i>Gun Burner A #4</i>	08/26/10 08:44	08/29/10 09:34
	08/04/11 08:39	08/07/11 00:00
	08/15/11 08:35	08/21/11 00:00
	09/12/11 08:43	09/13/11 00:00
	09/20/12 08:43	10/23/12 00:00
	10/02/14 15:39	10/08/14 10:04
	01/07/17 09:58	01/14/17 09:39
	08/27/19 08:43	08/31/19 15:36
<i>Gun Burner C #4</i>	10/06/13 09:21	10/09/13 00:00
	09/12/16 08:44	09/13/16 00:00
	10/03/16 08:17	10/04/16 00:00
	12/29/18 15:13	01/03/19 00:00
<i>Rumah Ring Burner #4</i>	02/02/13 08:58	02/04/13 14:06
	08/05/15 08:45	08/08/15 15:03
	03/06/18 08:18	03/12/18 16:00

Tabel 6. 5. Rekapitulasi Historis Kerusakan Suku Cadang (Lanjutan)

Suku Cadang	<i>Raised Date</i>	<i>Raised Time</i>
	mm/dd/yy hh:mm	mm/dd/yy hh:mm
<i>Flame Detector #4</i>	02/06/10 08:55	02/20/10 00:00
	09/11/13 08:55	09/27/13 09:33
	01/22/14 09:10	02/15/14 00:00
	07/27/16 08:41	08/04/16 08:08
	02/01/17 21:54	02/05/17 08:59
	03/20/19 12:03	04/19/19 10:32
<i>Dudukan Ring Burner #4</i>	04/06/11 08:37	04/23/11 00:00
	08/14/11 08:45	08/30/11 00:00
	02/01/12 08:38	02/02/12 00:00
	12/17/15 09:12	12/19/15 00:00
	03/26/18 09:00	03/31/18 00:00

6.3.2 Perhitungan Time to Failure (TTF)

Pada bagian ini akan dilakukan rekap perhitungan *Time to Failure* (TTF) pada masing-masing suku cadang RO *Main Burner #4*. Perhitungan ini digunakan sebagai parameter keandalan suku cadang. Contoh hasil perhitungan *Time to Failure* (TTF) pada suku cadang *Limit Switch #4* ditunjukkan pada tabel 6.6 berikut.

Tabel 6. 6. Rekapitulasi *Time to Failure* (TTF) dari *Limit Switch #4*

<i>Limit Switch #4</i>		
<i>Raised Time</i>	<i>Closed Time</i>	TTF (jam)
mm/dd/yy hh:mm	mm/dd/yy hh:mm	
08/26/12 08:42	08/30/12 00:00	
09/06/14 08:47	09/08/14 00:00	17697
10/17/17 08:45	10/20/17 00:00	27249
12/05/18 08:51	12/07/18 00:00	9873

Tabel 6.6 merupakan hasil rekapitulasi dari *Time to Failure* untuk suku cadang *Limit Switch #4*. Nilai TTF menunjukkan selisih waktu antara peralatan selesai diperbaiki hingga peralatan mengalami kerusakan kembali. Berikut ini adalah persamaan perhitungan TTF.

$$TTF(n) = \text{waktu kerusakan ke}(n) - \text{waktu selesai perbaikan ke}(n - 1)$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan pada TTF.

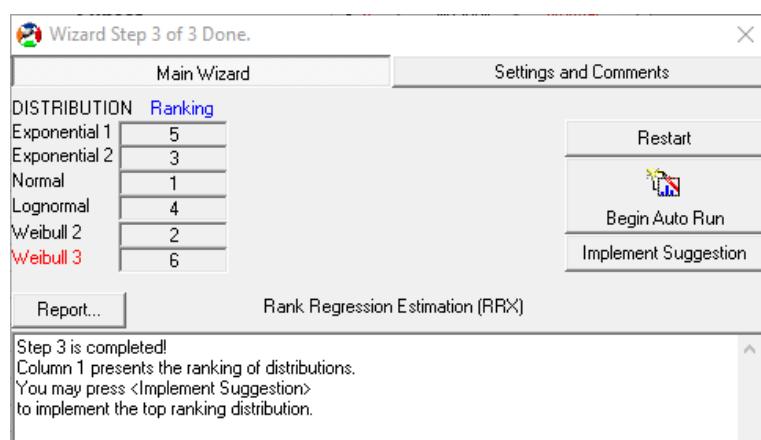
$$\begin{aligned}TTF(2) &= \text{waktu kerusakan ke}(2) - \text{waktu selesai perbaikan ke}(1) \\&= (09/06/14 08:47) - (08/30/12 00:00) \\&= 737.37 \text{ hari} \approx 17697 \text{ jam}\end{aligned}$$

Rekapitulasi dari perhitungan TTF untuk masing-masing suku cadang dapat dilihat pada lampiran 6. Rekapitulasi tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF).

6.3.3 Perhitungan Mean Time to Failure (MTTF)

Pada bagian ini dijelaskan mengenai perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) untuk masing-masing suku cadang dari RO *Main Burner #4*. Dalam Weibull++6 dilakukan *fitting* distribusi terhadap data historis kerusakan dan parameter dari masing-masing distribusi kerusakan akan diketahui. Adapun langkah-langkah untuk mengetahui distribusi kerusakan dengan Weibull++6 sebagai berikut.

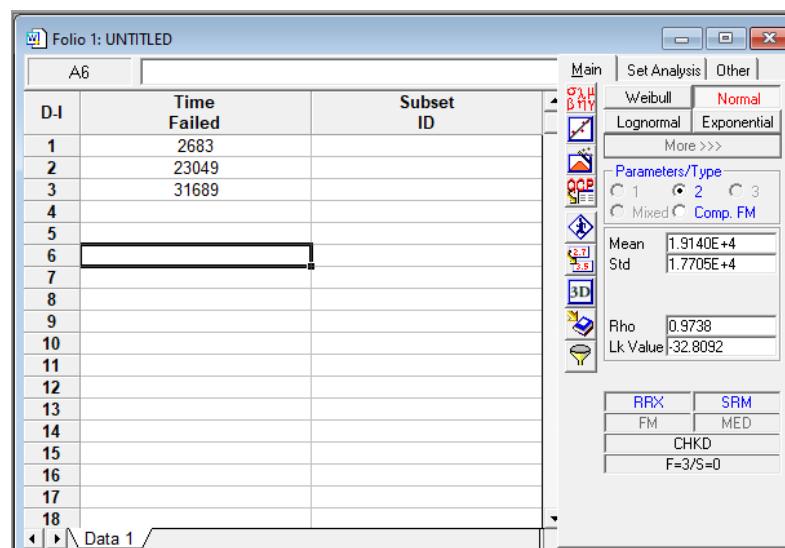
1. Pada menu utama Weibull++6 akan muncul jendela dialog *Data Type Expert*, lalu dipilih *Time to Failure*.
2. Masing-masing data TTF tiap suku cadang sesuai dengan tabel 6.6 disalin pada kolom *Time Failed*.
3. Pilih ikon *distribution wizard* → *begin auto run*, maka akan muncul peringkat distribusi kerusakan.



Gambar 6. 1. *Fitting Distribusi TTF Solenoid Valve B1.4 #4*

Gambar 6.1 adalah contoh hasil dari *fitting* distribusi untuk suku cadang *Solenoid Valve B1.4 #4*. Berdasarkan gambar tersebut, distribusi yang direkomendasikan oleh Weibull++6 adalah distibusi normal (peringkat 1).

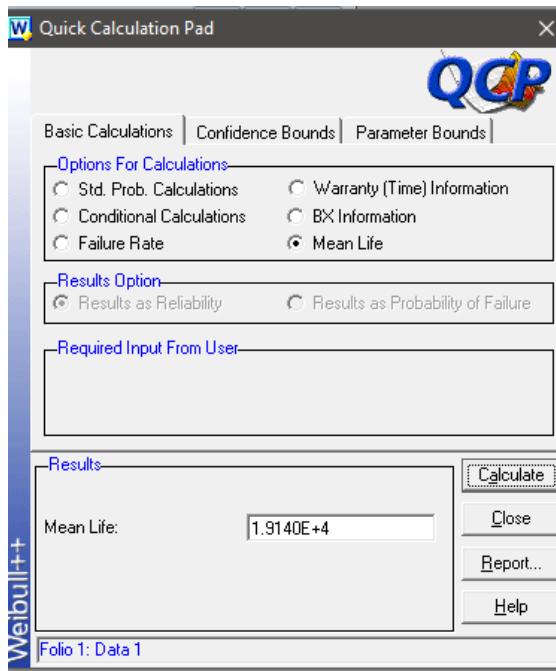
4. Pilih *Implement Suggestion*, maka akan secara otomatis menerapkan distribusi dengan peringkat paling tinggi dan akan menampilkan parameter dari distribusi tersebut.



Gambar 6. 2. *Input Data TTF* dan Parameter Hasil *Fitting Distribusi* pada *Solenoid Valve B1.4 #4*

Gambar 6.2 merupakan tampilan dari Weibull++6 setelah dipilih menu *Implement Suggestion*. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa parameter dari distribusi normal adalah *mean* sebesar 19140 dan standar deviasi sebesar 17705.

5. Untuk mengetahui nilai dari MTTF, pilih ikon *Quick Calculation Pad* dan klik pada pilhan *Mean Life*.



Gambar 6. 3. Hasil Perhitungan MTTF pada *Solenoid Valve B1.4 #4*.

Gambar 6.3 menunjukkan hasil perhitungan MTTF pada *Solenoid Valve B1.4 #4* dan diperoleh nilai MTTF sebesar 19140. Rekapitulasi distribusi TTF dan parameternya untuk setiap suku cadang dari RO *Main Burner #4* dapat dilihat pada tabel 6.7 berikut.

Tabel 6. 7. Distribusi dan Parameter TTF dari Suku Cadang RO *Main Burner #4*

Suku Cadang	Distribusi	Parameter					
		μ	σ	λ	β	α	γ
<i>Limit Switch #4</i>	Weibull 2	-	-	-	1.8922	21434	-
<i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>	Normal	19140	17705	-	-	-	-
<i>Solenoid Valve B5.8 #4</i>	Weibull 2	-	-	-	9.4115	22999	-
<i>Main Oil Burner B6 #4</i>	Weibull 3	-	-	-	0.7263	12255	8313.443
<i>Main Oil Burner A7 #4</i>	Normal	14991	10778	-	-	-	-
<i>Skep Main Burner C2 #4</i>	Weibull 3	-	-	-	0.338	13497	777.97
<i>Gun Burner A #4</i>	Eksponensial	-	-	0.000086314	-	-	-
<i>Gun Burner C #4</i>	Normal	15251	15368	-	-	-	-
<i>Rumah Ring Burner #4</i>	Eksponensial 2	-	-	0.0013	-	-	21610

Suku Cadang	Distribusi	Parameter					
		μ	σ	λ	β	α	γ
<i>Flame Detector #4</i>	Normal	15669	13353	-	-	-	-
Dudukan <i>Ring Burner #4</i>	Weibull 3	-	-	-	0.3298	9535.812	2676.58

Tabel 6.7 menunjukkan bahwa setiap suku cadang dari RO *Main Burner #4* memiliki distribusi kerusakan dan parameter yang berbeda-beda. Terdapat 4 suku cadang dengan distribusi normal, 3 suku cadang dengan distribusi weibull 3 parameter, 2 suku cadang dengan distribusi eksponensial 1 parameter, 2 suku cadang dengan distribusi webull 2 parameter, dan 1 suku cadang dengan distribusi eksponensial 2 parameter. Parameter distribusi tersebut digunakan untuk menentukan nilai MTTF yang dapat dilakukan dengan *running Software Weibull++6*. Rekapitulasi perhitungan nilai MTTF dengan Weibull++6 dapat dilihat pada tabel 6.8 berikut.

Tabel 6.8. Rekapitulasi Nilai MTTF dari Suku Cadang RO *Main Burner #4*

Suku Cadang	MTTF (jam)
<i>Limit Switch #4</i>	19023
<i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>	19140
<i>Solenoid Valve B5.8 #4</i>	21822
<i>Main Oil Burner B6 #4</i>	23311
<i>Main Oil Burner A7 #4</i>	14991
<i>Skep Main Burner C2 #4</i>	77666
<i>Gun Burner A #4</i>	11586
<i>Gun Burner C #4</i>	15250
<i>Rumah Ring Burner #4</i>	22398
<i>Flame Detector #4</i>	15669
Dudukan <i>Ring Burner #4</i>	62249

Mean Time to Failure (MTTF) merupakan rata-rata peralatan mengalami kerusakan kembali setelah dilakukan perbaikan. Semakin besar nilai MTTF menunjukkan bahwa suku cadang memiliki rentang waktu antar kerusakan yang lama. Sebaliknya, apabila nilai MTTF kecil berarti suku cadang semakin rentan mengalami kerusakan. Berdasarkan tabel 6.8, nilai MTTF terbesar dari sebelas suku cadang adalah *Skep Main Burner #4* sebesar

77666 jam. Sedangkan suku cadang dengan MTTF terkecil adalah *Gun Burner A* #4 sebesar 11586 jam. Hal ini menunjukkan bahwa dalam 10 tahun terakhir suku cadang yang paling sering mengalami kerusakan setelah dilakukan perbaikan adalah *Gun Burner A* #4. Sedangkan suku cadang yang paling jarang mengalami kerusakan adalah *Skep Main Burner* #4.

6.4 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Persediaan Suku Cadang

Perencanaan suku cadang dilakukan untuk memastikan bahwa suku cadang yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan tersedia saat dibutuhkan. Berdasarkan wawancara dengan salah satu Staff *Inventory*, perencanaan suku cadang yang dilakukan oleh perusahaan saat ini berdasarkan pada *critically, availability, dan usage* dari suku cadang. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perencanaan kebutuhan suku cadang dengan pendekatan berbeda dari perusahaan. Perencanaan suku cadang ini dilakukan dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Spares* (RCS).

Reliability Centered Spares (RCS) merupakan suatu pendekatan untuk menentukan tingkat persediaan suku cadang berdasarkan tingkat keandalan dan pengoperasian *maintenance* (Fukuda, 2008). Harapannya suku cadang yang disimpan di gudang dihitung dengan mempertimbangkan kebutuhan pemeliharaan. Ketersediaan suku cadang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas pemeliharaan dan operasional perusahaan, sehingga meminimasi *downtime* untuk menunggu datangnya suku cadang.

Perhitungan jumlah kebutuhan persediaan suku cadang dengan metode RCS dilakukan menggunakan pendekatan *poisson process*. *Poisson process* merupakan salah satu metode untuk menghitung kebutuhan suku cadang dalam satu periode. Dalam menghitung kebutuhan suku cadang menggunakan *poisson process*, suku cadang diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *repairable* dan *non repairable*. Suku cadang *repairable* adalah suku cadang yang jika terjadi kerusakan masih dapat diperbaiki. Sedangkan suku cadang *non repairable* adalah suku cadang yang jika mengalami kerusakan tidak dapat diperbaiki dan harus diganti. Klasifikasi dilakukan karena dalam perhitungannya menggunakan rumus yang berbeda. Pada

repairable part mempertimbangkan variable *scrap rate*, sedangkan pada *non repairable part* tidak mempertimbangkan variable tersebut.

Berdasarkan klasifikasi pada tabel 6.2, sebelas suku cadang dari RO *Main Burner #4* memiliki jenis perbaikan *non repairable*. Untuk menghitung kebutuhan suku cadang *non repairable* menggunakan rumus *poisson process* sebagai berikut.

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF}$$

$$P \leq \sum_{x=0}^n \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!} = e^{-\lambda t} \left[1 + \lambda t + \dots + \frac{(\lambda t)^n}{n!} \right]$$

Dengan,

- λt = Laju kerusakan (*failure rate*)
- A = Jumlah komponen
- P = *Confidence level* (95%)
- N = Jumlah unit/mesin yang digunakan
- T = *Initial period* (1 tahun)
- M = Jam operasional mesin (jam/bulan)

MTTF = *Mean Time To Failure*

Dalam 1 unit PLTU terdapat 20 buah peralatan RO *Main Burner #4*, sehingga nilai N sebesar 20 buah. Seluruh peralatan beroperasi selama 24 jam per hari atau setara dengan 720 jam/bulan, sehingga nilai M sebesar 720 jam/bulan. Kemudian, pada penelitian ini kebutuhan persediaan suku cadang dihitung dalam 1 periode selama 1 tahun (12 bulan) dengan *confidence level* sebesar 95%. Sedangkan untuk nilai jumlah komponen (A), tiap suku cadang memiliki jumlah yang berbeda-beda untuk tiap peralatan.

Berikut ini adalah contoh perhitungan jumlah kebutuhan persediaan suku cadang *Main Oil Burner A7 #4*.

- A = 1 unit komponen
- N = 20 unit peralatan
- M = 720 jam/bulan
- T = 12 bulan

MTTF = 14991 jam (dapat dilihat pada tabel 6.8)

Sehingga,

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF}$$

$$\lambda t = \frac{1 \times 20 \times 720 \times 12}{14991}$$

$$\lambda t = 11,5269$$

Setelah diketahui nilai *failure rate* (λt), selanjutnya melakukan iterasi perhitungan *poisson process* dengan menggunakan *function* pada Ms. Excel. Tabel 6.9 berikut adalah rekapitulasi perhitungan kebutuhan persediaan suku cadang *Main Oil Burner A7 #4*.

Tabel 6. 9. Perhitungan Suku Cadang *Main Oil Burner A7 #4*

Main Oil Burner A7 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
0	1	9.86×10^{-6}	9.86×10^{-6}	0.00	0%
1	1	9.86×10^{-6}	1.24×10^{-4}	0.00	0%
2	2	9.86×10^{-6}	7.79×10^{-4}	0.00	0%
3	6	9.86×10^{-6}	3.30×10^{-3}	0.00	0%
4	24	9.86×10^{-6}	1.05×10^{-2}	0.01	1%
5	120	9.86×10^{-6}	2.73×10^{-2}	0.03	3%
6	720	9.86×10^{-6}	5.94×10^{-2}	0.06	6%
7	5.04×10^3	9.86×10^{-6}	0.11	0.11	11%
8	4.03×10^4	9.86×10^{-6}	0.19	0.19	19%
9	3.63×10^5	9.86×10^{-6}	0.29	0.29	29%
10	3.63×10^6	9.86×10^{-6}	0.40	0.40	40%
11	3.99×10^7	9.86×10^{-6}	0.52	0.52	52%
12	4.79×10^8	9.86×10^{-6}	0.63	0.63	63%
13	6.23×10^9	9.86×10^{-6}	0.73	0.73	73%
14	8.72×10^{10}	9.86×10^{-6}	0.81	0.81	81%
15	1.31×10^{12}	9.86×10^{-6}	0.88	0.88	88%
16	2.09×10^{13}	9.86×10^{-6}	0.92	0.92	92%
17	3.56×10^{14}	9.86×10^{-6}	0.95	0.95	95%
18	6.40×10^{15}	9.86×10^{-6}	0.97	0.97	97%
19	1.22×10^{17}	9.86×10^{-6}	0.99	0.99	99%
20	2.43×10^{18}	9.86×10^{-6}	0.99	0.99	99%
21	5.11×10^{19}	9.86×10^{-6}	1.00	1.00	100%
22	1.12×10^{21}	9.86×10^{-6}	1.00	1.00	100%
23	2.59×10^{22}	9.86×10^{-6}	1.00	1.00	100%

Tabel 6. 9. Perhitungan Suku Cadang *Main Oil Burner A7 #4* (Lanjutan)

Main Oil Burner A7 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
24	6.20×10^{23}	9.86×10^{-6}	1.00	1.00	100%
25	1.55×10^{25}	9.86×10^{-6}	1.00	1.00	100%

Berdasarkan tabel 6.9, untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 95% maka perusahaan harus menyediakan *Main Oil Burner A7 #4* sebanyak 17 unit selama 1 tahun. Sedangkan jika ingin mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 100%, maka perusahaan harus menyediakan *Main Oil Burner #4* sebanyak 21 unit per tahun. Untuk perhitungan kebutuhan persediaan suku cadang lainnya dapat dilihat pada lampiran 8. Adapun rekapitulasi perhitungan kebutuhan suku cadang dari RO *Main Burner #4* dapat dilihat pada tabel 6.10 berikut.

Tabel 6. 10. Rekapitulasi Jumlah Ketubuhan Suku Cadang RO *Main Burner #4*

Suku Cadang	A (unit)	N (unit)	P	MTTF (jam)	Jumlah Kebutuhan Suku Cadang (unit/tahun)
<i>Limit Switch #4</i>	6	20	96%	19023	67
<i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>	5	20	95%	19140	56
<i>Solenoid Valve B5.8 #4</i>	5	20	95%	21822	50
<i>Main Oil Burner B6 #4</i>	1	20	96%	23311	12
<i>Main Oil Burner A7 #4</i>	1	20	95%	14991	17
<i>Skep Main Burner C2 #4</i>	2	20	96%	77666	8
<i>Gun Burner A #4</i>	1	20	95%	11586	21
<i>Gun Burner C #4</i>	1	20	96%	15250	17
<i>Rumah Ring Burner #4</i>	1	20	95%	22398	12
<i>Flame Detector #4</i>	1	20	97%	15669	17
<i>Dudukan Ring Burner #4</i>	1	20	98%	62249	6

Berdasarkan tabel 6.10, dapat dilihat bahwa setiap suku cadang dari RO *Main Burner #4* memiliki jumlah kebutuhan yang berbeda-beda untuk 1 tahun. Suku cadang yang membutuhkan persediaan terbanyak adalah *Limit Switch #4*

sebanyak 67 unit. Sedangkan suku cadang yang membutuhkan persediaan paling sedikit adalah dudukan *ring burner* #4 sebanyak 6 unit.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan suku cadang, diantaranya adalah jumlah peralatan dalam sistem (N), jumlah suku cadang dalam 1 unit peralatan (A), *Mean Time to Failure* (MTTF), dan *confidence level* (P). Semakin banyak jumlah peralatan dalam sistem, maka semakin banyak pula kebutuhan suku cadang yang harus disediakan, begitu sebaliknya. Kemudian, jika suku cadang dalam 1 unit peralatan berjumlah banyak maka semakin banyak pula kebutuhan suku cadang yang harus disiapkan. Jika dilihat dari nilai MTTF, semakin semakin kecil nilai MTTF maka jumlah kebutuhan suku cadang akan semakin banyak. Nilai MTTF yang semakin kecil menunjukkan bahwa suku cadang tersebut rentan mengalami kerusakan sehingga semakin banyak suku cadang yang harus disediakan. Faktor lain yang mempengaruhi adalah *confidence level*. Semakin besar *confidence level* yang ingin dicapai, maka semakin banyak pula suku cadang yang harus disediakan.

Hasil perhitungan kebutuhan suku cadang menggunakan metode *Reliability Centered Spares* (RCS) ini menunjukkan probabilitas jumlah kerusakan dalam periode 1 tahun ke depan. Sehingga jumlah persediaan suku cadang yang optimal untuk masing-masing suku cadang adalah minimal sesuai dengan tabel 6.10 di atas. Jumlah persediaan suku cadang tersebut relatif banyak karena lebih rentan mengalami kerusakan dan jika rusak harus diganti, tidak dapat diperbaiki lagi.

6.5 Tanggapan Pihak Perusahaan terhadap Pengimplementasian RCS

Pada sub bab ini akan dijabarkan tanggapan dari pihak perusahaan terhadap pengimplementasian metode *Reliability Centered Spares* untuk perencanaan suku cadang. Tanggapan ini diperlukan untuk mengetahui bagaimana pengimplementasian metode RCS dengan melihat kondisi aktual perusahaan. Pihak yang memberikan tanggapan ini adalah perwakilan dari Divisi *Inventory* dan Divisi *Engineering*. Dengan adanya tanggapan dari kedua pihak tersebut akan menghasilkan penilaian dari dua sudut pandang yang berbeda.

Menurut Divisi *Engineering*, penerapan RCS dapat membantu pihak *maintenance* dalam menjawab kebutuhan suku cadang. Kebanyakan perusahaan

melakukan perencanaan persediaan suku cadang belum mempertimbangkan aspek pemeliharaan. Masih terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan jika RCS diaplikasikan di perusahaan. Perhitungan RCS menggunakan data historis kerusakan sebagai dasar perhitungan. Sedangkan data historis kerusakan yang ada saat ini belum terekap secara spesifik karena hanya menampilkan uraian *work order* setiap peralatan secara umum. Hal itu menyebabkan ketidaksesuaian rekapitulasi antara suku cadang yang memerlukan perbaikan dengan suku cadang yang membutuhkan penggantian. Ketidaksesuaian tersebut mengakibatkan kurang akuratnya perhitungan RCS.

Sedangkan, Divisi *Inventory* memberikan tanggapan bahwa RCS dapat dijadikan sebagai pertimbangan tambahan dalam perencanaan persediaan suku cadang. Karena selama ini perusahaan melakukan perencanaan suku cadang belum mempertimbangkan kebutuhan dari *maintenance*. Terlepas dari hal tersebut, penerapan metode RCS ini masih terdapat beberapa ketidaksesuaian jika diimplementasikan oleh perusahaan. Perhitungan RCS menghasilkan persediaan suku cadang yang relatif lebih banyak jika dibandingkan dengan persediaan aktual perusahaan. Padahal perusahaan memiliki kebijakan terkait jumlah maksimal persediaan untuk tiap material. Selain itu, data historis yang ada di perusahaan belum mencakup rincian *stock code* dari suku cadang yang menyebabkan pihak *inventory* kesulitan untuk menyesuaikan spesifikasi tiap suku cadang. *Stock code* tersebut memberikan informasi terperinci dari setiap suku cadang agar tidak terjadi duplikasi dalam sistem katalog.

Berdasarkan tanggapan dari Divisi *Engineering* dan *Inventory*, dapat disimpulkan bahwa metode *Reliability Centered Spares* dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam melakukan perencanaan persediaan suku cadang. Namun dalam penerapannya, masih terdapat beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan. Pertimbangan tersebut meliputi pelaksanaan aktivitas pemeliharaan yang dikaitkan dengan kebijakan mengenai prosedur perencanaan dan pengelolaan suku cadang.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan *System and Equipment Reliability Prioritization* (SERP) yang telah ada di perusahaan, pada penelitian ini hanya dipilih sepuluh peralatan kritis dengan rangking *Maintenance Priority Index* (MPI) tertinggi. Setiap peralatan kritis diidentifikasi ke dalam beberapa komponen kritis yang sering mengalami kerusakan. Komponen kritis yang dianalisis berjumlah 73 komponen.
2. Evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini dilakukan berdasarkan kriteria metode, waktu, serta alat dan bahan. Evaluasi ini dilakukan dengan memperhatikan *manual book*, *safety permit*, *working permit*, dan referensi pendukung lainnya. Berdasarkan evaluasi diketahui bahwa masih terdapat ketidaksesuaian antara aktivitas pemeliharaan terkini dengan yang seharusnya. Hampir seluruh komponen dari peralatan kritis mendapatkan aktivitas pemeliharaan yang belum sesuai dengan aktivitas pemeliharaan semestinya.
3. RCM II *Information Worksheet* mampu mengidentifikasi fungsi, kegagalan fungsi, penyebab dan dampak dari kegagalan peralatan. RCM II *Information Worksheet* tidak hanya mengidentifikasi kegagalan yang pernah terjadi, tapi juga potensi kegagalan yang akan terjadi. Pada penelitian ini, *failure effect* dianalisis ke dalam 3 tingkatan, yaitu lokal, sistem, dan *plant*. Analisis tersebut dapat memberikan gambaran yang lengkap kepada perusahaan terkait aktivitas pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah dampak kegagalan yang akan terjadi.

4. Pembobotan konsekuensi kegagalan dilakukan untuk mengetahui konsekuensi kegagalan apa yang menjadi prioritas utama untuk dikendalikan pada pembangkit listrik. Konsekuensi kegagalan dengan tingkat kepentingan tertinggi hingga terendah secara berturut-turut adalah *hidden failure, safety, environment, operation, dan non operation*. Hasil pembobotan ini digunakan sebagai acuan melakukan restrukturisasi alur evaluasi pada RCM II *Decision Diagram*.
5. Dengan RCM II *Decision Worksheet* diperoleh rekomendasi aktivitas pemeliharaan untuk komponen peralatan kritis. Penentuan aktivitas pemeliharaan ini disesuaikan dengan evaluasi aktivitas pemeliharaan terkini dan evaluasi konsekuensi kegagalan. Sehingga pengambilan keputusan aktivitas pemeliharaan ini telah menjawab evaluasi yang telah dilakukan. Setiap komponen pada peralatan kritis tidak hanya menghasilkan satu aktivitas pemeliharaan saja, namun beberapa komponen menghasilkan lebih dari satu aktivitas pemeliharaan. Berdasarkan RCM II *Decision Worksheet*, dihasilkan 4 jenis aktivitas pemeliharaan, yaitu *Scheduled On Condition Task, Scheduled Restoration Task, Scheduled Discard Task, dan Scheduled Failure Finding Task*.
6. Dengan *Reliability Centered Spares* dihasilkan perencanaan persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa setiap suku cadang dari RO *Main Burner #4* membutuhkan jumlah persediaan yang berbeda-beda untuk 1 tahun. Faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan suku cadang adalah jumlah peralatan, jumlah suku cadang dalam 1 peralatan, *Mean Time to Failure*, dan *confidence level*. *Reliability Centered Spares* dapat dijadikan sebagai pertimbangan tambahan dalam merencanakan persediaan suku cadang perusahaan. Namun dalam penerapannya, masih terdapat beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan agar sesuai dengan kondisi perusahaan.

7.2 Saran

Berikut ini adalah saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Penelitian ini bisa dilanjutkan ke pengelolaan *inventory*.
2. Penentuan kebijakan persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan kemungkinan adanya *delay* terjadinya kerusakan dengan pencatatan permintaan suku cadang.
3. Menyusun sistem pengadaan suku cadang yang lebih dapat diimplementasikan sesuai kondisi perusahaan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI.
- Baroto, T. (2004). *Perencanaan dan Pengendalian Persediaan*. Jakarta: Erlangga.
- Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Dhillon, B. (2016). *Engineering Systems Reliability, Safety, and Maintenance. An Integrated Approach*. New York: CRC Press.
- Ebeling, C. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York: The McGraw.
- Elsayed, E. (2012). *Reliability Engineering. 2nd Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- ESDM, K. (2020, February 5). *Konsumsi Listrik Nasional Terus Meningkat*. Retrieved from <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/01/10/konsumsi-listrik-nasional-terus-meningkat>
- Fukuda, J. (2008). "Reliability, Excel, Kettelles's Algorithm, and Inventory of Repairable Spare Parts", in: Computational Intelligence in Business Analytics: Concepts, Methods, and Tools for Big Data Application, Les Sztandera
- Handoko, T. H. (2008). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BFPE.
- Hartini E., D. S. (2018). Determination of Maintenance Priority Index (MPI) Components On RSG-Gas Safety System. *Jurnal Teknik Reaktor Nuklir Vol. 20, No 2*, 77-78.
- Heizer, J. R. (2010). *Manajemen Operasi. Edisi 9. Diterjemahkan oleh Sungkono, Chrisman*. Jakarta: Salemba Empat.
- Heo J., K. M. (2014). Maintenance Priority Index of Overhead Transmission Lines for Reliability Centered Approach. *Journal Electrical Engineering Technology Vol. 9, No 4*.

- Jaarsveld, V. D. (2011). Spare Parts Stock Control for Redundant Systems Using Reliability Centered Maintenance Data. *Reliability Engineering System and Safety Vol 96 No 11*.
- Jardine A.K., T. A. (2013). *Maintenance, Replacement, and Reliability Theory and Applications*. New York: CRC Press.
- Karyasa, T. (2016). *Pemeliharaan Sistem Berbasis Keandalan*. Surabaya: UNESA.
- Mobley, R. K. (2008). *Maintenance Engineering Handbook. 7th edition*. United States: McGraw Hill.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance*. New York: Industrial Press INC.
- Nachrul A., I. M. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. 1st edition. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- PLN (Persero), P. (2015). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (PERSEERO) 2015-2024*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- Pratama, A. P. (2014). Perancangan Aktivitas Pemeliharaan dengan Reliability Centered Maintenance II (Studi Kasus : Unit 4 PLTU PT PJB Gresik). *Jurnal Teknik* , 1-6.
- Rausand, M. H. (2009). *System Reliability Theory*. New York: Wiley-Interscience.
- Renzi, A. F. (2015). The Delphi Method for Future Scenarios Construction. *Proceding Manufacturing*, 5785-5791.
- Rosyidin, M. R. (2015). Penentuan Pengelolaan Suku Cadang pada Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Ai dengan Metode Reliability Centered Spares (RCS) dan Inventory Analysis di Divisi Pembangkitan Perum Jasa Tirta II. 4330.
- Russel, R. T. (2006). *Operation Management - Quality and Competitiveness in a Global Environment, Fifth Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc - USA.
- Saaty, T. (1988). *Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process*. . RWS Publications, Pittsburgh.
- Sifonte, J. P. (2017). *Reliability Centered Maintenance-Reengineeed. Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R*. U.S: CRC Press.

- Slater, P. (2013). *The What, Why and How of Reliability Centered Spares (RCS) Process.* Diambil Kembali dari SparePartsKnowHow.: SparePartsKnowHow.
- Stephens, M. (2004). *Productivity and Reliability-Based Maintenance Management.* New Jersey, United State of America: Pearson Prentice Hall.
- Sudrajat, A. (2011). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri.* Bandung: Revika Aditama.
- Sullivan, G. P. (2004). *Operations & Maintenance. Best Practice. A Guide to Achieving Efficiency.* U.S: U.S Department of Energy.
- Tersine, R. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management. Fourth edition.* Prentice - Hall International, Inc: University of Oklahoma .
- Wireman, T. (1990). *World Class Management.* New York: Industrial Press.
- Woo, S. (2017). *Reliability Design of Mechanical Systems. A Guide for Mechanical and Civil Engineers.* New York: Springer.
- Yssaad, B. K. (2013). *Reliability Centered Maintenance Optimization for Power Distribution System.* Electrical Power and Energy System.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. SERP dari peralatan PLTU Unit 3-4

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
1	RO MAIN BURNER # 4	8	6	10	6	4	10	4	7.25	10	72.5	10	725.0
2	GAS MAIN BURNER # 4	8	6	10	4	4	10	4	7.1	10	70.5	10	705.1
3	ECONOMIZER # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	10	654.7
4	STEAM DRUM #4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	10	654.7
5	SUPERHEATER SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	10	654.7
6	CONDENSER # 4A	8	10	10	4	2	10	8	8.0	8	64.0	10	640.0
7	COMBINE REHEAT VALVE (CRV) # 3	8	10	10	4	2	10	4	7.6	10	75.6	8	604.7
8	CIRCULATING WATER PUMP 3A	8	8	10	4	2	10	4	7.2	10	72.1	8	576.9
9	CIRCULATING WATER PUMP 3B	8	8	10	4	2	10	4	7.2	10	72.1	8	576.9
10	GAS MAIN BURNER # 3	8	6	10	4	4	10	4	7.1	10	70.5	8	564.1
11	RO MAIN BURNER # 3	8	6	10	4	4	10	4	7.1	10	70.5	8	564.1
12	EXCITASI SYSTEM # 3	8	10	10	10	6	10	6	8.8	10	87.5	6	525.0
13	NATURAL GAS SUPPLY SYSTEM PLTU	6	6	6	6	4	5	2	5.2	10	52.0	10	519.6
14	BOILER FUEL GAS SYSTEM # 3	6	6	6	6	4	5	2	5.2	10	52.0	10	519.6
15	CONDENSER # 4B	8	10	10	4	2	10	8	8.0	8	64.0	8	512.0
16	CONDENSER # 3B	8	10	10	4	2	10	8	8.0	8	64.0	8	512.0
17	MAIN STOP VALVE (MSV) # 3	8	10	10	4	2	10	4	7.6	10	75.6	6	453.6
18	CONTROL VALVE (CV) # 3	8	10	10	4	2	10	4	7.6	10	75.6	6	453.6
19	MAIN STOP VALVE (MSV) # 4	8	10	10	4	2	10	4	7.6	10	75.6	6	453.6
20	COMBINE REHEAT VALVE (CRV) # 4	8	10	10	4	2	10	4	7.6	10	75.6	6	453.6

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
21	RO SERVICE SYSTEM (LINE,TANK,ROP+HTR) 3A	8	6	10	4	4	10	2	6.9	8	55.4	8	443.4
22	FEED WATER CONTROL VALVE #3	8	6	10	6	4	10	2	7.1	10	71.3	6	427.9
23	BOILER FEED PUMP 3C	8	6	10	6	4	10	2	7.1	6	42.8	10	427.9
24	COOLING WATER SYSTEM # 4	6	6	10	4	2	10	4	6.6	8	53.1	8	424.5
25	ABC CONTROL PANEL # 3	8	6	10	4	2	10	2	6.8	10	68.0	6	408.2
26	AUXILIARY TRANSFORMER # 3	8	8	6	4	2	10	6	6.8	10	67.6	6	405.7
27	SUPERHEATER SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	6	392.8
28	REHEATER SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	6	392.8
29	BOILER FURNACE # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	6	392.8
30	DEAERATOR # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	10	59.0	6	354.2
31	CONDENSATE WATER SYSTEM # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	10	59.0	6	354.2
32	GENERATOR H2 COOLING SYSTEM # 3	8	6	4	10	4	10	2	6.9	8	55.4	6	332.6
33	FORCE DRAFT FAN 4B	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	6	328.6
34	AIR HEATER 4A	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	6	328.6
35	HOT REHEAT PIPE # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	6	322.5
36	MAIN STEAM PIPE # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	6	322.5
37	EXCITASI SYSTEM # 4	8	10	4	10	6	10	6	8.0	10	80.4	4	321.4
38	BOILER FEED PUMP 3B	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	8	299.2
39	RO SERVICE PUMP SYSTEM (ROP+HTR) 3B	8	6	4	4	4	10	2	6.0	8	48.0	6	288.0
40	RO SERVICE SYSTEM (LINE,TANK,ROP+HTR) 4A	8	6	4	4	4	10	2	6.0	8	48.0	6	288.0
41	BTG CONTROL PANEL # 3	8	6	4	4	2	10	2	5.9	8	46.8	6	281.1
42	COOLING WATER PUMP 3B	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	6	271.5

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
43	COOLING WATER HEAT EXCHANGER 4B	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	6	271.5
44	COOLING WATER PUMP 4B	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	6	271.5
45	COOLING WATER PUMP 4A	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	6	271.5
46	BOILER FUEL GAS SYSTEM # 4	6	6	4	6	4	5	2	4.9	10	49.1	6	294.8
47	CONDENSATE PUMP 4B	6	6	4	6	4	10	2	5.9	8	47.2	6	283.4
48	FEED WATER SYSTEM # 3	8	6	4	6	4	10	2	6.2	10	62.3	4	249.3
49	FEED WATER CONTROL VALVE #4	8	6	4	6	4	10	2	6.2	10	62.3	4	249.3
50	UNIT MASTER CONSOLE (UMC PANEL) # 3	8	6	4	4	2	10	2	5.9	10	58.6	4	234.2
51	ABC CONTROL PANEL # 4	8	6	4	4	2	10	2	5.9	10	58.6	4	234.2
52	SUPERHEATER SPRAY SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	10	261.9
53	UPS NIKSA # 3	8	4	4	2	2	10	2	5.5	10	54.5	4	218.0
54	ELECTRIC HYDRAULIC CONTROL PANEL # 3	8	4	4	2	2	10	2	5.5	10	54.5	4	218.0
55	110 V, INSTRUMENT POWER D/P PANEL # 4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	10	54.5	4	218.0
56	CONST. VOLTAGE CONST. FREQ. PANEL # 4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	10	54.5	4	218.0
57	ELECTRIC HYDRAULIC CONTROL PANEL # 4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	10	54.5	4	218.0
58	BOILER FEED PUMP 4B	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	6	224.4
59	HP8 HEATER # 4	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	6	224.4
60	BOILER FEED PUMP 3A	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	6	224.4
61	BOILER FEED PUMP 4A	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	6	224.4
62	HP7 HEATER # 4	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	6	224.4

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
63	MAKE UP WATER SYSTEM # 3	8	10	4	4	2	10	8	7.2	8	57.7	4	230.8
64	CONDENSER # 3A	8	10	4	4	2	10	8	7.2	8	57.7	4	230.8
65	STEAM AIR EJECTOR (SJAESAE) # 3	8	10	4	4	2	10	8	7.2	8	57.7	4	230.8
66	STEAM AIR EJECTOR (SJAESAE) # 4	8	10	4	4	2	10	8	7.2	8	57.7	4	230.8
67	BALL CLEANING SYSTEM (TAPPROGE) # 4	8	10	4	4	2	10	8	7.2	4	28.8	8	230.8
68	AIR HEATER 3A	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	4	219.0
69	AIR HEATER 3B	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	4	219.0
70	AIR HEATER 4B	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	4	219.0
71	FORCE DRAFT FAN 3A	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	4	219.0
72	FORCE DRAFT FAN 4A	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	4	219.0
73	MAIN STEAM PIPE # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	4	215.0
74	TURBINE BEARING # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	4	215.0
75	SEA WATER BOOSTER PUMP 3A	4	4	4	4	2	5	2	3.7	8	29.8	8	238.2
76	SEA WATER BOOSTER PUMP 4A	4	4	4	4	2	5	2	3.7	8	29.8	8	238.2
77	SEA WATER BOOSTER PUMP 4B	4	4	4	4	2	5	2	3.7	8	29.8	8	238.2
78	PHOSPHATE INJECTION SYSTEM # 3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	6	22.3	10	223.4
79	PHOSPHATE INJECTION SYSTEM # 4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	6	22.3	10	223.4
80	BTG CONTROL PANEL # 4	8	6	4	4	2	10	2	5.9	8	46.8	4	187.4
81	COOLING WATER HEAT EXCHANGER 3A	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	4	181.0
82	COOLING WATER HEAT EXCHANGER 3B	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	4	181.0
83	COOLING WATER PUMP 3A	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	4	181.0
84	COOLING WATER HEAT EXCHANGER 4A	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	4	181.0

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
85	GAS STATION CONTROL PANEL	6	6	4	6	4	5	2	4.9	10	49.1	4	196.5
86	380-220 V, MISCELLANEOUS D/P PANEL # 3/4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	4	21.8	8	174.4
87	CONDENSATE PUMP 3A	6	6	4	6	4	10	2	5.9	8	47.2	4	188.9
88	CONDENSATE PUMP 4A	6	6	4	6	4	10	2	5.9	8	47.2	4	188.9
89	BALL CLEANING SYSTEM (TAPPROGE) # 3	8	10	4	4	2	10	8	7.2	4	28.8	6	173.1
90	GLAND STEAM EXHAUST BLOWER 3A	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	4	167.6
91	GLAND STEAM EXHAUST BLOWER 3B	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	4	167.6
92	GLAND STEAM EXHAUST BLOWER 4A	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	4	167.6
93	GLAND STEAM EXHAUST BLOWER 4B	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	4	167.6
94	GAS INJECTION FAN 4A	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	6	164.3
95	HP TURBINE BYPASS SYSTEM # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	6	40.3	4	161.3
96	SEA WATER BOOSTER PUMP 3B	4	4	4	4	2	5	2	3.7	8	29.8	6	178.7
97	NEUTRAL GROUNDING CUBICLE (NGR) # 3	8	10	4	10	6	10	6	8.0	10	80.4	2	160.7
98	GENERATOR BEARING # 3	8	10	4	10	6	10	6	8.0	10	80.4	2	160.7
99	NEUTRAL GROUNDING CUBICLE (NGR) # 4	8	10	4	10	6	10	6	8.0	10	80.4	2	160.7
100	GENERATOR # 4	8	10	4	10	6	10	6	8.0	10	80.4	2	160.7
101	GENERATOR BEARING # 4	8	10	4	10	6	10	6	8.0	10	80.4	2	160.7
102	PLTU CLP 3/4-GENERATOR NO.1	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	10	174.4
103	PLTU CLP 3/4-GENERATOR NO.2	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	10	174.4
104	PLTU CLP 3/4-GENERATOR NO.3	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	10	174.4
105	PLTU CLP 3/4-DISTRIBUTION PIPING SYSTEM	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	10	174.4

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
106	GENERATOR # 3	8	10	4	10	6	10	4	7.9	10	78.6	2	157.1
107	HP6 HEATER # 3	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	4	149.6
108	HP7 HEATER # 3	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	4	149.6
109	HP8 HEATER # 3	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	4	149.6
110	BOILER FEED PUMP 4C	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	4	149.6
111	HP6 HEATER # 4	8	6	4	6	4	10	2	6.2	6	37.4	4	149.6
112	FD & TV COOLING FAN SYSTEM 3A	8	6	4	4	4	10	4	6.1	6	36.8	4	147.4
113	FD & TV COOLING FAN SYSTEM 4A	8	6	4	4	4	10	4	6.1	6	36.8	4	147.4
114	FD & TV COOLING FAN SYSTEM 3B	8	6	4	4	4	10	4	6.1	6	36.8	4	147.4
115	FD & TV COOLING FAN SYSTEM (DC+LINE) # 3	8	6	4	4	4	10	4	6.1	6	36.8	4	147.4
116	IGNITOR BURNER # 3	8	6	4	4	4	10	4	6.1	4	24.6	6	147.4
117	FD & TV COOLING FAN SYSTEM 4B	8	6	4	4	4	10	4	6.1	6	36.8	4	147.4
118	FD & TV COOLING FAN SYSTEM (DC+LINE) # 4	8	6	4	4	4	10	4	6.1	6	36.8	4	147.4
119	IGNITOR BURNER # 4	8	6	4	4	4	10	4	6.1	4	24.6	6	147.4
120	SCREEN WASH PUMP # 4	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	8	167.3
121	ATOMIZING STEAM SYSTEM # 4	2	2	4	4	4	5	2	3.5	6	20.9	8	167.3
122	MAIN OIL TANK (MOT) # 3	8	6	4	4	4	10	2	6.0	6	36.0	4	144.0
123	CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU) PANEL # 4	8	6	4	4	2	10	2	5.9	4	23.4	6	140.5
124	GENERATOR TRANSFORMER # 3	10	10	4	4	2	10	10	7.9	10	78.9	2	157.8
125	GENERATOR TRANSFORMER # 4	10	10	4	4	2	10	10	7.9	10	78.9	2	157.8
126	SOOT BLOWER SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	6	157.1
127	SUPERHEATER SPRAY SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	6	157.1
128	EVAPORATOR SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	6	39.3	4	157.1

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
129	EVAPORATOR SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	6	39.3	4	157.1
130	SOOT BLOWER SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	6	157.1
131	INSTRUMENT AIR COMPRESSOR (IAC) 4B	4	6	4	4	2	5	4	4.3	6	25.8	6	154.5
132	HP & IP TURBINE # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	10	67.2	2	134.4
133	LP TURBINE # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	10	67.2	2	134.4
134	HP & IP TURBINE # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	10	67.2	2	134.4
135	LP TURBINE # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	10	67.2	2	134.4
136	CONTROL VALVE (CV) # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	10	67.2	2	134.4
137	SEA WATER LEAK DETECTOR # 3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	10	148.9
138	FERROUSS INJECTION SYSTEM # 4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	10	148.9
139	HEATER DRAIN PUMP SYSTEM # 4	4	4	4	4	2	5	2	3.7	6	22.3	6	134.0
140	CIRCULATING WATER PUMP 4A	8	8	4	4	2	10	4	6.3	10	63.2	2	126.5
141	CIRCULATING WATER PUMP 4B	8	8	4	4	2	10	4	6.3	10	63.2	2	126.5
142	STARTING TRANSFORMER # 3/4	10	8	4	4	2	10	6	6.9	10	69.3	2	138.6
143	FEED WATER SYSTEM # 4	8	6	4	6	4	10	2	6.2	10	62.3	2	124.7
144	FUEL OIL TRANSFER PUMP NO.1 (MEAS.ROOM)	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	6	142.1
145	RESIDU OIL SUPPLY SYSTEM	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	6	142.1
146	RESIDU OIL TRANSFER PUMP (ROTP) NO. 1-2	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	6	142.1
147	PLTU - H2 GENERATOR MODUL NO.1	4	6	4	10	4	5	4	5.7	4	22.7	6	136.1
148	PLTU - H2 GENERATOR MODUL NO.2	4	6	4	10	4	5	4	5.7	4	22.7	6	136.1
149	MAIN SEAL OIL PUMP # 4	6	4	4	6	2	5	2	4.4	8	35.4	4	141.6
150	PLTU CLP 3/4-SEA WTR BOOSTER PUMP NO.1	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	8	139.5

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
151	PLTU CLP 3/4-SEA WTR BOOSTER PUMP NO.3	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	8	139.5
152	PLTU CLP 3/4-HYPO. DOSING PUMP NO.1	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	8	139.5
153	PLTU CLP 3/4-HYPO. DOSING PUMP NO.2	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	8	139.5
154	PLTU CLP 3/4-HYPO. DOSING PUMP NO.3	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	8	139.5
155	PLTU CLP 3/4-PANEL CONTROL	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	8	139.5
156	INSTRUMENT AIR TANK & PIPING SYSTEM # 4	4	6	4	4	2	5	4	4.3	8	34.3	4	137.4
157	INSTRUMENT AIR TANK & PIPING SYSTEM # 3	4	6	4	4	2	5	4	4.3	8	34.3	4	137.4
158	INSTRUMENT AIR DRYER # 3	4	6	4	4	2	5	4	4.3	8	34.3	4	137.4
159	INSTRUMENT AIR DRYER # 4	4	6	4	4	2	5	4	4.3	8	34.3	4	137.4
160	ABS CONTROL PANEL # 3	8	6	4	4	2	10	2	5.9	10	58.6	2	117.1
161	UNIT MASTER CONSOLE (UMC PANEL) # 4	8	6	4	4	2	10	2	5.9	10	58.6	2	117.1
162	ABS CONTROL PANEL # 4	8	6	4	4	2	10	2	5.9	10	58.6	2	117.1
163	AUXILIARY TRANSFORMER # 4	8	8	4	4	2	10	6	6.5	10	65.5	2	130.9
164	HYDRAZINE INJECTION SYSTEM # 3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	6	22.3	6	134.0
165	HYDRAZINE INJECTION SYSTEM # 4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	6	22.3	6	134.0
166	4.16 KV, COMMON AUXILIARY BUS(M/C) # 3/4	8	10	4	6	4	10	8	7.5	8	60.2	2	120.3
167	4.16 KV,SCREEN CHLOR AUX BUS(M/C) # 3/4	8	10	4	6	4	10	8	7.5	4	30.1	4	120.3

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
168	AUXILIARY RELAY PANEL # 3	8	4	4	4	2	10	2	5.6	10	56.1	2	112.1
169	AUXILIARY CONTROL PANEL # 3	8	4	4	4	2	10	2	5.6	10	56.1	2	112.1
170	AUXILIARY RELAY PANEL # 4	8	4	4	4	2	10	2	5.6	10	56.1	2	112.1
171	AUXILIARY CONTROL PANEL # 4	8	4	4	4	2	10	2	5.6	10	56.1	2	112.1
172	ECONOMIZER # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	2	130.9
173	STEAM DRUM #3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	2	130.9
174	REHEATER SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	2	130.9
175	BOILER FURNACE # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	10	65.5	2	130.9
176	110 V, INSTRUMENT POWER D/P PANEL # 3	8	4	4	2	2	10	2	5.5	10	54.5	2	109.0
177	DEAERATOR # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	10	59.0	2	118.1
178	CONDENSATE WATER SYSTEM # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	10	59.0	2	118.1
179	MAKE UP WATER SYSTEM # 4	8	10	4	4	2	10	8	7.2	8	57.7	2	115.4
180	SCREEN WASH PUMP # 3	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	6	125.4
181	AUXILIARY STEAM SYSTEM # 4	2	2	4	4	4	5	2	3.5	6	20.9	6	125.4
182	SERVICE AIR COMPRESSOR # 3	4	6	4	2	2	5	2	3.9	8	31.0	4	123.9
183	SERVICE AIR COMPRESSOR # 4	4	6	4	2	2	5	2	3.9	8	31.0	4	123.9
184	GENERATOR H2 COOLING SYSTEM # 4	8	6	4	10	4	10	2	6.9	8	55.4	2	110.9
185	GAS INJECTION FAN 3A	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
186	AIR DUCT SYSTEM # 3	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
187	FORCE DRAFT FAN 3B	6	10	4	6	6	10	2	6.8	8	54.8	2	109.5
188	STEAM COIL AIR HEATER SYSTEM # 3	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
189	EXHAUST GAS DUCT SYSTEM # 3	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
190	GAS INJECTION FAN 3B	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
191	STEAM COIL AIR HEATER SYSTEM # 4	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
192	EXHAUST GAS DUCT SYSTEM # 4	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
193	GAS INJECTION FAN 4B	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	4	109.5
194	COLD REHEAT PIPE # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	2	107.5
195	HOT REHEAT PIPE # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	2	107.5
196	COLD REHEAT PIPE # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	2	107.5
197	TURBINE BEARING # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	8	53.8	2	107.5
198	BATTERY CHARGER PANEL # 3	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	8	119.1
199	PRIMING VACUUM PUMP #3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	8	119.1
200	FERROUSS INJECTION SYSTEM # 3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	8	119.1
201	FIRE PROTECTION PANEL # 3/4	2	4	4	4	4	1	2	3.2	4	12.9	10	129.2
202	AIR FOAM SYSTEM PLTU	2	4	4	4	4	1	2	3.2	4	12.9	10	129.2
203	RESIDU OIL STORAGE TANK NO.1 PLTU	2	6	4	6	6	5	4	4.9	6	29.5	4	117.9
204	460 V, COMMON-1 C/C PANEL # 3/4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	8	50.6	2	101.2
205	460 V, COMMON-2 C/C PANEL # 3/4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	8	50.6	2	101.2
206	460 V, GAS RECEIVING C/C PANEL PLTU	8	8	4	4	2	10	4	6.3	8	50.6	2	101.2
207	460 V, 3-3 C/C (EMERGENCY) PANEL # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	8	50.6	2	101.2
208	460 V, 3-3 C/C (EMERGENCY) PANEL # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	8	50.6	2	101.2
209	RO SERVICE PUMP SYSTEM (ROP+HTR) 4B	8	6	4	4	4	10	2	6.0	8	48.0	2	96.0
210	CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU) PANEL # 3	8	6	4	4	2	10	2	5.9	4	23.4	4	93.7
211	SEAL OIL VACUUM PUMP 3A	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	4	106.2
212	COOLING WATER SYSTEM # 3	6	6	4	4	2	10	4	5.7	8	45.3	2	90.5

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
213	BOILER BLOWDOWN SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
214	RH & HPTBV SPRAY SYSTEM # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
215	BOILER INSULATION # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
216	BLOWDOWN SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
217	BOILER FRAME # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
218	BOILER INSULATION # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
219	RH & HPTBV SPRAY SYSTEM # 4	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	4	104.7
220	PLTU CLP 3/4-SEA WTR BOOSTER PUMP NO.2	2	8	4	4	2	5	2	4.4	4	17.4	6	104.6
221	NATURAL GAS SEPARATOR (GAS STATION) PLTU	6	6	4	6	4	5	2	4.9	10	49.1	2	98.3
222	220 V, NORMAL EMERGENCY LIGHTING D/P # 3	8	4	4	2	2	10	2	5.5	4	21.8	4	87.2
223	220 V, LIGHTING D/P PANEL # 3	8	4	4	2	2	10	2	5.5	4	21.8	4	87.2
224	TURBIN SUPERVISORY INST. PANEL # 3	8	4	4	2	2	10	2	5.5	8	43.6	2	87.2
225	CONDENSATE PUMP 3B	6	6	4	6	4	10	2	5.9	8	47.2	2	94.5
226	LP2 HEATER # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	4	94.5
227	LP3 HEATER # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	4	94.5
228	LP4 HEATER # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	4	94.5
229	220 V, NORMAL EMERGENCY LIGHTING D/P # 4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	4	21.8	4	87.2
230	220 V, LIGHTING D/P PANEL # 4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	4	21.8	4	87.2
231	TURBIN SUPERVISORY INST. PANEL # 4	8	4	4	2	2	10	2	5.5	8	43.6	2	87.2
232	LP3 HEATER # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	4	94.5

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
233	INSTRUMENT AIR COMPRESSOR (IAC) 3B	4	6	4	4	2	5	4	4.3	6	25.8	4	103.0
234	INSTRUMENT AIR COMPRESSOR (IAC) 3A	4	6	4	4	2	5	4	4.3	6	25.8	4	103.0
235	INSTRUMENT AIR COMPRESSOR (IAC) 4A	4	6	4	4	2	5	4	4.3	6	25.8	4	103.0
236	LP HEATER DRAIN SYSTEM # 3	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	6	89.3
237	HEATER DRAIN PUMP SYSTEM # 3	4	4	4	4	2	5	2	3.7	6	22.3	4	89.3
238	GENERATOR LEADS (IPB) # 3	10	10	4	4	2	10	10	7.9	6	47.4	2	94.7
239	GENERATOR LEADS (IPB) # 4	10	10	4	4	2	10	10	7.9	6	47.4	2	94.7
240	RESIDU OIL TRANSFER PUMP (ROTP) NO. 3-4	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	4	94.7
241	RESIDU OIL TRANSFER PUMP (ROTP) NO. 5-6	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	4	94.7
242	RO PREHEATER SYSTEM	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	4	94.7
243	PLTU - H2 CONTROL PANEL	4	6	4	10	4	5	4	5.7	4	22.7	4	90.7
244	GLAND STEAM CONDENSER 3	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	2	83.8
245	GLAND STEAM SEAL REGULATOR # 3	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	2	83.8
246	GLAND STEAM SEAL REGULATOR # 4	6	4	4	4	2	10	2	5.2	8	41.9	2	83.8
247	SERVICE AIR TANK & PIPING SYSTEM # 3/4	4	6	4	2	2	5	2	3.9	6	23.2	4	93.0
248	TURNING GEAR # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	6	40.3	2	80.6
249	LP TURBINE BYPASS SYSTEM # 3	8	10	4	4	2	10	4	6.7	6	40.3	2	80.6
250	TURNING GEAR # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	6	40.3	2	80.6
251	HP TURBINE BYPASS SYSTEM # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	6	40.3	2	80.6
252	LP TURBINE BYPASS SYSTEM # 4	8	10	4	4	2	10	4	6.7	6	40.3	2	80.6

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
253	EMERGENCY DIESEL GENERATOR # 3/4	2	8	4	2	2	1	4	3.9	4	15.8	6	94.7
254	CHEMICAL INJECTION SYSTEM (KURILEX) # 3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	6	89.3
255	LINE CIRCULATING WATER SYSTEM # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	6	37.9	2	75.9
256	LINE CIRCULATING WATER SYSTEM # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	6	37.9	2	75.9
257	SEALING AIR FAN SYSTEM # 3	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
258	ATOMIZING STEAM SYSTEM # 3	2	2	4	4	4	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
259	AUXILIARY STEAM SYSTEM # 3	2	2	4	4	4	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
260	BAR & TRAVELLING SCREEN 3A	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
261	BAR & TRAVELLING SCREEN 3B	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
262	SEALING AIR FAN SYSTEM # 4	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
263	BAR & TRAVELLING SCREEN 4A	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
264	BAR & TRAVELLING SCREEN 4B	2	4	4	4	2	5	2	3.5	6	20.9	4	83.6
265	MAIN OIL TANK (MOT) # 4	8	6	4	4	4	10	2	6.0	6	36.0	2	72.0
266	SAMPLING RACK SYSTEM # 3	2	4	4	2	2	1	2	2.6	4	10.6	8	84.7
267	DRY CHEMICAL PLTU # 3/4	2	4	4	4	4	1	2	3.2	4	12.9	6	77.5
268	MAIN SEAL OIL PUMP # 3	6	4	4	6	2	5	2	4.4	8	35.4	2	70.8
269	HSD OIL SERV.SYSTEM (TANK,LINE,PUMP) 3A	4	4	4	6	4	5	2	4.3	4	17.2	4	68.7
270	HSD OIL SERV.SYSTEM (TANK,LINE,PUMP) 4A	4	4	4	6	4	5	2	4.3	4	17.2	4	68.7
271	HSD OIL SERV.SYSTEM (TANK,LINE,PUMP) 4B	4	4	4	6	4	5	2	4.3	4	17.2	4	68.7

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
272	EVAPORATOR SYSTEM # 3/4	4	4	4	4	4	5	2	3.9	4	15.8	4	63.1
273	AIR DUCT SYSTEM # 4	6	10	4	6	6	10	2	6.8	4	27.4	2	54.8
274	EMERGENCY D/G PANEL # 3/4	2	8	4	2	2	1	4	3.9	4	15.8	4	63.1
275	HP HEATER DRAIN SYSTEM # 3	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	4	59.6
276	BATTERY CHARGER PANEL # 4	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	4	59.6
277	PRIMING VACUUM PUMP #4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	4	59.6
278	CHEMICAL INJECTION SYSTEM (KURILEX) # 4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	4	59.6
279	RESIDU OIL STORAGE TANK NO.2 PLTU	2	6	4	6	6	5	4	4.9	6	29.5	2	59.0
280	RESIDU OIL STORAGE TANK NO.3 PLTU	2	6	4	6	6	5	4	4.9	6	29.5	2	59.0
281	RESIDU OIL STORAGE TANK NO.4 PLTU	2	6	4	6	6	5	4	4.9	6	29.5	2	59.0
282	RESIDU OIL STORAGE TANK NO.5 PLTU	2	6	4	6	6	5	4	4.9	6	29.5	2	59.0
283	RESIDU OIL STORAGE TANK NO.6 PLTU	2	6	4	6	6	5	4	4.9	6	29.5	2	59.0
284	460 V, COMMON POWER CENTER (P/C) # 3/4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
285	460 V, COMMON POWER CENTER (P/C) # 4/4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
286	460 V, SCREEN CHLOR C/C PANEL # 3/4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
287	460 V, UNIT POWER CENTER (P/C) # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
288	460 V, 3-1A C/C (TURBINE & ELECTRIC) # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
289	460 V, 3-1B C/C (TURBINE & ELECTRIC) # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
290	460 V, 3-2A C/C (BOILER) PANEL # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
291	460 V, 3-2B C/C (BOILER) PANEL # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
292	460/220 V, MOTOR VALVE C/C PANEL # 3	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
293	460 V, UNIT POWER CENTER (P/C) # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
294	460 V, 3-1A C/C (TURBINE & ELECTRIC) # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
295	460 V, 3-1B C/C (TURBINE & ELECTRIC) # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
296	460 V, 3-2A C/C (BOILER) PANEL # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
297	460 V, 3-2B C/C (BOILER) PANEL # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
298	460/220 V, MOTOR VALVE C/C PANEL # 4	8	8	4	4	2	10	4	6.3	4	25.3	2	50.6
299	EXTRACTION STEAM SYSTEM # 3	2	2	4	4	4	5	2	3.5	4	13.9	4	55.8
300	EXTRACTION STEAM SYSTEM # 4	2	2	4	4	4	5	2	3.5	4	13.9	4	55.8
301	4.16 KV, UNIT AUXILIARY BUS (M/C) # 3	8	6	4	4	2	10	4	6.0	4	24.0	2	48.0
302	4.16 KV, UNIT AUXILIARY BUS (M/C) # 4	8	6	4	4	2	10	4	6.0	4	24.0	2	48.0
303	RECIRCULATION SEAL OIL PUMP # 3	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	2	53.1
304	EMERGENCY SEAL OIL PUMP,LINE,TANK # 3	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	2	53.1

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
305	RECIRCULATION SEAL OIL PUMP # 4	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	2	53.1
306	SEAL OIL VACUUM PUMP 4A	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	2	53.1
307	SEAL OIL VACUUM PUMP 4B	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	2	53.1
308	EMERGENCY SEAL OIL PUMP,LINE,TANK # 4	6	4	4	6	2	5	2	4.4	6	26.5	2	53.1
309	BOILER FRAME # 3	8	8	4	4	6	10	2	6.5	4	26.2	2	52.4
310	LP1 HEATER # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	2	47.2
311	CATHODIC PROTECTION SYSTEM # 3	2	4	4	2	2	5	2	3.2	4	12.9	4	51.7
312	LP1 HEATER # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	2	47.2
313	LP2 HEATER # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	2	47.2
314	LP4 HEATER # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	4	23.6	2	47.2
315	FUEL OIL TRANSFER PUMP NO.2 (MEAS.ROOM)	4	4	4	4	4	5	2	3.9	6	23.7	2	47.4
316	PLTU - H2 GAS STORAGE TANK NO.1	4	6	4	10	4	5	4	5.7	4	22.7	2	45.4
317	PLTU - H2 GAS STORAGE TANK NO.2	4	6	4	10	4	5	4	5.7	4	22.7	2	45.4
318	AC SPLIT / RUANGAN # 3/4	2	2	4	4	2	1	2	2.6	2	5.3	10	52.9
319	BATTERY UNIT 1400 AH/53 CELL # 3	4	4	4	4	2	5	2	3.7	6	22.3	2	44.7
320	BATTERY UNIT 1400 AH/53 CELL # 4	4	4	4	4	2	5	2	3.7	6	22.3	2	44.7
321	UNIT NEUTRALIZING PIT PUMP # 3/4	2	2	4	4	4	1	2	3.0	4	11.8	4	47.2
322	SAMPLING RACK SYSTEM # 4	2	4	4	2	2	1	2	2.6	4	10.6	4	42.3
323	HSD OIL SERV.SYSTEM (TANK,LINE,PUMP) 3B	4	4	4	6	4	5	2	4.3	4	17.2	2	34.3
324	CRANE CWP # 3/4	2	6	4	8	2	1	2	4.3	2	8.6	4	34.3
325	CONDENSATE SEALING SYSTEM # 3	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8
326	LP HEATER DRAIN SYSTEM # 4	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8
327	CONDENSATE SEALING SYSTEM # 4	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
328	WASHING AIR HEATER SYSTEM # 3/4	2	4	4	2	4	1	2	3.0	2	5.9	6	35.4
329	O2 ANALIZER SYSTEM # 3	2	4	4	2	4	1	2	3.0	2	5.9	6	35.4
330	O2 ANALIZER SYSTEM # 4	2	4	4	2	4	1	2	3.0	2	5.9	6	35.4
331	STACK # 3/4	6	10	4	6	6	10	2	6.8	2	13.7	2	27.4
332	UNLOADING ARM NO.1 (JETTY PLTU)	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8
333	UNLOADING ARM NO.2 (JETTY PLTU)	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8
334	ELEVATOR SERVICE BUILDING	2	4	4	8	2	1	2	3.9	2	7.9	4	31.6
335	ELEVATOR # 3	2	4	4	8	2	1	2	3.9	2	7.9	4	31.6
336	HP HEATER DRAIN SYSTEM # 4	4	4	4	4	2	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8
337	SEA WATER LEAK DETECTOR # 4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	4	14.9	2	29.8
338	ELEVATOR # 4	2	4	4	8	2	1	2	3.9	2	7.9	4	31.6
339	N2 GAS SYSTEM # 3/4	2	2	4	4	2	1	2	2.6	2	5.3	6	31.7
340	SPRAY SYSTEM FROM CONDENSATE WATER # 3	6	6	4	6	4	10	2	5.9	2	11.8	2	23.6
341	SPRAY SYSTEM FROM CONDENSATE WATER # 4	6	6	4	6	4	10	2	5.9	2	11.8	2	23.6
342	CATHODIC PROTECTION SYSTEM # 4	2	4	4	2	2	5	2	3.2	4	12.9	2	25.8
343	TURBINE OIL TRANSFER PUMP # 3/4	6	4	4	4	2	10	2	5.2	2	10.5	2	20.9
344	TURBINE OIL STORAGE TANK # 3/4	6	4	4	4	2	10	2	5.2	2	10.5	2	20.9
345	MASTER CLOCK CITIZEN # 3/4	2	2	4	4	4	1	2	3.0	2	5.9	4	23.6
346	TELEPON HF PLTU	2	2	4	4	4	1	2	3.0	2	5.9	4	23.6
347	PAGING SYSTEM # 3/4	2	2	4	4	4	1	2	3.0	2	5.9	4	23.6
348	AIR CONDITIONER PCU NO.1 # 3/4	2	2	4	4	2	1	2	2.6	2	5.3	4	21.2
349	CRANE TURBINE # 3/4	2	6	4	8	2	1	2	4.3	2	8.6	2	17.2
350	AMMONIA INJECTION SYSTEM # 3	2	4	4	4	4	5	2	3.7	2	7.4	2	14.9
351	AMMONIA INJECTION SYSTEM # 4	2	4	4	4	4	5	2	3.7	2	7.4	2	14.9

NO	PERALATAN	PT	OC	PQ	SF	RC	PE	RT	SCR	OCR	ACR	AFPF	MPI
352	RADIO KOMUNIKASI # 3/4	2	2	4	4	4	1	2	3.0	2	5.9	2	11.8
353	AIR CONDITIONER PCU NO.2 # 3/4	2	2	4	4	2	1	2	2.6	2	5.3	2	10.6
354	AIR CONDITIONER PCU NO.3 # 3/4	2	2	4	4	2	1	2	2.6	2	5.3	2	10.6

Lampiran 2. Evaluasi Aktivitas Pemeliharaan Terkini

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
1	RO Main Burner #4	Fuel Oil Supply Nozzle	Melakukan pembersihan <i>fuel oil supply nozzle</i> secara rutin.	Kegiatan sudah sesuai agar residu pembakaran tidak menempel dan menyumbat aliran. Selain itu perlu dilakukan pengaturan tingkat momen bagian <i>fuel nozzle</i> yang akan mempengaruhi volume bahan bakar atau udara yang melewati agar sesuai dengan standart. Serta memeriksa dan menjaga kualitas bahan bakar.	Pembersihan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pembersihan dilakukan menggunakan peralatan yang sesuai agar hasil pembersihan dapat maksimal.
		Atomizing Nozzle	Melakukan pembersihan dan pengecekan <i>atomizing nozzle</i> secara berkala.	Kegiatan sudah sesuai karena <i>atomizing nozzle</i> harus dilakukan pengecekan secara rutin untuk memastikan tidak ada yang bermasalah. Pembersihan dilakukan agar tidak mengganggu proses atomisasi.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pembersihan dan pengecekan sebaiknya menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Limit Switch</i>	Melakukan penggantian <i>limit switch</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>limit switch</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Limit switch</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Solenoid Valve</i>	Melakukan penggantian <i>solenoid valve</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>solenoid valve</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Solenoid valve</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Main Oil Burner</i>	Melakukan penggantian <i>main oil burner</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>main oil burner</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Main oil burner</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
						penggantian setiap saat.
				Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>skep main burner</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Skep main burner</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
				Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>atomizing nozzle</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Flame detector</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Gun Burner</i>	Melakukan pengecekan dan penggantian <i>gun burner</i> secara rutin.	Kegiatan sudah sesuai namun cukup beresiko karena mudah terbakar. Selain itu perlu dilakukan pembersihan <i>oil gun</i> secara rutin. Saat melakukan pengecekan harus dipastikan <i>gun burner</i> dalam posisi benar.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Gun burner</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Burner Tip</i>	Melakukan penggantian <i>burner tip</i> jika terjadi kerusakan.	Kegiatan sudah sesuai karena <i>burner tip</i> yang telah mencapai batas usia pakai dapat mengganggu jalannya operasi. Selain itu, juga perlu dilakukan pengecekan dan pembersihan agar kondisi <i>burner tip</i> tetap dalam kondisi bersih dan tidak buntu.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Burner tip</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Tip Nut</i>	Melakukan pengecekan <i>tip nut</i> secara berkala.	Kegiatan sudah sesuai untuk mencegah <i>tip nut</i> kendor saat beroperasi.	Pengecekan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pengencangan dilakukan menggunakan peralatan yang sesuai agar terpasang dengan baik. Selain itu perlu dilakukan persediaan <i>tip nut</i> untuk melakukan penggantian saat dibutuhkan.
2	<i>Gas Main Burner #4</i>	PV-200-01 PLTU # 3	Melakukan pengecekan udara instrument, pelepasan dan pembersihan PV 200-1, perbaikan dan penyesuaian kalibrasi PV 200-1, serta melakukan <i>loop test</i> dan penormalan PV 200-1	Masih diperlukan pengecekan <i>pressure control valve</i> PV secara visual.	Pengecekan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Stainer Gas Inlet PV-200 #3</i>	Melakukan <i>corrective maintenance</i> dengan pembersihan <i>strainer gas temporary</i> .	Diperlukan tindakan <i>preventive maintenance</i> berupa pengecekan dan kalibrasi.	Pengecekan dan kalibrasi dilakukan secara rutin untuk menghindari kerusakan secara tiba-tiba.	Harus dipastikan tersedia material <i>strainer SWG Roll In - Roll Out</i> sebanyak 6 EA dan <i>Strainer gas temporary</i> sebanyak 2 EA untuk melakukan pembersihan <i>strainer gas temporary</i> .
		<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , pengecekan dan perbaikan SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk menjamin performa dari <i>strainer off valve burner gas</i> karena sudah dilakukan tindakan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna. Serta pelumasan menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
						hasil pembersihan dapat maksimal.
		Air Filter Burner #4	Melepas <i>cashing</i> dan <i>cartridge filter</i> , membersihkan <i>filter</i> , mengganti <i>filter</i> baru, dan menutup <i>cashing</i> .	Kegiatan ini telah sesuai untuk memastikan kondisi <i>air filter</i> dalam kondisi baik.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Menggunakan material <i>filter</i> sesuai spesifikasi.
		Decirculating Burner A 1-4	Mengisolasi <i>line SV</i> , pengecekan dan perbaikan <i>SV</i> , melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan <i>piston</i> di dalam <i>SV</i> , pelumasan pada <i>piston</i> jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan <i>SV</i> , penggantian <i>SV</i> jika diperlukan, serta pemasangan kembali <i>SV</i> pada <i>line</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk menjamin performa dari <i>decirculating burner</i> karena sudah ada tindakan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna. Serta pelumasan menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil pembersihan dapat maksimal.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , pengecekan dan perbaikan SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk menjamin performa dari <i>burner C 2-3 #4 SV-14</i> karena sudah dilakukan tindakan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna. Serta pelumasan menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil pembersihan dapat maksimal.
		<i>Air Register Burner C1</i>	Melakukan penyesuaian <i>limit switch</i> : untuk gas sebesar 40%, minyak sebesar 54%, <i>close</i> 0%. Melakukan penyesuaian <i>limit switch burner C1</i> : untuk gas sebesar 44%, minyak sebesar 57%, dan <i>close</i> 0%.	Kegiatan sudah sesuai, namun juga perlu dilakukan pengecekan untuk memastikan <i>air register</i> beroperasi dengan baik dan terbuka secara berimbang dan menghindari <i>air register</i> tertutup.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil penyesuaian <i>limit switch</i> dapat maksimal.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
3	<i>Economizer #4</i>	<i>Tube Economizer</i>	Melakukan inspeksi <i>economizer</i> tiap <i>overhaul</i> , <i>eddy current test tube condensor</i> tiap ME, dan <i>retubing partial tube condensor</i> .	Kegiatan sudah sesuai, namun juga perlu dilakukan kalibrasi PC-99 dan kalibrasi sensor pH secara rutin.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.
4	<i>Steam Drum #4</i>	<i>Internal Surface</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>)	Kegiatan sudah sesuai, namun masih perlu dilakukan uji <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> untuk mengetahui kerusakan pada <i>internal surface</i> .	Melakukan pengujian sesuai <i>review hasil assessment</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.
		<i>Body Spool Pieces</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih perlu dilakukan uji <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> .	Melakukan pengujian sesuai <i>review hasil assessment</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
						pengujian dengan sempurna.
						Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.
						Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Stub Tubes to Drum Welds</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.	Diperlukan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah dilakukan.	Melakukan pengujian sesuai <i>review</i> hasil <i>assessment</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.
		<i>Drain Line Penetrations</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih perlu dilakukan uji <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> .	Melakukan pengujian sesuai <i>review</i> hasil <i>assessment</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.
		<i>Supports</i>	Melakukan pengoperasian sesuai dengan SOP, kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi, dan NDT (PT <i>Check</i>), serta injeksi <i>phosphate</i> dan hidrazin.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih diperlukan tindakan <i>assessment</i> terhadap <i>support</i> .	Melakukan pengujian sesuai <i>review</i> hasil <i>assessment</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
						pengujian dengan sempurna.
	<i>Level Trasmitter</i>	Melakukan <i>corrective maintenance</i> dan penormalan <i>line</i> kalibrasi.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih diperlukan pengecekan kondisi PCB dan <i>power supply</i> untuk memastikan performa dari <i>level transmitter</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna.	
	<i>Pressure Transmitter</i>	Melakukan <i>corrective maintenance</i> dan penormalan <i>line</i> kalibrasi.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih diperlukan pengecekan kondisi PCB dan <i>power supply</i> untuk memastikan performa dari <i>level transmitter</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna.	
	<i>Level Glass</i>	Mengganti <i>level glass</i> dan <i>packing</i> .	Masih diperlukan pembersihan <i>level glass</i> secara rutin.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Level glass</i> dan <i>packing</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.	

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Safety Valve</i>	Melakukan inspeksi saat <i>overhaul</i> .	<i>Overhaul</i> mesin diperlukan untuk melakukan peremajaan sehingga performa dapat kembali optimal. Namun masih diperlukan tindakan <i>preventice</i> berupa membersihkan <i>safety valve</i> secara rutin dan mengganti <i>packing</i> jika telah mencapai batas usia pakai.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> . Sedangkan penggantian <i>safety valve</i> dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Safety valve</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
5	<i>Superheater System #4</i>	<i>Tube Superheater</i>	Melakukan inspeksi setiap SI, <i>waterjet cleaning</i> tiap SI, inspeksi <i>nozzle soot blower</i> , dan <i>eddy current test tube condenser</i> .	Kegiatan sudah sesuai, namun akan lebih baik jika melakukan <i>destructive test</i> untuk mengetahui potensi kegagalan pada <i>tube superheater</i> .	Pengecekan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
6	<i>Condensor #4A</i>	<i>Condenser Tube</i>	Melakukan injeksi <i>Chlor</i> untuk unit 1 dari <i>Chlor</i> unit 1-2, untuk unit 2 dari <i>Chloropac</i> unit 3-4. Melakukan pembersihan <i>bar screen</i> jika kotor, mengoperasikan <i>screen wash pump</i> dan <i>travelling screen</i> tiap air laut surut.	Kegiatan sudah sesuai, namun lebih baik jika dilakukan pengecekan untuk mencegah kebocoran pada <i>condensor tube</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan berdasarkan <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna. Serta pembersihan menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
		<i>Condensor Water Box</i>	Memperbaiki kondisi <i>coating</i> .	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan kondisi <i>condenser box</i> agar tidak terjadi <i>vacuum drop</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah rencanakan berdasarkan <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
7	<i>Combine Reheat Valve (CRV) #3</i>	<i>Backwash Valve System</i>	Melakukan pengecekan <i>valve backwash system</i> .	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan proses pencucian beroperasi dengan baik.	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah rencanakan berdasarkan <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna.
		<i>Intercept Valve</i>	Membersihkan kerak yang menempel di permukaan <i>valve</i> saat <i>overhaul</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk melakukan peremajaan pada <i>intercept valve</i> .	Pembersihan dilakukan secara rutin agar kerak tidak menebal di permukaan.	Menggunakan peralatan yang sesuai agar tidak merusak permukaan <i>valve</i> .
		<i>Reheat Stop Valve</i>	Melakukan pembersihan hanya pada bagian luar saja dan <i>visual check</i> .	Kegiatan sudah sesuai, namun jika ditemukan <i>failure</i> akan lebih baik jika dilakukan penggantian <i>valve</i> sesuai spesifikasi.	Penggantian dilakukan ketika <i>valve</i> telah mencapai batas usia pakai.	<i>Valve</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Strainer</i>	Melakukan pembersihan dan tes keretakan (<i>colour check</i>).	Kegiatan ini sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>strainer</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah rencanakan berdasarkan <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Menggunakan peralatan yang sesuai agar tidak merusak permukaan <i>strainer</i> .
		<i>Cross Head</i>	Melakukan pembersihan dan <i>clearance test</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai agar mengetahui kerusakan pada <i>cross head</i> .	Pembersihan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pembersihan dilakukan menggunakan peralatan yang sesuai agar hasil pembersihan dapat maksimal.
		<i>Lever</i>	Melakukan pembongkaran dan pembersihan rutin saat <i>overhaul</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>lever</i> .	Pembersihan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan tersedia dan berfungsi dengan baik saat <i>overhaul</i> .

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Stud Bolt & Castle Nut</i>	Membersihkan saat <i>overhaul</i> dan pengerasan baut sesuai dengan <i>extention design</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk memastikan <i>bolt</i> dan <i>nut</i> tidak kendur saat <i>combine reheat valve</i> beroperasi.	Pembersihan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan tersedia dan berfungsi dengan baik saat <i>overhaul</i> .
		<i>Coupling</i>	Melakukan penggantian baut sesuai spesifikasi.	Kegiatan ini sudah sesuai, karena <i>coupling</i> akan lebih optimal kinerjanya dengan diganti baru saat mencapai batas usia pakai.	Penggantian dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	Baut dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		Valve Steam IV	Membongkar, membersihkan, dan <i>clearance check</i>	Kegiatan ini telah sesuai sebagai bentuk <i>preventive maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna. Serta pembersihan menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
		Valve Steam RSV	Membongkar, membersihkan, dan <i>clearance check</i>	Kegiatan ini telah sesuai sebagai bentuk <i>preventive maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna. Serta pembersihan menggunakan peralatan dan

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
						material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
	Valve Seat & Disc IV	Membongkar, membersihkan, dan <i>contact check</i> antara <i>seat</i> dan <i>disc</i> .	Kegiatan ini telah sesuai sebagai bentuk <i>preventive maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna. Serta pembersihan menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.	

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		Valve Seat & Disc RSV	Membongkar, membersihkan, dan <i>contact check</i> antara <i>seat</i> dan <i>disc</i> , serta <i>colour test</i> .	Kegiatan ini telah sesuai sebagai bentuk <i>preventive maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dengan sempurna. Serta pembersihan menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
8	<i>Circulating Water Pump #3A</i>	<i>Impeller</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>impeller</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pengukuran vibrasi lebih akurat.
		<i>Shaft</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>shaft</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i>	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pengukuran vibrasi lebih akurat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
					dan <i>under maintenance</i> .	
					Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pengukuran vibrasi lebih akurat.
					Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pengukuran vibrasi lebih akurat.
					Overhaul dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan.	<i>Catodic protection</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat dilakukan overhaul.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Wear Ring</i> (Perapat)	Pengantian <i>wear ring</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai karena akan menjamin performa dari <i>wear ring</i> .	Penggantian dilakukan setelah <i>wear ring</i> mencapai batas usia pakai.	<i>Wear ring</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Motor - Bearing</i>	Pemeriksaan <i>temperature bearing</i> dan menambah pelumas.	Kegiatan ini sudah sesuai sebagai tindakan <i>preventive</i> . Pemeriksaan dilakukan sesuai dengan SOP yang ada.	Pemeriksaan dilakukan sesuai jadwal pemeliharaan yang telah direncanakan.	Menggunakan pelumas sesuai spesifikasi agar hasil pelumasan dapat maksimal.
		<i>Motor - Windings</i>	Melakukan <i>megger</i> jika tidak operasi, memeriksa arus dan tegangan.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih diperlukan pendektsian kerusakan dengan menguji DMA.	<i>Megger</i> dilakukan sesuai analisa kebutuhan tertentu.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.
		<i>Motor - Electric Connection</i>	Melakukan pemeriksaan getaran dan suara, membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .	Kegiatan ini cukup sesuai, namun jika telah ditemukan <i>failure</i> lebih baik dilakukan penggantian <i>electric connection</i> .	Pembersihan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i>	<i>Electric connection</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
9	<i>Circulating Water Pump #3B</i>	<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	Membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .	Diperlukan tindakan untuk mendeteksi kerusakan dengan menguji DMA	Pembersihan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.
			<i>Casing Fan</i>	Kegiatan ini sudah sesuai untuk memastikan <i>casing fan</i> bekerja dalam kondisi optimal.	Pembersihan dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan agar tidak terjadi <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Pembersihan dan pengecekan sebaiknya menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
		<i>Impeller</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>impeller</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Shaft</i>	Melakukan pengecekan vibrasi dan suara.	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>shaft</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.
		<i>Coupling</i>	Melakukan pengukuran vibrasi.	Diperlukan pengecekan secara rutin dan mengganti <i>coupling</i> jika telah mencapai batas usia pakai.	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.
		<i>Gland Packing</i>	Melakukan <i>visual check</i> dan pengencangan <i>gland packing</i> .	Kegiatan sudah sesuai untuk memastikan performa dari <i>gland packing</i> .	Pengecekan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.
		<i>Casing Impeller / Suction Bell</i>	Penggantian <i>catodic protection</i> setiap <i>overhaul</i> .	Overhaul mesin diperlukan untuk melakukan peremajaan sehingga performa dapat kembali optimal.	Overhaul dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan.	<i>Catodic protection</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat dilakukan overhaul.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Wear Ring</i> (Perapat)	Pengantian <i>wear ring</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai karena akan menjamin performa dari <i>wear ring</i> .	Penggantian <i>wear ring</i> dilakukan setelah mencapai batas usia pakai.	<i>Wear ring</i> dipastikan tersedia sesuai kebutuhan seharusnya agar tidak harus menunggu saat diperlukan penggantian setiap saat.
		<i>Motor - Bearing</i>	Pemeriksaan <i>temperature bearing</i> dan menambah pelumas.	Kegiatan ini sudah sesuai sebagai tindakan <i>preventive</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan untuk menghindari <i>over</i> dan <i>under maintenance</i> .	Menggunakan pelumas sesuai spesifikasi agar hasil pelumasan dapat maksimal.
		<i>Motor - Windings</i>	Melakukan <i>megger</i> jika tidak operasi, memeriksa arus dan tegangan.	Kegiatan sudah sesuai, namun masih diperlukan pendektsian kerusakan dengan menguji DMA.	<i>Megger</i> dilakukan sesuai analisa kebutuhan tertentu.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendektsian lebih akurat.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Motor - Electric Connection</i>	Melakukan pemeriksaan getaran dan suara, membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .	Kegiatan ini cukup sesuai, namun jika telah ditemukan <i>failure</i> lebih baik dilakukan penggantian <i>electric connection</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai analisa kebutuhan tertentu.	Peralatan yang digunakan dipastikan berfungsi dengan baik agar hasil pendekstrian lebih akurat.
		<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	Membersihkan motor dan <i>panel breaker</i> .	Diperlukan tindakan untuk mendekksi kerusakan dengan menguji DMA.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai analisa kebutuhan tertentu.	Pembersihan dan pengecekan sebaiknya menggunakan peralatan dan material yang sesuai agar mendapatkan hasil pemeliharaan yang maksimal.
		<i>Casing Fan</i>	Membersihkan <i>casing</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk memastikan <i>casing fan</i> bekerja dalam kondisi optimal.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai analisa kebutuhan tertentu.	Pembersihan dilakukan menggunakan peralatan yang sesuai agar hasil pembersihan dapat maksimal.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
10	<i>Gas Main Burner #3</i>	PV-200-01 PLTU # 3	Memeriksa udara instrument, melepas dan membersihkan PV 200-1, memperbaiki dan menyesuaikan kalibrasi PV 200-1, serta melakukan <i>loop test</i> dan penormalan PV 200-1.	Masih diperlukan pengecekan <i>pressure control valve</i> PV secara visual.	Pengecekan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna.
		<i>Stainer Gas Inlet PV-200 #3</i>	Melakukan <i>correction action</i> dengan membersihkan <i>strainer gas temporary</i> .	Diperlukan tindakan <i>preventive maintenance</i> berupa pengecekan dan kalibrasi.	Pengecekan dan kalibrasi dilakukan secara rutin untuk menghindari kerusakan secara tiba-tiba.	Harus dipastikan tersedia material <i>strainer SWG Roll In - Roll Out</i> sebanyak 6 EA dan <i>Strainer gas temporary</i> sebanyak 2 EA untuk melakukan pembersihan <i>strainer gas temporary</i> .

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , pengecekan dan perbaikan SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk menjamin performa dari <i>strainer off valve burner gas</i> karena sudah dilakukan tindakan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna. Serta pelumasan menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil pembersihan dapat maksimal.
		<i>Air Filter Burner #4</i>	Melepas <i>cashing</i> dan <i>cartridge filter</i> , membersihkan <i>filter</i> , mengganti <i>filter</i> baru, dan menutup <i>cashing</i> .	Kegiatan ini telah sesuai untuk memastikan kondisi <i>air filter</i> dalam kondisi baik.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Menggunakan material <i>filter</i> sesuai spesifikasi.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Decirculating Burner A 1-4</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , pengecekan dan perbaikan <i>SV</i> , melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam <i>SV</i> , pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan <i>SV</i> , penggantian <i>SV</i> jika diperlukan, serta pemasangan kembali <i>SV</i> pada <i>line</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk menjamin performa dari <i>decirculating burner</i> karena sudah ada tindakan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna. Serta pelumasan menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil pembersihan dapat maksimal.

No.	Peralatan	Komponen	Aktivitas Pemeliharaan Terkini	Kriteria Evaluasi		
				Metode	Waktu	Alat dan Bahan
		<i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i>	Mengisolasi <i>line SV</i> , pengecekan dan perbaikan SV, melepas dari <i>line</i> , pengecekan <i>coil</i> dan piston di dalam SV, pelumasan pada piston jika diperlukan, pembersihan dan pengetesan SV, penggantian SV jika diperlukan, serta pemasangan kembali SV pada <i>line</i> .	Kegiatan ini sudah sesuai untuk menjamin performa dari <i>burner C 2-3 #4 SV-14</i> karena sudah dilakukan tindakan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> .	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Peralatan yang digunakan dipastikan dapat berfungsi baik sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengujian dengan sempurna. Serta pelumasan menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil pembersihan dapat maksimal.
		<i>Air Register Burner C1</i>	Melakukan penyesuaian <i>limit switch</i> : untuk gas sebesar 40%, minyak sebesar 54%, <i>close</i> 0%. Melakukan penyesuaian <i>limit switch burner C1</i> : untuk gas sebesar 44%, minyak sebesar 57%, dan <i>close</i> 0%.	Kegiatan sudah sesuai, namun juga perlu dilakukan pengecekan untuk memastikan <i>air register</i> beroperasi dengan baik dan terbuka secara berimbang dan menghindari <i>air register</i> tertutup.	Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan <i>condition base</i> sesuai <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Menggunakan material yang sesuai spesifikasi agar hasil penyesuaian <i>limit switch</i> dapat maksimal.

Lampiran 3. RCM II *Information Worksheet*

No	Komponen	Peralatan: Gas Main Burner #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
1	PV-200-01 PLTU # 3	Untuk mengontrol <i>pressure</i> yang masuk.	A	PV 200-1 <i>Pressure Control Valve Gas #3</i> mengalami <i>hunting</i> .	1	PV 200-1 <i>pressure control valve gas #3</i> mengalami <i>hunting</i> dan <i>unbalance</i>	PV 200-1 <i>pressure control valve gas #3</i> tidak bisa mengontrol.	Mengalami diposisi <i>auto hunting</i> .	Efisiensi pembangkit menurun.
2	<i>Strainer Gas Inlet PV-200 #3</i>	Sebagai penyaring untuk menahan partikel-partikel gas.	A	<i>Strainer gas inlet PV-200 #3</i> kotor.	1	<i>Strainer gas temporary</i> dalam posisi kotor.	Supply bahan bakar gas kurang.	Menurunnya efisiensi boiler.	<i>Pressure</i> gas menurun.
					2	Kualitas <i>gas supply</i> mengandung polutan.			
					3	<i>Cage strainer</i> dalam kondisi kotor.			
3	<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i>	Sebagai penyaring untuk menahan partikel-partikel gas.	A	<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i> mengalami bocor.	1	<i>Solenoid valve (SV)</i> bocor	Gas main burner mengalami kebocoran dan gangguan penyaringan.	Kebocoran gas pada boiler.	Kebocoran gas berisiko memicu kebakaran.
					2	<i>Seal</i> dan <i>oring</i> tidak fleksibel (kaku).			
					3	Material atau kotoran gas tidak			

No	Komponen	Peralatan: Gas Main Burner #4						
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>	<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
				<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>		
				terbawa pada pipa gas.				
4	<i>Air Filter Burner #4</i>	Menyaring udara yang akan masuk ke ruang bakar untuk proses pembakaran.	A <i>Air Filter Burner #4</i> mengalami kerusakan.	1 <i>Cartridge filter kotor.</i>	Penyaringan udara pada <i>air filter burner</i> tidak sempurna.	<i>Solenoid Valve (SV)</i> tidak bisa melakukan <i>energize</i> .	Efisiensi pembangkit menurun.	
				2 <i>Cartridge filter rusak atau aus.</i>				
				3 Terdapat material atau kotoran yang terbawa pada pipa gas.				
5	<i>Decirculating Burner A 1-4</i>	Mengarahkan sebagian gas sisa pembakaran kembali ke <i>furnace</i> untuk meningkatkan efisiensi <i>boiler</i> .	A <i>Decirculating burner A 1-4</i> udara bocor.	1 <i>Packing membran pada quick exhaust valve / speed valve rusak.</i>	Kebocoran gas pada <i>main burner</i> .	Keandalan berkurang.	Efisiensi pembangkit menurun.	
6	<i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i>	Mengabutkan bahan bakar dan mencampurkannya dengan udara kemudian membakar bahan bakar tersebut.	A <i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i> udara bocor.	1 <i>Packing membran pada quick exhaust valve / speed valve rusak.</i>	Kebocoran gas pada <i>main burner</i> .	Keandalan berkurang.	Efisiensi pembangkit menurun.	

No	Komponen	Peralatan: Gas Main Burner #4						
		Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			
					Lokal	Sistem	Plant	
7	Air Register Burner C1	Pengatur udara pembakaran yang masuk ke <i>burner</i> dan membentuk <i>flame pattern</i> .	A	Air register burner C1 dalam kondisi abnormal.	1	Posisi <i>limit switch</i> tidak pas.	Air register beroperasi secara abnormal.	Proses pembakaran tidak sempurna. Unit mengalami derating.

No	Komponen	Peralatan: Economizer #4						
		Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			
					Lokal	Sistem	Plant	
1	Tube Economizer	Menyerap panas dari gas hasil pembakaran setelah melewati <i>superheater</i> , untuk memanaskan air pengisi sebelum masuk ke <i>main drum</i> .	A	Corrosion pitting	1	Air-in leakage pada condenser, condenser tube mengalami leakage.	Tube economizer pecah.	Terjadi retubing partial. Unit mengalami shutdown.
			B	Corrosion fatigue	1	pH feed water terlalu tinggi atau terlalu rendah, mengandung oksigen, cyclic tensile stress (<i>stress-up shutdown</i>), air-in leakage pada	Tube economizer pecah.	Terjadi retubing partial. Unit mengalami shutdown.

No	Komponen	Peralatan: <i>Economizer #4</i>						
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>		
						<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
					<i>condenser atau daerator, condenser tube leakage, fungsi daerator tidak optimal.</i>			
			C	<i>Sootblower mengalami erosi.</i>	1	<i>Condensate pada media blow soot, setting temperatur blowing tidak sesuai, moisture trap tidak berfungsi atau tidak ada, tekanan blow soot berlebihm dan misalignment pada soot blower.</i>	<i>Tube economizer pecah.</i>	Terjadi retubing partial. Unit mengalami shutdown.

No	Komponen	Peralatan: Steam Drum #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
1	<i>Internal Surface</i>	Melindungi komponen yang berada di dalam steam turbine.	A	<i>Internal surface</i> mengalami korosi.	1	Temperatur tinggi, kualitas steam kurang baik, <i>base metal</i> , kecepatan aliran fluida tidak sesuai.	<i>Material loss</i> dan <i>crack initiation</i> .	Kebocoran pada boiler.	Unit mengalami <i>trip</i> dan penurunan efisiensi.
			B	<i>Thermal fatigue</i> mengalami <i>cracking</i> .	1	Beda temperatur yang tinggi dan berulang.	Terjadi <i>crack</i> .	Terjadi <i>overheating</i> pada boiler.	Kerugian kalor yang terbuang.
			C	<i>Corrosion-fatigue cracking</i> .	1	Beda temperatur yang tinggi diikuti dengan laju pelarutan lapisan oksida oleh <i>feed water</i> pada permukaan <i>base metal</i> lebih besar daripada proses pelapisannya.	Terjadi <i>crack</i> .	Terjadi <i>overheating</i> dan kebocoran pada boiler.	Kerugian kalor yang terbuang.
3	<i>Body Spool Pieces</i>	Sebagai sumber energi listrik yang memasok	A	<i>Fatigue</i>	1	Beda temperatur yang tinggi dan berulang.	Terjadi <i>crack</i> .	Kebocoran pada boiler.	<i>Steam drum</i> mengalami <i>trip</i> .

No	Komponen	Peralatan: Steam Drum #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			B	Humping	1	Over pressure dan water hammer.	Lokal	Sistem	Plant
4	<i>Ligament Regions</i>	kebutuhan elektrikal.	A	<i>Thermal / corrosion-fatigue cracking .</i>	1	Beda temperatur tinggi dan berulang.	Terjadi deformasi.	Terjadi overheating pada boiler.	Unit mengalami trip.
6	<i>Steam Welds</i>	Sebagai jarak pemisah antar lubang pipa api pada tubesheet.	A	<i>Corrosion</i>	1	Temperatur tinggi, kualitas steam kurang baik, base metal, kecepatan aliran fluida tidak sesuai.	Terjadi crack.	Terjadi overheating pada boiler.	Kerugian kalor yang terbuang.
		Mengalirkan uap panas hasil evaporasi.	B	<i>Corrosion-fatigue.</i>	1	Beda temperatur yang tinggi diikuti dengan laju pelarutan lapisan oksida oleh feed water pada permukaan base metal lebih besar daripada proses pelapisannya.	Material loss dan crack initiation.	Terjadi overheating dan kebocoran pada boiler.	Efisiensi pembangkit menurun dan kerugian kalor yang terbuang.
							Terjadi crack.	Terjadi overheating dan kebocoran pada boiler.	Kerugian kalor yang terbuang.

No	Komponen	Peralatan: Steam Drum #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
8	Stub Tubes to Drum Welds	Mengalirkan steam menuju drum welds.	A	<i>Internal thermal / corrosion fatigue cracking.</i>	1	Beda temperatur yang tinggi diikuti dengan laju pelarutan lapisan oksida oleh <i>feed water</i> pada permukaan <i>base metal</i> lebih besar daripada proses pelapisannya.	Terjadi crack.	Kebocoran pada <i>boiler</i> .	<i>Steam drum</i> mengalami <i>trip</i> .
			B	<i>Internal thermal shock cracking</i>	1	Beda temperatur yang tinggi.	Terjadi crack	Terjadi lokalisasi <i>overheating</i> .	<i>Steam drum</i> mengalami <i>trip</i> .
			C	<i>External fatigue cracking</i>	1	Beda temperatur yang tinggi.	Terjadi crack	Terjadi <i>short term</i> ataupun <i>long term overheating</i> pada <i>boiler</i> .	<i>Steam drum</i> mengalami <i>trip</i> .
9	Drain Line Penetrations	Melakukan penetrasi dalam pembuangan fluida.	A	<i>Internal thermal fatigue cracking</i>	1	Beda temperatur yang tinggi.	Terjadi crack	Kebocoran pada <i>boiler</i> .	<i>Steam drum</i> mengalami <i>trip</i> .

No	Komponen	Peralatan: Steam Drum #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			B	Internal thermal shock cracking.	1	Beda temperatur yang tinggi.	Terjadi crack	Kebocoran pada boiler.	Steam drum mengalami trip.
10	Supports	Mensirkulasikan minyak pelumas pada <i>guide bearing</i> menuju <i>oil cooler</i> .	A	Tejadi overload.	1	Adanya korosi.	Terjadi crack	Pecahnya boiler.	Steam drum mengalami trip.
11	Level Trasmitter	Alat pengukur ketinggian dan mengendalikan <i>valve</i> agar membuka atau menutup sampai ketinggian air mencukupi.	A	Terjadi hunting.	1	Aktual hunting level drum PCB LX sudah life time.	Penunjukan level ketinggian air tidak sesuai.	Level drum terpantau trip jika sampai dalam keadaan low-low.	Terjadi trip pada boiler.
			B	Level transmitter tidak dapat menunjuk dengan benar.	1	PCB kondisi abnormal.	Penunjukan level ketinggian air tidak sesuai.	Level drum terpantau trip jika sampai dalam keadaan low-low.	Terjadi trip pada boiler.
					2	Line input buntu.			
					3	Power supply tidak connect.			
12	Pressure Transmitter	Untuk mengetahui nilai besaran tekanan	A	Terjadi hunting.	1	Aktual hunting level drum PCB LX sudah life time.	Penunjukan tekanan tidak sesuai.	Level drum terpantau trip jika sampai dalam	Steam drum mengalami trip.

No	Komponen	Peralatan: Steam Drum #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
13	<i>Level Glass</i>	yang terukur pada <i>steam drum</i> .	B	<i>Level transmitter</i> tidak nunjuk.			keadaan <i>low-low</i> .	<i>Steam drum</i> mengalami <i>trip</i> .	
					1	PCB kondisi abnormal.			
					2	<i>Line input</i> buntu.			
					3	<i>Power supply</i> tidak <i>connect</i> .			
14	<i>Safety Valve</i>	Untuk memudahkan pemantauan ketinggian air di dalam <i>drum</i> selama <i>boiler</i> sedang beroperasi.	A	<i>Glass</i> buram dan bocor.	1	Cairan injeksi <i>hidrazyn</i> menempel di <i>glass</i> .	<i>Level glass</i> tidak dapat memantau level pada <i>drum</i> .	Efisiensi pembangkit menurun.	
					2	<i>Packing</i> aus.			
			A	<i>Safety valve</i> macet.	1	Cairan injeksi <i>hidrazyn</i> menempel di <i>glass</i> .			
		Sebagai pengaman saat terjadi tekanan uap yang berlebih yang dihasilkan oleh <i>boiler</i> .	B	<i>Safety valve</i> bocor.	2	<i>Packing</i> aus.	<i>Safety valve</i> tidak bisa melakukan <i>release over pressure</i> .	Efisiensi pembangkit menurun.	
					1	Korosif.			

No	Komponen	Peralatan: Superheater System #4							
		Function	Function Failure	Failure Mode		Failure Effect			
				Lokal	Sistem	Plant			
1	Tube Superheater	Untuk meningkatkan suhu air atau uap air sehingga mencapai suhu yang sesuai dengan kebutuhan turbin.	A	Creep Rupture.	1	Deposit yang menyebabkan <i>local overheating, attemperating kurang, bentuk nyala api burner</i> yang tidak sempurna.	Tube superheater pecah.	Terjadi retubing partial.	Unit mengalami shutdown.
			B	Short-term Overheating.	1	<i>Overheating saat start up ketika flow steam masih sedikit, plugging pada inner tube superheater.</i>	Tube superheater pecah.	Terjadi retubing partial.	Unit mengalami shutdown.
			C	Sootblower erosion.	1	<i>Condensate pada media blow soot, setting temperatur blowing tidak sesuai, moisture trap tidak berfungsi atau tidak ada, tekanan blow soot</i>	Tube superheater pecah.	Terjadi retubing partial.	Unit mengalami shutdown.

No	Komponen	Peralatan: Superheater System #4							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
							Lokal	Sistem	Plant
					berlebih, dan <i>misalignment soot blower.</i>				
			D	Corrosion Pitting.	1	Air-in leakage pada condenser.	Tube superheater pecah.	Terjadi retubing partial.	Unit mengalami shutdown.

No	Komponen	Peralatan: Condensor #4A							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
1	Condenser Tube	Untuk menyerap panas dari uap bekas turbin sehingga temperatur uap turun dan berubah fasa menjadi air (cair).	A	Tube mengalami kebocoran.	1	Injeksi ferrous tidak optimal.	Conduct naik (Cl tinggi)	Terjadi korosi pada feed water system dan menyebabkan vakum turun.	Unit mengalami derating dan penurunan efisiensi.
					2	Chlor kurang.			
					3	Catodic protection kurang optimal.			
					4	Life time material.			
			B	Tube kotor sehingga buntu.	1	Sea water intake kotor.	Transfer panas dari uap ke air pendingin melalui pipa	Turunnya persentase vakum pada condensor.	Unit mengalami trip.
					2	Banyak binatang laut yang terbawa.			

No	Komponen	Peralatan: Condensor #4A						
		Function	Function Failure	Failure Mode		Failure Effect		
				Lokal	Sistem	Plant		
				3	<i>Backwash</i> kurang optimal.	<i>condenser</i> menjadi tidak maksimal.		
				4	<i>Ball cleaning</i> tidak beroperasi.			
				5	Bak penampung sampah pada <i>travelling screen</i> kurang besar.			
				6	<i>Nozzle water spray</i> dari <i>screen wash pump</i> sering buntu.			
2	Condensor Water Box	Untuk mencegah udara luar masuk ke dalam <i>condenser</i> yang dapat menyebabkan <i>vacuum drop</i> .	A	Rubber lining mengelupas.	1 2	Adanya teritip yang menempel pada <i>water box</i> . <i>Catodic protection</i> kurang optimal.	Terjadi korosi pada material <i>water box</i> dan <i>condenser water box</i> bocor.	Vakum mengalami drop. Efisiensi pembangkit menurun.
3			A	<i>Valve</i> macet.	1	Gagal pelumasan.		

No	Komponen	Peralatan: Condensor #4A							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
	<i>Backwash Valve System</i>	Untuk melakukan pencucian dengan membalikkan arah aliran air pendingin.	B	Motor overload.		Proses <i>backwash</i> bermasalah.	Gangguan perpindahan panas dan vakum <i>condensor</i> menjadi turun.	Gangguan kinerja pembangkit.	

No	Komponen	Peralatan: Combine Reheat Valce (CRV) #3							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
1	<i>Intercept Valve</i>	Untuk mengontrol putaran pada <i>intermediate pressure</i> turbin dan membatasi putarannya pada batas tertentu.	A	Valve macet.	1	<i>Clearance</i> antara <i>valve</i> dan <i>body</i> terlalu kecil.	Perputaran <i>steam turbine</i> tidak seimbang dan lama kelamaan akan merusak sudu turbin.	Kelelahan dan retak pada bagian <i>blade</i> turbin.	Tidak bisa melakukan rutin <i>test</i> saat operasi.

No	Komponen	Peralatan: <i>Combine Reheat Valce (CRV) #3</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
							<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
2	<i>Reheat Stop Valve</i>	Untuk menutup dengan cepat aliran <i>steam</i> dari <i>reheater</i> ke <i>intermediate pressure</i> turbin jika dalam keadaan bahaya.	A	<i>Valve</i> tidak bisa dibongkar.	1	Mur baut pengikat <i>valve</i> dan <i>steam</i> tidak bisa dibuka (menyatuh).	Aliran <i>steam</i> tidak terkontrol.	Timbul getaran pada <i>steam turbine</i> .	Tidak bisa melaksanakan perawatan rutin pada saat <i>overhaul</i> , antara lain pembersihan <i>part, check clearance</i> antara <i>steam</i> dan <i>bushing</i> , <i>run out check steam</i> , dan <i>contact check by pass valve</i> .
3	<i>Strainer</i>	Sebagai penyaring untuk menahan partikel-partikel gas.	A	<i>Strainer</i> kotor.	1	Mutu <i>steam</i> jelek.	Dapat menghambat aliran <i>steam</i> .	Perputaran <i>steam turbine</i> tidak seimbang.	Efisiensi menurun.
					2	Kerak-kerak bekas pengelasan pipa yang terlepas dan tertangkap <i>strainer</i> .			

No	Komponen	Peralatan: <i>Combine Reheat Valce (CRV) #3</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
							<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
4	<i>Cross Head</i>	Meneruskan gaya dari batang penghubung ke batang torak.	A	<i>Cross head</i> macet.	1	<i>Clearance</i> antara <i>valve</i> dan <i>body</i> terlalu kecil.	<i>Intercept valve</i> tidak bisa <i>open/close</i> .	Timbul getaran pada <i>steam turbine</i> .	Keandalan menurun.
5	<i>Lever</i>	Mengubah besarnya gaya penekanan yang dihasilkan dari <i>governor spring</i> .	A	<i>Bearing lever</i> rusak.	1	<i>Life time</i> .	<i>Open/close intercept valve</i> tidak sesuai dengan karakteristiknya.	Timbul getaran pada <i>steam turbine</i> .	Unit mengalami <i>trip</i> .
6	<i>Stud Bolt & Castle Nut</i>	Digunakan pada sambungan <i>flange</i> yang menghubungkan antar pipa dan mengunci posisi mur agar tidak berubah posisi.	A	<i>Draft</i> rusak dan mur macet.	1	Pengerasan baut tidak sesuai dengan <i>extention design</i> -nya (0.20-0.22).	Mur tidak bisa dibuka.	Timbul getaran pada <i>steam turbine</i> .	Keandalan menurun.
7	<i>Coupling</i>	Menghubungkan dua <i>shaft</i> untuk menyalurkan gerak (torsi). Secara sederhana, <i>coupling</i>	A	Baut pengikat <i>coupling</i> drat rusak.	1	Karena seringnya beroperasi <i>open/close</i> rutin tes setiap hari.	Baut tidak bisa dibuka sehingga <i>valve</i> tidak bisa dibongkar.	<i>Blade</i> turbin tidak terpasang dengan benar sehingga timbul sedikit gerakan.	Unit mengalami <i>trip</i> karena adanya getaran berlebih.

No	Komponen	Peralatan: <i>Combine Reheat Valve (CRV) #3</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
							<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
		berfungsi sebagai <i>power transmission</i> .							
8	Valve Steam IV	Mengontrol jumlah kebutuhan uap yang akan masuk ke dalam turbin.	A	Valve steam IV macet.	1	<i>Clearance</i> antara <i>bushing</i> dengan <i>steam</i> terlalu kecil.	Valve tidak bisa <i>open/close</i> .	Aliran <i>steam</i> tidak terkontrol.	Unit mengalami <i>trip</i> dan efisiensi menurun.
9	Valve Steam RSV	<i>Valve</i> yang membuka dan menutup aliran uap <i>reheat</i> yang masuk ke LP turbin.	A	Valve Steam SRV macet.	1	<i>Clearance</i> antara <i>bushing</i> dengan <i>steam</i> terlalu kecil.	Valve tidak bisa <i>open/close</i> .	Aliran <i>steam</i> tidak terkontrol.	Unit mengalami <i>trip</i> dan efisiensi menurun.
10	Valve Seat & Disc IV	Sebagai pengontrol aliran <i>steam</i> IV.	A	Valve Seat & Disc IV bocor.	1	Terjadi erosi oleh <i>steam</i> pada saat operasi di <i>stelite</i> dan sekitarnya	HP TBV terbuka.	Terjadi aliran <i>steam</i> ke turbin <i>intermediate pressure</i> .	Unit mengalami <i>trip</i> dan efisiensi menurun.
11	Valve Seat & Disc RSV	Sebagai pengontrol aliran <i>steam</i> RSV.	A	Valve Seat & Disc RSV bocor.	1	Terjadi erosi oleh <i>steam</i> pada saat operasi di	HP TBV terbuka.	Terjadi aliran <i>steam</i> ke turbin	Unit mengalami <i>trip</i> dan

No	Komponen	Peralatan: <i>Combine Reheat Valve (CRV) #3</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
							<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
					<i>stelite</i> dan sekitarnya.		<i>intermediate pressure.</i>	efisiensi menurun.	

No	Komponen	Peralatan: <i>Circulating Water Pump 3A</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
							<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
1	<i>Impeller</i>	Melakukan transfer gaya mekanik menjadi gaya dinamis fluida.	A	Aus akibat kavitasii.	1	Level air surut.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Efisiensi pompa menurun.
			B	Aus akibat <i>life time</i> .	1	Performansi pompa di bawah batas efisiensi.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .
					2	Penyaringan pada <i>bar screen</i> kurang maksimal.			
			C	Rusak fisik.	1	<i>Fatigue</i> akibat korosi atau <i>stress corrosion cracking</i> .	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .
			D	Loose atau longgar.	1	Instalasi tidak pas akibat toleransi atau <i>clearance</i> tidak sesuai.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .

No	Komponen	Peralatan: Circulating Water Pump 3A							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
		E	Sudu <i>impeller</i> aus akibat erosi.	1	Aus normal dan kualitas air laut kurang bagus, performansi pompa di bawah batas efisiensi.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> dan efisiensi menurun.	
2	Shaft	Mentransmisikan torsi rotor turbin untuk memutar bagian dari rotor generator listrik.	A	Bent.	1	<i>Misalignment, rubbing</i> pada bearing, dan <i>impeller wear ring</i> .	Gangguan <i>misalignment losenees</i> .	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .
			B	Crack.	1	<i>Stress corrotion cracking</i> .	Terjadi <i>bending</i> dan patah.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>derating</i> .
					2	Perlakuan saat <i>overhaul</i> .			
					3	<i>Thermal shock</i> .			
			C	Aus atau <i>metal loss</i> pada shaft.	1	Korosi.	Gangguan <i>misalignment losenees</i> .	Vibrasi meningkat.	Unit mengalami <i>trip</i> .
					2	Aus pada <i>shaft sleeve</i> .			
					3	<i>Misalignment</i> .			
3	Coupling	Menghubungkan dua shaft untuk menyalurkan	A	<i>Misalignment</i> .	1	Instalasi tidak pas.	Menyebabkan <i>slip</i> .	Vibrasi motor meningkat.	Unit mengalami <i>trip</i> .

No	Komponen	Peralatan: Circulating Water Pump 3A							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			B	Kegagalan fatigue pada coupling.	1	Run time atau life time.	Lokal	Sistem	Plant
		gerak (torsi). Secara sederhana, <i>coupling</i> berfungsi sebagai <i>power transmission</i> .	B	Kegagalan fatigue pada coupling.	2	Axial thrust tinggi.	Terbentuknya <i>heavy spot</i> pada <i>coupling</i> yang mengakibatkan defleksi pada poros.	Vibrasi pompa meningkat.	Unit mengalami trip.
					3	Misalignment.			
4	Gland Packing	Kelenjar perapat yang mecegah kebocoran uap.	A	Aus.	1	Life time.	Terjadi kebocoran pada pompa.	Efisiensi pompa menurun.	Unit mengalami derating.
					2	Torsi pengencangan tidak pas.			
5	Casing Impeller / Suction Bell	Membuat air sampai ke <i>impeller</i> dalam keadaan stabil.	A	Korosi atau penipisan.	1	Korosi air laut, <i>catodic protection</i> tidak berfungsi.	Cacat pada permukaan <i>impeller</i> .	Penurunan performansi pompa.	Unit mengalami trip.
6	Wear Ring (Perapat)	Untuk mencegah kebocoran uap dari dalam turbin ke udara luar atau sebaliknya.	A	Aus.	1	Misalignment.	Terjadi kebocoran uap.	Vibrasi meningkat.	Efisiensi pompa menurun.
					2	Rubbing dengan <i>casing</i> dan <i>impeller</i> .			
7	Motor - Bearing	Menggerakkan CWP.	A	Bearing aus.	1	Life time dan pemasangan tidak pas.	Putaran rotor lemah.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami derating.

No	Komponen	Peralatan: <i>Circulating Water Pump 3A</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
							<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>
8	<i>Motor - Windings</i>	Menggerakkan CWP	A	<i>Insulation breakdown.</i>	1	<i>Overloading dan overheat.</i>	Mengganggu putaran rotor.	<i>Short circuit dan flash over.</i>	Unit mengalami shutdown.
9	<i>Motor - Electric Connection</i>	Menggerakkan CWP.	A	<i>Loose.</i>	1	Terjadi vibrasi.	Gangguan aliran listrik.	<i>Overheat.</i>	Efisiensi pompa menurun dan unit mengalami shutdown.
10	<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	Menggerakkan CWP.	A	<i>Overheat.</i>	1	Adanya kotoran atau sumbatan dan <i>fan</i> patah.	Aliran pada <i>filter</i> dan <i>cooling system</i> tidak lancar.	<i>Insulation breakdown.</i>	Unit mengalami shutdown.
11	<i>Casing Fan</i>	Melindungi proses ekspansi uap oleh turbin agar tidak terjadi kebocoran dari dan ke arah luar.	A	Korosi.	1	Kondisi yang lembab dan terkena air laut atau air hujan.	<i>Casing fan</i> berlubang.	Terjadi kebocoran uap pada turbin.	Efisiensi pompa menurun.

No	Komponen	Peralatan: Circulating Water Pump 3B							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
1	<i>Impeller</i>	Melakukan transfer gaya mekanik menjadi gaya dinamis fluida.	A	Aus akibat kavitasasi.	1	Level air surut.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Efisiensi pompa menurun.
			B	Aus akibat <i>life time</i> .	1	Performansi pompa di bawah batas efisiensi.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .
					2	Penyaringan pada <i>bar screen</i> kurang maksimal.			
			C	Rusak fisik.	1	<i>Fatigue</i> akibat korosi atau <i>stress corrosion cracking</i> .	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .
			D	Loose atau longgar.	1	Instalasi tidak pas akibat toleransi atau <i>clearance</i> tidak sesuai.	Kerusakan <i>impeller</i> pada pompa.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami <i>trip</i> .
2	<i>Shaft</i>		A	<i>Bent</i> .	1			Vibrasi tinggi.	

Peralatan: Circulating Water Pump 3B							
No	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect		
					Lokal	Sistem	Plant
3	Coupling	Mentransfer torsi dari motor menuju impeller.		Misalignment, rubbing pada bearing, dan impeller wear ring.	Gangguan misalignment losenees.		Unit mengalami trip.
				B Crack.	1 Stress corrotion cracking. 2 Perlakuan saat overhaul. 3 Thermal shock.	Terjadi bending dan patah.	Vibrasi tinggi. Unit mengalami derating.
				C Aus atau metal loss pada shaft.	1 Korosi. 2 Aus pada shaft sleeve. 3 Misalignment .	Gangguan misalignment losenees.	Vibrasi meningkat. Unit mengalami trip.
			A Misalignment	1 Instalasi tidak pas.	Menyebabkan slip.	Vibrasi motor meningkat.	Unit mengalami trip.
			B Kegagalan fatigue pada coupling.	1 Run time atau life time. 2 Axial thrust tinggi.	Terbentuknya heavy spot pada coupling yang mengakibatkan defleksi pada poros.	Vibrasi pompa meningkat.	Unit mengalami trip.
				3 Misalignment.			

No	Komponen	Peralatan: Circulating Water Pump 3B							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
							Lokal	Sistem	Plant
4	Gland Packing	Untuk menyegel dan mencegah kebocoran di sepanjang batas di katup dan poros pompa, serta mengurangi kebocoran fluida kerja pada pompa.	A	Aus.	1 2	<i>Life time.</i> Torsi pengencangan tidak pas.	Terjadi kebocoran pada pompa.	Efisiensi pompa menurun.	Unit mengalami derating.
5	Casing Impeller / Suction Bell	Membuat air sampai ke impeller dalam keadaan stabil.	A	Korosi atau penipisan.	1	Korosi air laut, <i>catodic protection</i> tidak berfungsi.	Cacet pada permukaan impeller.	Penurunan performansi pompa.	Unit mengalami trip.
6	Wear Ring (Perapat)	Untuk mencegah kebocoran uap.	A	Aus.	1 2	<i>Misalignment.</i> <i>Rubbing</i> dengan <i>casing</i> dan <i>impeller</i> .	Terjadi kebocoran uap.	Vibrasi meningkat.	Efisiensi pompa menurun.
7	Motor - Bearing	Menahan dan menampung beban dari poros agar dapat berputar.	A	Bearing aus.	1	<i>Life time</i> dan pemasangan tidak pas.	Putaran rotor lemah.	Vibrasi tinggi.	Unit mengalami derating.

No	Komponen	Peralatan: <i>Circulating Water Pump 3B</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
			<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>				
8	<i>Motor - Windings</i>	Menggerakkan CWP.	A	<i>Insulation breakdown.</i>	1	<i>Overloading dan overheat.</i>	Mengganggu putaran rotor.	<i>Short circuit dan flash over.</i>	Unit mengalami shutdown.
9	<i>Motor - Electric Connection</i>	Menggerakkan CWP.	A	<i>Loose.</i>	1	Terjadi vibrasi.	Gangguan aliran listrik.	Terjadi overheat.	Efisiensi pompa menurun dan unit mengalami shutdown.
10	<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	Menggerakkan CWP.	A	<i>Overheat.</i>	1	Adanya kotoran atau sumbatan dan fan patah.	Aliran pada filter dan cooling system tidak lancar.	<i>Insulation breakdown.</i>	Unit mengalami shutdown.
11	<i>Casing Fan</i>	Menurunkan kecepatan aliran fluida yang masuk ke dalam pompa.	A	Korosi.	1	Kondisi yang lembab dan terkena air laut atau air hujan.	<i>Casing fan berlubang.</i>	Terjadi kebocoran uap pada turbin.	Efisiensi pompa menurun.

No	Komponen	Peralatan: Gas Main Burner #3							
		Function	Function Failure		Failure Mode		Failure Effect		
			Lokal	Sistem	Plant				
1	PV-200-01 PLTU # 3	Untuk mengontrol <i>pressure</i> yang masuk.	A	PV 200-1 <i>Pressure Control Valve Gas #3</i> mengalami <i>hunting</i> dan <i>unbalance</i> .	1	PV 200-1 <i>pressure control valve gas #3</i> mengalami <i>hunting</i> dan <i>unbalance</i> .	PV 200-1 <i>pressure control valve gas #3</i> tidak bisa mengontrol.	Mengalami diposisi <i>auto hunting</i> .	Efisiensi pembangkit menurun.
2	<i>Stainer Gas Inlet PV-200 #3</i>	Sebagai penyaring untuk menahan partikel-partikel gas.	A	<i>Strainer gas inlet PV-200 #3</i> kotor.	1	<i>Strainer gas temporary</i> dalam posisi kotor.	Supply bahan bakar gas kurang.	<i>Pressure gas</i> menurun.	
					2	Kualitas <i>gas supply</i> mengandung polutan.			
					3	<i>Cage strainer</i> dalam kondisi kotor.			
3	<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i>	Sebagai penyaring untuk menahan partikel-partikel gas.	A	<i>Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4</i> mengalami bocor.	1	<i>Solenoid valve (SV)</i> bocor.	Gas main burner mengalami kebocoran dan gangguan penyaringan.	Kebocoran gas berisiko memicu kebakaran.	
					2	<i>Seal dan oring</i> tidak fleksibel (kaku).			
					3	Material atau kotoran gas tidak			

No	Komponen	Peralatan: Gas Main Burner #3						
		Function	Function Failure	Failure Mode		Failure Effect		
				terbawa pada pipa gas.		Lokal	Sistem	Plant
4	Air Filter Burner #4	Untuk menyaring udara yang masuk ke dalam burner.	A Air Filter Burner #4 mengalami kerusakan.	1	<i>Cartridge filter</i> kotor.	Penyaringan udara pada <i>air filter burner</i> tidak sempurna.	<i>Solenoid Valve</i> (SV) tidak bisa melakukan <i>energize</i> .	Efisiensi pembangkit menurun.
				2	<i>Cartridge filter</i> rusak atau aus.			
				3	Terdapat material atau kotoran yang terbawa pada pipa gas.			
5	Decirculating Burner A 1-4	Melakukan proses desirkulasi pada burner.	A <i>Decirculating burner A 1-4</i> udara bocor.	1	<i>Packing membran</i> pada <i>quick exhaust valve / speed valve</i> rusak.	Kebocoran gas pada <i>main burner</i> .	Keandalan berkang.	Efisiensi pembangkit menurun.
6	Burner C 2-3 #4 SV-14	Tempat reaksi pembakaran antara bahan bakar dengan udara.	A <i>Burner C 2-3 #4 SV-14</i> udara bocor.	1	<i>Packing membran</i> pada <i>quick exhaust valve / speed valve</i> rusak.	Kebocoran gas pada <i>main burner</i> .	Keandalan berkang.	Efisiensi pembangkit menurun.
7	Air Register Burner C1	Mengatur masuknya udara pembakaran	A <i>Air register burner C1</i> dalam kondisi abnormal.	1	Posisi <i>limit switch</i> tidak pas.	<i>Air register</i> beroperasi secara abnormal.	Proses pembakaran tidak sempurna.	Efisiensi pembangkit menurun.

No	Komponen	Peralatan: <i>Gas Main Burner #3</i>							
		<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>		
			<i>Lokal</i>	<i>Sistem</i>	<i>Plant</i>				
		pada tiap <i>burner</i> .							

Lampiran 4. Pembobotan Konsekuensi Kegagalan dengan *Expert Choice*

1. Pembobotan Konsekuensi Kegagalan dengan Kuesioner Pertama

a. Responden 1



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.417), *Safety* (0.349), *Environment*

(0.126), *Operation* (0.074), dan *Non Operation* (0.034)

Inconistency : 0.07 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

b. Responden 2



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.389), *Safety* (0.354), *Environment*

(0.118), *Operation* (0.088), dan *Non Operation* (0.051)

Inconistency : 0.03 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

c. Responden 3



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.418), *Safety* (0.302), *Environment*

(0.181), *Operation* (0.054), dan *Non Operation* (0.045)

Inconistency : 0.06 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

d. Responden 4



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.488), *Safety* (0.334), *Environment*

(0.082), *Operation* (0.066), dan *Non Operation* (0.030)

Inconistency : 0.09 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

e. Responden 5



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.437), *Safety* (0.357), *Environment*

(0.113), *Operation* (0.063), dan *Non Operation* (0.033)

Inconsistency : 0.07 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

f. Responden 6



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.363), *Safety* (0.408), *Environment*

(0.118), *Operation* (0.065), dan *Non Operation* (0.047)

Inconsistency : 0.06 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

g. Responden 7



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.385), *Safety* (0.357), *Environment*

(0.135), *Operation* (0.074), dan *Non Operation* (0.049)

Inconsistency : 0.05 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

h. Responden 8



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.396), *Safety* (0.356), *Environment*

(0.140), *Operation* (0.072), dan *Non Operation* (0.035)

Inconsistency : 0.05 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

i. Responden 9



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.452), *Safety* (0.287), *Environment*

(0.152), *Operation* (0.072), dan *Non Operation* (0.037)

Inconsistency : 0.07 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

j. Responden 10



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.322), *Safety* (0.388), *Environment*

(0.126), *Operation* (0.119), dan *Non Operation* (0.044)

Inconsistency : 0.04 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

k. Responden 11



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.451), *Safety* (0.315), *Environment* (0.133), *Operation* (0.068), dan *Non Operation* (0.033)

Inconsistency : 0.09 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

l. Responden 12



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.488), *Safety* (0.292), *Environment* (0.087), *Operation* (0.095), dan *Non Operation* (0.039)

Inconsistency : 0.05 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

m. Responden 13



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.353), *Safety* (0.397), *Environment* (0.110), *Operation* (0.082), dan *Non Operation* (0.059)

Inconsistency : 0.04 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

n. Rata-rata Geometrik dari 13 Responden



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.412), *Safety* (0.348), *Environment* (0.123), *Operation* (0.075), dan *Non Operation* (0.041)

Inconsistency : 0.02 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

2. Pembobotan Konsekuensi Kegagalan dengan Kuesioner Kedua

a. Responden 1



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.376), *Safety* (0.368), *Environment*

(0.117), *Operation* (0.102), dan *Non Operation* (0.037)

Inconsistency : 0.03 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

b. Responden 2



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.454), *Safety* (0.321), *Environment* (0.105), *Operation* (0.082), dan *Non Operation* (0.038)

Inconsistency : 0.07 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

c. Responden 3



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.376), *Safety* (0.360), *Environment* (0.146), *Operation* (0.077), dan *Non Operation* (0.041)

Inconsistency : 0.03 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

d. Rata-rata Geometrik dari 3 Responden



Hasil pembobotan: *Hidden failure* (0.401), *Safety* (0.350), *Environment* (0.122), *Operation* (0.088), dan *Non Operation* (0.039)

Inconsistency : 0.01 (kurang dari 0.1 sehingga dikatakan konsisten)

Lampiran 5. RCM II Decision Worksheet

Peralatan: RO Main Burner #4								RCM II DECISION WORKSHEET														
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By						
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4												
		F	FF	FM	H	S	E															
1	<i>Fuel Oil Supply Nozzle</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>plate</i> setelah mencapai batas usia pakai	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik					
2	<i>Atomizing Nozzle</i>	2	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled On Restoration Task</i> dengan mengecek <i>atomizing nozzle</i> secara rutin	3 bulan. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik					
		2	B	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>atomizing nozzle</i> setelah mencapai batas usia pakai.	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik					
3	<i>Limit Switch</i>	1	A	1	N	Y	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>limit switch</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik					

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>solenoid valve</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.		Rendal Har dan Har Mekanik		
4	<i>Solenoid Valve</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>main oil burner</i> setelah mencapai batas usia pakai.	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.		Rendal Har dan Har Mekanik		
5	<i>Main Oil Burner</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>limit switch</i> setelah mencapai batas usia pakai.	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.		Rendal Har dan Har Mekanik		
6	<i>Skep Main Burner</i>	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>flame detector</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.		Rendal Har dan Har Mekanik		
7	<i>Flame Detector</i>	1	A	1	N	Y	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>flame detector</i> setelah mencapai batas usia pakai.	2 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.		Rendal Har dan Har Mekanik		

Peralatan: RO Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By		
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3							
		3	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>flexible hose</i> setelah mencapai batas usia pakai						
8	Gun Burner	3	B	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>ring burner</i> setelah mencapai batas usia pakai	3 tahun. Sesuai jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.		Rendal Har dan Har Instrument			
		3	C	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>flexible tube</i> setelah mencapai batas usia pakai.						
		4	A	1	N	N	N	Y	Y	Melakukan <i>Scheduled Condition Task</i> dengan melakukan <i>lapping surface</i> pada <i>burner tip</i> .	3 bulan. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Rendal Har dan Har Instrument						
9	Burner Tip																	

Peralatan: RO Main Burner #4								RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		5	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengencangkan ulir dan melakukan penggantian <i>tip nut</i> jika dibutuhkan.			
10	Tip Nut	5	A	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengencangkan <i>tip nut</i> dan melakukan penggantian <i>tip nut</i> jika dibutuhkan.	2 bulan. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Rendal Har dan Har Mekanik	

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
		1	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> ketika beroperasi dengan mengecek <i>pressure control valve PV 200-1</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja	Condition base. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Rendal Har dan Har Instrument			
1	PV-200-01 PLTU #3	1	A	1	N	N	N	Y	N	Y									
2	Strainer Gas Inlet PV 200 #3	2	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan menambahkan jadwal PM untuk pembersihan <i>strainer gas temporary</i> yang didukung kesiapan material <i>strainer SWG Roll In - Roll Out</i> sebanyak 6 EA, <i>Strainer gas temporary</i> sebanyak 2 EA	6 bulan sekali.. Berdasarkan jadwal <i>predictive maintenance</i> Har Mekanik.	Rendal Har dan Har Mekanik		

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET													
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By						
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4												
		F	FF	FM	H	S	E															
		2	A	2	N	N	Y	Y	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>strainer gas temporary</i> dengan tipe <i>stainless steel</i> .	Condition base. Berdasarkan IKG-17.1.1.138: IK Change Over Temporary Strainer PLTU # 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik						
3	Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4	2	A	3	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan kalibrasi PV 200-1	Condition base. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .	Rendal Har dan Har Mekanik						
		3	A	1	N	Y	Y	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Selenoid Valce (SV)</i> secara visual, pelumasan pada piston, dan melakukan unjuk kerja	Condition base. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41)	Rendal Har dan Har Instrument						

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET												
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task			Initial Interval	Can Be Done By			
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4											
		F	FF	FM	H	S	E			N1	N2	N3									
		3	A	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve (SV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja	<ul style="list-style-type: none"> - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07) - IK Emergency Maintenance (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12 						
		3	A	3	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve (SV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja	<ul style="list-style-type: none"> - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07) - IK Emergency Maintenance (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12 						
4	Air filter burner #4	4	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve (SV)</i> dan <i>cartridge filter</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	<p>Condition base. Berdasarkan pada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) 	Rendal Har dan Har Instrument					

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task			Initial Interval	Can Be Done By
		S	FF	FM	H	S	E	O1	O2	O3	H4	H5	H4					
		F						N1	N2	N3								
		4	A	2	N	N	N	Y	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve (SV)</i> dan <i>cartridge filter</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	<ul style="list-style-type: none"> - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07) - IK Emergency Maintenance (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12 						
		4	A	3	N	N	N	Y	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	<ul style="list-style-type: none"> - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07) - IK Emergency Maintenance (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12 						

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET											
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By				
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3									
		O1	O2	O3					H4	H5	H4									
		N1	N2	N3																
5	Decirculating Burner A 1-4	5	A	1	N	N	Y	Y	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve</i> secara visual.	Condition base. Berdasarkan pada: - Prosedur <i>Safety permit</i> - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04) - IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07) - IK <i>Emergency Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12	Rendal Har dan Har Instrument				

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET																			
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By												
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4											
		N1	N2	N3																								
		6	Burner C 2-3 #4 SV-14	6	A	1	Y	N	Y	Y	N	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve</i> secara visual. <i>Condition base.</i> Berdasarkan pada: - Prosedur <i>Safety permit</i> - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04) - IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07) - IK <i>Emergency Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12										

Peralatan: Gas Main Burner #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
7	Air Register Burner C1	7	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve</i> secara visual, melakukan unjuk kerja, dan memasukkan ke dalam <i>standard job overhaul</i> .	Condition base. Berdasarkan pada: - Prosedur <i>Safety permit</i> - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04) - IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07) - IK <i>Emergency Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12	Rendal Har dan Har Instrument			

Peralatan: <i>Economizer #4</i>									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y		N1	N2	N3									
1	<i>Tube Economizer</i>	1	A	1	N	N	N	Y							Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membuat <i>trending DO contain</i> hasil pengecekan baku mutu air oleh <i>labor</i> .	1 bulan. Berdasarkan pada <i>O2 Measurement Guide</i> dan <i>A Guide to pH Measurement</i> .	Rendal Operasi dan <i>Labor</i>		
		1	B	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan kalibrasi sensor pH secara rutin.	3 bulan. Berdasarkan pada <i>A Guide to pH Measurement</i> .	<i>Engineering</i> , Rendal Har, dan PM Instrument		
		1	C	1	Y	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan kalibrasi PC-99 secara rutin.	6 bulan. Berdasarkan pada <i>Practical Guideline to Industrial Boiler Systems</i>	<i>Engineering</i> , Rendal Har, dan PM Instrument		

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N1	N2	N3															
1	Internal Surface	1	A	1	Y	N	Y	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, dan Engineering		
		1	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, dan Engineering		

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N1	N2	N3															
		1	C	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline, Evaluation of Thermal, Creep-and Corrosion-Fatigue of Heat Recovery Steam Generator Pressure Parts</i>	Operasi, MO, dan Engineering		
3	Body Spool Pieces	3	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, dan PM Instrument		
		3	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> .		Operasi, MO, dan PM Instrument		

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
		4	Ligament Regions	4	A	1	Y	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan kalibrasi peralatan pembacaan parameter-parameter operasi dan melakukan <i>assessment</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, dan PM Instrument	
6	Steam Welds	6			1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, Engineering, dan Labor	

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		6	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline, Evaluation of Thermal, Creep- and Corrosion-Fatigue of Heat Recovery Steam Generator Pressure Parts</i>	Operasi, MO, Engineering, dan Labor	

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	N1	N2	N3							
		8	Stub Tubes to Drum Welds	8	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			
															Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline, Evaluation of Thermal, Creep- and Corrosion-Fatigue of Heat Recovery Steam Generator Pressure Parts</i>	Operasi, MO, Engineering, dan Labor

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		8	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline, Evaluation of Thermal, Creep-and Corrosion-Fatigue of Heat Recovery Steam Generator Pressure Parts</i>	Operasi, MO, Engineering, dan Labor	
		8	C	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness, assessment</i> , dan melaksanakan <i>review</i> terhadap ketepatan injeksi kimia yang telah ada.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, Engineering, dan Labor	

Peralatan: Steam Drum #4								RCM II DECISION WORKSHEET												
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4						
		O1	O2	O3	N1	N2	N3													
		9	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, <i>Engineering</i> , dan <i>Labor</i>			
9	<i>Drain Line Penetrations</i>	9	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan <i>thickness</i> dan <i>assessment</i> .					
		10	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan <i>assessment</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i>	Operasi, MO, dan <i>Engineering</i>			
11	<i>Level Transmitter</i>	11	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti PCB LX.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	Operasi, MO, dan <i>Engineering</i>			
		11	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding</i> dengan mengecek kondisi PCB.		C&I, Rendal Har, dan MO			

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N1	N2	N3															
		11	B	2	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan kalibrasi semua <i>scope</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		
		11	B	3	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>power supply</i> secara berkala.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		
12	Pressure Transmitter	12	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti PCB LX.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		
		12	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding</i> dengan mengecek kondisi PCB.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		
		12	B	2	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan kalibrasi semua <i>scope</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		

Peralatan: Steam Drum #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3	Y											
		12	B	3	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>power supply</i> secara berkala.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		
13	Level Glass	13	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membersihkan <i>level glass</i> secara rutin.	4 tahun. Berdasarkan penjadwalan pemeliharaan yang sudah direncanakan.	C&I, Rendal Har, dan MO		
		13	A	2	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>packing</i> .				
14	Safety Valve	14	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membersihkan <i>safety valve</i> secara rutin.	8 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		
		14	A	2	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>packing</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO		

Peralatan: Steam Drum #4								RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation		H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O1	O2	O3	H4	H5	H4			
		14	B	1	N	N	Y	Y	Y							
													Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek kondisi <i>safety valve</i> .	4 tahun. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	C&I, Rendal Har, dan MO	

Peralatan: Superheater System #4								RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation		H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O1	O2	O3	H4	H5	H4			
		1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y				
1	Tube Superheater												Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan RLA creep rupture test (<i>destructive test</i>).	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i> .	Engineering dan MO	

Peralatan: Superheater System #4									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	N	N	Y	N	N	N	N	Y						
		1	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan RLA metalografi.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i> .	Engineering dan MO		
		1	C	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan kalibrasi PC-99	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i> .	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		
		1	D	1	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membuat <i>trending DO contain</i> hasil pengecekan baku mutu air oleh labor.	4 tahun. Berdasarkan pada <i>Boiler Condition Assessment Guideline</i> .	Rendal Operasi		

Peralatan: Condenser #4A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	N	N	N	N	N1	N2	N3								
1	Condenser Tube	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan pengoperasian <i>ball cleaning system</i> , pengecekan <i>catodic protection</i> , dan <i>retubing tittanium</i> untuk sisi bawah.	1 bulan. Berdasarkan pada IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Operasi Listrik, dan Engineering		
		1	A	2	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>catodic protection</i> .	1 bulan. Berdasarkan pada <i>manual book</i> dan IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Operasi Listrik, dan Engineering		
		1	A	3	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengecek <i>catodic protection</i> .	1 bulan. Berdasarkan pada <i>manual book</i> dan IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Operasi Listrik, dan Engineering		

Peralatan: Condenser #4A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	N	N	Y	N1	N2	N3								
		1	A	4	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti material <i>tube</i> yang sesuai spesifikasi.	1 bulan. Berdasarkan pada IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04)	Rendal Operasi Listrik, dan Engineering		
		1	B	1	N	N	Y	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membersihkan <i>bar screen</i> secara rutin dan menjaga kebersihan sampah di area bak penampung <i>travelling screen</i> .	1 minggu. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	PM dan Rendal Operaasi		
		1	B	2	N	N	Y	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membersihkan <i>tube condenser</i> menggunakan <i>scrapper</i> .	1 minggu. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	PM dan Rendal Operaasi		

Peralatan: Condenser #4A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	Y	Y	Y	Y	N	N2	N3									
		1	B	3	N	N	Y	Y							Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membersihkan <i>tube condenser</i> menggunakan <i>scraper</i> .	1 minggu. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	PM dan Rendal Operaasi		
		1	B	4	N	N	Y	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengoperasikan <i>ball cleaning system</i> .	1 minggu. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	PM dan Rendal Operaasi		
		1	B	5	N	N	Y	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membersihkan <i>bar screen</i> secara rutin dan menjaga kebersihan sampah di area bak penampung <i>travelling screen</i> .	1 minggu. Berdasarkan pada <i>manual book</i> .	PM dan Rendal Operaasi		

Peralatan: Condenser #4A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y	N	N3	N1	N2	N3								
2	Condenser Water Box	1	B	6	N	N	N	Y							Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan membersihkan nozzle water spray dari screen wash pump.	1 minggu. Berdasarkan pada manual book.	PM dan Rendal Operaasi		
		2	A	1	N	N	Y	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek dan memperbaiki kondisi coating dan rubber lining.	1 tahun. Berdasarkan pada manual book dan IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har		
		2	A	2	N	N	Y	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek dan memperbaiki catodic protection.	1 tahun. Berdasarkan pada manual book dan IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har		

Peralatan: Condenser #4A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N1	N2	N3															
3	Backwash Valve System	3	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>valve backwash system</i> secara rutin.	Kondisional. Berdasarkan pada IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har		
		3	B	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>valve backwash system</i> secara rutin.	Kondisional. Berdasarkan pada IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har		

Peralatan: Combine Reheat Valve (CRV) #3										RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
		1	Intercept Valve	1	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membersihkan kerak yang menempel di permukaan valve.	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT	
2	ReheatStop Valve	2														Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti satu set valve baru yang sesuai dengan spesifikasi material.	5 tahun. Berdasarkan pada IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04)	UPHT	
3	Strainer	3	A	1	N	N	N	Y	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan tes keretakan (<i>colour check</i>).	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT	
		3	A	2	N	N	Y	Y	N	Y						Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membersihkan strainer secara rutin.	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT	

Peralatan: Combine Reheat Valve (CRV) #3									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
		4	Cross Head	4	A	1	N	N	N	Y	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membersihkan dan <i>clearance test</i> .	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT		
5	Lever	5		A	1	N	N	N	Y	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>bearing lever</i> setelah mencapai batas usia pakai.	1 tahun. Berdasarkan pada IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04)	UPHT		
6	Stud bolt & castle nut	6		A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membersihkan secara rutin dan melakukan pengerasan baut sesuai dengan <i>extention design</i> .	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT		

Peralatan: Combine Reheat Valce (CRV) #3									RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By		
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3				
		N1	N2	N3								H4	H5	H4				
		7	Coupling	7	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti baut yang baru sesuai spesifikasi setelah mencapai batas usia pakai.	1 tahun. Berdasarkan pada IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04)	UPHT
8	Valve stem IV	8		A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membongkar, membersihkan, dan <i>clearance check</i> antara <i>bushing</i> dengan <i>steam</i> .	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT
9	Valve stem RSV	9		A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membongkar, membersihkan, dan <i>clearance check</i> antara <i>bushing</i> dengan <i>steam</i> .	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT

Peralatan: Combine Reheat Valve (CRV) #3									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4		
		N1	N2	N3															
10	Valve seat & disc IV	10	A	1	N	N	N	Y	N	Y							Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membongkar, membersihkan, dan <i>contact check</i> antara <i>seat</i> dan <i>disc</i> , <i>colour check</i> untuk mengetahui keretakan.	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT
11	Valve seat & disc RSV	11	A	1	N	N	N	Y	N	Y							Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan membongkar, membersihkan, dan <i>contact check</i> antara <i>seat</i> dan <i>disc</i> , <i>colour check</i> untuk mengetahui keretakan.	1 tahun. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	UPHT

Peralatan: Circulating Water Pump 3A										RCM II DECISION WORKSHEET												
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By						
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4												
		F	FF	FM	H	S	E															
		1	A	1	N	N	Y	Y	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa vibrasi dan suara secara rutin.	1 bulan. Berdasarkan pada <i>manual book</i> dan IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07).	<i>Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument</i>									
1	Impeller	1	B	1	Y	N	N	Y	N	N												
		1	B	2	N	N	N	Y	Y													

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y		N1	N2	N3									
		1	C	1	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>impeller</i> secara rutin.	3 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik		
		1	D	1	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>impeller</i> secara rutin.	3 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik		
		1	E	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti sudu <i>impeller</i> setelah mencapai batas usia pakai.	1 tahun. Berdasarkan pada IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04)	Rendal Har dan Har Mekanik		
2	Shaft	2	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek vibrasi dan suara.	1 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	N	Y	N	N1	N2	N3								
		2	B	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek vibrasi pada shaft.	1 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		
		2	B	2	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek vibrasi.	1 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		
		2	B	3	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengukur vibrasi secara rutin.	1 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		
		2	C	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengukur vibrasi secara rutin.	1 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	N	N	Y	N1	N2	N3								
		2	C	2	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>shaft sleeve</i> setelah mencapai batas usia pakai.	1 tahun. Berdasarkan pada IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04)	Rendal Har dan Har Mekanik		
		2	C	3	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengukur <i>shaft</i> menggunakan <i>V block</i> dan <i>dial indicator</i> .	3 bulan. Berdasarkan pada jadwal preservasi PLTU Unit 3-4.	Rendal Har dan Har Mekanik		
3	<i>Coupling</i>	3	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengukur vibrasi secara berkala.	Sesuai analisa kebutuhan	Operasi, MO, dan PM Instrument		
		3	B	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>coupling</i> setelah mencapai batas usia pakai.				

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task			Initial Interval	Can Be Done By
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3							
		3	B	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa kondisi <i>coupling</i> secara berkala.				
4	Gland Packing	3	B	3	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa posisi <i>coupling</i> secara berkala.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
		4	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>gland packing</i> setelah mencapai batas usia pakai.				
		4	A	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan <i>visual check</i> dan mengencangkan <i>gland packing</i> .				

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y	N	N	N	N	Y								
5	Casing Impeller / Suction Bell	5	A	1	N	N	Y	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>catodic protection</i> secara berkala.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
6	Wear ring (Perapat)	6	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>wear ring</i> setelah mencapai batas usia pakai.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
		6	A	2	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>wear ring</i> setelah mencapai batas usia pakai.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
7	Motor - Bearing	7	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan menguji performansi motor <i>condensate pump (dynamic motor analysis)</i>	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N1	N2	N3															
8	<i>Motor - Windings</i>	8	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		
9	<i>Motor - Electric Connection</i>	9	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan memeriksa getaran dan suara, serta menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		
10	<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	10	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		

Peralatan: Circulating Water Pump 3A									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O1	S1	S2	S3	H4	H5	H4			
		N1	N2	N3													
		11	Casing Fan	11	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			
															Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU

Peralatan: Circulating Water Pump 3B										RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4			
								N1	N2	N3									
		1	A	1	N	N	Y	Y	N	Y							Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa vibrasi dan suara secara rutin.	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument
1	<i>Impeller</i>	1	B	1	Y	N	N	Y	N	N	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengukur vibrasi pada motor.	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y		N1	N2	N3									
		1	B	2	N	N	N	Y							Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan memeriksa vibrasi dan penyaringan pada <i>bar screen</i> .	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument		
		1	C	1	N	N	N	Y	Y						Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>impeller</i> secara rutin.	3 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har dan Har Mekanik		

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y		N1	N2	N3									
		1	D	1	N	N	N	Y							Melakukan <i>Scheduled On Condition Task</i> dengan mengecek <i>impeller</i> secara rutin.	3 bulan. Berdasarkan pada: - <i>Safety permit</i> - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har dan Har Mekanik		
		1	E	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti sudu <i>impeller</i> setelah mencapai batas usia pakai.	1 tahun. Berdasarkan pada: - <i>Safety permit</i> - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har dan Har Mekanik		

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	S1	S2	S3	O1	O2	O3				
								N1	N2	N3	H4	H5	H4				
		2	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek vibrasi dan suara.	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument	
2	Shaft	2	B	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek vibrasi pada shaft.	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument	

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		2	B	2	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek vibrasi.	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument	
		2	B	3	Y	N	N	Y	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengukur vibrasi secara rutin.	1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument	

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		2	C	1	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengukur vibrasi secara rutin.			1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).		Engineering, Rendal Har, dan PM Instrument
		2	C	2	N	N	N	Y	N	N	Y	Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>shaft sleeve</i> setelah mencapai batas usia pakai.			1 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).		Rendal Har dan Har Mekanik

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	N	N	Y	N1	N2	N3								
		2	C	3	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengukur <i>shaft</i> menggunakan <i>V block</i> dan <i>dial indicator</i> .	3 bulan. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07).	Rendal Har dan Har Mekanik		
3	Coupling	3	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengukur vibrasi secara berkala.	Sesuai analisa kebutuhan	Operasi, MO, dan PM Instrument		
		3	B	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>coupling</i> setelah mencapai batas usia pakai.				

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task			Initial Interval	Can Be Done By
		F	FF	FM	H	S	E	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4		
								N1	N2	N3								
		3	B	2	N	N	N	Y	N	Y								
4	Gland Packing	3	B	3	N	N	N	Y	N	Y							Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik
		4	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y							
4	Gland Packing	4	A	2	N	N	N	Y	N	Y								

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N	N	N	Y	Y	N	N	N	N	Y								
5	Casing Impeller / Suction Bell	5	A	1	N	N	Y	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>catodic protection</i> secara berkala.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
6	Wear ring (Perapat)	6	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>wear ring</i> setelah mencapai batas usia pakai.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
		6	A	2	N	N	N	Y	N	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>wear ring</i> setelah mencapai batas usia pakai.	Sesuai analisa kebutuhan	Rendal Har dan Har Mekanik		
7	Motor - Bearing	7	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan menguji performansi motor <i>condensate pump (dynamic motor analysis)</i>	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
									O1	O2	O3								
		N1	N2	N3															
8	<i>Motor - Windings</i>	8	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		
9	<i>Motor - Electric Connection</i>	9	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan memeriksa getaran dan suara, serta menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		
10	<i>Motor - Filter & Cooling System</i>	10	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU		

Peralatan: Circulating Water Pump 3B									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
		N1	N2	N3								H4	H5	H4			
		11	Casing Fan	11	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			
															Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan menguji DMA (<i>Dynamic Motor Analyzer</i>).	Sesuai analisa kebutuhan	Har Listrik PLTU

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
		N1	N2	N3								H4	H5	H4			
		1	PV-200-01 PLTU #3	1	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengecek <i>Control Valve (CV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	Condition base. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i> dan <i>working permit</i> .

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
		2	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan menambahkan jadwal untuk membersihkan <i>strainer gas temporary</i> yang didukung kesiapan material <i>strainer SWG Roll In -Roll Out</i> sebanyak 6 EA, <i>Strainer gas temporary</i> sebanyak 2 EA.	6 bulan sekali.. Berdasarkan jadwal <i>predictive maintenance</i> Har Mekanik.	Rendal Har dan Har Mekanik			
2	Strainer Gas Inlet PV 200 #3	2	A	2	N	N	N	Y	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>stainer gas temporary</i> dengan tipe <i>stainless steel</i> .	Condition base. Berdasarkan IKG-17.1.1.138 : IK Change Over <i>Temporary Strainer PLTU # 3-4.</i>	Rendal Har dan Har Mekanik			
		2	A	3	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan kalibrasi PV 200-1	Condition base. Berdasarkan pada prosedur <i>safety permit</i>	Rendal Har dan Har Mekanik			

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
3	Strainer Off Valve Burner Gas B23 #4															dan working permit.			
		3	A	1	N	Y	Y	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa <i>Solenoid Valve (SV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	Condition base. Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive	Rendal Har dan Har Instrument		
		3	A	2	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>stainer gas temporary</i> dengan tipe <i>stainless steel</i> .	Rendal Har dan Har Instrument			
		3	A	3	N	N	N	Y	N	Y					Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa <i>Solenoid Valve (SV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	Rendal Har dan Har Instrument			

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
		4	A	1	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa <i>Solenoid Valve (SV)</i> dan <i>cartridge filter</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	<i>Condition base.</i> Berdasarkan pada: - Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive Maintenance	Rendal Har dan Har Instrument			
	Air filter burner #4	4	A	2	N	N	N	Y	N	N	Y			Melakukan <i>Scheduled Discard Task</i> dengan mengganti <i>cartridge filter</i> setelah mencapai batas usia pakai.					
		4	A	3	N	N	N	Y	N	Y				Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan memeriksa <i>Solenoid Valve (SV)</i> dan <i>cartridge filter</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.					

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET										
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H4					
		O1	O2	O3	N1	N2	N3												
5	Decirculating Burner A 1-4	5	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y		Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengecek <i>Control Valve (CV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	Condition base. Berdasarkan pada: - Prosedur <i>Safety permit</i> - Prosedur <i>working permit</i> (GR-PR-8-03-41) - IK <i>Corrective Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-04) - IK <i>Preventive Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-07) - IK <i>Emergency Maintenance</i> (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12	Rendal Har dan Har Instrument			

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET								
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3						
		6	Burner C 2-3 #4 SV-14	6	A	1	Y	N	N	Y	N	N	N	Y			
															Melakukan <i>Scheduled Failure Finding Task</i> dengan mengecek <i>Control Valve (CV)</i> secara visual dan melakukan unjuk kerja.	Condition base. Berdasarkan pada: - Prosedur Safety permit - Prosedur working permit (GR-PR-8-03-41) - IK Corrective Maintenance (GR-IK-3-17-70-04) - IK Preventive Maintenance (GR-IK-3-17-70-07) - IK Emergency Maintenance (GR-IK-3-17-70-03) - IK No.GR-IK-3-17-70-12	Condition base

Peralatan: Gas Main Burner #3									RCM II DECISION WORKSHEET									
No.	Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation			H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can Be Done By		
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4	
									N1	N2	N3							
		7	Air Register Burner C1	7	A	1	N	N	N	Y	N	Y						Melakukan <i>Scheduled Restoration Task</i> dengan mengecek <i>Solenoid Valve (SV)</i> secara visua dan melakukan unjuk kerja, serta memasukkan ke dalam <i>standard job overhaul</i> .

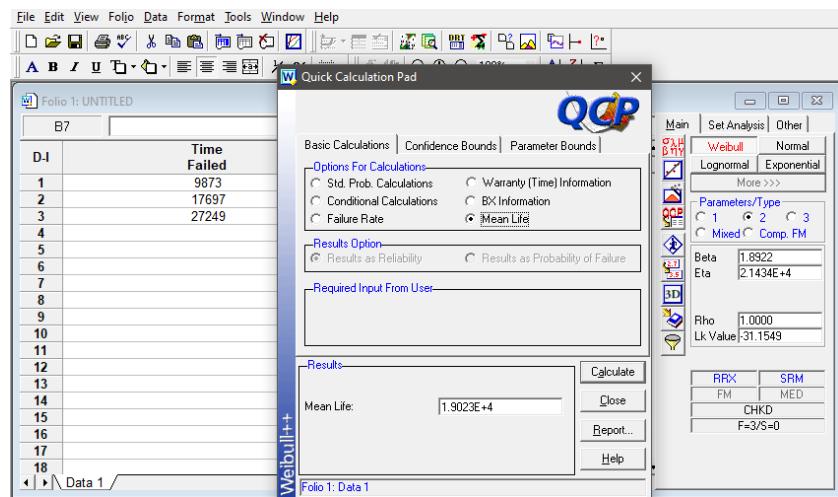
Lampiran 6. Rekapitulasi *Time to Failure* (TTF)

<i>Raised Time</i>	<i>Closed Time</i>	TTF (jam)
mm/dd/yy hh:mm	mm/dd/yy hh:mm	
<i>Limit Switch #4</i>		
08/26/12 08:42	08/30/12 00:00	
09/06/14 08:47	09/08/14 00:00	17697
10/17/17 08:45	10/20/17 00:00	27249
12/05/18 08:51	12/07/18 00:00	9873
<i>Solenoid Valve B1.4 #4</i>		
09/16/11 08:40	09/21/11 00:00	
05/08/14 08:45	05/09/14 00:00	23049
12/19/17 08:43	12/21/17 13:00	31689
04/12/18 08:21	04/17/18 17:00	2683
<i>Solenoid Valve B5.8 #4</i>		
05/10/12 08:59	05/14/12 00:00	
01/02/15 08:14	01/06/15 14:13	23120
03/21/17 08:32	03/26/17 15:00	19314
12/02/19 09:32	12/17/19 14:00	23539
<i>Main Oil Burner B6 #4</i>		
04/18/10 09:22	04/22/10 11:14	
08/11/12 08:50	08/25/12 10:36	20206
10/06/16 08:48	10/29/16 00:00	36070
04/15/18 09:36	05/03/18 08:00	12802
05/30/19 08:39	05/31/19 12:00	9409
<i>Main Oil Burner A7 #4</i>		
09/26/11 08:50	09/29/11 00:00	
03/07/13 05:27	03/08/13 16:13	12605
12/15/15 08:52	12/21/15 10:28	24281
04/28/16 08:43	05/02/16 16:00	3094
08/13/18 08:25	08/15/18 11:00	19984
<i>Skep Main Burner C2 #4</i>		
01/23/03 16:05	01/29/03 07:49	
05/14/11 08:51	05/23/11 00:00	72649
06/25/11 08:48	07/07/11 00:00	801
12/10/11 08:46	01/05/12 00:00	3753
02/18/12 09:34	04/02/12 00:00	1066
08/03/14 17:10	09/29/14 16:24	20489
03/18/18 08:46	03/27/18 00:00	30376
<i>Gun Burner A #4</i>		
08/26/10 08:44	08/29/10 09:34	
08/04/11 08:39	08/07/11 00:00	8159
08/15/11 08:35	08/21/11 00:00	201

<i>Raised Time</i>	<i>Closed Time</i>	TTF (jam)
mm/dd/yy hh:mm	mm/dd/yy hh:mm	
09/12/11 08:43	09/13/11 00:00	537
09/20/12 08:43	10/23/12 00:00	8961
10/02/14 15:39	10/08/14 10:04	17032
01/07/17 09:58	01/14/17 09:39	19728
08/27/19 08:43	08/31/19 15:36	22919
<i>Gun Burner C #4</i>		
10/06/13 09:21	10/09/13 00:00	
09/12/16 08:44	09/13/16 00:00	25665
10/03/16 08:17	10/04/16 00:00	488
12/29/18 15:13	01/03/19 00:00	19599
<i>Rumah Ring Burner #4</i>		
02/02/13 08:58	02/04/13 14:06	
08/05/15 08:45	08/08/15 15:03	21883
03/06/18 08:18	03/12/18 16:00	22577
<i>Flame Detector #4</i>		
02/06/10 08:55	02/20/10 00:00	
09/11/13 08:55	09/27/13 09:33	31185
01/22/14 09:10	02/15/14 00:00	2808
07/27/16 08:41	08/04/16 08:08	21441
02/01/17 21:54	02/05/17 08:59	4358
03/20/19 12:03	04/19/19 10:32	18555
<i>Dudukan Ring Burner #4</i>		
04/06/11 08:37	04/23/11 00:00	
08/14/11 08:45	08/30/11 00:00	2721
02/01/12 08:38	02/02/12 00:00	3729
12/17/15 09:12	12/19/15 00:00	33945
03/26/18 09:00	03/31/18 00:00	19881

Lampiran 7. Fitting Distribusi Time to Failure

1. Limit Switch #4



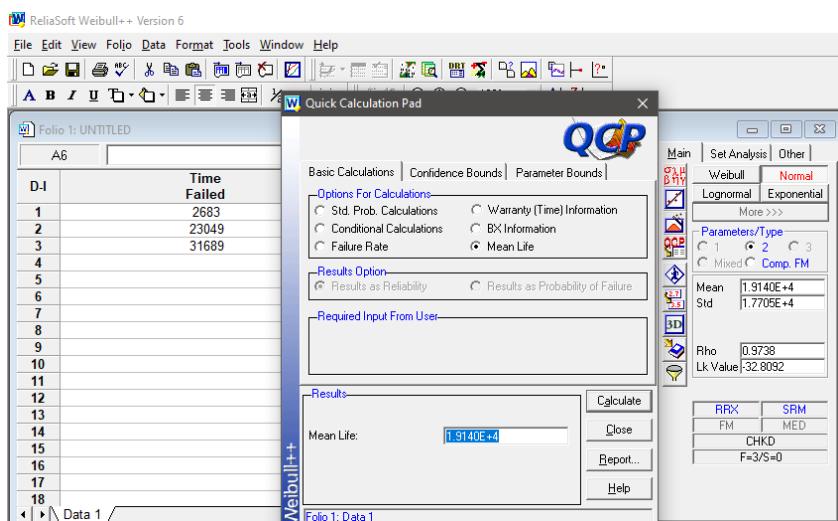
Keterangan:

Distribusi: Weibull 2

Parameter: $\beta = 1.8922$; $\alpha = 21434$

MTTF : 19023

2. Solenoid Valve B1.4 #4



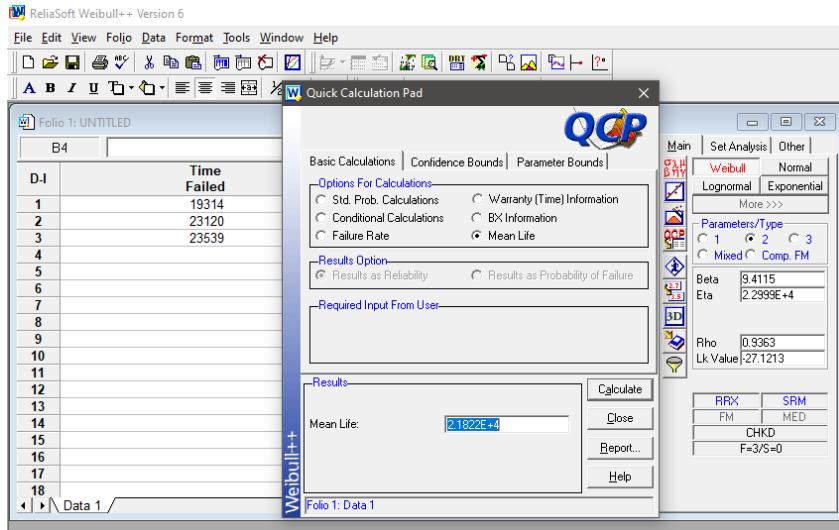
Keterangan:

Distribusi: Normal

Parameter: $\mu = 19140$; $\sigma = 17705$

MTTF : 19140

3. Solenoid Valve B5.8 #4



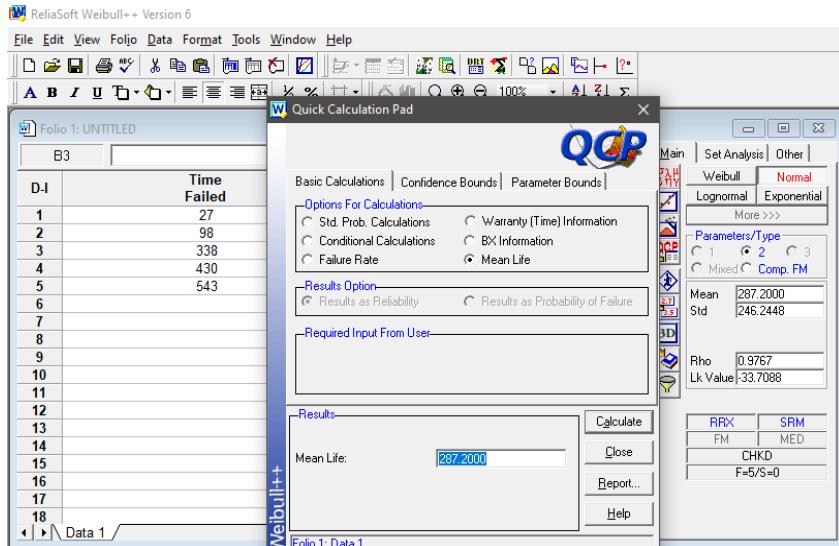
Keterangan:

Distribusi: Weibull 2

Parameter: $\beta = 9.4115$; $\alpha = 22999$

MTTF : 21822

4. Main Oil Burner B6 #4



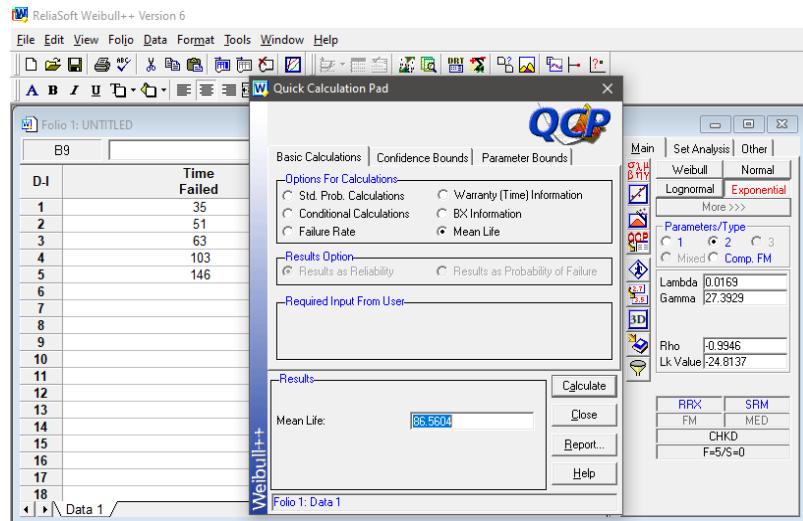
Keterangan:

Distribusi: Weibull 3

Parameter: $\beta = 0.7263$; $\alpha = 12255$; $\gamma = 8313.4425$

MTTF : 23311

5. Main Oil Burner A7 #4



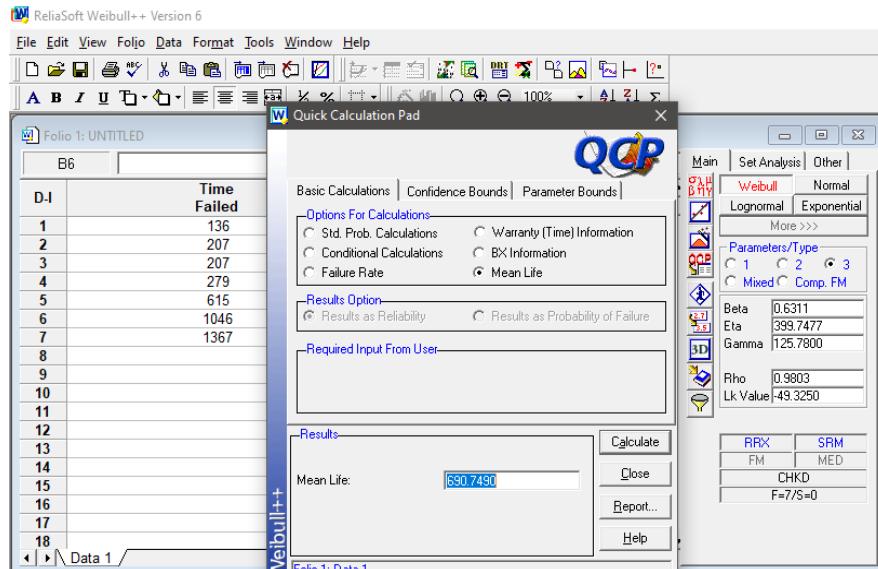
Keterangan:

Distribusi: Normal

Parameter: $\mu = 14991$; $\sigma = 10778$

MTTF : 14991

6. Skep Main Burner C2 #4



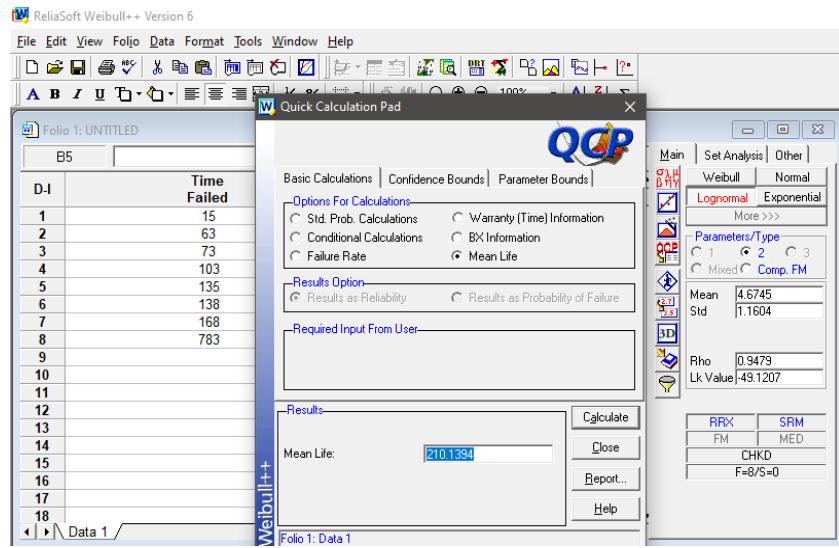
Keterangan:

Distribusi: Weibull 3

Parameter: $\beta = 0.338$; $\alpha = 13497$; $\gamma = 777.97$

MTTF : 77666

7. Gun Burner A #4



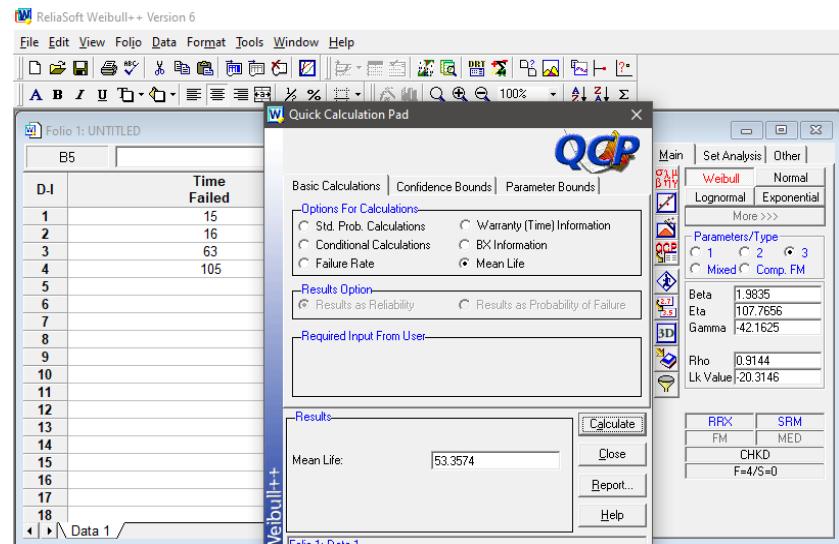
Keterangan:

Distribusi: Eksponensial

Parameter: $\lambda = 0.000086314$

MTTF : 11586

8. Gun Burner C #4



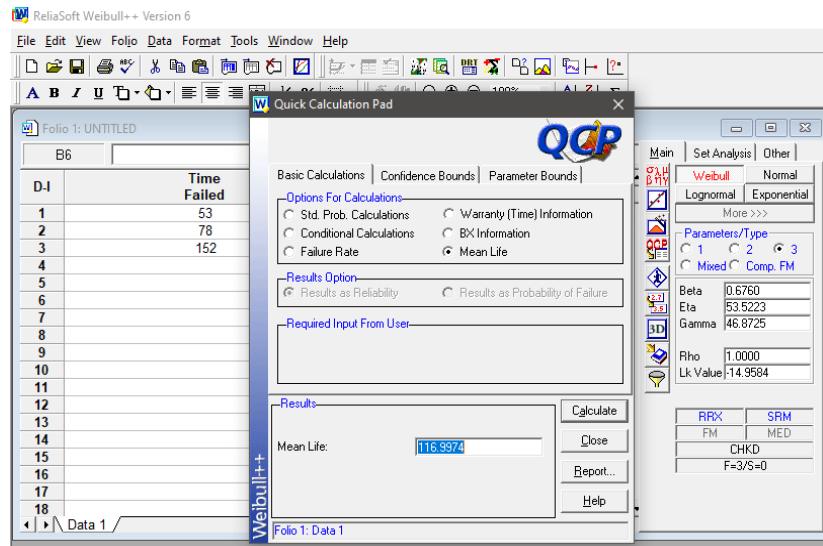
Keterangan:

Distribusi: Normal

Parameter: $\mu = 15251$; $\sigma = 15368$

MTTF : 15250

9. Rumah Ring Burner #4



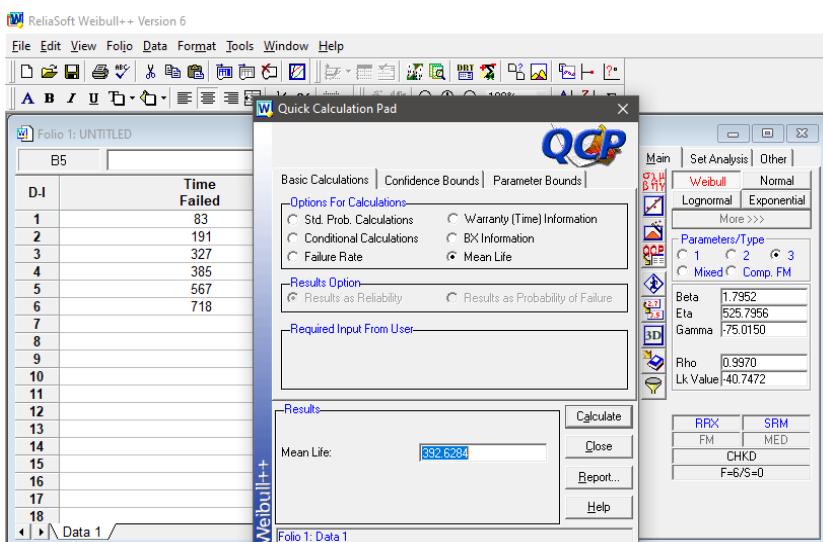
Keterangan:

Distribusi: Eksponensial 2

Parameter: $\lambda = 0.0013$; $\gamma = 21610$

MTTF : 22398

10. Flame Detector #4



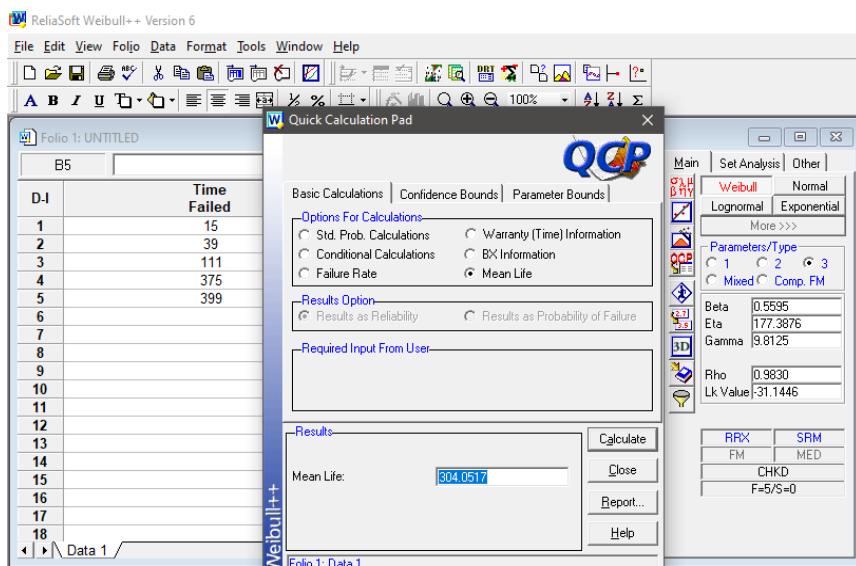
Keterangan:

Distribusi: Normal

Parameter: $\mu = 15669$; $\sigma = 13353$

MTTF : 15669

11. Dudukan Ring Burner #4



Keterangan:

Distribusi: Weibull 3

Parameter: $\beta = 0.3298$; $\alpha = 9535.8116$; $\gamma = 2676.58$

MTTF : 62249

Lampiran 8. Perhitungan *Reliability Centered Spares*

1. *Limit Switch #4*

A = 6 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 19023 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{19023} = 54.5024$$

<i>Limit Switch #4</i>					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	2.14 x 10 ⁻²⁴	2.14 x 10 ⁻²⁴	0.00	0%
1	1	2.14 x 10 ⁻²⁴	1.19 x 10 ⁻²²	0.00	0%
2	2	2.14 x 10 ⁻²⁴	3.29 x 10 ⁻²¹	0.00	0%
3	6	2.14 x 10 ⁻²⁴	6.10 x 10 ⁻²⁰	0.00	0%
4	24	2.14 x 10 ⁻²⁴	8.47 x 10 ⁻¹⁹	0.00	0%
5	120	2.14 x 10 ⁻²⁴	9.41 x 10 ⁻¹⁸	0.00	0%
6	720	2.14 x 10 ⁻²⁴	8.72 x 10 ⁻¹⁷	0.00	0%
7	5.04 x 10 ³	2.14 x 10 ⁻²⁴	6.93 x 10 ⁻¹⁶	0.00	0%
8	4.03 x 10 ⁴	2.14 x 10 ⁻²⁴	4.82 x 10 ⁻¹⁵	0.00	0%
9	3.63 x 10 ⁵	2.14 x 10 ⁻²⁴	2.98 x 10 ⁻¹⁴	0.00	0%
10	3.63 x 10 ⁶	2.14 x 10 ⁻²⁴	1.66 x 10 ⁻¹³	0.00	0%
11	3.99 x 10 ⁷	2.14 x 10 ⁻²⁴	8.41 x 10 ⁻¹³	0.00	0%
12	4.79 x 10 ⁸	2.14 x 10 ⁻²⁴	3.91 x 10 ⁻¹²	0.00	0%
13	6.23 x 10 ⁹	2.14 x 10 ⁻²⁴	1.68 x 10 ⁻¹¹	0.00	0%
14	8.72 x 10 ¹⁰	2.14 x 10 ⁻²⁴	6.68 x 10 ⁻¹¹	0.00	0%
15	1.31 x 10 ¹²	2.14 x 10 ⁻²⁴	2.49 x 10 ⁻¹⁰	0.00	0%
16	2.09 x 10 ¹³	2.14 x 10 ⁻²⁴	8.68 x 10 ⁻¹⁰	0.00	0%
17	3.56 x 10 ¹⁴	2.14 x 10 ⁻²⁴	2.85 x 10 ⁻⁹	0.00	0%
18	6.40 x 10 ¹⁵	2.14 x 10 ⁻²⁴	8.87 x 10 ⁻⁹	0.00	0%
19	1.22 x 10 ¹⁷	2.14 x 10 ⁻²⁴	2.61 x 10 ⁻⁸	0.00	0%
20	2.43 x 10 ¹⁸	2.14 x 10 ⁻²⁴	7.31 x 10 ⁻⁸	0.00	0%
21	5.11 x 10 ¹⁹	2.14 x 10 ⁻²⁴	1.95 x 10 ⁻⁷	0.00	0%
22	1.12 x 10 ²¹	2.14 x 10 ⁻²⁴	4.97 x 10 ⁻⁷	0.00	0%
23	2.59 x 10 ²²	2.14 x 10 ⁻²⁴	1.21 x 10 ⁻⁶	0.00	0%
24	6.20 x 10 ²³	2.14 x 10 ⁻²⁴	2.84 x 10 ⁻⁶	0.00	0%
25	1.55 x 10 ²⁵	2.14 x 10 ⁻²⁴	6.38 x 10 ⁻⁶	0.00	0%
26	4.03 x 10 ²⁶	2.14 x 10 ⁻²⁴	1.38 x 10 ⁻⁵	0.00	0%

Limit Switch #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
27	1.09×10^{28}	2.14×10^{-24}	2.88×10^{-5}	0.00	0%
28	3.05×10^{29}	2.14×10^{-24}	5.80×10^{-5}	0.00	0%
29	8.84×10^{30}	2.14×10^{-24}	1.13×10^{-4}	0.00	0%
30	2.65×10^{32}	2.14×10^{-24}	2.13×10^{-4}	0.00	0%
31	8.22×10^{33}	2.14×10^{-24}	3.88×10^{-4}	0.00	0%
32	2.63×10^{35}	2.14×10^{-24}	6.86×10^{-4}	0.00	0%
33	8.68×10^{36}	2.14×10^{-24}	1.18×10^{-3}	0.00	0%
34	2.95×10^{38}	2.14×10^{-24}	1.97×10^{-3}	0.00	0%
35	1.03×10^{40}	2.14×10^{-24}	3.20×10^{-3}	0.00	0%
36	3.72×10^{41}	2.14×10^{-24}	5.06×10^{-3}	0.01	1%
37	1.38×10^{43}	2.14×10^{-24}	7.81×10^{-3}	0.01	1%
38	5.23×10^{44}	2.14×10^{-24}	1.17×10^{-2}	0.01	1%
39	2.04×10^{46}	2.14×10^{-24}	1.72×10^{-2}	0.02	2%
40	8.16×10^{47}	2.14×10^{-24}	2.47×10^{-2}	0.02	2%
41	3.35×10^{49}	2.14×10^{-24}	3.47×10^{-2}	0.03	3%
42	1.41×10^{51}	2.14×10^{-24}	4.76×10^{-2}	0.05	5%
43	6.04×10^{52}	2.14×10^{-24}	6.40×10^{-2}	0.06	6%
44	2.66×10^{54}	2.14×10^{-24}	8.43×10^{-2}	0.08	8%
45	1.20×10^{56}	2.14×10^{-24}	0.11	0.11	11%
46	5.50×10^{57}	2.14×10^{-24}	0.14	0.14	14%
47	2.59×10^{59}	2.14×10^{-24}	0.17	0.17	17%
48	1.24×10^{61}	2.14×10^{-24}	0.21	0.21	21%
49	6.08×10^{62}	2.14×10^{-24}	0.25	0.25	25%
50	3.04×10^{64}	2.14×10^{-24}	0.30	0.30	30%
51	1.55×10^{66}	2.14×10^{-24}	0.35	0.35	35%
52	8.07×10^{67}	2.14×10^{-24}	0.40	0.40	40%
53	4.27×10^{69}	2.14×10^{-24}	0.45	0.45	45%
54	2.31×10^{71}	2.14×10^{-24}	0.51	0.51	51%
55	1.27×10^{73}	2.14×10^{-24}	0.56	0.56	56%
56	7.11×10^{74}	2.14×10^{-24}	0.61	0.61	61%
57	4.05×10^{76}	2.14×10^{-24}	0.66	0.66	66%
58	2.35×10^{78}	2.14×10^{-24}	0.71	0.71	71%
59	1.39×10^{80}	2.14×10^{-24}	0.75	0.75	75%
60	8.32×10^{81}	2.14×10^{-24}	0.79	0.79	79%
61	5.08×10^{83}	2.14×10^{-24}	0.83	0.83	83%
62	3.15×10^{85}	2.14×10^{-24}	0.86	0.86	86%
63	1.98×10^{87}	2.14×10^{-24}	0.89	0.89	89%
64	1.27×10^{89}	1.49×10^{-30}	0.91	0.91	91%
65	8.25×10^{90}	1.49×10^{-30}	0.93	0.93	93%
66	5.44×10^{92}	1.49×10^{-30}	0.94	0.94	94%
67	3.65×10^{94}	1.49×10^{-30}	0.96	0.96	96%

Limit Switch #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
68	2.48 x 10 ⁹⁶	1.49 x 10 ⁻³⁰	0.97	0.97	97%
69	1.71 x 10 ⁹⁸	1.49 x 10 ⁻³⁰	0.98	0.98	98%
70	1.20 x 10 ¹⁰⁰	1.49 x 10 ⁻³⁰	0.98	0.98	98%
71	8.50 x 10 ¹⁰¹	1.49 x 10 ⁻³⁰	0.99	0.99	99%
72	6.10 x 10 ¹⁰³	1.49 x 10 ⁻³⁰	0.99	0.99	99%
73	4.50 x 10 ¹⁰⁵	1.49 x 10 ⁻³⁰	0.99	0.99	99%
74	3.30 x 10 ¹⁰⁷	1.49 x 10 ⁻³⁰	1.00	1.00	100%
75	2.50 x 10 ¹⁰⁹	1.49 x 10 ⁻³⁰	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 96%, maka perusahaan harus menyediakan *limit switch* #4 sebanyak 67 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

2. Solenoid Valve B1.4 #4

$$A = 5 \text{ unit komponen}$$

$$N = 20 \text{ unit peralatan}$$

$$M = 720 \text{ jam/bulan}$$

$$T = 12 \text{ bulan}$$

$$\text{MTTF} = 19140 \text{ jam}$$

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{\text{MTTF}} = \frac{5 \times 20 \times 720 \times 12}{19140} = 45.1411$$

Solenoid Valve B1.4 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	2.49 x 10 ⁻²⁰	2.49 x 10 ⁻²⁰	0.00	0%
1	1	2.49 x 10 ⁻²⁰	1.15 x 10 ⁻¹⁸	0.00	0%
2	2	2.49 x 10 ⁻²⁰	2.65 x 10 ⁻¹⁷	0.00	0%
3	6	2.49 x 10 ⁻²⁰	4.08 x 10 ⁻¹⁶	0.00	0%
4	24	2.49 x 10 ⁻²⁰	4.71 x 10 ⁻¹⁵	0.00	0%
5	120	2.49 x 10 ⁻²⁰	4.35 x 10 ⁻¹⁴	0.00	0%
6	720	2.49 x 10 ⁻²⁰	3.36 x 10 ⁻¹³	0.00	0%
7	5.04 x 10 ³	2.49 x 10 ⁻²⁰	2.22 x 10 ⁻¹²	0.00	0%
8	4.03 x 10 ⁴	2.49 x 10 ⁻²⁰	1.28 x 10 ⁻¹¹	0.00	0%
9	3.63 x 10 ⁵	2.49 x 10 ⁻²⁰	6.62 x 10 ⁻¹¹	0.00	0%
10	3.63 x 10 ⁶	2.49 x 10 ⁻²⁰	3.07 x 10 ⁻¹⁰	0.00	0%
11	3.99 x 10 ⁷	2.49 x 10 ⁻²⁰	1.29 x 10 ⁻⁹	0.00	0%

Solenoid Valve B1.4 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
12	4.79×10^8	2.49×10^{-20}	5.01×10^{-9}	0.00	0%
13	6.23×10^9	2.49×10^{-20}	1.79×10^{-8}	0.00	0%
14	8.72×10^{10}	2.49×10^{-20}	5.95×10^{-8}	0.00	0%
15	1.31×10^{12}	2.49×10^{-20}	1.85×10^{-7}	0.00	0%
16	2.09×10^{13}	2.49×10^{-20}	5.38×10^{-7}	0.00	0%
17	3.56×10^{14}	2.49×10^{-20}	1.48×10^{-6}	0.00	0%
18	6.40×10^{15}	2.49×10^{-20}	3.83×10^{-6}	0.00	0%
19	1.22×10^{17}	2.49×10^{-20}	9.42×10^{-6}	0.00	0%
20	2.43×10^{18}	2.49×10^{-20}	2.20×10^{-5}	0.00	0%
21	5.11×10^{19}	2.49×10^{-20}	4.91×10^{-5}	0.00	0%
22	1.12×10^{21}	2.49×10^{-20}	1.05×10^{-4}	0.00	0%
23	2.59×10^{22}	2.49×10^{-20}	2.14×10^{-4}	0.00	0%
24	6.20×10^{23}	2.49×10^{-20}	4.19×10^{-4}	0.00	0%
25	1.55×10^{25}	2.49×10^{-20}	7.90×10^{-4}	0.00	0%
26	4.03×10^{26}	2.49×10^{-20}	1.43×10^{-3}	0.00	0%
27	1.09×10^{28}	2.49×10^{-20}	2.51×10^{-3}	0.00	0%
28	3.05×10^{29}	2.49×10^{-20}	4.25×10^{-3}	0.00	0%
29	8.84×10^{30}	2.49×10^{-20}	6.95×10^{-3}	0.01	1%
30	2.65×10^{32}	2.49×10^{-20}	1.10×10^{-2}	0.01	1%
31	8.22×10^{33}	2.49×10^{-20}	1.69×10^{-2}	0.02	2%
32	2.63×10^{35}	2.49×10^{-20}	2.53×10^{-2}	0.03	3%
33	8.68×10^{36}	2.49×10^{-20}	3.67×10^{-2}	0.04	4%
34	2.95×10^{38}	2.49×10^{-20}	5.19×10^{-2}	0.05	5%
35	1.03×10^{40}	2.49×10^{-20}	7.1×10^{-2}	0.07	7%
36	3.72×10^{41}	2.49×10^{-20}	9.59×10^{-2}	0.10	10%
37	1.38×10^{43}	2.49×10^{-20}	0.13	0.13	13%
38	5.23×10^{44}	2.49×10^{-20}	0.16	0.16	16%
39	2.04×10^{46}	2.49×10^{-20}	0.20	0.20	20%
40	8.16×10^{47}	2.49×10^{-20}	0.25	0.25	25%
41	3.35×10^{49}	2.49×10^{-20}	0.30	0.30	30%
42	1.41×10^{51}	2.49×10^{-20}	0.35	0.35	35%
43	6.04×10^{52}	2.49×10^{-20}	0.41	0.41	41%
44	2.66×10^{54}	2.49×10^{-20}	0.47	0.47	47%
45	1.20×10^{56}	2.49×10^{-20}	0.53	0.53	53%
46	5.50×10^{57}	2.49×10^{-20}	0.59	0.59	59%
47	2.59×10^{59}	2.49×10^{-20}	0.65	0.65	65%
48	1.24×10^{61}	2.49×10^{-20}	0.70	0.70	70%
49	6.08×10^{62}	2.49×10^{-20}	0.75	0.75	75%
50	3.04×10^{64}	2.49×10^{-20}	0.79	0.79	79%
51	1.55×10^{66}	2.49×10^{-20}	0.83	0.83	83%
52	8.07×10^{67}	2.49×10^{-20}	0.86	0.86	86%

Solenoid Valve B1.4 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
53	4.27×10^{69}	2.49×10^{-20}	0.89	0.89	89%
54	2.31×10^{71}	2.49×10^{-20}	0.92	0.92	92%
55	1.27×10^{73}	2.49×10^{-20}	0.93	0.93	93%
56	7.11×10^{74}	2.49×10^{-20}	0.95	0.95	95%
57	4.05×10^{76}	2.49×10^{-20}	0.96	0.96	96%
58	2.35×10^{78}	2.49×10^{-20}	0.97	0.97	97%
59	1.39×10^{80}	2.49×10^{-20}	0.98	0.98	98%
60	8.32×10^{81}	2.49×10^{-20}	0.99	0.99	99%
61	5.08×10^{83}	2.49×10^{-20}	0.99	0.99	99%
62	3.15×10^{85}	2.49×10^{-20}	0.99	0.99	99%
63	1.98×10^{87}	2.49×10^{-20}	1.00	1.00	100%
64	1.27×10^{89}	2.49×10^{-20}	1.00	1.00	100%
65	8.25×10^{90}	2.49×10^{-20}	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 95%, maka perusahaan harus menyediakan *Solenoid Valve* B1.4 #4 sebanyak 56 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

3. *Solenoid Valve* B5.8 #4

A = 5 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 21822 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{21822} = 39.5931$$

Solenoid Valve B5.8 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	6.4×10^{-18}	6.38×10^{-18}	0.00	0%
1	1	6.4×10^{-18}	2.59×10^{-16}	0.00	0%
2	2	6.4×10^{-18}	5.26×10^{-15}	0.00	0%
3	6	6.4×10^{-18}	7.13×10^{-14}	0.00	0%
4	24	6.4×10^{-18}	7.25×10^{-13}	0.00	0%
5	120	6.4×10^{-18}	5.90×10^{-12}	0.00	0%
6	720	6.4×10^{-18}	4.00×10^{-11}	0.00	0%

Solenoid Valve B5.8 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
7	5.04×10^3	6.4×10^{-18}	2.33×10^{-10}	0.00	0%
8	4.03×10^4	6.4×10^{-18}	1.19×10^{-9}	0.00	0%
9	3.63×10^5	6.4×10^{-18}	5.39×10^{-9}	0.00	0%
10	3.63×10^6	6.4×10^{-18}	2.20×10^{-8}	0.00	0%
11	3.99×10^7	6.4×10^{-18}	8.20×10^{-8}	0.00	0%
12	4.79×10^8	6.4×10^{-18}	2.80×10^{-7}	0.00	0%
13	6.23×10^9	6.4×10^{-18}	8.82×10^{-7}	0.00	0%
14	8.72×10^{10}	6.4×10^{-18}	2.58×10^{-6}	0.00	0%
15	1.31×10^{12}	6.4×10^{-18}	7.08×10^{-6}	0.00	0%
16	2.09×10^{13}	6.4×10^{-18}	1.82×10^{-5}	0.00	0%
17	3.56×10^{14}	6.4×10^{-18}	4.41×10^{-5}	0.00	0%
18	6.40×10^{15}	6.4×10^{-18}	1.01×10^{-4}	0.00	0%
19	1.22×10^{17}	6.4×10^{-18}	2.20×10^{-4}	0.00	0%
20	2.43×10^{18}	6.4×10^{-18}	4.55×10^{-4}	0.00	0%
21	5.11×10^{19}	6.4×10^{-18}	8.98×10^{-4}	0.00	0%
22	1.12×10^{21}	6.4×10^{-18}	1.70×10^{-3}	0.00	0%
23	2.59×10^{22}	6.4×10^{-18}	3.07×10^{-3}	0.00	0%
24	6.20×10^{23}	6.4×10^{-18}	5.33×10^{-3}	0.01	1%
25	1.55×10^{25}	6.4×10^{-18}	8.92×10^{-3}	0.01	1%
26	4.03×10^{26}	6.4×10^{-18}	1.44×10^{-2}	0.01	1%
27	1.09×10^{28}	6.4×10^{-18}	2.24×10^{-2}	0.02	2%
28	3.05×10^{29}	6.4×10^{-18}	3.37×10^{-2}	0.03	3%
29	8.84×10^{30}	6.4×10^{-18}	4.92×10^{-2}	0.05	5%
30	2.65×10^{32}	6.4×10^{-18}	6.96×10^{-2}	0.07	7%
31	8.22×10^{33}	6.4×10^{-18}	9.57×10^{-2}	0.10	10%
32	2.63×10^{35}	6.4×10^{-18}	0.13	0.13	13%
33	8.68×10^{36}	6.4×10^{-18}	0.17	0.17	17%
34	2.95×10^{38}	6.4×10^{-18}	0.21	0.21	21%
35	1.03×10^{40}	6.4×10^{-18}	0.26	0.26	26%
36	3.72×10^{41}	6.4×10^{-18}	0.32	0.32	32%
37	1.38×10^{43}	6.4×10^{-18}	0.38	0.38	38%
38	5.23×10^{44}	6.4×10^{-18}	0.44	0.44	44%
39	2.04×10^{46}	6.4×10^{-18}	0.50	0.50	50%
40	8.16×10^{47}	6.4×10^{-18}	0.57	0.57	57%
41	3.35×10^{49}	6.4×10^{-18}	0.63	0.63	63%
42	1.41×10^{51}	6.4×10^{-18}	0.69	0.69	69%
43	6.04×10^{52}	6.4×10^{-18}	0.74	0.74	74%
44	2.66×10^{54}	6.4×10^{-18}	0.79	0.79	79%
45	1.20×10^{56}	6.4×10^{-18}	0.83	0.83	83%
46	5.50×10^{57}	6.4×10^{-18}	0.86	0.86	86%
47	2.59×10^{59}	6.4×10^{-18}	0.89	0.89	89%

Solenoid Valve B5.8 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
48	1.24 x 10 ⁶¹	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.92	0.92	92%
49	6.08 x 10 ⁶²	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.94	0.94	94%
50	3.04 x 10 ⁶⁴	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.95	0.95	95%
51	1.55 x 10 ⁶⁶	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.97	0.97	97%
52	8.07 x 10 ⁶⁷	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.98	0.98	98%
53	4.27 x 10 ⁶⁹	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.98	0.98	98%
54	2.31 x 10 ⁷¹	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.99	0.99	99%
55	1.27 x 10 ⁷³	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.99	0.99	99%
56	7.11 x 10 ⁷⁴	6.4 x 10 ⁻¹⁸	0.99	0.99	99%
57	4.05 x 10 ⁷⁶	6.4 x 10 ⁻¹⁸	1.00	1.00	100%
58	2.35 x 10 ⁷⁸	6.4 x 10 ⁻¹⁸	1.00	1.00	100%
59	1.39 x 10 ⁸⁰	6.4 x 10 ⁻¹⁸	1.00	1.00	100%
60	8.32 x 10 ⁸¹	6.4 x 10 ⁻¹⁸	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 95%, maka perusahaan harus menyediakan *solenoid valve* B5.8 #4 sebanyak 50 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

4. Main Oil Burner B6 #4

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 23311 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{23311} = 7.41281$$

Main Oil Burner B6 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	6.03 x 10 ⁻⁴	6.03 x 10 ⁻⁴	0.00	0%
1	1	6.03 x 10 ⁻⁴	5.08 x 10 ⁻³	0.01	1%
2	2	6.03 x 10 ⁻⁴	2.17 x 10 ⁻²	0.02	2%
3	6	6.03 x 10 ⁻⁴	6.26 x 10 ⁻²	0.06	6%
4	24	6.03 x 10 ⁻⁴	0.14	0.14	14%
5	120	6.03 x 10 ⁻⁴	0.25	0.25	25%
6	720	6.03 x 10 ⁻⁴	0.39	0.39	39%

Main Oil Burner B6 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
7	5.04 x 10 ³	6.03 x 10 ⁻⁴	0.54	0.54	54%
8	4.03 x 10 ⁴	6.03 x 10 ⁻⁴	0.67	0.67	67%
9	3.63 x 10 ⁵	6.03 x 10 ⁻⁴	0.79	0.79	79%
10	3.63 x 10 ⁶	6.03 x 10 ⁻⁴	0.87	0.87	87%
11	3.99 x 10 ⁷	6.03 x 10 ⁻⁴	0.93	0.93	93%
12	4.79 x 10 ⁸	6.03 x 10 ⁻⁴	0.96	0.96	96%
13	6.23 x 10 ⁹	6.03 x 10 ⁻⁴	0.98	0.98	98%
14	8.72 x 10 ¹⁰	6.03 x 10 ⁻⁴	0.99	0.99	99%
15	1.31 x 10 ¹²	6.03 x 10 ⁻⁴	1.00	1.00	100%
16	2.09 x 10 ¹³	6.03 x 10 ⁻⁴	1.00	1.00	100%
17	3.56 x 10 ¹⁴	6.03 x 10 ⁻⁴	1.00	1.00	100%
18	6.40 x 10 ¹⁵	6.03 x 10 ⁻⁴	1.00	1.00	100%
19	1.22 x 10 ¹⁷	6.03 x 10 ⁻⁴	1.00	1.00	100%
20	2.43 x 10 ¹⁸	6.03 x 10 ⁻⁴	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 96%, maka perusahaan harus menyediakan *main oil burner* B6 #4 sebanyak 12 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

5. Main Oil Burner A7 #4

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 14991 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{14991} = 11.5269$$

Main Oil Burner A7 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	9.86 x 10 ⁻⁶	9.86 x 10 ⁻⁶	0.00	0%
1	1	9.86 x 10 ⁻⁶	1.24 x 10 ⁻⁴	0.00	0%
2	2	9.86 x 10 ⁻⁶	7.79 x 10 ⁻⁴	0.00	0%
3	6	9.86 x 10 ⁻⁶	3.30 x 10 ⁻³	0.00	0%
4	24	9.86 x 10 ⁻⁶	1.05 x 10 ⁻²	0.01	1%
5	120	9.86 x 10 ⁻⁶	2.73 x 10 ⁻²	0.03	3%

Main Oil Burner A7 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
6	720	9.86 x 10 ⁻⁶	5.94 x 10 ⁻²	0.06	6%
7	5.04 x 10 ³	9.86 x 10 ⁻⁶	0.11	0.11	11%
8	4.03 x 10 ⁴	9.86 x 10 ⁻⁶	0.19	0.19	19%
9	3.63 x 10 ⁵	9.86 x 10 ⁻⁶	0.29	0.29	29%
10	3.63 x 10 ⁶	9.86 x 10 ⁻⁶	0.40	0.40	40%
11	3.99 x 10 ⁷	9.86 x 10 ⁻⁶	0.52	0.52	52%
12	4.79 x 10 ⁸	9.86 x 10 ⁻⁶	0.63	0.63	63%
13	6.23 x 10 ⁹	9.86 x 10 ⁻⁶	0.73	0.73	73%
14	8.72 x 10 ¹⁰	9.86 x 10 ⁻⁶	0.81	0.81	81%
15	1.31 x 10 ¹²	9.86 x 10 ⁻⁶	0.88	0.88	88%
16	2.09 x 10 ¹³	9.86 x 10 ⁻⁶	0.92	0.92	92%
17	3.56 x 10 ¹⁴	9.86 x 10 ⁻⁶	0.95	0.95	95%
18	6.40 x 10 ¹⁵	9.86 x 10 ⁻⁶	0.97	0.97	97%
19	1.22 x 10 ¹⁷	9.86 x 10 ⁻⁶	0.99	0.99	99%
20	2.43 x 10 ¹⁸	9.86 x 10 ⁻⁶	0.99	0.99	99%
21	5.11 x 10 ¹⁹	9.86 x 10 ⁻⁶	1.00	1.00	100%
22	1.12 x 10 ²¹	9.86 x 10 ⁻⁶	1.00	1.00	100%
23	2.59 x 10 ²²	9.86 x 10 ⁻⁶	1.00	1.00	100%
24	6.20 x 10 ²³	9.86 x 10 ⁻⁶	1.00	1.00	100%
25	1.55 x 10 ²⁵	9.86 x 10 ⁻⁶	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 95%, maka perusahaan harus menyediakan *main oil burner* A7 #4 sebanyak 17 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

6. Skes Main Burner C2 #4

A = 2 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 77666 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{77666} = 4.44982$$

Skep Main Burner C2 #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	1.17 x 10 ⁻²	1.17 x 10 ⁻²	0.01	1%
1	1	1.17 x 10 ⁻²	6.37 x 10 ⁻²	0.06	6%
2	2	1.17 x 10 ⁻²	0.18	0.18	18%
3	6	1.17 x 10 ⁻²	0.35	0.35	35%
4	24	1.17 x 10 ⁻²	0.54	0.54	54%
5	120	1.17 x 10 ⁻²	0.71	0.71	71%
6	720	1.17 x 10 ⁻²	0.84	0.84	84%
7	5.04 x 10 ³	1.17 x 10 ⁻²	0.92	0.92	92%
8	4.03 x 10 ⁴	1.17 x 10 ⁻²	0.96	0.96	96%
9	3.63 x 10 ⁵	1.17 x 10 ⁻²	0.98	0.98	98%
10	3.63 x 10 ⁶	1.17 x 10 ⁻²	0.99	0.99	99%
11	3.99 x 10 ⁷	1.17 x 10 ⁻²	1.00	1.00	100%
12	4.79 x 10 ⁸	1.17 x 10 ⁻²	1.00	1.00	100%
13	6.23 x 10 ⁹	1.17 x 10 ⁻²	1.00	1.00	100%
14	8.72 x 10 ¹⁰	1.17 x 10 ⁻²	1.00	1.00	100%
15	1.31 x 10 ¹²	1.17 x 10 ⁻²	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 98%, maka perusahaan harus menyediakan *skep main burner* C2 #4 sebanyak 9 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

7. Gun Burner A #4

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 11586 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{11586} = 14.9146$$

Gun Burner A #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	3.33 x 10 ⁻⁷	3.33 x 10 ⁻⁷	0.00	0%
1	1	3.33 x 10 ⁻⁷	5.30 x 10 ⁻⁶	0.00	0%
2	2	3.33 x 10 ⁻⁷	4.24 x 10 ⁻⁵	0.00	0%
3	6	3.33 x 10 ⁻⁷	2.27 x 10 ⁻⁴	0.00	0%

<i>Gun Burner A #4</i>					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
4	24	3.33×10^{-7}	9.14×10^{-4}	0.00	0%
5	120	3.33×10^{-7}	2.96×10^{-3}	0.00	0%
6	720	3.33×10^{-7}	8.06×10^{-3}	0.01	1%
7	5.04×10^3	3.33×10^{-7}	1.89×10^{-2}	0.02	2%
8	4.03×10^4	3.33×10^{-7}	3.91×10^{-2}	0.04	4%
9	3.63×10^5	3.33×10^{-7}	7.27×10^{-2}	0.07	7%
10	3.63×10^6	3.33×10^{-7}	0.12	0.12	12%
11	3.99×10^7	3.33×10^{-7}	0.19	0.19	19%
12	4.79×10^8	3.33×10^{-7}	0.27	0.27	27%
13	6.23×10^9	3.33×10^{-7}	0.37	0.37	37%
14	8.72×10^{10}	3.33×10^{-7}	0.47	0.47	47%
15	1.31×10^{12}	3.33×10^{-7}	0.58	0.58	58%
16	2.09×10^{13}	3.33×10^{-7}	0.67	0.67	67%
17	3.56×10^{14}	3.33×10^{-7}	0.76	0.76	76%
18	6.40×10^{15}	3.33×10^{-7}	0.83	0.83	83%
19	1.22×10^{17}	3.33×10^{-7}	0.88	0.88	88%
20	2.43×10^{18}	3.33×10^{-7}	0.92	0.92	92%
21	5.11×10^{19}	3.33×10^{-7}	0.95	0.95	95%
22	1.12×10^{21}	3.33×10^{-7}	0.97	0.97	97%
23	2.59×10^{22}	3.33×10^{-7}	0.98	0.98	98%
24	6.20×10^{23}	3.33×10^{-7}	0.99	0.99	99%
25	1.55×10^{25}	3.33×10^{-7}	0.99	0.99	99%
26	4.03×10^{26}	3.33×10^{-7}	1.00	1.00	100%
27	1.09×10^{28}	3.33×10^{-7}	1.00	1.00	100%
28	3.05×10^{29}	3.33×10^{-7}	1.00	1.00	100%
29	8.84×10^{30}	3.33×10^{-7}	1.00	1.00	100%
30	2.65×10^{32}	3.33×10^{-7}	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 95%, maka perusahaan harus menyediakan *gun burner A #4* sebanyak 21 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

8. *Gun Burner C #4*

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 15250 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{15250} = 11.3311$$

<i>Gun Burner C #4</i>					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	1.20 x 10 ⁻⁵	1.20 x 10 ⁻⁵	0.00	0%
1	1	1.20 x 10 ⁻⁵	1.48 x 10 ⁻⁵	0.00	0%
2	2	1.20 x 10 ⁻⁵	9.18 x 10 ⁻⁴	0.00	0%
3	6	1.20 x 10 ⁻⁵	3.83 x 10 ⁻³	0.00	0%
4	24	1.20 x 10 ⁻⁵	1.21 x 10 ⁻²	0.01	1%
5	120	1.20 x 10 ⁻⁵	3.07 x 10 ⁻²	0.03	3%
6	720	1.20 x 10 ⁻⁵	6.60 x 10 ⁻²	0.07	7%
7	5.04 x 10 ³	1.20 x 10 ⁻⁵	0.12	0.12	12%
8	4.03 x 10 ⁴	1.20 x 10 ⁻⁵	0.20	0.20	20%
9	3.63 x 10 ⁵	1.20 x 10 ⁻⁵	0.31	0.31	31%
10	3.63 x 10 ⁶	1.20 x 10 ⁻⁵	0.42	0.42	42%
11	3.99 x 10 ⁷	1.20 x 10 ⁻⁵	0.54	0.54	54%
12	4.79 x 10 ⁸	1.20 x 10 ⁻⁵	0.65	0.65	65%
13	6.23 x 10 ⁹	1.20 x 10 ⁻⁵	0.75	0.75	75%
14	8.72 x 10 ¹⁰	1.20 x 10 ⁻⁵	0.83	0.83	83%
15	1.31 x 10 ¹²	1.20 x 10 ⁻⁵	0.89	0.89	89%
16	2.09 x 10 ¹³	1.20 x 10 ⁻⁵	0.93	0.93	93%
17	3.56 x 10 ¹⁴	1.20 x 10 ⁻⁵	0.96	0.96	96%
18	6.40 x 10 ¹⁵	1.20 x 10 ⁻⁵	0.98	0.98	98%
19	1.22 x 10 ¹⁷	1.20 x 10 ⁻⁵	0.99	0.99	99%
20	2.43 x 10 ¹⁸	1.20 x 10 ⁻⁵	0.99	0.99	99%
21	5.11 x 10 ¹⁹	1.20 x 10 ⁻⁵	1.00	1.00	100%
22	1.12 x 10 ²¹	1.20 x 10 ⁻⁵	1.00	1.00	100%
23	2.59 x 10 ²²	1.20 x 10 ⁻⁵	1.00	1.00	100%
24	6.20 x 10 ²³	1.20 x 10 ⁻⁵	1.00	1.00	100%
25	1.55 x 10 ²⁵	1.20 x 10 ⁻⁵	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 96%, maka perusahaan harus menyediakan *gun burner C #4* sebanyak 17 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

9. Rumah *Ring Burner #4*

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 22398 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{22398} = 7.71497$$

Rumah Ring Burner #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	$\{(\lambda t^n)[\exp(-\lambda t)]\}/n!$	P	P
0	1	4.46×10^{-4}	4.46×10^{-4}	0.00	0%
1	1	4.46×10^{-4}	3.89×10^{-3}	0.00	0%
2	2	4.46×10^{-4}	1.72×10^{-2}	0.02	2%
3	6	4.46×10^{-4}	5.13×10^{-2}	0.05	5%
4	24	4.46×10^{-4}	0.12	0.12	12%
5	120	4.46×10^{-4}	0.22	0.22	22%
6	720	4.46×10^{-4}	0.35	0.35	35%
7	5.04×10^3	4.46×10^{-4}	0.49	0.49	49%
8	4.03×10^4	4.46×10^{-4}	0.63	0.63	63%
9	3.63×10^5	4.46×10^{-4}	0.75	0.75	75%
10	3.63×10^6	4.46×10^{-4}	0.84	0.84	84%
11	3.99×10^7	4.46×10^{-4}	0.91	0.91	91%
12	4.79×10^8	4.46×10^{-4}	0.95	0.95	95%
13	6.23×10^9	4.46×10^{-4}	0.97	0.97	97%
14	8.72×10^{10}	4.46×10^{-4}	0.99	0.99	99%
15	1.31×10^{12}	4.46×10^{-4}	0.99	0.99	99%
16	2.09×10^{13}	4.46×10^{-4}	1.00	1.00	100%
17	3.56×10^{14}	4.46×10^{-4}	1.00	1.00	100%
18	6.40×10^{15}	4.46×10^{-4}	1.00	1.00	100%
19	1.22×10^{17}	4.46×10^{-4}	1.00	1.00	100%
20	2.43×10^{18}	4.46×10^{-4}	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 95%, maka perusahaan harus menyediakan rumah ring burner #4 sebanyak 12 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

10. Flame Detector #4

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF= 15669 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{15669} = 11.0281$$

Flame Detector #4					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	1.62 x 10 ⁻⁵	1.62 x 10 ⁻⁵	0.00	0%
1	1	1.62 x 10 ⁻⁵	1.95 x 10 ⁻⁴	0.00	0%
2	2	1.62 x 10 ⁻⁵	1.18 x 10 ⁻³	0.00	0%
3	6	1.62 x 10 ⁻⁵	4.81 x 10 ⁻³	0.00	0%
4	24	1.62 x 10 ⁻⁵	1.48 x 10 ⁻²	0.01	1%
5	120	1.62 x 10 ⁻⁵	3.69 x 10 ⁻²	0.04	4%
6	720	1.62 x 10 ⁻⁵	7.75 x 10 ⁻²	0.08	8%
7	5.04 x 10 ³	1.62 x 10 ⁻⁵	0.14	0.14	14%
8	4.03 x 10 ⁴	1.62 x 10 ⁻⁵	0.23	0.23	23%
9	3.63 x 10 ⁵	1.62 x 10 ⁻⁵	0.34	0.34	34%
10	3.63 x 10 ⁶	1.62 x 10 ⁻⁵	0.46	0.46	46%
11	3.99 x 10 ⁷	1.62 x 10 ⁻⁵	0.58	0.58	58%
12	4.79 x 10 ⁸	1.62 x 10 ⁻⁵	0.69	0.69	69%
13	6.23 x 10 ⁹	1.62 x 10 ⁻⁵	0.78	0.78	78%
14	8.72 x 10 ¹⁰	1.62 x 10 ⁻⁵	0.85	0.85	85%
15	1.31 x 10 ¹²	1.62 x 10 ⁻⁵	0.91	0.91	91%
16	2.09 x 10 ¹³	1.62 x 10 ⁻⁵	0.94	0.94	94%
17	3.56 x 10 ¹⁴	1.62 x 10 ⁻⁵	0.97	0.97	97%
18	6.40 x 10 ¹⁵	1.62 x 10 ⁻⁵	0.98	0.98	98%
19	1.22 x 10 ¹⁷	1.62 x 10 ⁻⁵	0.99	0.99	99%
20	2.43 x 10 ¹⁸	1.62 x 10 ⁻⁵	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 97%, maka perusahaan harus menyediakan *flame detector #4* sebanyak 17 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

11. Dudukan *Ring Burner #4*

A = 1 unit komponen

N = 20 unit peralatan

M = 720 jam/bulan

T = 12 bulan

MTTF = 62249 jam

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{6 \times 20 \times 720 \times 12}{62249} = 2.77595$$

Dudukan <i>Ring Burner #4</i>					
n	fact(n)	EXP(-λt)	{(λt^n)[exp(-λt)]}/n!	P	P
0	1	6.23×10^{-2}	0.06	0.06	6%
1	1	6.23×10^{-2}	0.24	0.24	24%
2	2	6.23×10^{-2}	0.48	0.48	48%
3	6	6.23×10^{-2}	0.70	0.70	70%
4	24	6.23×10^{-2}	0.85	0.85	85%
5	120	6.23×10^{-2}	0.94	0.94	94%
6	720	6.23×10^{-2}	0.98	0.98	98%
7	5.04×10^3	6.23×10^{-2}	0.99	0.99	99%
8	4.03×10^4	6.23×10^{-2}	1.00	1.00	100%
9	3.63×10^5	6.23×10^{-2}	1.00	1.00	100%
10	3.63×10^6	6.23×10^{-2}	1.00	1.00	100%

Untuk mencapai persediaan suku cadang dengan *confidence level* sebesar 98%, maka perusahaan harus menyediakan dudukan *ring burner #4* sebanyak 6 unit untuk periode 1 tahun ke depan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Kuesioner Tingkat Kepentingan pada Konsekuensi Kegagalan Peralatan

Bapak/Ibu yang saya hormati.

Saya Putri Ridhayanti, NRP 02411640000038, mahasiswi Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember sedang melakukan penelitian Tugas Akhir. Salah satu tujuan penelitian adalah melakukan perencanaan aktivitas pemeliharaan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* II. Kuesioner ini merupakan alat untuk menentukan tingkat kepentingan dari konsekuensi kegagalan peralatan pada PLTU. Pembobotan ini nantinya dijadikan sebagai acuan dalam evaluasi RCM II *Decision Diagram* dan menentukan aktivitas pemeliharaan.

Oleh karena itu, saya mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner berikut. Atas bantuan dan ketersediaan Bapak/Ibu, saya mengucapkan terima kasih.

Identitas Responden:

Nama : _____

Jabatan : _____

Petunjuk 1:

Pada bagian ini akan dilakukan penilaian tingkat kepentingan pada konsekuensi kegagalan peralatan. Konsekuensi kegagalan yang dinilai mengacu pada Moubray (1997), yaitu sebagai berikut:

No	Konsekuensi Kegagalan	Keterangan
1	<i>Hidden failure</i>	Terjadinya kegagalan tidak berdampak secara langsung.
2	<i>Safety</i>	Kegagalan yang terjadi menyebabkan orang lain cidera, celaka, atau bahkan kehilangan nyawa.
3	<i>Environment</i>	Kegagalan yang terjadi menyebabkan terganggunya keseimbangan lingkungan sekitar, menyebabkan pelanggaran terhadap standar lingkungan perusahaan, regional, atau nasional.
4	<i>Operational</i>	Kegagalan yang terjadi mempengaruhi proses produksi, hasil akhir produksi, kualitas produksi, ataupun biaya produksi selain biaya perawatan.
5	<i>Non Operational</i>	Kegagalan yang terjadi mempengaruhi hal-hal yang bersifat non operasional, misal biaya perawatan.

Kuesioner Konsekuensi Kegagalan

Petunjuk 2: Lingkari salah satu angka dengan membandingkan kepentingan kedua konsekuensi kegagalan di bawah

Keterangan:

Angka	Tingkat Kepentingan
1	Sama penting
3	Agak lebih penting
5	Lebih penting
7	Sangat penting
9	Mutlak penting

Contoh:

Safety	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Environment
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------

Dibaca: Konsekuensi kegagalan terhadap safety **sangat penting** dibandingkan konsekuensi kegagalan terhadap *environment*

Konsekuensi Kegagalan 1	Tingkat Kepentingan									Konsekuensi Kegagalan 2
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Safety</i>
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Environment</i>
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Operational</i>
<i>Hidden failure</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Environment</i>
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Operational</i>
<i>Safety</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>
<i>Environment</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Operational</i>
<i>Environment</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>
<i>Operational</i>	9	7	5	3	1	3	5	7	9	<i>Non Operational</i>

BIOGRAFI PENULIS



Putri Ridhayanti, biasa dipanggil Putri. Lahir di Wonogiri, 31 Juli 1998. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 2 Jatiwarno (2004-2010), SMP Negeri 5 Wonogiri (2010-2013), SMA Negeri 1 Sukoharjo (2013-2016), serta Sarjana Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2016-2020).

Penulis aktif berorganisasi selama kuliah dengan terlibat dalam beberapa kepanitiaan dan organisasi mahasiswa dalam kampus. Penulis aktif dalam organisasi sebagai Sekretaris I Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Industri (BEM FTI) ITS 2018/2019, Staff Dalam Negeri BEM FTI ITS 2017/2018, dan Staff Internal Ikemas Surabaya 2016/2017. Pada tahun 2019, penulis berkesempatan menjadi asisten mata kuliah Pengantar Teknik dan Sistem Industri. Penulis pernah mengikuti perlombaan Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Teknologi (PKM-T) yang didanai oleh Kementerian Ristek Dikti Republik Indonesia tahun 2018.

Dalam rangka pengaplikasian keilmuan Teknik Industri, penulis pernah melaksanakan Kerja Praktik di PT Petrokimia Gresik (Departemen Pemeliharaan I) pada Juli 2019 dan magang di PT Pembangkitan Jawa Bali (Divisi *Supply Chain Management*) pada Januari-Maret 2020.

Untuk keperluan penelitian, penulis dapat dihubungi melalui email putrii.ridha31@gmail.com.