



TUGAS AKHIR - TF 141581

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM
PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS
RISIKO PADA *HIGH PRESSURE HEATER (HPH)*
DI PT. PJB UNIT PEMBANGKIT 4 GRESIK**

DEVIC OKTORA
NRP 2413 106 007

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.

JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TF 141581

***IMPLEMENTATION OF HAZOP METHOD IN
HAZARD IDENTIFICATION PROCESS AND RISK
ANALYSIS OF HIGH PRESSURE HEATER (HPH)
AT PT.PJB UNIT 4 GRESIK***

DEVIC OKTORA
NRP 2413 106 007

Supervisor:
Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.

DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 201

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES
IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO PADA
HIGH PRESSURE HEATER (HPH) DI PT. PJB UNIT
PEMBANGKIT 4 GRESIK**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Devic Oktora
NRP : 2413 106 007

Surabaya, Januari 2016
Mengetahui/Menyetujui,

Pembimbing I,

Dr. Ir. Ali Musvafa', M.Sc.
NIP. 19600901198701 1 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS

Agus M. Hatta, ST, M.Si, Ph.D.
NIP. 19780902200312 1 002

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES
IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO PADA
HIGH PRESSURE HEATER (HPH) DI PT. PJB UNIT
PEMBANGKIT 4 GRESIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Bidang Studi Instrumentasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**DEVIC OKTORA
NRP. 2413106007**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc. (Pembimbing)
2. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Sc. (Ketua Penguji)
3. Dr. Ir. Purwadi A.D., M.Sc. (Penguji I)
4. Lizda Johar Mawarani, ST, MT (Penguji II)
5. Murry Raditya, ST, MT (Penguji III)

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES
IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO PADA
HIGH PRESSURE HEATER (HPH) DI PT. PJB UNIT
PEMBANGKIT 4 GRESIK**

Nama : Devic Oktora
NRP : 2413106007
Jurusan : Teknik Fisika
Pembimbing 1 : Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.

Abstrak

Di PT. PJB UP Gresik terdapat *high pressure heater* (HPH) sebagai pemanas awal dengan tekanan tinggi yang mendapatkan *feedwater* dari *boiler feed pump* (BFP). Bahaya timbul baik berasal dari komponen-komponennya sendiri, maupun yang berasal dari luar. Dengan pemanasan awal pada air umpan, maka efisiensi di sebuah PLTU dapat ditingkatkan dengan alasan bahwa setelah air umpan yang dipanaskan awal akan memerlukan panas yang lebih sedikit pada proses pemanasan di boiler dibandingkan tanpa unit *heater*. [2] Pada tahun 2008 dan 2014 terdapat kegagalan pada system HPH yang mengakibatkan terjadinya bypass. Berdasarkan alasan tersebut, perlu dilakukan identifikasi bahaya dan analisis resiko dengan metode HAZOP. Tingkat risiko bahaya didapatkan dari perkalian *likelihood* dan *consequence* berdasarkan standar PT. PJB UP Gresik. Dari hasil analisis terdapat dua bahaya, yaitu pecahnya tube sehingga menaikkan level dan tekanan drum serta hilangnya *feedwater* pada HPH serta kegagalan system minimal flow yang dapat mengakibatkan kavitasi sehingga merusak BFP. Dari HAZOP worksheet, diperoleh instrumen yang memiliki risiko rendah berjumlah 3. Dan instrumen dengan tingkat risiko menengah sebanyak 15. Selain itu terdapat pula instrumen dengan risiko tinggi dengan jumlah 14.

Kata Kunci: HPH, BFP, *likelihood*, *consequence*, HAZOP

IMPLEMENTATION OF HAZOP METHOD IN HAZARD IDENTIFICATION PROCESS AND RISK ANALYSIS OF HIGH PRESSURE HEATER (HPH) AT PT.PJB UNIT 4 GRESIK

Name : Devic Oktora
NRP : 2413 106 007
Major : *Engineering Physics* FTI - ITS
Supervising Lecturer : Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.

Abstract

In PT. PJB UP Gresik use high pressure heater (HPH) as a preheater with boiler feed pump(BFP) as supplier of feed water. By preheating the feed water, we can increase efficiency of power plant the reason is after the initial heated feed water will require less heat in the heating process in the boiler compared without preheater unit.[2] Hazard arise either from the components themselves, or coming from outside. Based on these reasons, it is necessary to identify the hazard and risk analysis with HAZOP method. Hazard risk level is obtained by multiplying the likelihood and consequence based on the standard PT. PJB UP Gresik. From the analysis there are two dangers, namely the outbreak of the tube so as to raise the level and pressure drums as well as the loss of feedwater on HPH and minimal flow system failures that can result in cavitation thus damaging the BFP. From HAZOP worksheet, obtained 3 instrument with low risk . And instrumen with moderate-risk as much as 15. In addition there is also 14instrument with high risk.

Keywords: HPH, BFP, likelihood, consequence, HAZOP

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah Swt. yang memberikan kekuatan dan kemampuan kepada penulis dalam menjalani setiap langkahnya di dunia ini. Akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tuga Akhir dengan Judul “ **Implementasi Metode HAZOP Dalam Proses Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada High Pressure Heater (HPH) Di PT. PJB UP 4 Gresik’** .

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berperan dalam penulisan ini, di antaranya:

1. Bapak Agus M. Hatta ST, M.Si., Ph. D. selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS Surabaya dan wali penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Ali Musyafa’ M.Sc. selaku pembimbing tugas akhir yang banyak sekali membantu dalam penelitian ini.
3. Bapak Idrus Salam selaku pembimbing lapangan yang telah banyak membantu penelitian.
4. Ibu Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Sc. selaku ketua penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran dalam penelitian ini.
5. Bapak Dr. Ir Purwadi selaku penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran dalam penelitian ini.
6. Ibu Lizda Joha Mawarani, ST, MT selaku penguji yang telah banyak member kritik dan saran dalam penelitian ini.
7. Bapak Murry R. selaku penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran serta semangat
8. Bapak Lukat dan Mbak Shinta selaku staff Rendal yang memberikan dukungan data pada penelitian ini.
9. Bapak Wahyu Jatmika selaku Kepala CCR Unit 3&4 yang telah berkenan menjadi narasumber.
10. Mas Bachtiar yang telah membantu mempermudah proses pengambilan data.
11. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Fisika ITS yang telah banyak member ilmu dan pengalaman.
12. Teman-teman seperjuangan Lintas Jalur Genap 2013 yang selalu menghibur.

13. Seluruh teman-teman Teknik Fisika Lisntas Jalur yang selalu member motivasi dan semangat.
14. Orang tua dan keluarga yang tak berhenti memberi dukungan dan doanya kepada penulis.

Serta seluruh pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk mencapai kesempurnaan dalam penulisan ini. Namun, masih terdapat kesalahan dan kekurangan dalam laporan ini. Oleh karena itu, dengan tangan terbuka penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kemajuan penulis.

Surabaya, Januari 2016

Devic Oktora

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Hazard and Operability Studies (HAZOP)</i>	5
2.2 Karakteristik HAZOP.....	6
2.3 Identifikasi Bahaya dengan HAZOP <i>Worksheet</i> dan <i>Risk Assesment</i>	7
2.4 Siklus Rankine.....	10
2.5 <i>High Pressure Heater (HPH)</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2 Studi Literatur.....	17
3.3 Pengambilan Data.....	17
3.4 Penentuan Node.....	18
3.5 Identifikasi Bahaya.....	18
3.6 Penentuan Consequence dan Likelihood.....	19

3.7	Pemeringkatan Tingkat Risiko	20
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Analisis Bahaya	23
4.1.1	<i>High Pressure Heater 6 (HPH 6)</i>	23
4.1.2	<i>High Pressure Heater 7 (HPH 7)</i>	28
4.1.3	<i>High Pressure Heater 8 (HPH 8)</i>	31
4.1.4	<i>Boiler Feed Pump (BFP)</i>	35
4.1.5	Analisis Risiko Keseluruhan.....	39
4.2	Pembahasan	40
BAB V PENUTUP		43
5.1	Simpulan.....	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		
LAMPIRAN D		
LAMPIRAN E		
LAMPIRAN F		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kriteria <i>risk matrix</i> PT. PJB UP Gresik.....	10
Gambar 2.2 Siklus rankine dengan <i>reheater</i> [8]	11
Gambar 2.3 Siklus rankine dengan <i>regenerative open feed water heater</i>	13
Gambar 2.4 Diagram T-S siklus rankine dengan <i>regenerative open feed water heater</i> [8]	13
Gambar 2.5 Siklus rankine dengan <i>regenerative close feed Water heater</i> [8].....	14
Gambar 2.6 Diagram T-S siklus rankine dengan <i>regenerative close feed water heater</i> [8].....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4.1 P&ID <i>node</i> HPH 6	23
Gambar 4.2 P&ID <i>node</i> HPH 7	28
Gambar 4.3 P&ID <i>node</i> HPH 8	31
Gambar 4.4 P&ID <i>node</i> BFP	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria <i>likelihood</i> PT. PJB UP Gresik	8
Tabel 2.2 Kriteria <i>consequence</i> PT.PJB UP Gresik	9
Tabel 2.3 Pemeringkatan risiko	10
Tabel 3.1 Pembagian Node.....	18
Tabel 3.2 Contoh Guide Word.....	19
Tabel 3.3 Skala <i>Likelihood</i>	20
Tabel 4.1 Data <i>guideword node</i> HPH 6.....	24
Tabel 4.2 Data <i>likelihood node</i> HPH 6.....	25
Tabel 4.3 Data <i>consequence node</i> HPH 6	26
Tabel 4.4 Data <i>risk node</i> HPH 6.....	27
Tabel 4.5 Data <i>guideword node</i> HPH 7.....	29
Tabel 4.6 Data <i>likelihood node</i> HPH 7	29
Tabel 4.7 Data <i>consequence node</i> HPH 7	30
Tabel 4.8 Data <i>risk node</i> HPH 7	31
Tabel 4.9 Data <i>guideword node</i> HPH 8.....	32
Tabel 4.10 Data <i>likelihood node</i> HPH 8.....	33
Tabel 4.11 Data <i>consequence node</i> HPH 8	34
Tabel 4.12 Data <i>risk node</i> HPH 8	34
Tabel 4.13 Data <i>guideword node</i> BFP.....	36
Tabel 4.14 Data <i>likelihood node</i> BFP.....	37
Tabel 4.15 Data <i>consequence node</i> BFP	38
Tabel 4.16 Data <i>risk node</i> BFP.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia pembangkitan listrik paling banyak menggunakan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Sistem pembangkit listrik tenaga uap terdiri dari komponen utama berupa boiler, turbin, generator, dan kondensor.[1] Namun komponen-komponen tersebut tidak akan dapat berjalan dengan baik apabila tidak ada komponen penunjang, salah satunya adalah sistem *feed water*. Sebelum diubah menjadi uap di unit boiler, *feed water* ini dilakukan penangan-penangan secara bertahap, mulai di unit desal (*desalination plant*) untuk dihilangkan kadar garamnya, kemudian dialirkan ke demin untuk dihilangkan kadar mineralnya, serta dilakukan ke *condesate polishing* untuk dihilangkan *impurities* / kotoran-kotoran dengan resin anion dan kation. Air yang telah melewati proses penghilangan kotoran-kotoran ini, akan dialirkan ke unit pemanas awal (*heater*), baik pemanas awal bertekanan rendah (*low pressure heater/LPH*) maupun pemanas awal bertekanan tinggi (*high pressure heater/HPH*). Tidak luput juga air penguapan dialirkan ke unit deaerator agar kadar oksigen yang terkandung di air penguapan dapat dihilangkan.

Proses pemanasan awal di unit *heater* sangat penting dilakukan pada setiap siklus PLTU. Dengan pemanasan awal pada air penguapan ini, maka efisiensi di sebuah PLTU dapat ditingkatkan dengan alasan bahwa setelah air penguapan yang dipanaskan awal akan memerlukan panas yang lebih sedikit pada proses pemanasan di boiler dibandingkan tanpa unit *heater*. [2] Proses pemanasan awal pada air penguapan juga dilakukan dengan menggunakan uap ekstraksi (*steam extraction*) dari *high pressure turbin* untuk pemanas awal bertekanan tinggi, dan dari *low pressure turbin* untuk pemanas awal bertekanan rendah. Dengan dilakukan proses pemanasan awal ini, jelas akan menghemat bahan bakar untuk proses penguapan air menjadi uap. Proses pemanasan awal *feedwater* memiliki dua acuan yaitu tekanan

dantemperatur, oleh karenanya kedua faktor tersebut harus dijaga agar selaluberada pada nilai standar yang ditetapkan.

Untuk menjaga sistem tetap berjalan standar perlu adanya identifikasi bahaya. Bahaya timbul baik berasal dari komponen-komponennya sendiri, maupun yang berasal dari luar. Tidak dapat dipungkiri bahwa keselamatan menjadi hal terpenting dalam setiap proses, karena dengan kurangnya sistem safety yang diterapkan dapat menyebabkan kecelakaan kerja hingga hilangnya nyawa pekerja. Oleh karenanya analisa keselamatan sangat diperlukan untuk semua komponen yang terlibat dalam suatu industry, khususnya untuk komponen yang memiliki resiko besar terjadi kegagalan, seperti halnya *high pressure heater (HPH)* yang bekerja pada temperature dan tekanan tinggi.[2] Pada tahun 2008 dan 2014 terjadi kegagalan pada system *high pressure heater (HPH)* yang mengakibatkan terjaidnya bypass sehingga menurunkan efisiensi di PT.PJB Unit Pembangkit Gresik. Berdasarkan alasan tersebut, perlu dilakukan identifikasi bahaya dan analisis resiko dengan metode HAZOP. Analisis ini berkaitan dengan penyebab-penyebab kegagalan yang mungkin terjadi pada komponen utama *high pressure heater (HPH)* yang nantinya akan disebut dengan *node*. Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode HAZOP dalam mengidentifikasi bahaya dan analisis resiko di *high pressure heater (HPH)* di PT. PJB Unit Pembangkit 4 Gresik.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana mengimplementasikan HAZOP untuk mengidentifikasi bahaya dan analisis resiko di *high pressure heater (HPH)* di PT. PJB Unit Pembangkit 4 Gresik.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin Dicapai dalam tugas akhir ini adalah mengimplementasikan metode HAZOP untuk mengidentifikasi bahaya dan analisis resiko di *high pressure heater (HPH)* PT. PJB Unit Pembangkit 4 Gresik.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang muncul maka dalam pengerjaan tugas akhir ini diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut :

- Data tentang spesifikasi, perawatan, dan kecelakaan yang terjadi berdasarkan data PT. PJB Gresik.
- Objek penelitian meliputi *high pressure heater (HPH)* beserta instrumen pendukungnya.
- Analisis yang dilakukan menggunakan metode HAZOP



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Hazard and Operability Studies (HAZOP)

Munawir (2010) mendefinisikan HAZOP berasal dari kata *hazard and operability studies* sebagai berikut: (1) *hazard* merupakan kondisi fisik yang berpotensi menyebabkan kerugian, kecelakaan, bagi manusia, dan atau kerusakan alat, lingkungan atau bangunan; dan (2) *operability studies* merupakan beberapa bagian kondisi operasi yang sudah ada dan dirancang namun kemungkinan dapat menyebabkan *shutdown* yang menimbulkan rentetan insiden yang merugikan perusahaan.

The Hazard and Operability Study (HAZOP) adalah standar teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam suatu sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah *operability*-nya. HAZOP adalah suatu metode identifikasi bahaya yang sistematis teliti dan terstruktur untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan yang mengganggu jalannya proses dan risiko yang terdapat pada suatu peralatan yang dapat menimbulkan risiko merugikan bagi manusia/fasilitas pada sistem. Dengan kata lain metode ini digunakan sebagai upaya pencegahan sehingga proses yang berlangsung dalam suatu sistem dapat berjalan lancar dan aman (Juliana, 2008).

Tujuan penggunaan HAZOP sendiri adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan. HAZOP secara sistematis mengidentifikasi setiap kemungkinan penyimpangan (*deviation*) dari kondisi operasi yang telah ditetapkan dari suatu *plant*, mencari berbagai faktor penyebab (*cause*) yang memungkinkan timbulnya kondisi abnormal tersebut, dan menentukan konsekuensi yang merugikan sebagai akibat terjadinya penyimpangan serta memberikan rekomendasi atau tindakan yang dapat dilakukan untuk

mengurangi dampak dari potensi risiko yang telah berhasil diidentifikasi (Munawir, 2010).

Dengan demikian HAZOP adalah suatu cara-cara operasional untuk menanggulangi bahaya yang dapat terjadi di tempat kerja, mulai dari analisis, identifikasi, dan investigasi serta penyediaan jalan atau solusi untuk menghindari dan menanggulangi bahaya yang ada. Dan juga untuk mengetahui serta mencegah kecelakaan, baik itu kecelakaan ringan maupun kecelakaan yang berat dan merugikan pihak pekerja dan perusahaan. HAZOP biasanya dilakukan sebagai pemeriksaan akhir ketika perencanaan yang mendetail telah terselesaikan. Juga dapat dilakukan pada fasilitas yang ada untuk mengidentifikasi modifikasi yang harus dilakukan untuk mengurangi masalah resiko dan pengoperasian.

Karakteristik HAZOP

Sebagai suatu teknik yang digunakan untuk mempelajari kemungkinan penyimpangan dari operasi normal, HAZOP memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Sistematis, menggunakan struktur atau susunan yang tinggi dengan mengandalkan pada *guidewords* dan gagasan tim untuk melanjutkan dan memastikan *safeguard* ssesuai atau tidak dengan tempat dan objek yang sedang diuji.
- Pengkhususan bentuk oleh berbagai macam disiplin ilmu yang dimiliki oleh anggota tim.
- Dapat digunakan untuk berbagai macam sistem atau prosedur.
- Penggunaannya lebih sebagai sistem pada teknik penafsiran bahaya.
- Perkiraan awal, sehingga mampumenghasilkan kualitas yang baik meskipun kuantitas adalah juga mempengaruhi.

HAZOP dapat digunakan secara bersamaan dalam proses identifikasi *safety hazard* dan juga pada sistem operasi secara kontinyu, khususnya pada fluida dan juga digunakan secara bersamaan untuk review prosedur serta rangkaian operasi.

Identifikasi Bahaya dengan HAZOP *Worksheet* dan Risk *Assesment*

Langkah-langkah untuk melakukan identifikasi *hazard* dengan menggunakan *HAZOP worksheet* dan *Risk Assessment* adalah sebagai berikut:

- i. Mengetahui urutan proses yang ada pada area penelitian.
- ii. Mengidentifikasi *hazard* yang ditemukan pada area penelitian.
- iii. Melengkapi kriteria yang ada pada *HAZOP worksheet* dengan urutan sebagai berikut:
 - a) Mengklasifikasikan *hazard* yang ditemukan (sumber *hazard* dan frekuensi temuan *hazard*).
 - b) Mendeskripsikan *deviation* (penyimpangan) yang terjadiselama proses operasi
 - c) Mendeskripsikan penyebab (*cause*) terjadinya penyimpangan.
 - d) Mendeskripsikan apa yang dapat ditimbulkan dari penyimpangan tersebut (*consequences*)
 - e) Menentukan *action* atau tindakan sementara yang dapat dilakukan.
 - f) Menilai risiko (*risk assesment*) yang timbul dengan mendefinisikan kriteria *likelihood* dan *consequences/severity*. Kriteria *likelihood* sepertipada Tabel 1, yang digunakan adalah frekuensi dimana dalam perhitungannya secara kuantitatif berdasarkan data atau *record* perusahaan selama kurun waktu tertentu. Kriteria *consequences/severity*, yang digunakan adalah akibat apa yang akan diterima pekerja yang didefinisikan secara kualitatif dan mempertimbangkan hari kerja yang hilang.
 - g) Melakukan perangkingan dari *hazard* yang telah diidentifikasi menggunakan *worksheet* HAZOP dengan memperhitungkan *likelihood* dan *consequence*, kemudian menggunakan *risk matrix*, untuk mengetahui prioritas *hazard* yang harus diberiprioritas untuk diperbaiki.

- h) Merancang perbaikan untuk risiko yang memiliki level "Ekstrim", kemudian melakukan rekomendasi perbaikan untuk proses.

Tabel 0.1 Kriteria *likelihood* PT. PJB UP Gresik

Parameter Risiko		Deskripsi Kualitatif	Deskripsi Kuantitatif
Tingkat Kemungkinan			
5	Sangat Besar	Hampir dapat dipastikan akan terjadi	Terjadi >12 kali dalam rentang 1 tahun
4	Besar	Kemungkinan besar akan terjadi	Terjadi 2 sampai 12 kali dalam rentang waktu 1 tahun
3	Sedang	Kemungkinan sama antara akan terjadi dan tidak terjadi	Terjadi 1 kali dalam rentang waktu 1 tahun terakhir
2	Kecil	Kemungkinan kecil akan terjadi	Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu antara 2 sampai 4 tahun
1	Sangat Kecil	Hampir dapat dipastikan tidak akan terjadi	Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu 5 tahun

Tabel 0.2 Kriteria *consequence* PT.PJB UP Gresik

Kategori / Parameter Risiko	Tidak Signifikan	Minor	Medium	Signifikan	Malapetaka
Rating	1	2	3	4	5
Kriteria Umum	Dampak risiko dapat diterima, atau mitigasi dengan aktifitas rutin	Dampak risiko dapat diterima, atau dapat dikendalikan dengan effort minimal	Dampak risiko berpotensi menurunkan sasaran perusahaan . Diperlukan penanganan/mitigasi	Dampak risiko berpotensi menghambat sasaran perusahaan. Wajib dilakukan penanganan khusus untuk memitigasinya.	Dampak risiko berpotensi gagal kan sasaran perusahaan . Wajib dilakukan penanganan khusus

Like liho od	Sangat Besar	5	m	m	t	e	e
	Besar	4	r	m	t	e	e
	Sedang	3	r	m	t	t	e
	Kecil	2	r	r	m	t	e
	Sangat Kecil	1	r	r	m	t	e
		1	2	3	4	5	
		Tidak Signifikan	Minor	Medi um	Signifi kan	Malape taka	
<i>Consequence</i>							

Gambar 0.1 Kriteria *risk matrix* PT. PJB UP Gresik

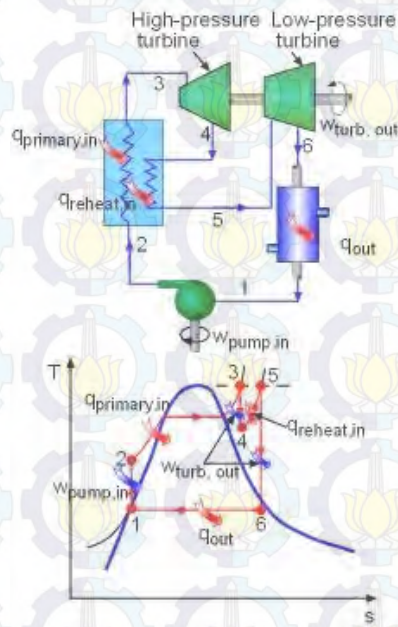
Tabel 0.3 Pemeringkatan risiko

Peringkat	Skala	Kesimpulan
rendah	1-4	Risiko dapat diterima, langkah pengendalian dinilai efektif
menengah	3-10	Risiko belum dapat diterima, perlu dilakukan tindakan pengendalian tambahan
tinggi	4-15	Risiko tidak dapat diterima, harus dilakukan tindakan pengendalian
ekstrem	5-25	Risiko sangat tidak dapat diterima harus dilakukan tindakan pengendalian segera

Siklus Rankine

Secara ideal efisiensi termal dari siklus rankine berkisar di angka 42%. Ada beberapa cara untuk meningkatkan efisiensi termal siklus rankine dengan memodifikasi siklusnya.

Cara pertama adalah dengan menggunakan dua turbin uap (*High Pressure* dan *Low Pressure*) yang keduanya berada pada satu poros. Uap air yang keluar dari turbin *High Pressure* masuk kembali ke boiler untuk dipanaskan kembali menjadi uap superheat. Setelah itu uap air tersebut kembali masuk ke turbin uap *Low Pressure*. Dari turbin kedua ini uap air masuk ke kondensator. PLTU modern sudah banyak menggunakan tiga atau bahkan 4 turbin uap, yaitu *High Pressure Turbine*, *Intermediate Pressure Turbine*, dan *Low Pressure Turbine*. Uap air *reheater* masuk kembali ke turbin *intermediate pressure*, selanjutnya tanpa mengalami *reheater* lagi uap air yang keluar dari *intermediate pressure turbine* masuk ke *low pressure turbine*.



Gambar 0.2 Siklus rankine dengan *reheater*[8]

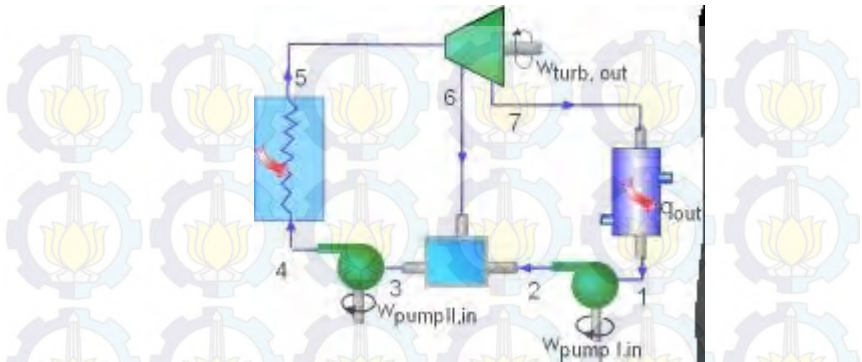
Penambahan penggunaan satu tahap *reheat* akan meningkatkan efisiensi termal siklus rankine sebesar 3-4%, penambahan dua tahap *reheater* menaikkan efisiensi sebesar 1,5-2%, penambahan tiga tahap *reheater* menaikkan efisiensi sebesar 0,75-1%, dan begitu seterusnya. Akan tetapi umumnya hanya dipergunakan satu tahap *reheater* saja.

Cara meningkatkan efisiensi siklus rankine yang kedua adalah dengan menggunakan preheater atau pemanasan awal dari fluida kerja sebelum ia masuk ke boiler. Cara ini disebut dengan *Regenerative Rankine Cycle*.

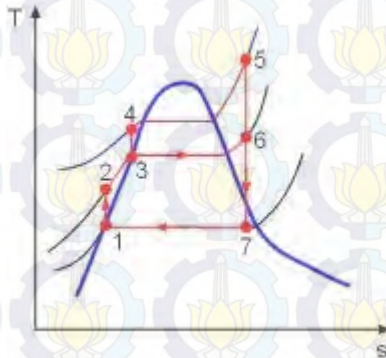
Sumber panas yang digunakan untuk preheater berasal dari uap air yang diambil dari turbine uap pada *stage* tertentu (*Extraction Steam*). Uap panas ini dialirkan melewati pipa menuju ke *heat exchanger* dan bertemu dengan air kondensat atau *feed water*. Air kondensat yang keluar dari kondensor dipompa oleh pompa ekstraksi kondensat menuju *heat exchanger* tersebut.

High Pressure Heater (HPH)

Ada dua macam proses perpindahan panas yang terjadi, yang otomatis ada dua jenis juga *heat exchanger* yang biasa digunakan. Yang pertama adalah tipe *Open Feed Water Heater*, yang mana tipe ini bersifat terbuka, perpindahan panas secara konveksi, *extraction steam* bertemu dan bercampur langsung dengan fluida kerja di sebuah wadah tertentu. Kelemahan sistem ini adalah tidak dapat digunakan apabila antara *extraction steam* dengan fluida kerja terdapat perbedaan tekanan yang terlalu besar, tetapi memiliki kelebihan dalam sisi ekonomis dan perpindahan panas yang maksimal karena kedua media bertemu secara langsung.



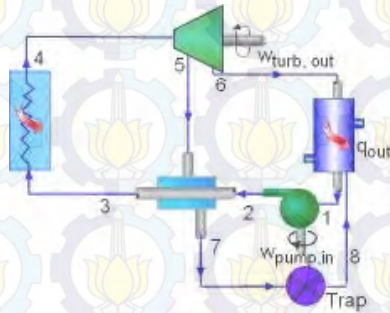
Gambar 0.3 Siklus rankine dengan *regenerative open feed water heater*



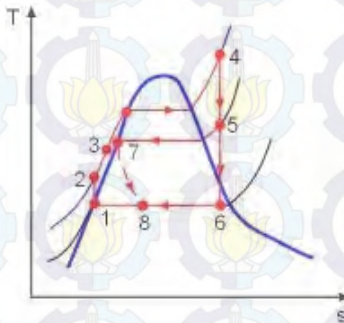
Gambar 0.4 Diagram T-S siklus rankine dengan *regenerative open feed water heater*[8]

Massa aliran fluida pada setiap komponen menjadi berbeda karena adanya *extraction steam*. Apabila 1 kg uap air masuk ke turbin, dan y kg menjadi *extraction steam*, dan $(1-y)$ kg berlanjut menuju ke boiler

Tipe yang kedua adalah tipe tertutup (*Close Feed Water Heater*), yang mana di dalamnya terjadi perpindahan panas secara konduksi, uap air pada sisi *shell* dan fluida kerja di sisi pipa. Tipe ini dapat digunakan apabila kedua media dalam kondisi perbedaan tekanan yang besar, namun kelemahannya adalah harga yang lebih mahal serta perpindahan panas yang lebih kecil karena kedua media tidak bertemu secara langsung.

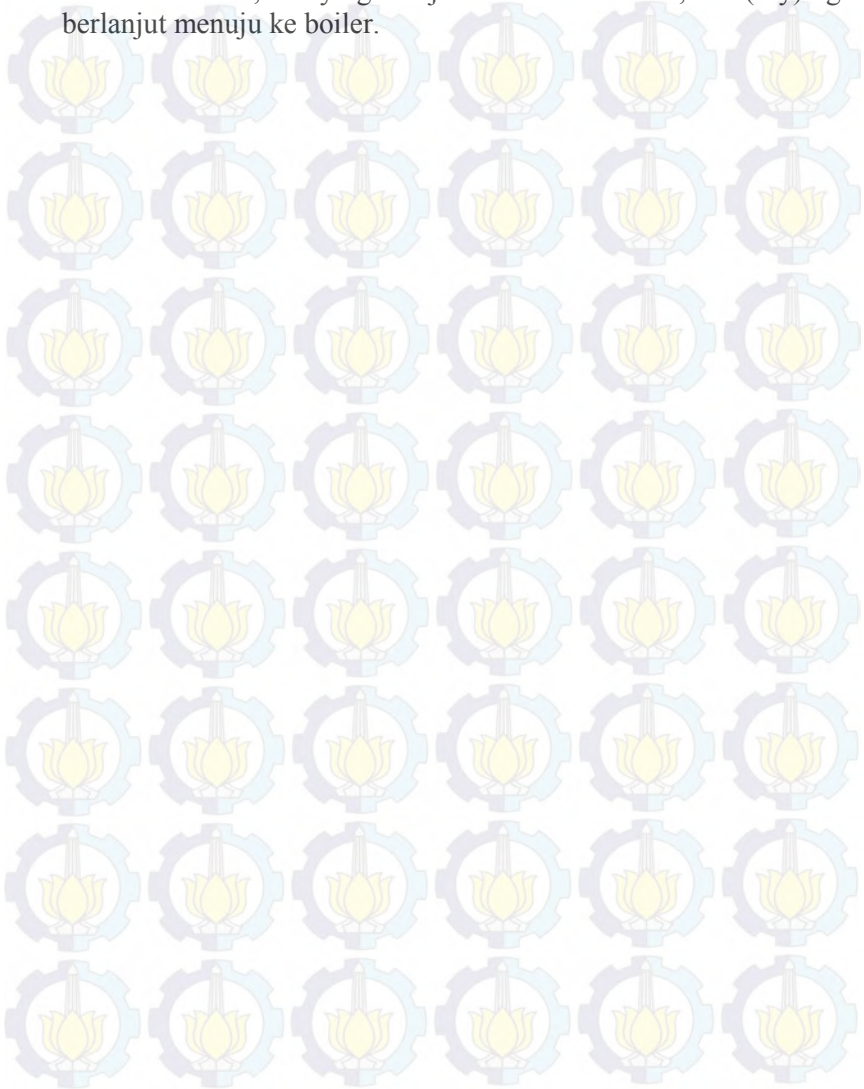


Gambar 0.5 Siklus rankine dengan *regenerative close feed Water heater*[8]



Gambar 0.6 Diagram T-S siklus rankine dengan *regenerative close feed water heater*[8]

Sama dengan *Open Feed Water Heater* apabila 1 kg uap air masuk ke turbin, dan y kg menjadi *extraction steam*, dan $(1-y)$ kg berlanjut menuju ke boiler.

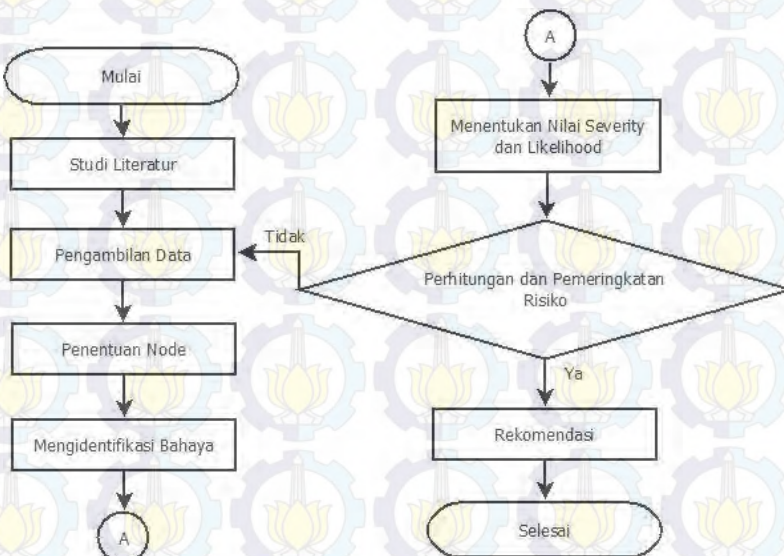




Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 0.1 Diagram Alir Penelitian

Studi Literatur

Mencari dan mempelajari literatur tentang bahaya, risiko, PLTU, *feed water system*, *Boiler Feed Pump (BFP)*, *High pressure heater (HPH)*, *Siklus Rankine*, dan metode HAZOP baik dari jurnal nasional ataupun internasional dan buku.

Pengambilan Data

Data yang menunjang dalam analisa HAZOP ini diambil dari data PT. PJB UP Gresik antara lain :

- Data proses operasi dari komponen-komponen BFP dan HPH Unit 4. Data yang diambil adalah data

proses dari 2 Pebruari 2015 – 2 Maret 2015. Data diambil setiap satu jam sekali.

- P&ID (*piping and instrumentation diagram*) BFP dan HPH Unit 4.
- *Prosses Flow Diagram (PFD)* dari CCR.
- Data maintenance dari BFP dan HPH Unit 4 selama 10 tahun terakhir.

Penentuan Node

Pada system pemanasan awal ini untuk mempermudah identifikasi bahaya dibagi menjadi node-node. Pembagian node yang akan dianalisa akan dijelaskan pada table dibawah ini.

Tabel 0.1 Pembagian Node

Node	Deskripsi	Keterangan
1	<i>High Pressure Heater 6</i>	Sistem pemanas awal bertekanan tinggi untuk fasa awal
2	<i>High Pressure Heater 7</i>	Sistem pemanas awal bertekanan tinggi untuk fasa intermediate
3	<i>High Pressure Heater 8</i>	Sistem pemanas awal bertekanan tinggi untuk fasa lanjut
4	<i>Boiler Feed Pump</i>	Pompa penyalur dai deaerator ke high pressure heater dan berfungsi untuk meningkatkan tekanan dari sistem

Identifikasi Bahaya

Dalam identifikasi bahaya, digunakan *guide word* sebagai kata yang menunjukkan penyimpangan/deviasi suatu kejadian. *Guide word* ini diikuti oleh parameter proses yang signifikan pada node tersebut. Contoh *guide word* ditunjukkan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 0.2 Contoh Guide Word

No.	Guideword	Arti	Contoh
1	No (Not, None)	Tidak ada tujuan perancangan yang tercapai	Tidak ada aliran ketika produksi
2	More (More of, Higher)	Peningkatan kuantitatif pada parameter	Suhu lebih tinggi dibanding perancangan
3	Less (Less of, Lower)	Penurunan kuantitatif pada parameter	Tekanan lebih rendah dari kondisi normal
4	As Well As (More Than)	Tambahan aktivitas/ kegiatan terjadi	Katup lain menutup pada saat yang sama (kesalahan logika/kesalahan manusia)
5	Part of	Hanya beberapa tujuan perancangan yang tercapai	Hanya sebagian dari system yang berhenti
6	Reverse	Lawan dari tujuan perancangan yang tercapai	Hanya sebagian dari system yang berhenti
7	Other Than (Other)	Penggantian lengkap- Kegiatan lain terjadi	Adanya cairan dalam perpipaan gas

Penentuan Consequence dan Likelihood

a. *Consequence*

Consequence adalah tingkat keparahan kecelakaan yang akan terjadi. *Consequence* juga menjelaskan konsekuensi yang terjadi pada suatu kecelakaan. Penjelasan dari *Consequence* dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

b. *Likelihood*

Likelihood adalah frekuensi kemungkinan terjadinya konsekuensi dengan sistem pengaman yang ada pada periode waktu tertentu. Dalam melakukan estimasi *likelihood* ini

digunakan data maintenance yang diperoleh dari data *Workorder* PT.PJB UP Gresik dari tahun 2005 sampai 2015. Dari data kegagalan pada tiap instrumen dan peralatan dihitung nilai *Mean Time to Failure* (MTTF), yaitu waktu rata-rata instrumen tersebut mengalami kegagalan. Nilai *likelihood* merupakan perbandingan antara total jumlah waktu operasional terhadap nilai MTTF. Setelah diperoleh nilai *likelihood*, ditentukan level/skala *likelihood* tersebut pada **Tabel 3.3**. *Likelihood* dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Likelihood = \frac{Lama\ Operasi}{MTTF} \quad (3.1)$$

Tabel 0.3 Skala *Likelihood*

Skala	Sifat	
	Kualitatif	Kuantitatif
1	Hampir dapat dipastikan akan terjadi	Terjadi >12 kali dalam rentang 1 tahun
2	Kemungkinan besar akan terjadi	Terjadi 2 sampai 12 kali dalam rentang waktu 1 tahun
3	Kemungkinan sama antara akan terjadi dan tidak terjadi	Terjadi 1 kali dalam rentang waktu 1 tahun terakhir
4	Kemungkinan kecil akan terjadi	Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu antara 2 sampai 4 tahun
5	Hampir dapat dipastikan tidak akan terjadi	Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu 5 tahun

Pemeringkatan Tingkat Risiko

Perhitungan tingkat risiko dilakukan berdasarkan dari **Gambar 2.1**. Pada **Gambar 2.1** dapat dilihat bahwa nilai risiko didapatkan dengan mengalikan nilai skala *likelihood* dengan nilai skala *consequence* sesuai dengan persamaan berikut:

$$R = L \times C \quad (3.2)$$

dengan:

R : *Risk*
L : *Likelihood*
C : *Consequence*

Setelah melakukan perhitungan terhadap seluruh *node* didapatkan peringkat dari risiko untuk masing—masing instrument.



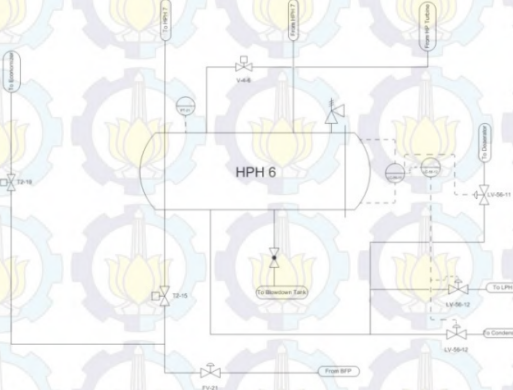
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1.1 Analisis Bahaya

Pada proses analisis bahaya dilakukan pembagian dengan cara pembatasan titik studi atau *node* dari system analisis. Pada pembahasan ini dilakukan empat pembagian titik studi (*node*), yaitu *high pressure heater 6*, *high pressure heater 7*, *high pressure heater 8*, dan *boiler feed pump*. Pada tugas akhir ini akan dibahas satu per satu analisis bahaya pada setiap *node*.

1.1.1 High Pressure Heater 6 (HPH 6)



Gambar 1.1 P&ID *node* HPH 6

High pressure heater 6 (HPH 6) adalah sebuah *heat exchanger* yang menjadi bagian dari pemanasan awal pada PLTU. Pada bagian ini terdapat pipa tube yang merupakan saluran-saluran kecil dimana panas dari *feedwater* dan *extract steam* bertukar. Masukan dari HPH 6 ada tiga yaitu dari *feedwater*, *extract steam*, dan limbah kondensat dari HPH 7. Dan komponen ini memiliki lima keluaran, yaitu *feedwater* yang telah dipanaskan ke HPH 7, *feedwater* hasil kondensasi ke deaerator yang melewati LV-56-11, *feedwater* hasil kondensasi ke *Low Pressure Heater 4* (LPH 4) yang melewati LV-56-12, *feedwater*

hasil kondensasi ke *condenser* yang melewati LV-56-13, dan keluaran *blowdown* sebagai *safety*

HPH ini juga berfungsi sebagai drum penampungan kondensat yang lama-kelamaan akan terisi penuh, oleh karena itu terdapat pengendalian level. Untuk menjaga level agar sesuai dengan standar operasi maka pada HPH 6 terdapat LC-56-11 dan LC-56-12 yang berbagi tugas untuk mengontrol tiga level valve seperti yang telah disebutkan diatas. Instrumen-instrumen yang telah disebutkan diatas dapat mengalami kegagalan, dan bila kegagalan terjadi akan menimbulkan risiko.

Untuk menghitung pemeringkatan risiko pada HPH 6 dilakukan tiga langkah berikut, yaitu penentuan *guide word*, penghitungan *likelihood*, dan penentuan tingkat keparahan.

a. *Guide Word*

Data tentang *guideword* pada *node* HPH 6 disajikan pada **Tabel 4.1**. Penyimpangan yang terjadi pada HPH 6 ini adalah tingginya level pada drum penyimpanan dan kurangnya masukan *feedwater*.

Tabel 1.1Data *guideword* *node* HPH 6

No	Intrumen	<i>Guide Word</i>	<i>Deviation</i>
1	LV-56-11	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
2	LV-56-12	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
3	LV-56-13	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
4	LC-56-11	<i>High</i>	<i>High Level</i>
5	LC-56-12	<i>High</i>	<i>High Level</i>
6	Tube Pipa	<i>Part Of</i>	<i>Part of Intrumen</i>
7	PT-21-21	<i>High</i>	<i>High Pressure</i>
8	V-4-6	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>
9	FV-21	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>

b. *Likelihood*

Nilai dari *likelihood* didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan persamaan (3.1). Lama operasi adalah 10 tahun atau 87600 didapatkan dari lamanya data *maintenance* yang dipakai. Sedangkan nilai dari MTTF didapatkan dari data *maintenance* milik perusahaan, sehingga diperoleh *likelihood* :

$$Likelihood = \frac{87600}{MTTF}$$

Nilai *likelihood* untuk setiap komponen dihitung dengan cara diatas. Hasil dari perhitungan disajikan pada **Tabel 4.2**. Penskalaan *likelihood* merujuk pada **Tabel 2.1** standar dari PT.PJB, penentuan skala dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Tabel 1.2 Data *likelihood* node HPH 6

No	Intrumen	MTTF	<i>Likelihood</i>	Skala <i>Likelihood</i>
1	LV-56-11	25116	3.49	2
2	LV-56-12	39912	2.19	3
3	LV-56-13	34668	2.53	1
4	LC-56-11	39912	2.19	2
5	LC-56-12	26608	3.29	2
6	Tube Pipa	22458	3.90	1
7	PT-21-21	20460	4.28	3
8	V-4-6	44028	1.99	2
9	FV-21	29560	2.96	2

c. *Consequence*

Penentuan *Consequence* atau tingkat keparahan dilakukan secara kualitatif dengan meninjau dari segi kerusakan instrument dan dampak kepada keseluruhan proses dari PLTU. Penentuan mengacu pada standar PT. PJB yang disajikan pada **Tabel 2.2**.

Pada node HPH 6 ini kegagalan yang dikhawatirkan terjadi kembali adalah pada kebocoran tube. Dimana pada saat kebocoran terjadi level *feedwater* di drum dapat naik dengan sangat cepat. Hal ini mengakibatkan terbukanya LV-56-12 deviasi ini mengakibatkan banyak air yang diumpankan ke LPH 4 dimana akan mengakibatkan naiknya level drum LPH 4 dengan tingkat keparahan 2, tetapi apabila masih tidak dapat ditangani maka terbuka LV-56-13 dimana air akan diumpankan ke condenser yang diatur oleh LC-56-12. Deviasi untuk LV-56-13 memiliki keparahan pada tingkat 3. LC-56-12 yang mengatur dua valve diberi skala 3. Apabila system drain tidak dapat mengatasi kenaikan level safeguard dari system adalah menutup V-4-6 dan membuka blowdon valve yang berarti terjadinya bypass pada system. Kegagalan pada V-4-6 ditanggulangi dengan cara emergency shutdown system sehingga skala keparahan bernilai 3. Rangkaian kejadian yang bermula dari kegagalan tube mengindikasikan skala tube sebesar 3. Selain itu terdapat FV-21 yang berfungsi untuk mengatur debit dari aliran. Dimana kurangnya pasokan feedwater dapat mempengaruhi level steam drum yang mengakibatkan shutdown unit sehingga dibebani skala 4. Skala *consequence* pada node HPH 6 disajikan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 1.3 Data *consequence* node HPH 6

No	Instrumen	<i>Deviation</i>	Skala <i>Consequence</i>
1	LV-56-11	<i>More Flow</i>	2
2	LV-56-12	<i>More Flow</i>	2
3	LV-56-13	<i>More Flow</i>	3
4	LC-56-11	<i>High Level</i>	2
5	LC-56-12	<i>High Level</i>	3
6	Tube Pipa	<i>Part of Intrumen</i>	3
7	PT-21-21	<i>High Pressure</i>	2
8	V-4-6	<i>Less Flow</i>	3
9	FV-21	<i>Less Flow</i>	4

d. Analisis Risiko

Dari data yang telah diperoleh diatas dapat dilakukan pemeringkatan risiko dengan persamaan (3.2). Sebagai contoh pada LV-56-11 dengan memasukkan nilai peluang atau *likelihood* dan *consequence* maka didapatkan dinali risiko :

$$R = L \times C$$

$$R = 2 \times 2$$

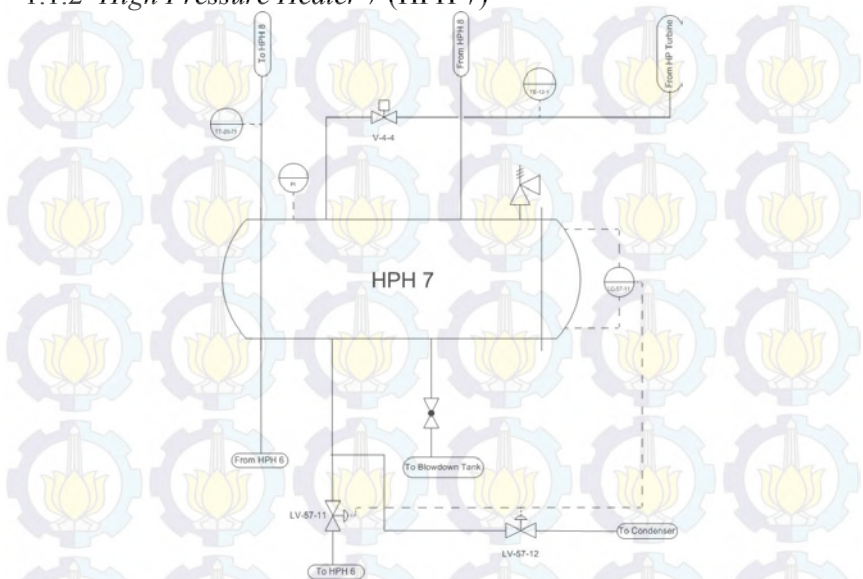
$$R = 4$$

Perhitungan dilakukan untuk masing-masing komponen dengan cara diatas. Hasil dari perhitungan disajikan pada **Tabel 4.4.**

Tabel 1.4Data risk node HPH 6

No	Instrumen	Deviation	Skala Likelihood	Skala Consequence	Risk
1	LV-56-11	More Flow	2	2	4
2	LV-56-12	More Flow	3	2	6
3	LV-56-13	More Flow	1	3	3
4	LC-56-11	High Level	2	2	4
5	LC-56-12	High Level	2	3	6
6	Tube Pipa	Part of Intrumen	1	3	3
7	PT-21-21	High Pressure	3	2	6
8	V-4-6	Less Flow	2	3	6
9	FV-21	Less Flow	2	4	8

1.1.2 High Pressure Heater 7 (HPH 7)



Gambar 1.2 P&IDnodeHPH 7

Komponen *High pressure heater 7* (HPH 7) ini juga sebuah *heat exchanger* yang menjaga panas dari *feedwater* yang telah dipanaskan di HPH 6. Masukan dari HPH 7 ada tiga, yaitu masukan *feedwater* dari HPH 6, *extract steam* dari turbin, dan hasil kondensasi dari HPH 8. Komponen ini memiliki empat keluaran, yaitu hasil dari *heat exchange feedwater* ke HPH 8, kondensat ke HPH 6, kondensat ke condenser, dan *blowdown* sebagai *safety*.

Untuk menjaga level agar sesuai dengan standar operasi maka pada HPH 7 terdapat LC-57-11 untuk mengontrol dua level valve seperti yang telah disebutkan diatas. Instrumen-instrumen yang telah disebutkan diatas dapat mengalami kegagalan, dan bila kegagalan terjadi akan menimbulkan risiko.

Untuk menghitung pemeringkatan risiko pada HPH 7 dilakukan tiga langkah berikut, yaitu penentuan *guide word*, penghitungan *likelihood*, dan penentuan tingkat keparahan.

a. *Guideword*

Data tentang *guideword* pada node HPH 7 disajikan pada **Tabel 4.5**. Penyimpangan yang terjadi pada HPH 7 ini adalah tingginya level pada drum penyimpanan.

Tabel 1.5Data *guideword* node HPH 7

No	Intrumen	<i>Guide Word</i>	<i>Deviation</i>
1	LV-57-12	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
2	LV-57-11	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
3	LC-57-11	<i>High</i>	<i>High Level</i>
4	TE-20-71	<i>Low</i>	<i>Low Temperature</i>
5	V-4-4	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>

b. *Likelihood*

Data *likelihood* untuk node HPH 7 dihitung dengan persamaan (3.1). Hasil dari perhitungan *likelihood* disajikan pada **Tabel 4.6**. Penentuan skala *likelihood* dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Tabel 1.6Data *likelihood* node HPH 7

No	Intrumen	MTTF	<i>Likelihood</i>	Skala <i>Likelihood</i>
1	LV-57-12	18744	4.67	3
2	LV-57-11	34860	2.51	3
3	LC-57-11	39168	2.24	2
4	TE-20-71	29808	2.94	3
5	V-4-4	30024	2.91	3

c. *Consequence*

Penentuan *Consequence* atau tingkat keparahan dilakukan secara kualitatif dengan meninjau dari segi kerusakan instrument dan dampak kepada keseluruhan proses dari PLTU. Penentuan mengacu pada standar PT. PJB yang disajikan pada **Tabel 2.2**.

Pada node ini kegagalan terjadi apabila LC-57-11 gagal menjalankan fungsinya dalam menjaga level drum. Sehingga pemberian skala keparahan adalah 3. Kesalahan LC-57-11 mengakibatkan terjadinya deviasi pada LV-57-11 di mana akan berdampak pada level drum di HPH 6 sehingga deviasi pada LV-57-11 diringkat keparahan 2. Kegagalan yang menyebabkan tingginya level air dan mengakibatkan *feedwater* diumpun ke condenser. Banyaknya air yang menuju condenser merugikan, karena masih ada panas yang masih bisa dimanfaatkan hilang. Sehingga deviasi pada LV-57-12 ini diberi keparahan 2. Menutupnya V-4-4 akan berakibat pada terjadinya bypass pada system HPH sehingga tingkat keparahan adalah 3. Data *consequence* disajikan pada **Tabel 4.7**.

Tabel 1.7 Data *consequence* node HPH 7

No	Instrumen	<i>Deviation</i>	Skala <i>Consequence</i>
1	LV-57-12	<i>More Flow</i>	2
2	LV-57-11	<i>More Flow</i>	2
3	LC-57-11	<i>High Level</i>	3
4	TE-20-71	<i>Low Temperature</i>	3
5	V-4-4	<i>Less Flow</i>	3

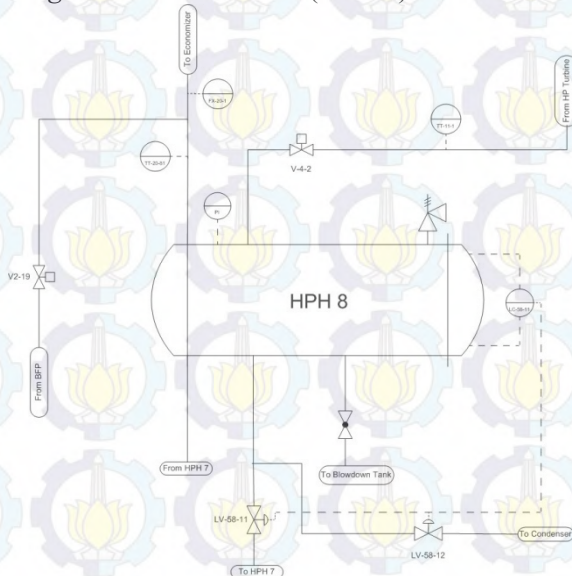
d. Analisis Risiko

Dari data yang telah diperoleh diatas dapat dilakukan pemeringkatan risiko dengan persamaan (3.2). Perhitungan dilakukan untuk masing-masing komponen dengan cara diatas. Hasil dari perhitungan disajikan pada **Tabel 4.8**.

Tabel 1.8 Data risk node HPH 7

No	Instrumen	Deviation	Skala <i>Likelihood</i>	Skala Consequence	Risk
1	LV-57-12	More Flow	3	2	6
2	LV-57-11	More Flow	3	2	6
3	LC-57-11	High Level	2	3	6
3	TE-20-71	Low Temperature	3	3	9
4	V-4-4	Less Flow	3	3	9

1.1.3 High Pressure Heater 8 (HPH 8)

**Gambar 1.3** P&ID node HPH 8

Komponen *High pressure heater 8* (HPH 8) menaikkan panas dari *feedwater* yang telah diajaga panasnya di HPH 7. Masukan dari HPH 8 ada dua, yaitu masukan *feedwater* dari HPH 7 dan *extract steam* dari turbin. Komponen ini memiliki empat

keluaran, yaitu hasil dari *heat exchange feedwater* ke *economizer*, kondensat ke HPH 7, kondensat ke *condenser*, dan *blowdown* sebagai *safety*.

Untuk menjaga level agar sesuai dengan standar operasi maka pada HPH 8 terdapat LC-58-11 untuk mengontrol dua level valve seperti yang telah disebutkan diatas. Instrumen-instrumen yang telah disebutkan diatas dapat mengalami kegagalan, dan bila kegagalan terjadi akan menimbulkan risiko.

Untuk menghitung pemeringkatan risiko pada HPH 8 dilakukan tiga langkah berikut, yaitu penentuan *guide word*, penghitungan *likelihood*, dan penentuan tingkat keparahan.

a. *Guideword*

Data tentang *guideword* pada node HPH 8 disajikan pada **Tabel 4.9**. Penyimpangan yang terjadi pada HPH 8 ini adalah tingginya level pada drum penyimpanan.

Tabel 1.9 Data *guideword* node HPH 8

No	Intrumen	<i>Guide Word</i>	<i>Deviation</i>
1	LV-58-11	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
2	LV-58-12	<i>More</i>	<i>More Flow</i>
3	LC-58-11	<i>High</i>	<i>High Level</i>
4	V-4-2	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>
5	TT-20-81	<i>Low</i>	<i>Low Temperature</i>
6	FV-2-12	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>
7	Pipa Tube	<i>Part Of</i>	<i>Part Of Intrumen</i>

b. *Likelihood*

Data *likelihood* untuk node HPH 8 dihitung dengan persamaan (3.1). Hasil dari perhitungan *likelihood* disajikan pada **Tabel 4.10**. Penentuan skala *likelihood* dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Tabel 1.10 Data *likelihood node* HPH 8

No	Instrumen	MTTF	Likelihood	Skala Likelihood
1	LV-58-11	17400	5.03	3
2	LV-58-12	32496	2.70	3
3	LC-58-11	43416	2.02	2
4	V-4-2	20456	4.28	3
5	TT-20-81	48948	1.79	3
6	FV-2-12	40836	2.15	3
7	Pipa Tube	27224	3.22	4

c. *Consequence*

Penentuan *Consequence* atau tingkat keparahan dilakukan secara kualitatif dengan meninjau dari segi kerusakan instrument dan dampak kepada keseluruhan proses dari PLTU. Penentuan mengacu pada standar PT. PJB yang disajikan pada **Tabel 2.2**.

Pada node HPH 8 ini kegagalan terjadi pada tahun 2014 adalah pada kebocoran tube. Dimana pada saat kebocoran terjadi level *feedwater* di drum dapat naik dengan sangat cepat. Hal ini mengakibatkan terbukanya LV-58-11 secara penuh dimana air diumpun ke HPH 7 yang dapat menjadi efek domino pada level HPH 7 dan HPH 6. Apabila kenaikan tidak dapat teratasi terbukalah LV-58-12 dengan menyalurkan *feedwater* ke condenser. Dimana bukaan untuk LV-58-11 dan LV-58-12 dikendalikan oleh LC-58-11. Kegagalan pada LC-58-11 dan LV-58-12 adalah 3 sedangkan LV-58-11 adalah 2. Karena apabila terjadi kegagalan safeguard dari system adalah menutup V-4-2 dan membuka blowdown valve yang berarti terjadinya bypass pada system. Kegagalan pada V-4-2 ditanggulangi dengan cara emergency shutdown system sehingga skala keparahan bernilai 3. Rangkaian kejadian yang bermula dari kegagalan tube mengindikasikan skala tube sebesar 3. Selain itu terdapat FV-2-21 yang berfungsi untuk mengatur debit dari aliran. Dimana kurangnya pasokan *feedwater* dapat mempengaruhi level steam

drum yang mengakibatkan shutdown unit sehingga dibebani skala 4. Data *consequence* disajikan pada **Tabel 4.11**.

Tabel 1.11 Data *consequence* node HPH 8

No	Instrumen	<i>Deviation</i>	Skala <i>Consequence</i>
1	LV-58-11	<i>More Flow</i>	2
2	LV-58-12	<i>More Flow</i>	3
3	LC-58-11	<i>High Level</i>	2
4	V-4-2	<i>Less Flow</i>	3
5	TT-20-81	<i>Low Temperature</i>	3
6	FV-2-12	<i>Less Flow</i>	4
7	Pipa Tube	<i>Part Of Instrumen</i>	3

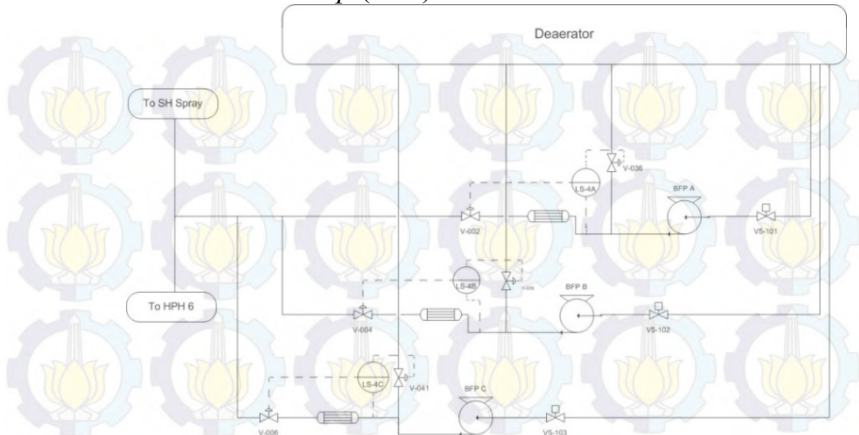
d. Analisis Risiko

Dari data yang telah diperoleh diatas dapat dilakukan pemeringkatan risiko dengan persamaan (3.2). Perhitungan dilakukan untuk masing-masing komponen dengan cara diatas. Hasil dari perhitungan disajikan pada **Tabel 4.12**.

Tabel 1.12 Data *risk* node HPH 8

No	Instrumen	<i>Deviation</i>	Skala <i>Likelihood</i>	Skala <i>Consequence</i>	Risk
1	LV-58-11	More Flow	3	2	6
2	LV-58-12	More Flow	3	3	9
3	LC-58-11	High Level	2	3	6
4	V-4-2	Less Flow	3	3	9
5	TT-20-81	Low Temperature	3	3	9
6	FV-2-12	Less Flow	3	3	9
7	Pipa Tube	<i>Part Of Instrumen</i>	4	3	12

1.1.4 Boiler Feed Pump (BFP)



Gambar 1.4 P&ID node BFP

Boiler Feed Pump (BFP) adalah system pemompa yang dimiliki oleh PLTU untuk mengirimkan air dari deaerator ke proses selanjutnya. BFP yang digunakan pada unit 4 PT.PJB UP Gresik ini adalah pompa sentrifugal. Ada tiga pompa di unit 4 dengan masing-masing pompa memiliki kemampuan 365 ton/h. Rata-rata laju aliran yang dibutuhkan oleh system adalah 500-600 ton/h sehingga untuk menyuplai system pompa bekerja secara parallel dengan system 2 on 1 stand by. Pada system ini juga terdapat strainer yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang mungkin masih terdapat pada laju aliran *feedwater*.

Pompa jenis ini memiliki minimal flow yang dipompakan untuk menjaga agar tidak adanya kavitasi pada pompa. Nilai minimal flow yang harus melalui pompa sebesar 110 ton/h dengan batas terbukanya valve minflow sebesar 120 ton/h dan tertutup 150 ton/h.

Untuk menghitung pemeringkatan risiko pada BFP dilakukan tiga langkah berikut, yaitu penentuan *guide word*, penghitungan *likelihood*, dan penentuan tingkat keparahan.

a. *Guideword*

Data tentang *guideword* pada node BFP disajikan pada **Tabel 4.13**. Penyimpangan yang terjadi pada BFP kemungkinan terjadinya kavitasi, kejenuhan strainer, kegagalan limit switch minimal *flow*.

Tabel 1.13Data *guideword* node BFP

No	Instrumen	Guide Word	Deviation
1	Pompa 4A	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>
2	Strainer 4A	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
3	Min Flow Control Valve 4A	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
4	Min Flow Limit Switch 4A	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
5	Pompa 4B	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>
6	Strainer 4B	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
7	Min Flow Limit Switch 4B	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
8	Pompa 4C	<i>Less</i>	<i>Less Flow</i>
9	Strainer 4C	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
10	Min Flow Limit Switch 4C	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>
11	Min Flow Disc 4C	<i>Part of</i>	<i>Part of Instrumen</i>

b. *Likelihood*

Data *likelihood* untuk node HPH 8 dihitung dengan persamaan (3.1). Hasil dari perhitungan *likelihood* disajikan pada **Tabel 4.14**. Penentuan skala *likelihood* dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Tabel 1.14Data *likelihood* node BFP

No	Intrumen	MTTF	<i>Likelihood</i>	Skala <i>Likelihood</i>
1	Pompa 4A	30720	2.85	3
2	Strainer 4A	26016	3.37	3
3	Min Flow Control Valve 4A	13488	6.49	2
4	Min Flow Limit Switch 4A	35268	2.48	3
5	Pompa 4B	35868	2.44	3
6	Strainer 4B	28608	3.06	3
7	Min Flow Limit Switch 4B	27472	3.19	3
8	Pompa 4C	40488	2.16	3
9	Strainer 4C	23000	3.81	3
10	Min Flow Limit Switch 4C	21924	3.99	3
11	Min Flow Disc 4C	23916	3.66	3

c. *Consequence*

Penentuan *Consequence* atau tingkat keparahan dilakukan secara kualitatif dengan meninjau dari segi kerusakan instrument dan dampak kepada keseluruhan proses dari PLTU. Penentuan mengacu pada standar PT. PJB yang disajikan pada **Tabel 2.2**.

Kegagalan pada pompa akan berakibat pada penurunan kemampuan dari suatu unit pembangkit. Oleh karenanya pompa diberi tingkat keparahan 4. Kegagalan pada strainer akan mengakibatkan turunnya kualitas dari *feedwater* yang berujung pada menurunnya kualitas uap, sehingga tingkat keparahan strainer 3. Mode minimal flow berjalan pada saat pompa stand by, kegagalan dapat diatasi karena pompa sedang keluar dari loop. Sehingga mode minimal flow diberi skala 2. Data *consequence* disajikan pada **Tabel 4.15**.

Tabel 1.15 Data consequence node BFP

No	Instrumen	Deviation	Skala Consequence
1	Pompa 4A	<i>Less Flow</i>	4
2	Strainer 4A	<i>Part of Instrumen</i>	3
3	Min Flow Control Valve 4A	<i>Part of Instrumen</i>	2
4	Min Flow Limit Switch 4A	<i>Part of Instrumen</i>	2
5	Pompa 4B	<i>Less Flow</i>	4
6	Strainer 4B	<i>Part of Instrumen</i>	3
7	Min Flow Limit Switch 4B	<i>Part of Instrumen</i>	2
8	Pompa 4C	<i>Less Flow</i>	4
9	Strainer 4C	<i>Part of Instrumen</i>	3
10	Min Flow Limit Switch 4C	<i>Part of Instrumen</i>	2
11	Min Flow Disc 4C	<i>Part of Instrumen</i>	2

d. Analisis Risiko

Dari data yang telah diperoleh diatas dapat dilakukan pemeringkatan risiko dengan persamaan (3.2). Perhitungan dilakukan untuk masing-masing komponen dengan cara diatas. Hasil dari perhitungan disajikan pada **Tabel 4.16**.

Tabel 1.16 Data risk node BFP

No	Instrumen	Deviation	Skala Likelihood	Skala Consequence	Risk
1	Pompa 4A	<i>Less Flow</i>	3	4	12
2	Strainer 4A	<i>Part of Instrumen</i>	3	3	9
3	Min Flow CVa 4A	<i>Part of Instrumen</i>	2	2	4
4	Min Flow Limit Switch 4A	<i>Part of Instrumen</i>	3	2	6
5	Pompa 4B	<i>Less Flow</i>	3	4	12
6	Strainer 4B	<i>Part of Instrumen</i>	3	3	9
7	Min Flow Limit Switch 4B	<i>Part of Instrumen</i>	3	2	6
8	Pompa 4C	<i>Less Flow</i>	3	4	12
9	Strainer 4C	<i>Part of Instrumen</i>	3	3	9
10	Min Flow Limit Switch 4C	<i>Part of Instrumen</i>	3	2	6
11	Min Flow Control Valve 4C	<i>Part of Instrumen</i>	3	2	6

1.1.5 Analisis Risiko Keseluruhan

Dari penilaian risiko yang telah dilakukan pada *High pressure heater (HPH)* dan *Boiler Feed Pump* menghasilkan *risk matrix* untuk keseluruhan node. Untuk sistem *High pressure heater (HPH)* memiliki 2 risiko rendah, 11 risiko menengah, dan 8 risiko tinggi sedangkan untuk sistem *Boiler Feed Pump (BFP)* memiliki 1 risiko rendah, 4 risiko menengah, dan 6 risiko

tinggi. Sehingga secara keseluruhan risiko pada HPH dan BFP sebagai berikut

r	= 3	= 9,375 %
m	= 15	= 46,875 %
t	= 14	= 43,75 %

1.2 Pembahasan

Hasil dari analisis risiko berupa table HAZOP untuk HPH dan BFP dapat dilihat pada Lampiran. Dari hasil analisis HAZOP akan dibahas lebih jauh tentang bahaya, safeguard, dan rekomendasi yang dapat diberikan untuk tiap-tiap komponen. Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat terjadi di HPH dan BFP, diantaranya adalah pecahnya tube pada system HPH dan kegagalan sistem *minimal flow*.

1. Pecah *Tube Pipe* Pada HPH

Sistem heat exchanger yang digunakan disini dengan kontak antar pipa-pipa kecil yang disebut dengan *tube pipe*. Seperti penggunaan pipa pada umumnya di industri tidak lepas dari masalah korosi. Proteksi yang umum digunakan adalah proteksi katoda dengan mengorbankan katoda yang bersifat mudah korosi untuk diserang sehingga system perpipaan aman. Selain itu di PT.PJB UP Gresik ini juga digunakan *injection ferrous* untuk melindungi *pipe tube* dari korosi. Namun pada periode 2006-2008 untuk HPH 6 dan 2014 untuk HPH 8 terjadi kebocoran tube. Hal ini dapat dikarenakan berbagai hal, diantaranya poor maintenance, usia dari pipa, dan kesalahan pada proses penambalan. Alasan terakhir muncul karena pipa pernah bocor dan ditambah, namun tidak butuh waktu lama untuk pipa kembali bocor dan hal tersebut hilang setelah terjadinya *retubing* atau penggantian *tube pipe*.

Bahaya yang ditimbulkan jika terjadi pecah tube adalah hilangnya feedwater dan masuk ke system drum. Drum dengan cepat akan terisi oleh air dengan debit yang besar. Naiknya level secara signifikan dapat menaikkan pressure dari pipa. Hal ini dapat ditanggulangi dengan adanya PSV yang telah terpasang di

masing-masing HPH. Selain itu kemungkinan terburuknya adalah air sampai ke daerah extract steam dari turbin, sehingga valve extract steam harus tertutup dan HPH harus keluar dari system PLTU. Hal ini akan merugikan karena tidak adanya pemanasan awal dari feedwater yang dapat menghemat bahan bakar di boiler.

2. Kegagalan Sistem *Minimal Flow*

Pada BFP yang dimiliki PT.PJB UP Gresik ini memiliki minimal flow yang dipompakan untuk menjaga agar tidak adanya kavitasi pada pompa. Nilai minimal flow yang harus melalui pompa sebesar 110 ton/h dengan batas terbukanya valve minflow sebesar 120 ton/h dan tertutup 150 ton/h. Kegagalan pada system ini biasanya berasal dari limit switch dan valve. Bila terjadi kegagalan pada system minimal flow akan mengakibatkan munculnya gelembung pada pompa sehingga mengakibatkan efek kavitasi dimana pompa berputar tanpa adanya beban fluida feedwater yang mengakibatkan panas dan getaran tak terkendali pada pompa. Hal ini dapat merusak rotor pada pompa selain dari adanya kotoran dan kemungkinan korosi.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

1.1 Simpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan beberapa hal.

1. Metode HAZOP dapat diterapkan untuk menganalisis bahaya pada HPH dan BFP Unit 4 PT.PJB UP Gresik. Hasilnya terdapat dua bahaya, yaitu pecahnya tube sehingga menaikkan level dan tekanan drum serta hilangnya feedwater dan kegagalan system minimal flow yang dapat mengakibatkan kavitasi sehingga merusak pompa.
2. Dari HAZOP worksheet, diperoleh instrumen yang memiliki risiko rendah berjumlah 3. Dan instrumen dengan tingkat risiko menengah sebanyak 15. Selain itu terdapat pula instrumen dengan risiko tinggi dengan jumlah 14.

1.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukannya pencatantan dengan kode yang fix, sehingga mempermudah proses penelitian lanjutan
2. Untuk komponen dengan risiko tinggi dan menengah perlu adanya preventive maintenance dengan interval yang lebih sering.

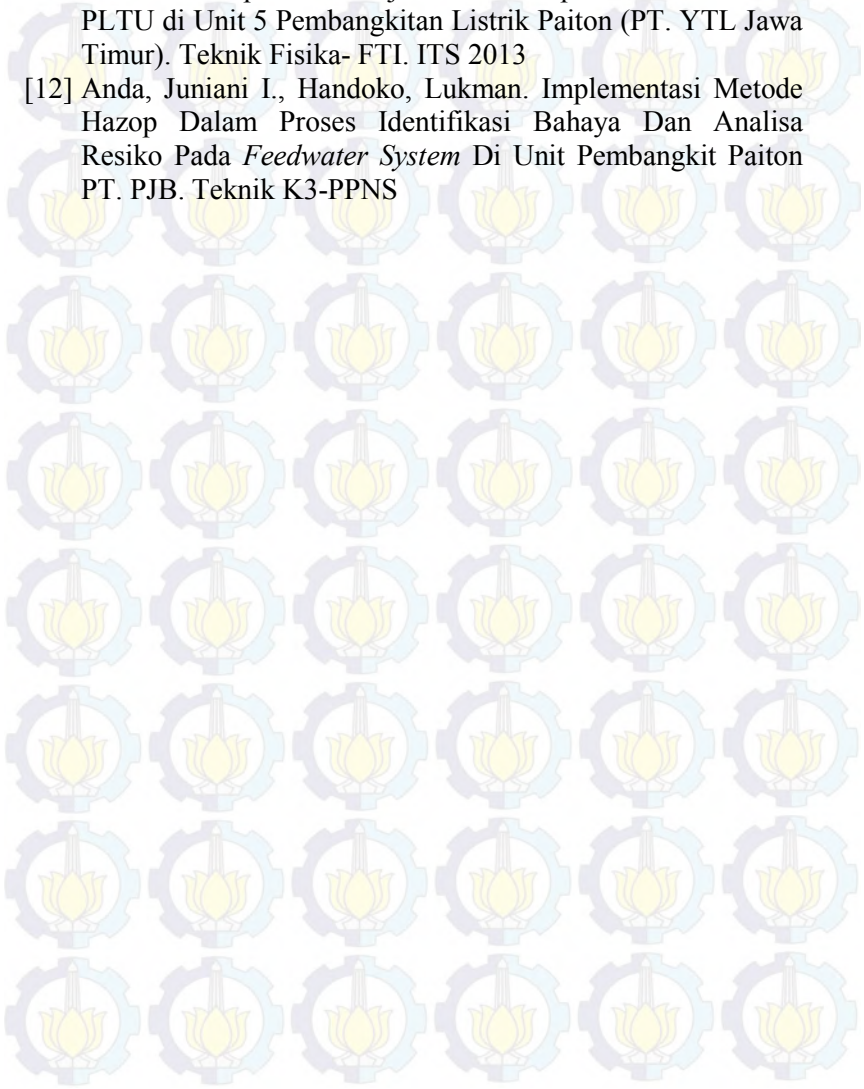


Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adeek, Fajar F., Ary, Bachtiar. Pengaruh Feedwater Heater Terhadap Efisiensi Sistem Pembangkit 410 MW dengan Pemodelan Gate Cycle. Teknik Mesin - ITS
- [2] Narotama, Riwi. Perhitungan Performa High Pressure Heater #1 Tipe Shell and Tube di unit 2 PLTU 1 Jawa Timur-Pacitan Pada Beban 200 MW. Teknik Mesin. Univesitas Diponegoro. 2014
- [3] Crawley, Frank; Preston, Malcolm; Tyler Brian. *HAZOP Guide To Best Practice* : Chemical Industries Association, 2003
- [4] Adiyagsa, H., & Musyafa, A. (2012). Hazard and Operability study in Boiler System of The Steam Power Plant. *IEESE International Journal of Science and Technology (IJSTE)*, 1(3).
- [5] Committee, M. T. (n.d.). Risk Management Training Guides. *Manufacturing Technology Committee – Risk Management Working Group*.
- [6] Ebeling, C. E. (1997.). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw – Hill Companies.
- [7] Hyatt, N. (2003). *Guidelines for Process Hazard Analysis, Hazards Identification & Risk Ananlysis*. London, New York, Washington D.C: CRC Press.
- [8] Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (Vol. Six Edition). John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Cengel, Boles. *Thermodynamic Third Editio*. The McGraw-Hill Companies, Inc., 1998
- [10] Musyafa, a., & Kristianingsih, I. (2013). Risk Management and Safety System Assessment from Power Plant Steam Boiler in Power Systems Unit 5, Paiton-Indonesia. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 349-356.

- [11] Zulfiana, Erna & Musyafa', Ali. Analisis Bahaya dengan Metode Hazop dan Manajemen Risiko pada *Steam Turbine* PLTU di Unit 5 Pembangkitan Listrik Paiton (PT. YTL Jawa Timur). Teknik Fisika- FTI. ITS 2013
- [12] Anda, Juniani I., Handoko, Lukman. Implementasi Metode Hazop Dalam Proses Identifikasi Bahaya Dan Analisa Resiko Pada *Feedwater System* Di Unit Pembangkit Paiton PT. PJB. Teknik K3-PPNS



LAMPIRAN A

Tabel A. 1 Data Maintenance Node 1 HPH 6

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
1	LV-56-11	9/15/2009			25116	3.487816531
		11/10/2010	421	10104		
		6/9/2015	1672	40128		
2	LV-56-12	5/1/2006			39912	2.194828623
		11/6/2013	2746	65904		
		6/9/2015	580	13920		
3	LV-56-13	7/12/2007			34668	2.526825891
		1/29/2008	201	4824		
		6/9/2015	2688	64512		
4	LC-56-11	5/1/2006			39912	2.194828623
		9/6/2010	1589	38136		
		6/9/2015	1737	41688		
5	LC-56-12	5/1/2006			26608	3.292242934
		8/22/2006	113	2712		
		9/6/2010	1476	35424		
		6/9/2015	1737	41688		
6	Tube Pipa	3/10/2005	0	-	22458	3.90061448
		4/19/2006	405	9720		
		9/25/2007	524	12576		
		8/5/2008	315	7560		
		6/9/2015	2499	59976		
7	PT-21-21	10/8/2010			20460	4.281524927
		5/2/2011	206	4944		
		6/9/2015	1499	35976		

Tabel A. 2 Lanjutan

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
8	TV-4-6	5/23/2005			44028	1.989642954
		1/6/2010	1689	40536		
		6/9/2015	1980	47520		
9	FV-21	4/27/2005			29560	2.963464141
		10/14/2010	1996	47904		
		5/2/2011	200	4800		
		6/9/2015	1499	35976		

Tabel A. 3 Data Maintenance Node 2 HPH 7

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
1	LV-57-12	7/19/2006			18744	4.673496
		10/17/2006	90	2160		
		9/24/2009	1073	25752		
		12/17/2012	1180	28320		
2	LV-57-11	5/31/2007			34860	2.512909
		4/25/2011	1425	34200		
		5/14/2015	1480	35520		
3	LC-57-11	7/2/2006			39168	2.23652
		9/6/2010	1527	36648		
		6/9/2015	1737	41688		
4	TE-20-71	8/20/2008			29808	2.938808
		3/29/2012	1317	31608		
		6/9/2015	1167	28008		

Tabel A. 4 Lanjutan

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
5	V-4-4	10/20/2004			30024	2.917666
		4/19/2006	546	13104		
		11/7/2013	2759	66216		
		1/29/2015	448	10752		

Tabel A. 5 Data Maintenance Node 3 HPH 8

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
1	LV-58-11	5/31/2010	0	-	17400	5.034483
		4/25/2011	329	7896		
		5/20/2014	1121	26904		
2	LV-58-12	12/20/2006	0	-	32496	2.695716
		2/29/2008	436	10464		
		5/20/2014	2272	54528		
3	LC-58-11	7/13/2005	0	-	43416	2.017689
		9/6/2010	1881	45144		
		6/9/2015	1737	41688		
4	V-4-2	3/28/2005	0	-	20456	4.282362
		5/12/2008	1141	27384		
		6/22/2009	406	9744		
		3/28/2012	1010	24240		
5	TT-20-81	4/8/2004	0	-	48948	1.789654
		3/29/2012	2912	69888		
		6/9/2015	1167	28008		
6	FV-2-12	7/13/2005	0	-	40836	2.145166
		7/9/2007	726	17424		
		11/6/2014	2677	64248		

Tabel A. 6 *Data Maintenance Node 4 BFP*

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
1	Pompa 4A	4/29/2004	0	-	30720	2.851563
		9/22/2004	146	3504		
		7/14/2005	295	7080		
		11/3/2014	3399	81576		
2	Strainer 4A	3/21/2007	0	-	26016	3.367159
		4/7/2011	1478	35472		
		2/25/2013	690	16560		
3	Min Flow Control Valve 4A	1/24/2006	0	-	13488	6.494662
		8/15/2006	203	4872		
		8/15/2007	365	8760		
		9/6/2010	1118	26832		
4	Min Flow Limit Switch 4A	7/14/2005	0	-	35268	2.483838
		9/20/2010	1894	45456		
		7/31/2013	1045	25080		
5	Pompa 4B	2/11/2004	0	-	35868	2.442288
		7/14/2005	519	12456		
		4/18/2012	2470	59280		
6	Strainer 4B	1/11/2005	0	-	28608	3.062081
		12/26/2005	349	8376		
		3/11/2010	1536	36864		
		10/27/2014	1691	40584		
7	Min Flow Limit Switch 4B	7/1/2004	0	-	27472	3.188701
		12/23/2004	175	4200		
		3/10/2009	1538	36912		
		11/25/2013	1721	41304		
		10/3/2011	824	19776		
		12/15/2014	1169	28056		

Tabel A. 7 Lanjutan

No	Intrumen	Date	Day	Hour	MTTF	Likelihood
8	Pompa 4C	7/14/2005	0	-	40488	2.163604
		9/13/2012	2618	62832		
		10/9/2014	756	18144		
9	Strainer 4C	2/1/2006	0	-	23000	3.808696
		2/22/2006	21	504		
		10/1/2012	2413	57912		
		12/16/2013	441	10584		
10	Min Flow Limit Switch 4C	1/8/2007	0	-	21924	3.995621
		2/26/2007	49	1176		
		1/9/2012	1778	42672		
11	Min Flow Control Valve 4C	7/1/2009	0	-	23916	3.66282
		10/3/2011	824	19776		
		12/15/2014	1169	28056		

Tabel A. 2 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
Tube Pipa	3/10/2005							.	1
	4/19/2006							.	
	9/25/2007							.	
	8/5/2008							.	
	6/9/2015								
PT-21-21	10/8/2010							.	3
	5/2/2011					.			
	6/9/2015								
V-4-6	5/23/2005							.	2
	1/6/2010						.		
	6/9/2015								
FV-21	4/27/2005							.	2
	10/14/2010						.		
	5/2/2011						.		
	6/9/2015								

Tabel A. 3 Penentuan Skala Likelihood Node HPH 7

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
LV-57-12	7/19/2006							.	3
	10/17/2006							.	
	9/24/2009							.	
	12/17/2012				.				
LV-57-11	5/31/2007							.	3
	4/25/2011					.			
	5/14/2015		.						
LC-57-11	7/2/2006								2
	9/6/2010						.		
	6/9/2015								
TE-20-71	8/20/2008							.	3
	3/29/2012				.				
	6/9/2015								

Tabel A. 4 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
V-4-4	10/20/2004							.	3
	4/19/2006							.	
	11/7/2013			.					
	1/29/2015		.						

Tabel A. 5 Penentuan Skala Likelihood Node HPH 8

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
LV-58-11	5/31/2010							.	3
	4/25/2011					.			
	5/20/2014			.					
LV-58-12	12/20/2006							.	3
	2/29/2008							.	
	5/20/2014			.					

Tabel A. 6 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
LC-58-11	7/13/2005							.	2
	9/6/2010						.		
	6/9/2015								
V-4-2	3/28/2005							.	3
	5/12/2008							.	
	6/22/2009							.	
	3/28/2012				.				
TT-20-81	4/8/2004							.	3
	3/29/2012				.				
	6/9/2015								

Tabel A. 7 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
FV-2-12	7/13/2005							.	3
	7/9/2007							.	
	11/6/2014		.						
Pipe Tube	7/13/2005							.	4
	1/23/2014			.					
	7/7/2014		.						
	11/6/2014		.						

Tabel A. 8 Penentuan Skala Likelihood BFP

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
Pompa 4A	4/29/2004							.	3
	9/22/2004							.	
	7/14/2005							.	
	11/3/2014		.						

Tabel A. 9 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
Strainer 4A	3/21/2007							.	3
	4/7/2011					.			
	2/25/2013			.					
Min Flow Control Valve 4A	1/24/2006							.	2
	8/15/2006							.	
	8/15/2007							.	
	9/6/2010						.		
Min Flow Limit Switch 4A	7/14/2005							.	3
	9/20/2010							.	
	7/31/2013			.					

Tabel A. 10 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
Pompa 4B	2/11/2004							.	3
	7/14/2005							.	
	4/18/2012				.				
Strainer 4B	1/11/2005							.	3
	12/26/2005							.	
	3/11/2010							.	
	10/27/2014		.						
Min Flow Limit Switch 4B	7/1/2004							.	3
	12/23/2004							.	
	3/10/2009							.	
	11/25/2013			.					
Pompa 4C	7/14/2005							.	3
	9/13/2012				.				
	10/9/2014		.						

Tabel A. 11 Lanjutan

Instrumen	Date	Start	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun	4 Tahun	5 Tahun	> 5 tahun	Skala Likelihood
		6/9/2015	6/9/2014	6/9/2013	6/9/2012	6/9/2011	6/9/2010		
Strainer 4C	2/1/2006							.	3
	2/22/2006							.	
	10/1/2012				.				
	12/16/2013		.						
Min Flow Limit Switch 4C	1/8/2007							.	3
	2/26/2007							.	
	1/9/2012				.				
Min Flow Control Valve 4C	7/1/2009							.	3
	10/3/2011					.			
	12/15/2014		.						

Tabel B. 2 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
3	LV-56-13	Katup pengatur flow dari HPH 6 ke Condenser	More	More Flow	a. LV-56-11 dan LV-56-12 sudah tidak mampu menampung aliran b. Pecahnya tube pada HPH	Banyaknya panas yang tidak dimanfaatkan kembali karena ke Condensor	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Blow down Valve Open • V-4-6 Close 	1	3	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
4	LC-56-11	Pengatur bukaan dari LV-56-11	High	High Level	a. Limpahan kondesat dari HPH 7 tinggi b. Bocornya pipa tube di dalam drum pada bagain feedwater	Tekanan pada drum kondesat tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Blow down Valve aktif 	2	2	r	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
5	LC-56-12	Pengatur bukaan valve LV-56-12 dan LV 56-13	High	High Level	a. Limpahan kondesat dari HPH 7 tinggi b. ketidakmampuan LPH 4 dan Condenser menerima limpahan kondesat	Tekanan pada drum kondesat tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Blow down Valve aktif 	2	3	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 3 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
6	Tube Pipa	Saluran-saluran kecil dalam HPH yang bersinggungan antara extract steam dan feedwater	Part Of	Part of Intrumen	a. Terjadinya korosi pada pipa karena poor maintenance b. Umur dari pipa c. Kesalahan maintenance sebelumnya	Kebocoran yang mengakibatkan hilangnya extract steam dan feedwater	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Proteksi Katodik • Selenoid Extract Valve aktif 	1	3	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengecekan secara berkala terhadap korosi yang terjadi pada pipa • Injeksi Ferous pada setiap overhaul • Penggantian bahan pipa ke titanium seperti pada UP #3
7	PT-21-21	Mengukur dan mengirimkan data Pressure	High	High Pressure	a. Tinggi Level pada drum	Kemungkinan terjadinya kebocoran drum	<ul style="list-style-type: none"> • PSV aktif 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala terhadap PT-21-21 dan PSV

Tabel B. 4 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
8	V-4-6	Katup pengatur aliran dari extract steam	Less	Less Flow	a. Terjadinya kebocoran pada pipe tube mnutup valve untuk menghindari adanya air yang masuk ke turbin	HPH keluar dari loop produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • ESD 	2	3	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
9	FV-21	Katup pengatur aliran feed water dari BFP ke HPH	Less	Less Flow	<p>a. Terjadinya kebocoran</p> <p>b. Sistem BFP tidak berjalan semestinya</p> <p>c. Kurangnya inputan feedwater karena masalah 4emperate4le</p>	Berkurangnya pasokan feedwater sehingga mengganggu proses produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm 	2	4	t	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan feedwater secara berkala • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 5 HAZOP Worksheet Node 2 HPH 7

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
1	LV-57-12	Katup pengatur aliran dari HPH 7 ke Condenser	More	More Flow	<p>a. Level pada drum penyimpanan terlalu tinggi</p> <p>b. LV-56-11 tidak mampu menampung debit untuk mengurangi level</p>	<p>Banyaknya panas yang tidak dimanfaatkan kembali karena ke Condensor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Blow down Valve Open • V-4-4 Close 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
2	LV-57-11	Katup pengatur aliran hasil kondensasi dari HPH7 ke HPH 6	More	More Flow	<p>a. Level pada drum penyimpanan tinggi</p> <p>b. Tingginya limpahan kondesat dari HPH8</p> <p>c. Adanya kebocoran pipa</p>	<p>Tingginya level drum di HPH6</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • LV-56-12 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 6 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
3	LC-57-11	Pengatur bukaan valve LV-57-11 dan LV 57-12	High	High Level	a. Limpahan kondensat dari HPH 8 tinggi b. Adanya kebocoran	Tekanan pada drum kondensat tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Blow down Valve aktif 	2	3	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
4	TE-20-71	Mengukur dan pengirim data temperature	Low	Low Temperatur	a. Kurangnya pasokan steam dari turbin b. Adanya kebocoran pipa tube	Hilangnya energy yang dapat dimanfaatkan untuk pemanasan	-	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
5	V-4-4	Katup pengatur aliran extract steam	Less	Less Flow	a. Terjadinya kebocoran pada pipe tube akan menutup valve untuk menghindari adanya air yang masuk ke turbin	HPH keluar dari loop produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • ESD 	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 7 HAZOP Worksheet Node 3 HPH 8

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
1	LV-58-11	Katup pengatur aliran hasil kondensasi di HPH 8 ke HPH 7	More	More Flow	a. Level pada drum penyimpanan tinggi b. Adanya kebocoran pipa tube	Tingginya level dari HPH7	<ul style="list-style-type: none"> Alarm LV-56-12 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
2	LV-58-12	Katup pengatur aliran hasil kondensasi di HPH 8 ke Condenser	More	More Flow	a. Level pada drum penyimpanan terlalu tinggi b. LV-56-11 tidak mampu menampung debit untuk mengurangi level c. Adanya kebocoran pipa tube	Banyaknya panas yang tidak dimanfaatkan kembali karena ke Condensor	<ul style="list-style-type: none"> Alarm Blow down Valve Open V-4-2 Close 	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 8 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
3	LC-58-11	Pengatur bukaan valve LV-58-11 dan LV 58-12	High	High Level	c. Limpahan kondensat dari HPH 8 tinggi d. Adanya kebocoran	Tekanan pada drum kondensat tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Blow down Valve aktif 	2	3	m	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
4	V-4-2	Katup pengatur dari aliran extract steam	Less	Less Flow	a. Terjadinya kebocoran pada pipe tube akan menutup valve untuk menghindari adanya air yang masuk ke turbin	HPH keluar dari loop produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • ESD 	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
5	TT-20-81	Pengukur dan mentrans misikan data temperatur	Low	Low Temperatur	a. Kurangnya pasokan steam dari turbin b. Adanya kebocoran pipa tube	Hilangnya energy yang dapat dimanfaatkan untuk pemanasan	-	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 9 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
6	FV-2-12	Mengatur aliran dari HPH ke Economizer	Less	Less Flow	a. Terjadinya kebocoran pada 9rreve HPH b. Kurangnya inputan feedwater karena masalah 9rreversible	Berkurangnya pasokan feedwater sehingga mengganggu proses produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm 	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan feedwater secara berkala • Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
7	Tube Pipa	Saluran-saluran kecil dalam HPH yang bersinggungan antara extract steam dan feedwater	Part Of	Part of Intrumen	d. Terjadinya korosi pada pipa karena poor maintenance e. Umur dari pipa f. Kesalahan maintenance sebelumnya	Kebocoran yang mengakibatkan hilangnya extract steam dan atau feedwater	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Selenoid Extract Valve aktif 	4	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengecekan secara berkala terhadap korosi yang terjadi pada pipa • Penggantian bahan pipa ke titanium seperti pada UP #3

Tabel B. 10 HAZOP Worksheet Node 4 BFP

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
1	Pompa 4A	Mengalirkan feedwater dari deaerator ke HPH dan memberikan pressure ke aliran feedwater	Less	Less Flow	a. Kavitasi, b. pengkaratan pada rotor dan stator c. Mechanical seal bocor	Pompa tidak bekerja maksimal, Supply feedwater terhambat, Start up lambat, Noise pump, Temperatur naik	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Minimal Flow Mode • Booster Pump 	3	4	t	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan mode minimal flow • Proteksi pada rotor dan stator • Melakukan pengecekan dan pemeriksaan berkala
2	Strainer 4A	Menyaring kotoran yang dapat mengganggu aliran dari feedwater	Part of	Part of Instrumen	a. Kotor b. Kejenuhan pada filter	Kemungkinan terjadinya kebocoran, Feed water terganggu dan cenderung kotor, Kegagalan pada 2 Filter akan mengakibatkan out service	-	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Membersihkan kotoran, mengganti elemen filter, memeriksa strainer secara rutin

Tabel B. 11 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
3	Min Flow Control Valve 4A	Kontrol valve untuk aliran min. flow feedwater	Part of	Part of Instrumen	a. Katup sulit diputar b. Kecedapan menurun	Katup tidak dapat diputar akibat fluida yang keluar dari seal, kerja supply pompa terganggu, terjadi unit deaerating	• Alarm	2	2	r	• Memperbaiki discharge control valve dan pemeriksaan rutin
4	Min Flow Limit Switch 4A	Relay pengatur agar pompa dapat switch secara otomatis ke min.flow	Part of	Part of Instrumen	a. Kegagalan sensor b. Kegagalan relay	Pompa mengalami under flow sehingga tinggi terjadinya kavitasi yang dapat mengakibatkan kerusakan pompa	• Alarm	3	2	m	• Pergantian relay dan sensor dan pemeriksaan serta perawatan rutin

Tabel B. 12 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
5	Pompa 4B	Mengalirkan feedwater dari deaerator ke HPH dan memberikan pressure ke aliran feedwater	Less	Less Flow	d. Kavitasi, e. pengkaratan pada rotor dan stator f. Mechanical seal bocor	Pompa tidak bekerja maksimal, Supply feedwater terhambat, Start up lambat, Noise pump, Temperatur naik	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Minimal Flow Mode • Booster Pump 	3	4	t	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan mode minimal flow • Proteksi pada rotor dan stator • Melakukan pengecekan dan pemeriksaan berkala
6	Strainer 4B	Menyaring kotoran yang dapat mengganggu aliran dari feedwater	Part of	Part of Instrumen	a. Kotor b. Kejenuhan pada filter	Kemungkinan terjadinya kebocoran, Feedwater terganggu dan cenderung kotor, Kegagalan pada 2 Filter akan mengakibatkan out service	-	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> • Membersihkan kotoran, mengganti elemen filter, memeriksa strainer secara rutin

Tabel B. 13 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
7	Min Flow Limit Switch 4B	Relay pengatur agar pompa dapat switch secara otomatis ke min.flow	Part of	Part of Instrumen	a. Kegagalan sensor b. Kegagalan relay	Pompa mengalami under flow sehingga tinggi terjadinya kavitasi yang dapat mengakibatkan kerusakan pompa	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> • Pergantian relay dan sensor dan pemeriksaan serta perawatan rutin
8	Pompa 4C	Mengalirkan feedwater dari deaerator ke HPH dan memberikan pressure ke aliran feedwater	Less	Less Flow	g. Kavitasi, h. pengkaratan pada rotor dan stator i. Mechanical seal bocor	Pompa tidak bekerja maksimal, Supply feedwater terhambat, Start up lambat, Noise pump, Temperatur naik	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm • Minimal Flow Mode • Booster Pump 	3	4	t	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan mode minimal flow • Proteksi pada rotor dan stator • Melakukan pengecekan dan pemeriksaan berkala

Tabel B. 14 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
9	Strainer 4C	Menyaring kotoran yang dapat mengganggu aliran dari feedwater	Part of	Part of Instrumen	a. Kotor b. Kejenuhan pada filter	Kemungkinan terjadinya kebocoran, Feed water terganggu dan cenderung kotor, Kegagalan pada 2 Filter akan mengakibatkan out service	-	3	3	t	<ul style="list-style-type: none"> Membersihkan kotoran, mengganti elemen filter, memeriksa strainer secara rutin
10	Min Flow Limit Switch 4C	Relay pengatur agar pompa dapat switch secara otomatis ke min.flow	Part of	Part of Instrumen	a. Kegagalan sensor b. Kegagalan relay	Pompa mengalami under flow sehingga tinggi terjadinya kavitasi yang dapat mengakibatkan kerusakan pompa	<ul style="list-style-type: none"> Alarm 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> Pergantian relay dan sensor dan pemeriksaan serta perawatan rutin

Tabel B. 15 Lanjutan

No	Instrument /Equipment	Function	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	L	C	R	Recommendation
11	Min Flow Control Valve 4C	Mengatur aliran feedwater yang melalui min. flow	Part of	Part of Instrumen	<ul style="list-style-type: none"> a. Katup sulit diputar b. Kecedapan menurun 	Katup tidak dapat diputar akibat fluida yang keluar dari seal, kerja supply pompa terganggu, terjadi unit decerating	<ul style="list-style-type: none"> • Alarm 	3	2	m	<ul style="list-style-type: none"> • Memperbaiki discharge control valve dan pemeriksaan rutin

Tabel C. 2 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
97973	Perbaiki HPH 6	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	7/4/2007
98268	LV-56-13 buka 15 % #4 (normal 0%)	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	7/12/2007
98397	ME – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	7/13/2007
101008	Tube HPH 6 #4 bocor	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	9/25/2007
104677	HPH 6 # 4 BOCOR	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/4/2008
105957	LV 56-13 (condensate HPH 6 to condenser)	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/29/2008
107297	RETUBING HPH PLTU GRESIK #4	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	3/3/2008
107498	#4 HPH 6 ada tanda2 kebocoran	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/10/2008
108523	HPH 6 ada tanda-tanda kebocoran	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	4/14/2008
111291	SI – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	7/3/2008
111346	RETUBING HPH 6 SI PLTU 4	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	7/4/2008
111679	Penambahan line bypass HPH 6 PLTU#4	MD	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	7/11/2008
112666	#4 HPH 6 Bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	8/5/2008
123590	SE – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	6/10/2009
126589	Level glass HPH 6 # 4 sisi air hdp laut	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	9/15/2009
128909	Chemical Cleaning HPH	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	11/23/2009
130282	#4 Sight glass HPH 6(netes pd drain glas	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/6/2010

Tabel C. 3 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
132034	Line condensate level HP 6 HTR # 4 bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2/19/2010
133003	valve drain sight glass HPH 6 bcor bsar	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/10/2010
140448	SI – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	9/6/2010
141663	PI shell press HPH 6 #4 tidak ada	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	10/8/2010
141853	V2-401 R1 hp6 inlet feed wtr #4 glan bcr	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	10/14/2010
142955	LV- 56-11 HPH 6 # 4 macet posisi 100%	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	11/10/2010
143010	Penggantian baffle plate HPH 6	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	11/12/2010
150193	PI HPH6 inlet fed wter press rot v/v bcr	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/2/2011
150790	Isolasi HPH 6 #4 belum terpasang	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	5/18/2011
163292	Penggantian partition plate HPH 6 PLTU4	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	3/1/2012
165546	ME – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	4/18/2012
170522	Isolasi manhole HPH6 dan 7 belum tpasang	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	8/27/2012
187989	SI – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	7/10/2013
196707	#4 Blok valve LV 56-12	WR	OH	OVERHAUL/INSPECTION	11/6/2013
199340	ISOLATION HPH 6 TERKELUPAS	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	12/9/2013
201689	Air hasil kondensasi uap yang bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	1/15/2014
240092	SE – HIGH PRESS HEATER (HPH) PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	6/9/2015

Tabel C. 4 Historical Workorder HPH 7

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
65799	Ext vlv u/ PI HPH 7 #4 glan bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	10/20/2004
72680	line 4xtrem trap 20 hph 7 #4 ngowos	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	5/16/2005
74400	Rekondisi HPH7	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	7/13/2005
81855	Sight glass HPH7 #4 sisi air bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/7/2006
82247	Plug drain LS utk 4xtreme high HPH 7 bcr.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/14/2006
82298	Level glas HPH 7 #4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/17/2006
83393	Ext v/v PI Sheel HP 7 #4 gland bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	4/19/2006
83394	First v/v Line seal N2 HPH 7#4 gld bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	4/19/2006
83403	Valve V4-679 (dari HPH 7 ke deerator)	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	4/20/2006
83587	V4-622-S1 HPH7 lvl low vlv gland bcr	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	4/24/2006
83808	Valve line seal N2 HPH 7 #4 bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/1/2006
84160	RCV no.3 to HPH6 gland bocor # 4	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/10/2006
84161	V2-11HPH6 feed wtr in by pasgld bcr#4	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/10/2006
86382	Block vlv inlet Lv.57-12 #4 bcr (netes)	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	7/19/2006
89319	LV 57-12 disc bocor #4	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	10/17/2006
92605	Sight glass HPH 7 sisi air hadap bp	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/26/2007

Tabel C. 5 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
92984	Sight glass HPH 7 #4sisi air hdp brt bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2/7/2007
108184	First isol.vlv. PI.HPH 7 #4 gland bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	3/31/2008
112792	Line Drain Pot HPH 7 # 4 buntu	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	8/8/2008
113219	TI – outlet HPH 7 # 4 tidak terpasang	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	8/20/2008
126073	level glass LPH 3 #4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	8/31/2009
126751	V4-517 (Inlet LV 57-12) flanges bocor.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	9/24/2009
130290	HP 7 heater shell press root valve	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/6/2010
133346	Isolasi main hole HPH7 belum terpasang	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/15/2010
149846	LV-58-11 #4 gland packing bocor	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	4/25/2011
163525	level glass HPH 7 #4 buram	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/5/2012
164388	TI-20-71 Temperatur feed water out #4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/29/2012
164990	#4 PI LPH 7 heater shell press	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	4/12/2012
174428	Line drain LV-57-12 #4 bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	11/19/2012
174483	#4 sight glass HPH7	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	11/22/2012
175717	casing valve inlet LV57-12#4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	12/17/2012
175716	LV57-12 #4 bocor pada disc valve	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	12/17/2012
189483	lvl glass hph 7 #4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	7/31/2013

Tabel C. 6 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
196725	Ext valve PI HPH 7	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	11/7/2013
230163	Ext VALVE LINE TO PI HPH 7 UNIT4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/29/2015

Tabel C. 7 Historical Workorder HPH 8

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
70444	V 4 -26 Extr steam no :1 gland bcr # 4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/28/2005
74401	Rekondisi HPH8	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	7/13/2005
77957	Sight glass HPH 8 #4 bocor.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	11/9/2005
78823	Sight Glass HPH 8 #4 sisi air bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	12/9/2005
83395	Line drainese HPH 8 (lt.4) # 4 buntu	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	4/19/2006
91261	LV - 58 - 12 # 4 hunting	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	12/20/2006
98219	Penggantian outlet valve HPH 8	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	7/9/2007
103257	#4 Sight glass HPH 8 sisi air bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	11/21/2007
107119	V4-514 inlet LV 58-12 drain cond HPH 8	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2/29/2008
107721	Sight glas HPH 8 sisi uap #4 bag dlm bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/18/2008

Tabel C. 8 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
109610	HPH 8 Extc Steam Iso Vlv gland bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/12/2008
123917	1st valve dari line extrac no 1 #4 gland	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	6/22/2009
131339	level glass HPH 8 #4 bocor besar	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	1/29/2010
135629	2nd valve N2 to HPH 8 #4 gland bocor.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/14/2010
136429	Block valve LV-58-11 gland bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	5/31/2010
149846	LV-58-11 #4 gland packing bocor	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	4/25/2011
153944	Gland isolating vlv level glass HPH 8 #4	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	8/1/2011
164371	#4 Ext Steam 1 bocor pada gland piston	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/28/2012
164389	Penunjukan temperatur out HPH 8 #4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	3/29/2012
202206	HPH 8 #4 tube bocor	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	1/23/2014
203849	HPH 7 & 8 #4 line filler belum ada.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2/11/2014
204413	1st valve drain shell hph8 #4 ngowos	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2/20/2014
210626	LV 58-11 & 58-12 HPH8 minta kalibrasi #4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	5/20/2014
214057	HPH 8 unit 4 bocor	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	7/7/2014
223513	HPH 8 unit 4 bocor	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	11/6/2014
224992	Level glass HPH 8 sisi air #4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	11/24/2014
228976	Retubbing HPH 8 dan LPH4 #4	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	1/13/2015

Tabel C. 9 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
235653	#4 HPH 8 level glass bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	4/6/2015
237656	HPH 8 #4 ada tanda-tanda bocor.	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	5/7/2015
245699	level oil BFP 4C kurang (minta ditambah)	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	8/26/2015

Tabel C. 10 Historical Workorder BFP 4A

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00063718	Pembersihan dan pengecekan motor BFP 4A	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2004-04-29
00065357	V2-071, 1st valve BFP warming 4A #4	MT	NM	NON MAINTENANCE	2004-09-17
00065381	Motor BFP 4A suara ngorok	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2004-09-22
00072669	V2 - 071 V/v warming BFP 4A Gland ber	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2005-05-16
00074404	Rekondisi BFP 4A	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2005-07-14
00077608	Stat. winding temp.BFP 4A ANN high	MT	EM	EMERGENCY MAINTENANCE	2005-10-27
00078138	Pemasangan isolasi pipa cooling BFP 4A	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2005-11-17
00078555	Minyak pelumas BFP 4A minta flushing	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-11-28
00078588	Pelepasan coating BFP 4A	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2005-12-01
00079810	Mech. seal booster pump BFP 4A bocor	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2006-01-06

Tabel C. 11 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00080537	Control valve min flow BFP 4A gland ber	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2006-01-24
00081185	KACA LUB. OIL PRESS GAUGE BFP 4A PCH	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2006-02-15
00087045	PIT bak penampung BFP 4A buntu #4	MT	NM	NON MAINTENANCE	2006-08-08
00087476	CV minimum flow BFP 4A,B&C Bocor	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2006-08-15
00087625	Drain valve booster pump BFP 4A	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-08-22
00089151	BFP # 4A temperatur bearing in board	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2006-10-09
00089203	BFP # 4A temperatur bearing in board	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2006-10-13
00094019	Mechanikseal main pump BFP 4A bocor.	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2007-03-05
00094287	Line sealing wtr BFP 4A ber dkt thru brg	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2007-03-13
00094550	Strainer mechanical seal BFP 4A bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-03-21
00099596	Repair CV min. flow BFP (A,B,C)	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2007-08-15
00102414	BFP 4A flanges bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-11-05
00107713	SV shut off u/ mek seal BFP 4a tdk cls	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2008-03-17
00107947	Bak drain pit BFP 4A & 4B lehernya putus	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2008-03-24
00108180	BFP 4A BRG MTL Temp (M) ANN	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-03-31
00112336	#4 PI-210 1A/2A BFP4A minta`dipang lgi	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-07-28
00128700	SV minimum flow BFP 4A ngowos	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-11-16

Tabel C. 12 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00130444	Neple PI Suction Booster BFP 4A bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-08
00130657	Minimum flow BFP 4 A disc bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-11
00130988	Minimum Flow BFP 4A &4B gland bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-22
00132009	Penunjukan Feed water Flow #4 tdk normal	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-02-18
00138764	Min.flow BFP 4A disc bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-07-29
00139562	Valve Min flow BFP 4A bocor pada gland	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-08-16
00140440	Control valve minimum flow BFP 4A gland	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-09-06
00141016	Limit switch min. flow BFP 4A tdk kontak	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-09-20
00145911	Solenoid vlv.mech. seal BFP 4A macet	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-01-17
00147849	TI out cooling booster pump BFP 4A rusak	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-03-07
00149028	Line suction 10ipple10r press gauge BFP 4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-04-07
00149231	Minimum Flow BFP 4A disc bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-04-11
00150187	PI -210-1A mekanik seal BFP 4A tidak ada	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-05-02
00150188	PI -210-2A mekanik seal BFP 4A minta kal	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-05-02
00157959	PI Intermediate press BFP 4A #4 abnormal	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-11-04
00160240	Modifikasi TI booster pump BFP #4A	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2011-12-22
00161232	SV mechanic seal BFP 4A macet	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2012-01-10

Tabel C. 13 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00163578	PI BFP intermediate take off 4A	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2012-03-08
00164134	PI BFP intermediate take off 4A #4	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2012-03-20
00166539	Pengecekan mtr dan pompa BFP 4A	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2012-05-16
00178894	11ipple PI strainer mech.seal BFP 4A bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-02-25
00180656	#4 Disc. Valve BFP 4A, tidak fully close	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-04-03
00185106	TI therm thrust bearing BFP 4A tdk tepat	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-06-03
00188499	PI discharge BFP 4C nunjuk tidak cocok	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-07-17
00189482	min flow BFP 4A tdk bs auto open-closed	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-07-31
00197717	Indikator AOP BFP 4A tidak nyala	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-11-18
00217858	Flanges RH spray BFP 4A bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-08-18
00223473	BFP 4A alarm stator wind temp. high	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-11-03
00228958	BFP 4C #4 minyak kurang	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2015-01-12

Tabel C. 14 *Historical Workorder* BFP 4B

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00062397	BFP 4B CEK VALVE (PEMASANGAN)	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2004-01-28
00062646	Repair inside BFP 4B	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2004-02-11
00063173	Perbaikan Barrel BFP 4B	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2004-03-10
00064521	Coil Sol.vlv mek.seal BFP 4B #4 terbakar	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2004-06-25
00064614	Minimum flow v/v BFP 4B macet.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2004-07-01
00064835	Thermocouple brg BFP #4b tdk normal	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2004-07-29
00064837	Solenoid vlv mech. seal BFP 4B tdk kerja	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2004-07-29
00065531	BFP 4 B brg temp high muncul, act rendah	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2004-10-12
00067384	Minim flow BFP 4B limit switch rusak	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2004-12-23
00067385	Minim flow BFP 4B limit switch rusak	MT	EM	EMERGENCY MAINTENANCE	2004-12-23
00068086	Strainer lub.oil BFP4B minta dibersihkan	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-01-11
00069703	Isol v/v warming BFP4B gland bocor.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2005-03-07
00069702	Flanges line balancing BFP 4B bocor.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2005-03-07
00069730	Lampu TL 40W BFP 4B mati 1bh.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-03-08
00069925	Temperatur Bearing BFP 4B high	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-03-13
00070955	V2-073 valve warming BFP 4B #4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2005-04-07
00072291	Temperatur Bearing BFP 4B high	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2005-05-06

Tabel C. 15 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00072234	Line drain booster BFP 4B netes	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2005-05-06
00074412	Rekondisi BFP 4B	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2005-07-14
00078089	BFP 4B bearing Metal Temperature	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-11-14
00078369	Penggantian minyak pelumas BFP 4B	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-11-24
00079326	Perbaikan Check valve BFP 4B	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2005-12-23
00079448	PI u/ strainer mech.seal BFP 4B ngacau.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-12-26
00079932	SV Mechanical seal BFP 4B bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-01-11
00084741	Line sealing yg menuju mech.seal BFP 4B	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-05-29
00093788	Booster pump BFP 4B bocor.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-02-26
00095117	Cover booster pump BFP 4B bocor	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2007-04-10
00095466	B BFP Brg.Temp.High Alarm #4	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2007-04-19
00096983	Bossterpump BFP 4B bocor pd.flangesnya.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-06-04
00105111	TIS in board BFP 4B tidak ada	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-01-07
00105306	#4 BFP 4B Bearing inboard alarm	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-01-14
00105738	TIS in board BFP 3A dan 4B abnormal	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-01-22
00106206	TIS In Board BFP 3A & 4B Abnormal PLTU	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-02-08
00109335	AOP BFP 4B TIDAK BISA STOP	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2008-05-05

Tabel C. 16 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00116261	Motor Suction Valve BFP#4B gland bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-11-20
00118549	PI Lube Oil pressure BFP 4B mnta klbrasi	WR	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2009-01-22
00118792	AOP BFP 4B tidak 14ias dimatikan.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-01-29
00119875	Penunjukan PI u/ AOP BFP 4B rendah	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-02-27
00120275	#4 Minimum Flow BFP 4B,telat Nutup	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-03-10
00127999	AOP BFP 4B #4 tdk 14ias stop.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-10-27
00129210	Rekondisi BFP 4B	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2009-12-04
00130989	Lampu 14ias14ator disch.BFP 4A	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-22
00131682	AOP BFP 4B abnormal	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-02-08
00133016	Nipple DPIS suction strainer BFP 4B bcr	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-03-11
00134478	AOP BFP 4B & 4C tidak 14ias mati	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-04-15
00136222	Minimum Flow BFP 4B gland bocor besar	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-05-27
00142863	Napple PI disch BFP 4B bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-11-08
00144366	Blek V/v PI dif striner BFP 4C glan beor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-12-17
00146354	Pengecekan gear box BFP 4B	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2011-01-28
00153185	Minimum Flow BFP 4B bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-07-13
00157779	Lub oil BFP 4B press low	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-10-31

Tabel C. 17 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00160241	Modifikasi TI booster pump BFP #4B	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2011-12-22
00160811	Cleaning dan Repair Inner Part BFP 4B	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2012-01-03
00164398	Penggantian Min Flow BFP #4	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2012-03-29
00165545	ME - BOILER FEED PUMP PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2012-04-18
00175213	Pemasangan Min flow PLTU # 4 , 4B	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2012-12-03
00177101	Flanges striner mechanic seal BFP 4C ber	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-01-18
00179993	lampu tl 40W di BFP 4 B mati 1 buah	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-03-19
00181102	lampu tl 40W R.pompa BFP 4B mati 1 buah	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-04-09
00187988	Penggantian MOP BFP 4B	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2013-07-10
00188502	FX-21 BFP 4B nunjuk 50t/h saat SB	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-07-17
00196693	line drain BFP 4b	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2013-11-06
00196694	mech seal BFP 4B ngrembes	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2013-11-06
00198229	#4 Min. flow BFP 4B tdk bisa auto	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-11-25
00198861	lampu TL 36 W blknng BFP 4B mati 2	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-12-06
00205899	BFP 4B mech seal sisi uncoupling bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-03-10
00214051	Press. lube oil BFP 4B rendah	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-07-07
00217216	Flanges suction BFP 4B bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-08-14

Tabel C. 18 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00217856	PI BFP 4B abnormal (minta kalibrasi)	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-08-18
00218375	PI 210 1B Isol Valve BFP Tidak Menunjuk	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-08-28
00223158	V5-352 B-BFP Strainer Cleaning	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-10-27

Tabel C. 19 Historical Workorder BFP 4C

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00063719	Pembersihan dan pengecekan motor BFP 4C	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2004-04-29
00065236	Coupling Booster BFP # 4C Slip	MT	NM	NON MAINTENANCE	2004-09-06
00065242	Coupling booster pump BFP 4C RUSAK	MT	NM	NON MAINTENANCE	2004-09-07
00072408	Suc.Strainer BFP 4C diff.press high	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-05-09
00074413	Rekondisi BFP 4C	MT	RP	REPAIR MAINTENANCE	2005-07-14
00079486	TI u/cool return boos pump BFP 4C ber	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-12-28
00079499	PI u/ strainer mech.seal BFP 4C ngacau.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2005-12-29
00079933	SV Mechanical seal BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-01-11
00080757	Flaanges suct. Strainer BFP 4C netes	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-02-01

Tabel C. 20 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00081406	Packing suct. Strainer BFP 4C ber	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-02-22
00081454	Strainer packing mech.seal BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2006-02-24
00091985	Vlv min. flow BFP 4C tdk nutup rapat	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-01-08
00093799	Min. flow BFP 4C sering open /close #4	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-02-26
00098541	Minimum Flow BFP 4C	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2007-07-16
00114107	PI BP Suction press gauge BFP 4C	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2008-09-16
00116734	Mech. Seal Booster pump BFP 4C bocor.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2008-12-02
00122161	#4 BFP 4C minimum Flow v/v bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-05-04
00124129	Minimum flow BFP 4C disc. Bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2009-07-01
00130445	gland vlv drain booter BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-08
00130446	Pipa kapiler suct BFP 4A BOCOR	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-08
00130450	#4 Iso vlv drain booster BFP 4C	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-01-08
00131440	Flanges csing bostr pmp side kplig bcor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-02-02
00132397	1 st vlv utk PI disch. BFP 4C gland bcor.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-03-01
00132603	Gland packing vlv min.flow BFP 4C	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-03-05
00132604	Gland vlv outlet min.flow BFP 4C	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-03-05
00135628	HPH 8 drain lvel extr high stop v/v bcr	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-05-14

Tabel C. 21 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00137095	CS Aop BFP 4C lampu 18ndicator stop	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-06-15
00139594	Ruangan BFP 4C lampu mati 3 buah .	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2010-08-18
00140446	SI – BOILER FEED PUMP PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2010-09-06
00144326	#4 Vlv DP starinner BFP 4C sisi low bcr	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2010-12-15
00146353	Pengecekan bearing mtr BFP 4C PLTU 4	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2011-01-28
00146790	DPIS suct strainer BFP 4C abnormal.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-02-07
00147757	TI out cooling booster pump BFP 4C	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-03-03
00148121	TI outlet cooling booster pump BFP 4B	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-03-15
00149232	Mechanic Seal BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-04-11
00149918	BFP 4C bearing sisi in board abnormal.	WR	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-04-26
00151082	Min.flow BFP 4C ada tanda-tanda bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-05-25
00154896	Lampu TL 40 Watt dibelakang BFP4C mati	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-08-26
00155675	Lampu TL 40 W dkt MSV # 4 mati 1 buah .	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2011-09-14
00156459	disch Min Flow BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2011-10-03
00160242	Modifikasi TI booster pump BFP #4C	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2011-12-22
00161213	Min flow BFP 4C #4 bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2012-01-09
00165028	PI booster pump suction BFP 4C abnormal	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2012-04-13

Tabel C. 22 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00166540	Pengecekan brg mtr BFP 4C	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2012-05-16
00171246	BFP 4C vibrasi tinggi	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2012-09-13
00172201	Strainer mech.seal BFP 4C bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2012-10-01
00172254	Flanges suction BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2012-10-04
00172255	Gland v/v suction BFP 4C bocor	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2012-10-04
00172806	19echanic seal BFP 4C sisi kopling	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2012-10-15
00173143	1 st valve PI disch BFP 4C gland bocor.	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2012-10-25
00175214	Pemasangan min flow PLTU #4 , BFP 4C	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2012-12-03
00177093	#4 Line mech. Seal BFP 4C bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-01-17
00177656	Valve PI disch. BFP 4A gland bcr.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-01-29
00177692	SV mekanik seal BFP 4A macet.	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-01-30
00183023	Inlet suct motor valve BFP 4C ngrembes	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-05-06
00183063	Mech.seal BFP 4C sisi kopling bocor	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2013-05-08
00183095	Mekanik Seal BFP 4C sisi Suction bocor	MT	EJ	ENGINEERING/PROJECT/MODIFICATION	2013-05-10
00186224	Cleaning inner part BFP PLTU 4	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2013-06-18
00186846	first vlv PI disch BFP 4C galnd bocor #4	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-06-25
00186890	line discharge to PI discharge BFP 4C	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2013-06-27

Tabel C. 23 Lanjutan

Work Order	Work Order Desc	WO Type	Maint Type	Maint Type Description	Raise Dte
00187394	#4 Line PI discharge BFP 4C	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-07-02
00188507	Cek brg motor dan pompa BFP 4C	MT	PD	PREDICTIVE MAINTENANCE	2013-07-17
00194553	SI - BOILER FEED PUMP PLTU 200 MW	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2013-10-08
00197749	BFP 4C bearing motor rusak	WR	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2013-11-20
00199720	#4 Packing strainer BFP 4C	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2013-12-16
00205895	#4 BFP4C oil defektor,bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-03-10
00210920	lampu depan BFP 4C mati 4 tl 36W	MT	PM	PREVENTIVE MAINTENANCE	2014-05-21
00221698	BFP #4C BEARING GEAR BOX TEMP HIGH	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-10-09
00224947	Penggantian Mech. Seal BFP #4	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2014-11-21
00226633	block valve min.flow 4C gland bocor	MT	CR	CORRECTIVE MAINTENANCE	2014-12-15
00234687	Rekomendasi vibrasi BFP 4C	MT	OH	OVERHAUL/INSPECTION	2015-03-23

LAMPIRAN D

D.1 Hasil Wawancara Dengan Kepala CCR Wahyu Jatmika

Kerusakan yang sering terjadi di HPH adalah tube yang bocor. Kerusakan terjadi pada HPH 8 untuk unit 4 dan HPH 6 pada Unit 3. Dalam proses kegagalan terjadi proteksi harus kerja. Ada sensor level high, bila terlalu tinggi air di dalam bias naik. Karena pemanas dari extract steam turbin, tidak diinginkan air masuk ke turbin. Karena pada saat tube pecah tekanan yang keluar sangat tinggi sehingga air meningkat secara drastis. Pada saat ini valve extract harus menutup dan HPH out of service dengan cara di bypass. Tetapi dalam keadaan normal air kondensat juga dikirimkan ke deaerator dengan back up ke LPH dan e condenser.

Pada tube sudah ada proteksi terhadap korosi dengan cara proteksi katodik yang diganti setiap tahun dan injeksi ferrous. Kebocoran tube sudah tidak terjadi setelah dilakukan retubing.

Pada BFP terdapat mode minimal flow yang berfungsi menjaga minimal flow yang mengalir pada pompa. Karena pompa bekerja variatif sehingga pada saat tiba-tiba menutup harus dikembalikan ke deaerator. Desain minimal flow sebesar 110 ton/h karena ditakutkan bila dibawah itu dapat merusak pompa karena terjadinya kavitasi. Limit switch bekerja pada saat 120 ton/h dengan membuka control valve minimal flow dan akan menutup kembali bila flow naik menjadi 150 ton/h

Mengetahui,

Wahyu Jatmika
Kepala CCR Unit 4 PT. PJB UP Gresik

LAMPIRAN E

E1. Validasi Data

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Idrus Pamungkas

Jabatan : Spv. K3

Selaku : Pembimbing Lapangan

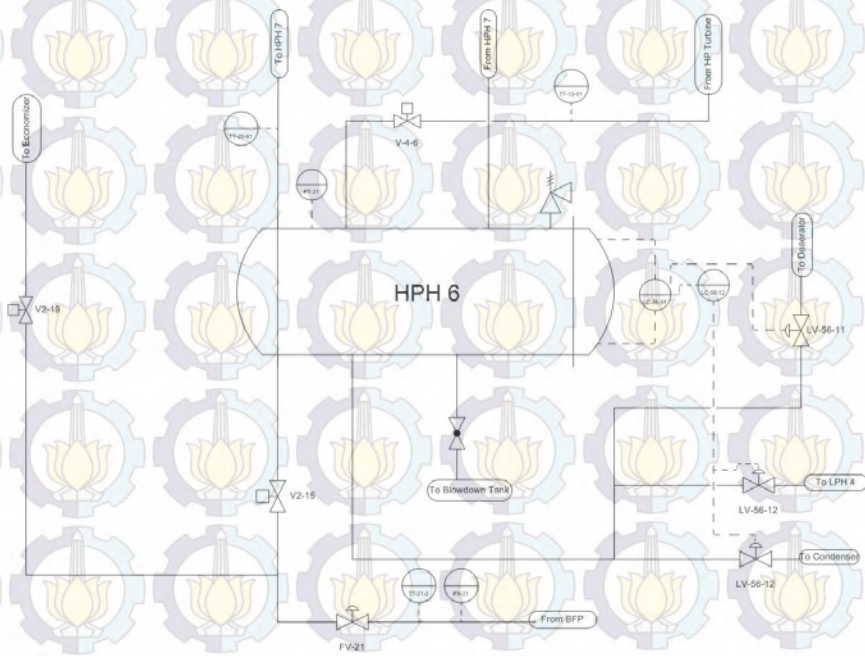
menyatakan bahwa data yang dipergunakan dalam tugas akhir dengan judul “Impementasi Metode Hazop Dalam Proses Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada *High Pressure Heater* (HPH) Di PT. PJB Unit Pembangkit 4 Gresik” oleh Devic Oktora dengan NRP 2413106007 adalah BENAR data milik PT. PJB Unit Pembangkit Gresik.

Pembimbing,

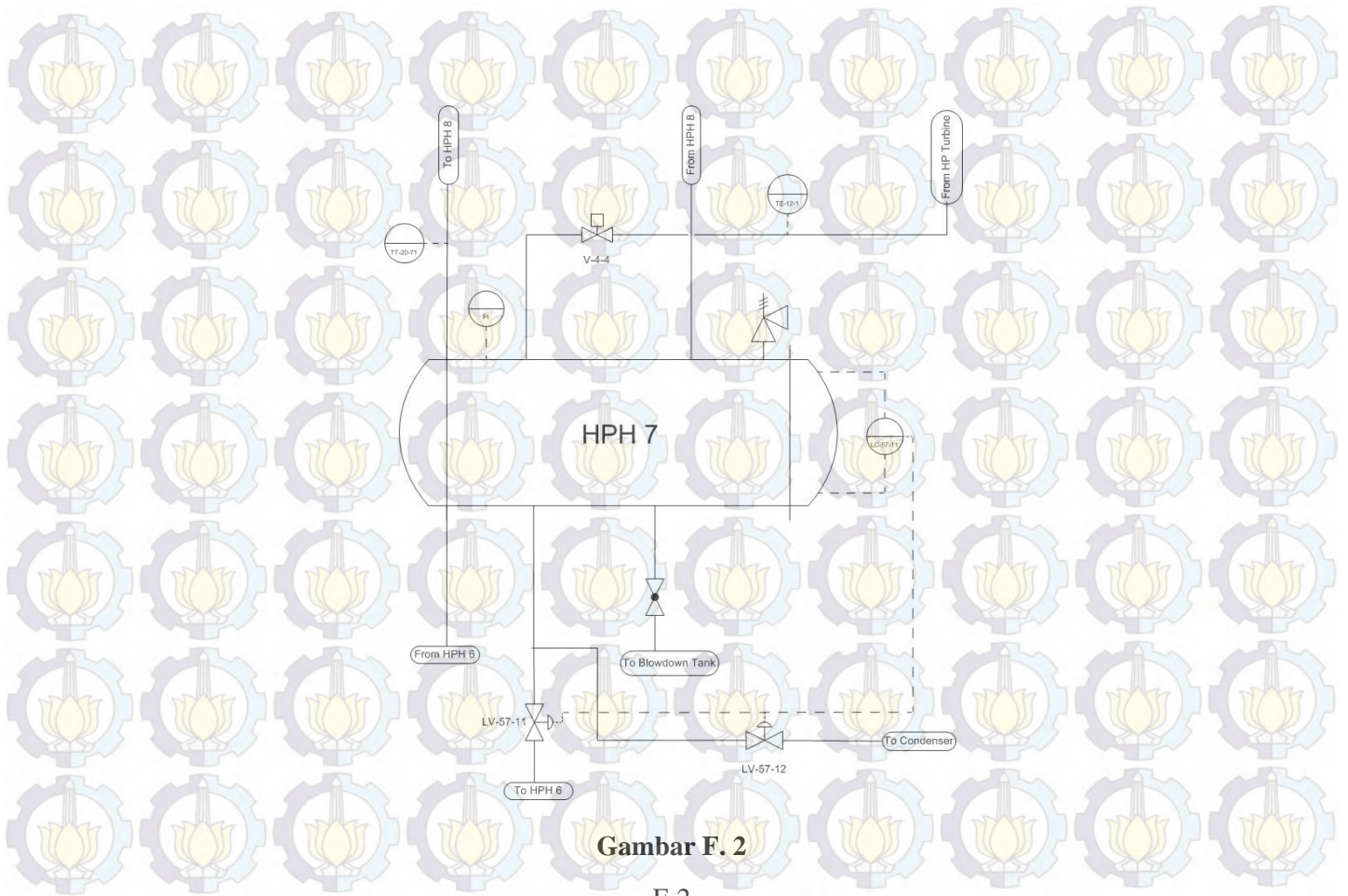
Idrus Pamungkas

Supervisor K3

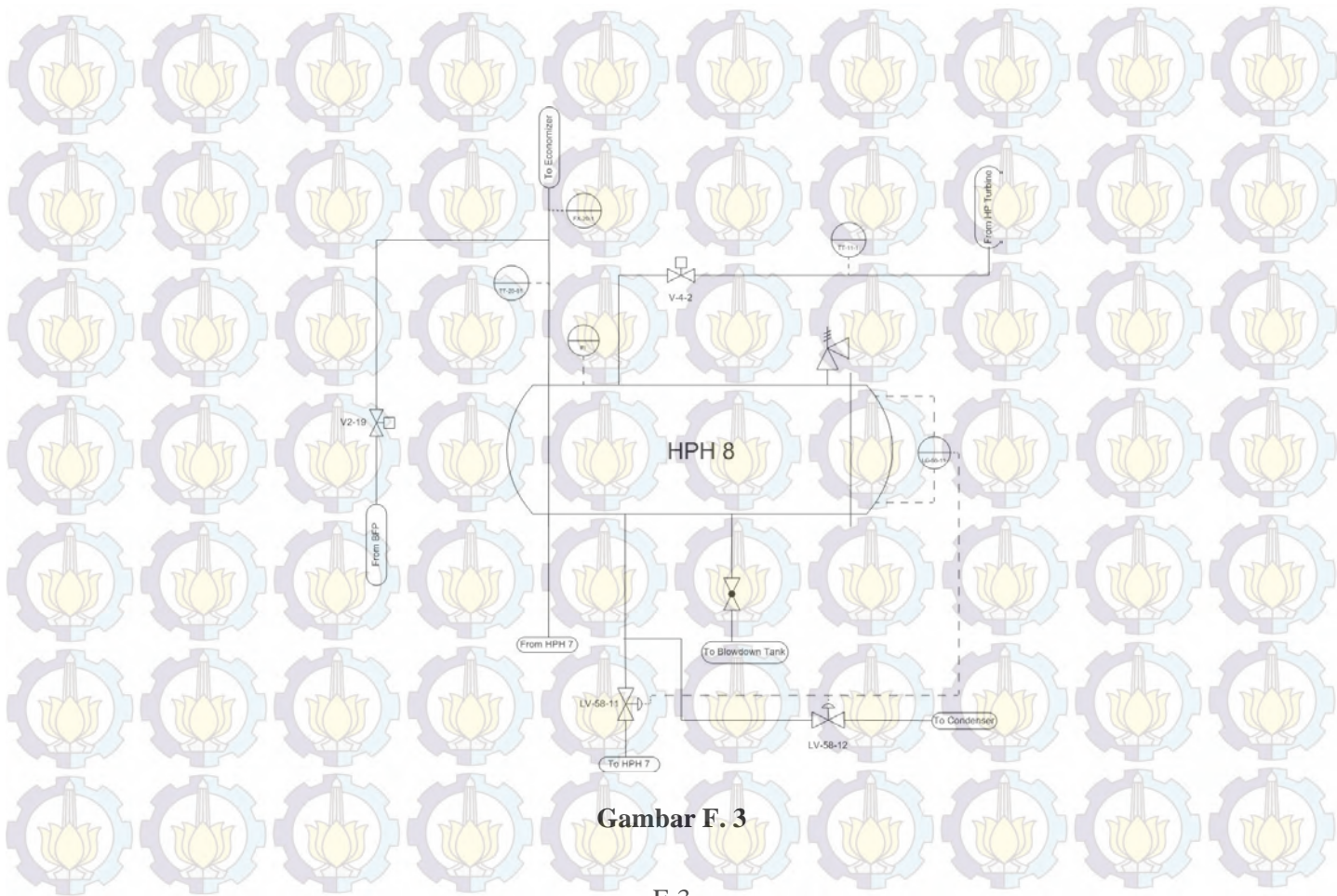
LAMPIRAN F



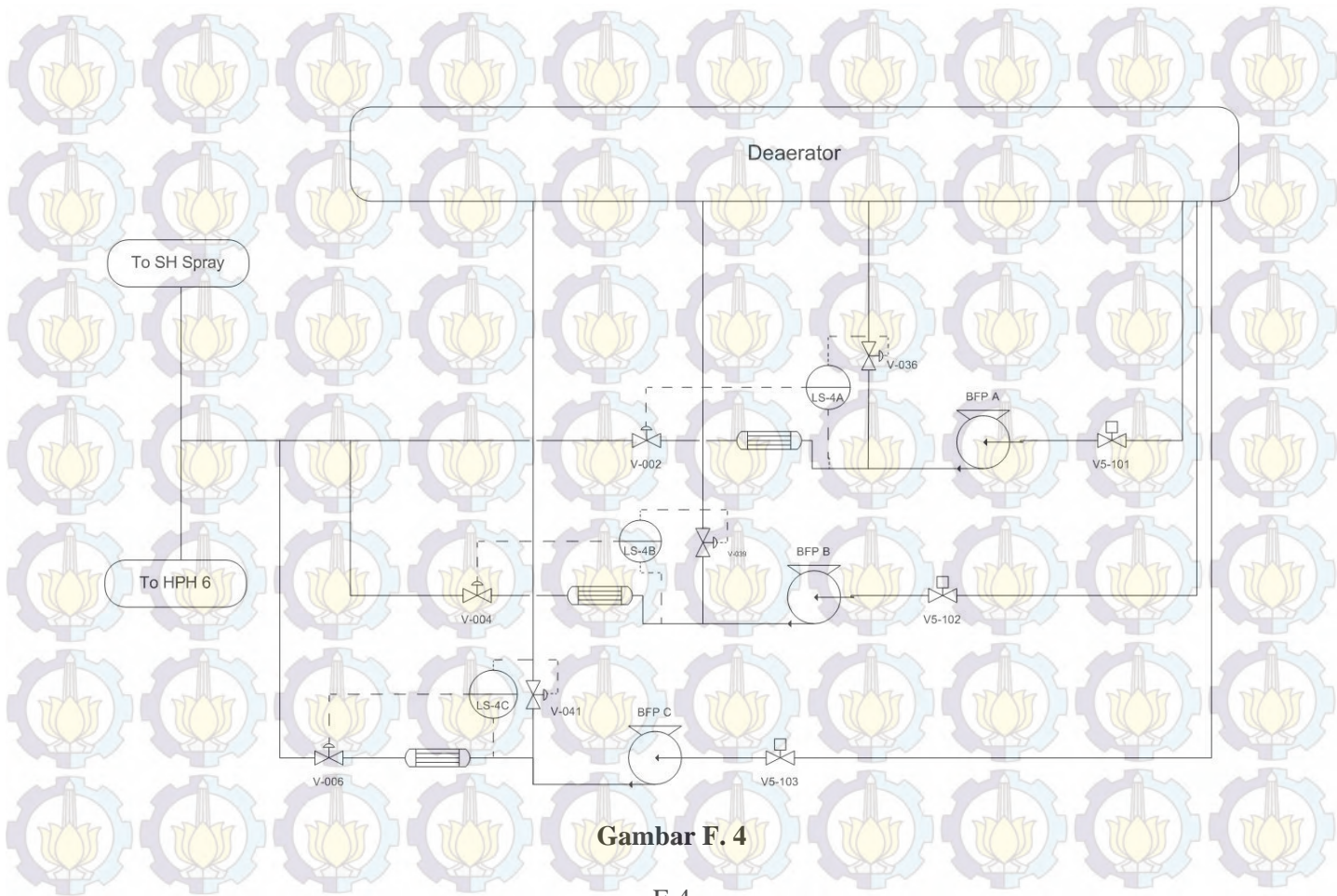
Gambar F. 1



Gambar F. 2



Gambar F. 3



Gambar F. 4

BIODATA PENULIS



Penulis mempunyai nama lengkap Devic Oktor, lahir di Malang pada tanggal 14 Oktober 1992. Penulis melewati masa kecilnya di Jakarta sebelum pindah ke Malang saat menginjak TK. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Percobaan I Malang, kemudian melanjutkan pendidikan menengah di SMP Negeri 3 Malang. Penulis melanjutkan studi di SMA Negeri 8 Malang untuk tingkat SMA. Pada tahun 2010 diterima di program beasiswa antara Kementerian Perdagangan dengan ITB – Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi. Penulis menempuh tiga tahun masa studi D3 hingga tahun 2013, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan ke Teknik Fisika – ITS melalu program Lintas Jalur pada Pebruari 2014 dengan NRP 2413 106 007. Hingga pada tahun 2016 penulis akhirnya melaksanakan Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan studi S1 dengan judul “IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO PADA HIGH PRESSURE HEATER (HPH) DI PT. PJB UP 4 GRESIK”. Bagi pembaca yang memiliki saran, kritik, dan atau ingin berdiskusi lebih lanjut tentang tugas akhir ini bias menghubungi penulis melalui oktoradevic@gmail.com