



TUGAS AKHIR TF 141581

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM
PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN
ANALISIS RISIKO BOILER DI PG GEMPOL
KREP PTPN 10 MOJOKERTO**

Yogi Arif Cahya N
NRP 2412 105 001

Dosen Pembimbing
Ir. Matradji, M.Sc
Supriyono, ST

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

Halaman ini memang dikosongkan



FINAL PROJECT TF-141581

**IMPLEMENTATION OF HAZOP METHOD IN HAZARD
IDENTIFICATION PROCESS AND RISK ANALYSIS OF
BOILER DI PG GEMPOL KREP PTPN 10 MOJOKERTO**

Yogi Arif Cahya N
NRP 2412 105 001

Supervisor
Ir. Matradji, M.Sc
Supriyono, ST

DEPARTEMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

Halaman ini memang dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM
PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS
RISIKO BOILER DI PG GEMPOL KREP PTPN 10
MOJOKERTO**

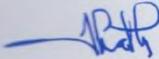
TUGAS AKHIR

Oleh :

YOGI ARIF CAHYA NUGRAHA
NRP. 2414 105 001

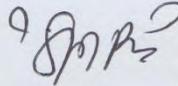
Surabaya, Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. Matradji, M.Sc
N. 19560720 198503 1 003

Dosen Pembimbing II



Supriyono, ST
NIK. 50701701



Halaman ini memang dikosongkan

**IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES
IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO
BOILER DI PG GEMPOL KREP PTPN 10 MOJOKERTO**

TUGAS AKHIR

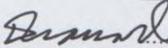
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

YOGI ARIF CAHYA NUGRAHA

NRP. 2414 105 001

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Matradji, M.Sc .....(Pembimbing I)
2. Supriyono, ST. .....(Pembimbing II)
3. Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT .....(Penguji)
4. Ir. Tutug Dhanardono, MT .....(Penguji)
5. Hendra Cordova, ST, MT .....(Penguji)

SURABAYA

Juni 2016

Halaman ini memang dikosongkan

IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO BOILER DI PG GEMPOL KREP PTPN 10 MOJOKERTO

Nama : Yogi Arif Cahya N
NRP : 2414105001
Jurusan : Teknik Fisika
Pembimbing 1 : Ir. Matradji, M.Sc
Pembimbing II : Supriyono, ST

Abstrak

Salah satu proses penting di PG Gempol Krep Mojokerto adalah *proses* pembuatan uap kering di boiler untuk menggerakkan *generator*. *Proses* pada boiler merupakan *proses* yang memiliki potensi bahaya tinggi. Terdapatnya potensi bahaya pada *proses* tersebut, tentunya akan menimbulkan potensi kerugian yang cukup besar. Oleh karena itu diperlukan studi yang bertujuan memberikan rekomendasi berdasarkan penilaian resiko melalui studi HAZOP. Hasil study HAZOP pada boiler menunjukkan rusaknya *pressure transmitter* dikarenakan dari *pressure* yang terlalu tinggi dan mengakibatkan retakan pada tangki. Kegagalan *control valve* (LCV 101) yang dapat mengakibatkan rusaknya pompa. Dari HAZOP worksheet, diperoleh instrument yang memiliki risiko rendah adalah *flow element*.

Kata Kunci: Pompa, *Flow Element*, HAZOP

Halaman ini memang dikosongkan

**IMPLEMENTATION OF HAZOP METHOD IN
HAZARD IDENTIFICATION PROCESS AND RISK
ANALYSIS OF BOILER DI PG GEMPOL KREP
PTPN 10 MOJOKERTO**

Name : Yogi Arif Cahya N
NRP : 2414105001
Major : *Engineering Physics*
Supervising Lecturer I : Ir. Matradji, M.Sc
Supervising Lecturer II : Supriyono, ST

Abstract

One of the important processes in PG Gempol Krep Mojokerto is the process of making dry steam in the boiler to drive a generator. The process of the boiler is a process that has a high hazard potential. The presence of potential hazards in the process, will create the potential for substantial losses. Therefore we need a study that aims to provide recommendations based on risk assessment through the HAZOP study. The results of the HAZOP study shows the boiler pressure transmitter damage because of the pressure that is too high and lead to cracks in the tank. Failure of the control valve (LCV 101) which can cause damage to the pump. Of HAZOP worksheet, acquired instruments, which have a low risk is a flow element.

Key Words : Pump , Flow Element ,HAZOP

Halaman ini memang dikosongkan

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
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Boiler.....	5
2.2 Metode HAZOP.....	8
2.3 Konsep HAZOP.....	10
2.4 Kelebihan dan Kekurangan HAZOP	12
2.5 Apendages Boiler	15
BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Flowchat Penelitian	19
3.2 Perancangan Tata pengolahan data.....	20
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Pengambilan Data.....	27
4.2 Proses Pembuatan Uap.....	27
4.3 Penentuan Node	28
4.4 Analisis Potensi Bahaya dan Risiko Node Steam Drum.....	29
4.5 Pembahasan.	37

BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Boiler	4
Gambar 2.2 Drum Air dan Drum Uap.....	5
Gambar 2.3 <i>Super Heater</i>	6
Gambar 2.4 Air Heater.....	7
Gambar 2.5 <i>Dush Collector</i>	7
Gambar 2.6 <i>Soot Blower</i>	8
Gambar 2.7 Proses Air Water Tube Boiler.....	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> diagram analisa HAZOP	19
Gambar 4.1 PFD Boiler	27
Gambar 4.2 P&ID Steam Drum	30

Halaman ini memang dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Guide Word</i>	21
Tabel 3.2 <i>Consequences</i>	22
Tabel 3.3 <i>Likelihood</i>	23
Tabel 3.4 <i>Risk Matrix</i>	24
Tabel 3.5 Contoh <i>HAZOP Worksheet</i>	26
Tabel 4.1 Data <i>guideword node steam drum</i>	30
Tabel 4.2 Analisis <i>Cause</i>	31
Tabel 4.3 Data <i>Likelihood Node Steam Drum</i>	32
Tabel 4.4 Data <i>Consequence</i>	33
Tabel 4.5 Data <i>Risk Node Steam Drum</i>	34
Tabel 4.6 Worksheet <i>HAZOP Node Steam Drum</i>	36

Halaman ini memang dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PTPN merupakan pabrik yang bergerak dibidang produksi gula, tembakau, dan pupuk kompos. PTPN memiliki anak perusahaan yang bergerak dibidang produksi gula, salah satunya adalah Pabrik Gula Gempol Krep. Proses produksi pada PG Gempol Krep berpotensi terjadi kegagalan. Salah satu bagian yang berpotensi terjadi kecelakaan adalah *boiler*. *Boiler* merupakan komponen yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap dengan adanya proses pemanasan. (Muhammad, 2013).

Tekanan pada *boiler* dijaga antara 13-15 bar dan bekerja pada temperatur 150-250°C. Karena bekerja pada tekanan dan temperature yang tinggi serta diikuti dengan proses pembakaran yang terus menerus menjadikan *boiler* adalah salah satu komponen yang mempunyai risiko tinggi atau *high risk equipment*. Sudah banyak diantaranya kecelakaan kerja yang disebabkan karena *boiler* yang meledak sehingga mengakibatkan berhentinya proses produksi. Salah satu contoh terjadi ledakan boiler di PG Gempol Krep.

The Hazard and Operability Study (HAZOP), yang dikenal sebagai HAZOP merupakan suatu teknik identifikasi dan analisis bahaya yang digunakan untuk meninjau suatu proses atau operasi pada sebuah sistem secara sistematis. Selain itu HAZOP mampu digunakan untuk menentukan apakah penyimpangan dalam suatu proses dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan. Karakteristik HAZOP yang utama adalah sistematis, menggunakan struktur atau susunan yang tinggi dengan mengandalkan pada *guide words* dan gagasan tim untuk melanjutkan serta memastikan *safeguards* sesuai atau tidak dengan tempat dan objek yang sedang diuji (Asty, 2016). Dari penjelasan diatas maka diambil judul tugas akhir HAZOP pada boiler di PG Gempol Krep Mojokerto.

1.2 Perumusan Masalah

Dari Latar Belakang diatas, maka didapatkan permasalahan dalam Tugas Akhir ini, yaitu bagaimana hasil analisis HAZOP pada Boiler PG Gempol Krep PTPN 10 Mojokerto.

1.3 Batasan Masalah

Perlu adanya batasan masalah agar permasalahan yang diterangkan pada sub-bab tidak meluas, antara lain:

- a. Peralatan yang menjadi objek studi pada tugas akhir ini adalah boiler PG Gempol Krep.
- b. Data yang digunakan adalah waktu kegagalan komponen, waktu perbaikan sistem dan data HAZOP.
- c. Data yang digunakan dari tahun 2010-2015.
- d. Node yang diambil adalah node *Steam drum*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah memberikan hasil analisis bahaya pada Boiler PG Gempol Krep PTPN 10 Mojokerto dengan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP).

BAB II

TEORI PENUNJANG

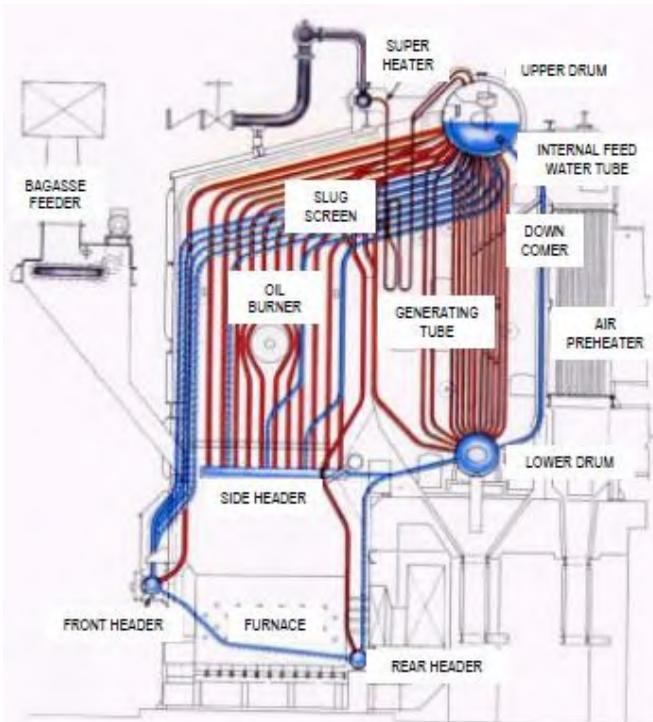
2.1 Pengertian Boiler

Boiler adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinyu didalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar. Uap yang dihasilkan boiler adalah uap *superheat* dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. Boiler yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut dengan *water tube boiler*.

Pada unit pembangkit, boiler juga biasa disebut dengan *steam generator* (pembangkit uap) mengingat arti kata boiler hanya pendidih, sementara pada kenyataannya dari boiler dihasilkan uap *superheat* bertekanan tinggi. Boiler adalah sebuah alat untuk menghasilkan uap, dimana terdiri dari dua bagian yang penting yaitu dapur pemanasan, dimana yang menghasilkan panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar dan boiler proper, sebuah alat yang mengubah air menjadi uap. Uap atau fluida panas kemudian disirkulasikan dari Boiler untuk berbagai proses dalam aplikasi pemanasan. Pembakaran dilaksanakan dengan ketebalan yang seminimal mungkin tetapi kecepatan setinggi mungkin. Arti ketebalan setipis mungkin disini misalnya beban pemakaian cukup dengan 140 mm maka kita tidak perlu membuka sampai 200 mm, hal ini untuk menghindari agar boiler tidak terlalu sering modulasi atau bahkan mati karena tekanan sudah tercapai atau terlewati untuk menghindari timbulnya asap yang tebal. Pembakaran yang tidak sempurna dapat timbul dari kekurangan udara atau kelebihan bahan bakar atau buruknya pendistribusian bahan bakar. Hal ini nyata terlihat dari warna atau asap, dan harus segera diperbaiki (*anonym, 2016*).

2.1.1Komponen Boiler

Komponen sistem boiler terdiri dari komponen utama dan komponen bantu yang masing-masing memiliki fungsi untuk menyokong prinsip kerja boiler. Boiler merupakan perubahan dari fase cair menjadi uap dengan memanfaatkan energi panas yang didapatkan dari pembakaran bahan bakar. Komponen – komponen tersebut memiliki proses untuk pembentukan steam. Steam yang didapatkan akan menggerakkan komponen lain yang diperlukan untuk proses pembuatan gula. Salah satu contoh untuk menggerakkan generator. Berikut adalah komponen-komponen penyusun Boiler secara umum (Parlot, 2009).



Gambar 2.1 Komponen Boiler (*Anonym, 2016*).

2.1.2 Komponen Utama Boiler

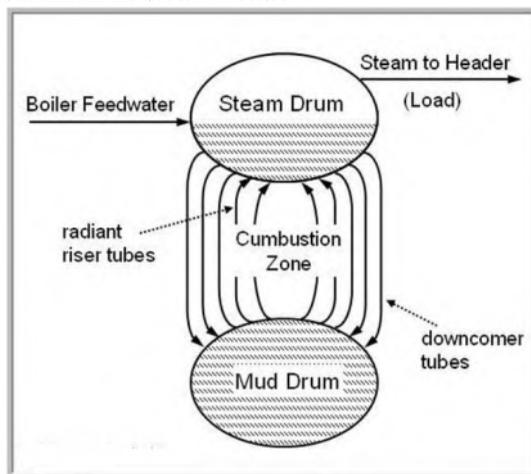
Komponen utama sistem boiler adalah *furnace*, drum air dan drum uap, *super heater*, air heater, *dust collector*, *soot blower*. Berikut adalah pengertian dari komponen utama boiler (Parlot, 2009).

A. Ruang Pembakaran (*Furnace*)

Furnace adalah dapur sebagai penerima panas bahan bakar untuk pembakaran, yang terdapat *fire gate* di bagian bawah sebagai alas bahan bakar dan yang sekelilingnya adalah pipa pipa air ketel yang menempel pada dinding tembok ruang pembakaran yang menerima panas dari bahan bakar secara radiasi, konduksi, konveksi.

B. Drum Air dan Drum Uap

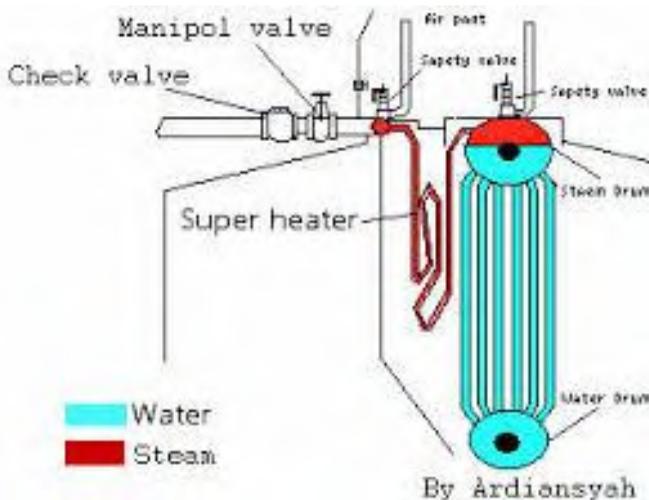
Drum air terletak pada bagian bawah yang berisi dari tangki kondensat yang dipanaskan dalam daerator, disamping itu berfungsi sebagai tempat pengendapan kotoran-kotoran dalam air yang dikeluarkan melalui proses blowdown. Drum uap terletak pada bagian atas yang berisi uap yang kemudian ditransfer ke *super heater* dan disalurkan ke *steam header*.



Gambar 2.2 Drum Air dan Drum Uap (Anonym, 2016).

C. Pemanas Lanjut (*Super Heater*)

Super heater adalah bagian-bagian boiler yang berfungsi sebagai pemanas uap dari *steam drum* dengan temperature dari saturated *steam* ($\pm 250^{\circ}\text{C}$) menjadi *super heated steam* ($\pm 360^{\circ}\text{C}$). Superheater yang tidak dilengkapi dengan pembuangan atau drain akan selalu menyimpan air condensate pada saat pembakaran dihentikan. Makin banyak condensate yang terkumpul disitu, makin banyak pula panas yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dalam pipa superheater, supaya pipa superheater bebas dari air. Pada saat pemanasan pertama, biasanya membutuhkan waktu yang lama untuk membersihkan pipa superheater dari air, karena banyak air yang terjebak di pipa superheater sesudah diadakan hydrostatis test.

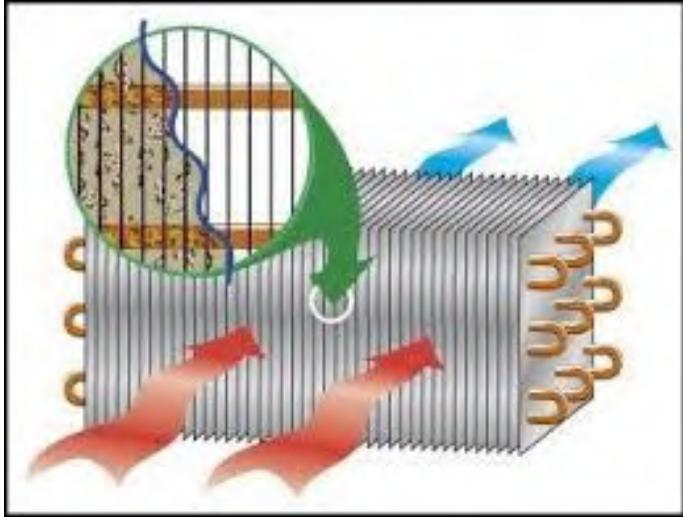


Gambar 2.3 *Super Heater* (Anonym, 2016).

D. Air Heater

Air heater adalah alat pemanas udara penghembus bahan bakar. Prinsip kerja Air heater yaitu memanaskan udara yang lewat disela-sela pipa dialirkan udara hembusan dari F.D.F yang lewat di

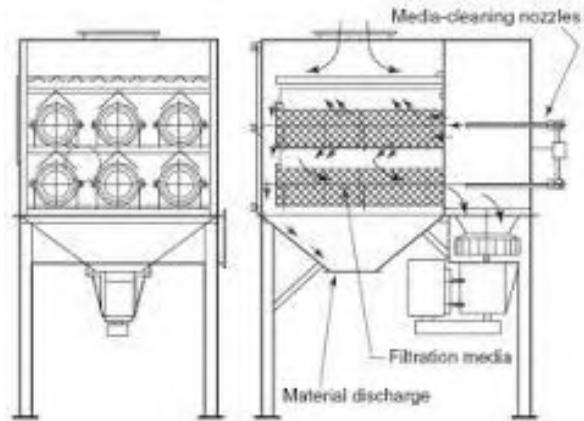
sekitar pipa-pipa yang di dalamnya mengalir gas bekas dari pembakaran bahan bakar. Udara hembus sebelum melalui Air heater mempunyai suhu yang sama dengan udara luar yakni sekitar 380C



Gambar 2.4 Air Heater (*Anonym, 2016*).

E. Dust Collector

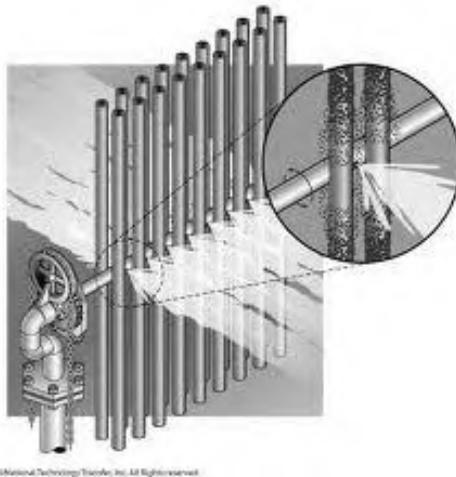
Dust collector adalah alat pengumpul abu atau penangkap abu pada sepanjang aliran gas pembakaran bahan bakar sampai kepada gas buang. Gas bekas setelah ruang pembakaran kedua dihisap oleh Blower isap (Induced Draft Fan) melalui saringan abu (Dast Colector) kemudian dibuang ke udara bebas melalui cerobong asap (Chimney).



Gambar 2.5 *Dush Collector* (Anonym, 2016).

F.Soot blower

Soot blower adalah alat yang berfungsi sebagai pembersih jelaga atau abu yang menempel pada pipa-pipa (Payne, F. William dan Richard E. Thompson. 1999).



Gambar 2.6 *Soot Blower* (Anonym, 2016).

2.1.3 Komponen Bantu Boiler

Komponen bantu sistem boiler adalah boiler *feed water*, *deaerator*, *high pressure feed water pump*, *secondary fan*, *chimney*. Berikut adalah pengertian dari komponen bantu boiler (Parlot, 2009).

A. Air Pengisi Boiler (Boiler Feed Water)

Air pengisi boiler didapatkan dari 2 sumber yaitu: *air condensate*, didapatkan dari hasil pengembunan uap bekas yang telah digunakan sebagai pemanas pada *evaporator*, *juice heater* dan *vacuum pan*. *Air condensate* ini ditampung dan kemudian dialirkan ke station boiler sebagai air umpan pengisi boiler dengan persyaratan Ph: 8,5, Iron (ppm) : 0,002, Oxygen (ppm) : 0,02

B. Dearator

Merupakan pemanas air sebelum dipompa kedalam boiler sebagai air pengisian. Media pemanas adalah *exhaust steam* pada tekanan ± 1 kg/cm² dengan suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$, sehingga didapatkan air pengisian boiler yang bersuhu antara 100°C - 105°C . Fungsi utamanya adalah menghilangkan oksigen (O₂) dan untuk menghindari terjadinya karat pada dinding boiler.

C. High pressure feed water pump

Berfungsi untuk melayani kebutuhan air pengisi boiler yang dijadikan uap, sampai dengan kapasitas boiler yang maksimum, sehingga boiler akan dapat bekerja dengan aman. Kapasitas pompa harus lebih tinggi dari kapasitas boiler, minimum 1,25 kali, tekanan pompa juga harus lebih tinggi dari tekanan kerja boiler, agar dapat mensupply air kedalam boiler.

D. Secondary Fan

Merupakan alat bantu boiler yang berfungsi sebagai alat penghembus pembakaran bahan bakar yang kedua sebagai pembantu F.D.F. untuk mendapatkan pembakaran yang lebih sempurna lagi.

E. Induced Draft Fan (I.D.F)

Alat bantu boiler yang berfungsi sebagai penghisap gas asap sisa pembakaran bahan bakar, yang keluar dari boiler.

F. Force Draft Fan (F.D.F)

Merupakan alat bantu boiler yang berfungsi sebagai penghembus bahan bakar.

G. Cerobong Asap (Chimney)

Berfungsi untuk membuang udara sisa pembakaran. Diameter cerobong berkisar berukuran 3 m dan tinggi cerobong 40 m, ini berbeda setiap industri.

H. Ash Conveyor

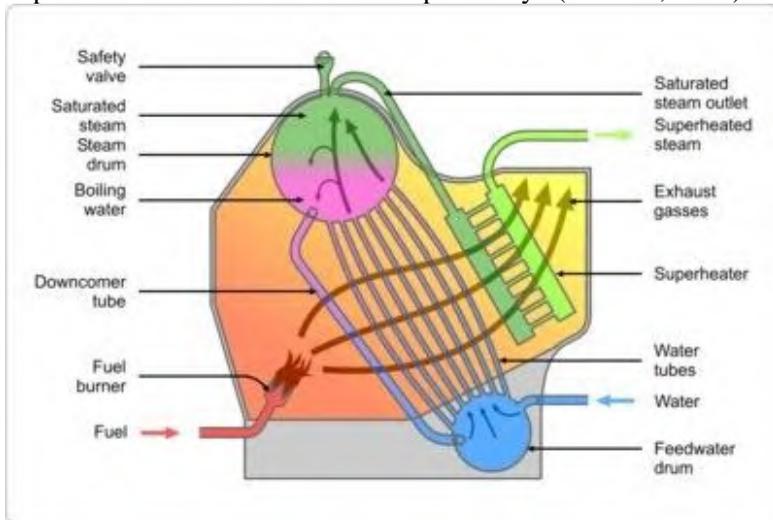
Merupakan alat pembawa atau pengangkut abu dari sisa-sisa pembakaran bahan bakar, baik yang dari rangka bakar (*fire grate*) ataupun juga dari alat-alat pengumpul abu (*dust collector*), untuk dibuang dan diteruskan ke kolam penampungan dan ini biasanya digunakan sebagai kompos diperkebunan tebu.

2.1.4 Siklus air boiler

Siklus air merupakan rangkaian siklus fluida kerja. Boiler mendapat pasokan fluida kerja air dan menghasilkan uap untuk dialirkan ke turbin. Air sebagai fluida kerja diisikan ke boiler menggunakan pompa air dan ditampung di dalam steam drum.

Economizer adalah alat yang merupakan pemanas air terakhir sebelum masuk ke drum. Di dalam *economiser* air menyerap panas gas buang yang keluar dari *super heater* sebelum dibuang ke udara bebas melalui cerobong. Peralatan yang dilalui dalam siklus air adalah drum boiler, *down comer*, header bawah (*bottom header*), dan *riser*. Siklus air di *steam drum* adalah, air dari drum turun melalui pipa-pipa *down comer* ke header bawah (*bottom header*). Dari header bawah air didistribusikan ke pipa-pipa pemanas (*riser*) yang tersusun membentuk dinding ruang bakar boiler. Didalam *riser* air mengalami pemanasan dan naik

ke drum kembali akibat perbedaan temperature. Perpindahan panas dari api (*flue gas*) ke air di dalam pipa-pipa boiler terjadi secara radiasi, konveksi dan konduksi. Akibat pemanasan selain temperatur naik sampai dengan mendidih juga terjadi sirkulasi air secara alami, yakni dari drum turun melalui *down comer* ke header bawah dan naik kembali ke drum melalui pipa-pipa *riser*. Adanya sirkulasi diperlukan supaya terjadi pendinginan terhadap pipa-pipa pemanas dan mempercepat proses perpindahan panas. Kecepatan sirkulasi akan berpengaruh terhadap produksi uap dan kenaikan tekanan serta temperaturnya (Pratikto, 2008).



Gambar 2.7 Proses Air *Water Tube* Boiler

2.2 Metode HAZOP

HAZOP merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisa bahaya pada suatu sistem baru maupun yang telah ada terhadap potensi bahaya yang kemungkinan akan terjadi. Analisa HAZOP bertujuan untuk mengevaluasi proses atau operasi secara sistematis untuk menentukan deviasi dari potensi bahaya. Metode HAZOP juga dapat diimplementasikan pada berbagai macam sistem yang atau plant yang memiliki potensi bahaya tinggi dengan menekankan bahwa bahaya merupakan peringatan awal agar

sistem tetap dapat berjalan dengan lancar. Dalam proses pelaksanaan analisa HAZOP, data pendukung yang digunakan didapat dari P&ID, data *maintenance* serta data proses dari suatu unit yang menjadi objek. Pelaksanaan analisa HAZOP melalui beberapa tahapan (Rausand, 2005).

2.2.1 Definisi

Pada tahap ini adalah tahap awal untuk penentuan ruang lingkup dan tujuan dari pengambilan data.

2.2.2 Persiapan

Tahap ini meliputi studi literatur, proses pengumpulan data, penentuan metode perekaman, penentuan waktu estimasi pengerjaan serta pembuatan jadwal.

2.2.3 Pengujian

Pada tahap ini proses identifikasi bahaya pada seluruh proses dipecah menjadi beberapa bagian, kemudian memilih satu bagian rinci dari proses tersebut. Lalu mengidentifikasi penyimpangan yang mungkin terjadi dengan menggunakan *guide words* pada setiap elemen. Setelah mendapatkan penyimoagan, maka dapat mengidentifikasi *cause* (penyebab) dan *Consequence* (akibat) dari penyimpangan yang terjadi dari identifikasi masalah yang telah ada atau selama ini terjadi. Dari potensi bahaya, kemudian mengidentifikasi atau menentukan mekanisme sistem perlindungan, pendeteksian dan pengindikasian. Langkah diatas dapat diulangi untuk setiap poin atau variabel pada bagian lain.

2.3 Konsep HAZOP

Beberapa istilah atau terminologi (*key words*) yang banyak dipakai dalam melaksanakan analisis HAZOP antara lain sebagai berikut:

A. Study Node (Titik Studi)

Study Node adalah titik studi yang ditentukan berdasarkan P&ID dan akan dianalisis berdasarkan penyimpangan yang ada.

Node ini berguna untuk menguraikan dan mempelajari suatu bagian proses.

B. *Guide word*

Guide word adalah kata-kata yang digunakan untuk menentukan adanya penyimpangan. *Guide word* diterapkan pada setiap variable proses pada setiap node.

C. *Deviation (Penyimpangan)*

Deviation adalah kata kunci kombinasi yang sedang diterapkan. *Deviation* merupakan gabungan dari *guide word* dan parameter.

D. *Cause (Penyebab)*

Cause adalah penyebab terjadinya penyimpangan.

E. *Consequence (Akibat/Konsekuensi)*

Consequence adalah akibat yang terjadi karena adanya penyimpangan.

F. *Safeguards (Usaha Perlindungan)*

Safeguards adanya perlengkapan pencegahan yang mencegah penyebab atau usaha perlindungan terhadap konsekuensi kerugian. *Safeguards* juga memberikan informasi pada operator tentang penyimpangan yang terjadi dan juga untuk memperkecil akibat.

G. *Action (Tindakan)*

Action adalah apabila suatu penyebab dipercaya akan mengakibatkan konsekuensi negatif, harus diputuskan tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan. Tindakan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu tindakan yang mengurangi atau menghilangkan penyebab dan tindakan yang menghilangkan akibat (konsekuensi). Sedangkan apa yang terlebih dahulu diputuskan, hal ini tidak selalu memungkinkan, terutama ketika berhadapan dengan kerusakan peralatan. Namun, hal pertama yang selalu diusahakan untuk

menyingskirkan penyebabnya, dan hanya dibagian mana perlu mengurangi konsekuensi.

H. *Severity* atau *consequence*

Severity Merupakan tingkat keparahan yang diperkirakan dapat terjadi.

I. *Likelihood*

Likelihood merupakan tingkat keseringan suatu risiko atau bahaya terjadi dalam rentang waktu tertentu.

J. *Risk* atau risiko

Risk atau risiko merupakan kombinasi kemungkinan *likelihood* dan *consequences*.

Untuk parameter *consequence* menunjukkan tingkat bahaya dampak yang diakibatkan karena adanya risiko penyimpangan dari keadaan yang diinginkan atau operasi yang diluar kendali. Tinjauan yang dilakukan berdasarkan dampak serta pengaruhnya (Rausand, 2005).

2.4 Kelebihan dan Kekurangan HAZOP

Kelebihan dari studi sistematis metode HAZOP antara lain :

- A. Pemeriksaan dilakukan secara sistematis dan menyeluruh dari peralatan yang dinilai dengan tujuan untuk mengidentifikasi status berbahaya
- B. Kemungkinan untuk mengevaluasi konsekuensi dari kegagalan personil, kesalahan personil akan memiliki konsekuensi yang signifikan
- C. Menemukan situasi berbahaya baru, prosedur sistematis yang memungkinkan untuk menemukan situasi baru yang berbahaya yang mungkin terjadi.
- D. Peningkatan efisiensi peralatan operasi, menemukan situasi yang dapat menyebabkan gangguan operasi, *shut-down* yang

tidak direncanakan, kerusakan peralatan, hilangnya bahan baku material saat diproses, serta terhadap peningkatan peraturan operasional.

E. Mendapatkan pemahaman yang lebih baik dari proses, anggota dinilai dapat menambah pemahaman tentang proses dari tim HAZOP bahkan yang berpengalaman mungkin mengakui informasi baru mengenai pengoperasian peralatan yang dinilai dapat menambah pemahaman tentang proses. Sedangkan kekurangan dari studi sistematis metode HAZOP antara lain :

A. Lama diperlukan (tergantung pada ukuran teknologi),

B. Kebutuhan untuk menentukan tujuan yang jelas terhadap studi HAZOP dianggap sebagai masalah di awal penelitian, tanpa definisi yang jelas tentang tujuan (misalnya, identifikasi darurat situasi) memberikan studi tak terbatas yang tidak memberikan keluaran yang jelas, dibutuhkan pengetahuan dan keterampilan peserta studi HAZOP yang baik, tanpa tim HAZOP baik dan pemimpin HAZOP belajar yang baik HAZOP tidak dapat dilakukan (Rausand, 2005).

2.5 Apendages Boiler

Apendages Boiler adalah peralatan boiler yang di gunakan untuk menjamin keselamatan boiler pada waktu beroperasi/bekerja. Apendages boiler sudah ditetapkan oleh undang - undang keselamatan kerja. Berbagai appendages yang bersinggungan dengan uap tidak boleh menggunakan bahan dari besi tuang karena terlalu rapuh. Apendages adalah suatu alat pengaman yang harus ada pada boiler sehingga boiler dapat beropersai dengan aman (hand book PG). Adapun alat pengaman pada boiler meliputi :

A. Katub pengaman (*Safety Valve*)

Berfungsi untuk mengamankan ketel dari kelebihan tekanan dari tekanan maksimum yang telah ditentukan, katub pengaman ini pada satu ketel dipasang lebih dari satu. Katub

pengaman ini dipasang dibagian atas dari drum ketel (upper drum) dan pada super heater header juga dipasang 1 buah.

B. Gelas Penduga

Gelas penduga berfungsi untuk mengetahui batas permukaan air didalam ketel. Dalam undang-undang atau peraturan-peraturan uap menyebutkan bahwa ketel uap sekurang-kurangnya dipasang 2 buah gelas penduga.

C. *Manometer*

Manometer ini berfungsi untuk mengetahui atau mengukur tekanan uap dari drum ataupun pada super heater header.

D. Kran penguras (*Blow Down Valve*)

Kran penguras berfungsi untuk membuang air beserta endapan – endapan yang terjadi pada dasar drum ketel, atau digunakan untuk mengkosongkan air pada saat boiler akan over houl.

E. Katub induk (*Main steam valve*)

Katub induk ini berfungsi untuk mengatur bukaan pada saat uap dai boiler akan dialirkan ke *steam distributor header*.

F. Peluit bahaya (*Alarm*)

alat ini berfungsi memberi tanda apabila boiler kekurangan air (level atau permukaan air pada batas minimum yang telah ditentukan).

G. Blowdown Boiler

Jika air dididihkan dan dihasilkan *steam*, padatan terlarut yang terdapat dalam air akan tinggal di boiler. Jika banyak padatan terdapat dalam air umpan, padatan tersebut akan terpekatkan dan akhirnya akan mencapai suatu tingkat dimana kelarutannya dalam air akan terlampaui dan akan mengendap. Diatas tingkat konsentrasi tertentu, padatan tersebut mendorong terbentuknya busa dan menyebabkan terbawanya

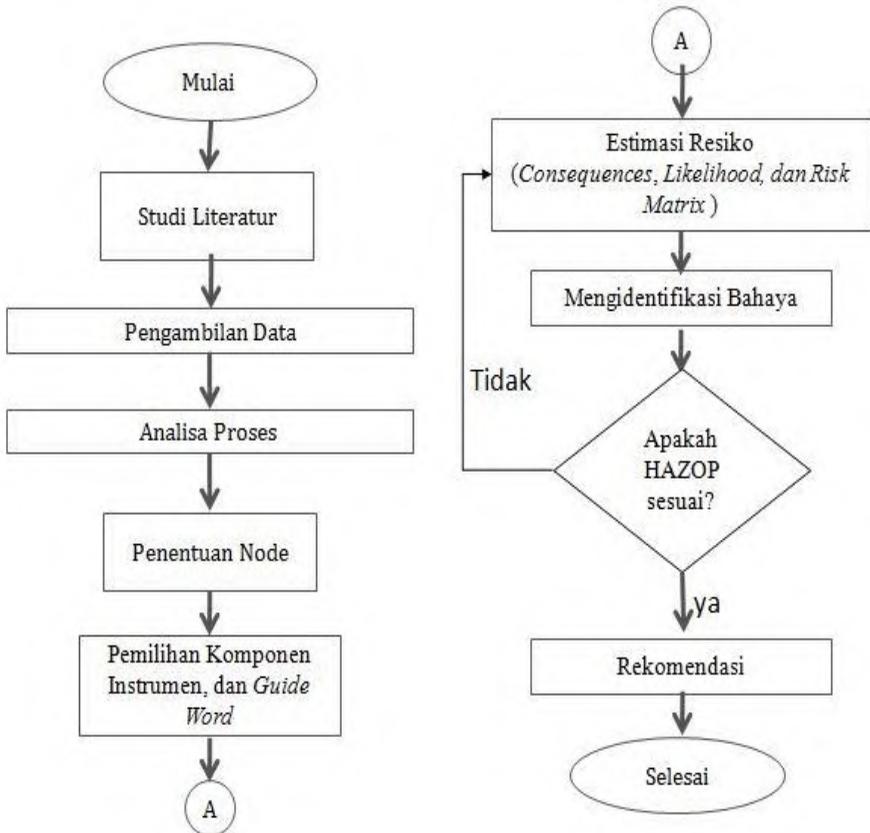
air ke *steam*. Endapan juga mengakibatkan terbentuknya kerak di bagian dalam boiler, mengakibatkan pemanasan setempat menjadi berlebih dan akhirnya menyebabkan kegagalan pada pipa boiler. Oleh karena itu penting untuk mengendalikan tingkat konsentrasi padatan dalam suspensi dan yang terlarut dalam air yang dididihkan. Hal ini dicapai oleh *proses* yang disebut *blowing down*, dimana sejumlah tertentu volume air dikeluarkan dan secara otomatis diganti dengan air umpan. Dengan demikian akan tercapai tingkat optimum total padatan terlarut (TDS) dalam air boiler dan membuang padatan yang sudah rata keluar dari larutan dan cenderung tinggal pada permukaan boiler. *Blowdown* penting untuk melindungi permukaan penukar panas pada boiler. Walau demikian, *blowdown* dapat menjadi sumber kehilangan panas yang cukup berarti.

Halaman ini memang dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flowchat Penelitian

Perancangan pebuatan tugas akhir ini seperti yang terlihat pada flowchart diagram pembuatan gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Flowchart diagram analisa HAZOP

3.2 Perancangan Tata pengolahan data

A. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari literatur tentang bahaya, risiko, dan metode HAZOP. Literatur yang digunakan berasal dari berbagai jurnal dalam negeri maupun jurnal Internasional dan berbagai referensi lainnya. Selain studi pustaka, juga dilakukan studi lapangan yang bertujuan supaya dapat mengetahui kondisi real di lapangan, terutama yang berhubungan dengan topik yang diambil dalam tugas akhir.

B. Pengambilan Data

Melakukan pengambilan data dan pengamatan, *P&ID*, dan data *Maintenance*. Data-data diatas yang akan digunakan dalam penentuan *guide word* dan analisis risiko pada masing-masing komponen di *plant*. Untuk memperoleh data-data yang diperlukan seperti data *maintenent* yang merupakan data hard copy ketika terjadinya kerusakan atau pergantian komponen.

C. Identifikasi Proses

Indifikasi proses yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah pada boiler. Pada boiler terjadi perubahan fasa, dari fasa cair menjadi fasa uap. Sehingga pada identifikasi proses dilakukan analisa proses pada boiler.

D. Penentuan Node

Penentuan node dilakukan dengan cara menganalisa loop pada gambar *P&ID* yang telah diperoleh, Untuk node yang telah dipilih, ditentukan komponen apa saja yang terdapat pada bagian tersebut, yang mengatur semua proses yang terjadi, dari *input* sampai menghasilkan *output*.

E. Pemilihan Komponen Instrumen, dan *Guide Word*

Untuk titik studi yang telah dipilih, ditentukan komponen-komponen instrumen yang terdapat pada bagian tersebut, yang mengatur semua proses yang terjadi, dari *input* sampai menghasilkan *output*. Komponen-komponen instrumen tersebut

dapat berupa *transmitter* atau *sensor* dari suatu parameter proses. Dari komponen instrumen tersebut, selanjutnya ditentukan *guide word*. *Guide word* merupakan sebuah kata singkat untuk membuat gambaran penyimpangan dari desain/proses. Berikut standart yang digunakan untuk menentukan *Guide Word* yang disajikan dalam table 3.1.

Tabel 3.1 *Guide Word*

<i>Guide Word</i>	Pengertian
<i>No or None</i>	Tidak ada kejadian dari desain
<i>More (more of, higher)</i>	Peingkatan kuantitatif
<i>Less (less of, lower)</i>	Penurunan kuantitatif
<i>As well as (more than)</i>	Peningkatan kualitas
<i>Part of</i>	Penurunan kualitas
<i>Reverse</i>	Kebalikan dari desain yang diinginkan
<i>Other than</i>	Penggantian penuh

Sumber : (*The Standard Australia/ New Zealand (AS/NZS 4360:2004)*)

F. Estimasi Resiko

Estimasi resiko yang dilakukan mencakup penentuan *causes*, *Consequences*, *Likelihood*, dan *Risk Matrik*.

a. Causes

Causes merupakan penjelasan penyebab terjadinya penyimpangan. Beberapa *causes* dapat diidentifikasi untuk satu

penyimpangan. Dilakukan analisa dampak buruk dari penyimpangan (*Consequences*).

b. *Consequences*

Consequences adalah dari segi tingkat kerusakan komponen, dari segi pengaruhnya pada manusia, atau dari segi biaya yang dikeluarkan akibat adanya bahaya yang telah disebutkan tersebut, serta biaya yang hilang akibat terganggunya proses produksi.. *Consequences* dapat berupa bahaya proses atau masalah pengoperasian, seperti *shut-down* pada *plant* atau penurunan kualitas produk. Berdasarkan *Consequences* the standard Australia/ New Zealand (AS/NZS 4360:2004), tingkat *consequences* dapat ditentukan berdasarkan kriteria seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 *Consequences*

<i>Level</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Description</i>
1	<i>Insignificant</i>	• Sistem beroperasi & aman, terjadi sedikit gangguan tidak berarti
2	<i>Minor</i>	• Sistem tetap beroperasi & aman, gangguan mengakibatkan sedikit penurunan performasi atau kinerja sistem terganggu
3	<i>Moderate</i>	• Sistem dapat beroperasi, kegagalan dapat mengakibatkan mesin kehilangan fungsi utamanya dan/ dapat menimbulkan kegagalan produk
4	<i>Major</i>	• Sistem tidak dapat beroperasi. Kegagalan dapat menyebabkan terjadinya banyak kerusakan fisik & sistem, dapat menimbulkan kegagalan produk, dan/ tidak memenuhi persyaratan peraturan Keselamatan Kerja
5	<i>Catastrophic</i>	• Sistem tidak layak operasi, keparahan yang sangat tinggi bila kegagalan mempengaruhi sistem yang aman, melanggar peraturan Keselamatan Kerja

Sumber : (*The Standard Australia/ New Zealand (AS/NZS 4360:2004)*)

c. *Likelihood*

Likelihood merupakan tingkat keserangan suatu resiko atau bahaya terjadi dalam rentang waktu tertentu. Pada tahap ini digunakan *data maintenance* dari tiap-tiap komponen untuk mengetahui seberapa sering instrument mengalami kegagalan. Untuk menentukan *likelihood* dihitung nilai TTF (*time to failure*), TTF diperoleh dari data *maintenance* yang mengurangkan data kegagalan/kerusakan dengan data kegagalan/kerusakan selesai diperbaiki. Nantinya TTF ini akan menghasilkan MTTF (*mean time to failure*). MTTF merupakan laju kegagalan suatu komponen. Berikut rumus untuk menghitung *likelihood* terdapat pada rumus 3.1.

$$Likelihood = \frac{43800}{MTTF} \quad 3.1$$

Langkah selanjutnya setelah menghitung MTTF adalah menentukan *likelihood*. Lama operasi 43800 diperoleh dari perkalian periode 5 tahun, 365 hari dan 24 jam. Tingkat *likelihood* dapat ditentukan berdasarkan kriteria seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Likelihood*

Level	Description	Description
A	Almost Certain	Resiko terjadi lebih dari 5 kali dalam 5 tahun
B	Likely	Resiko terjadi 4-5 kali dalam 5 tahun
C	Moderate	Resiko terjadi lebih dari 3 atau kurang dari 4 dalam 5 tahun
D	Unlikely	Resiko terjadi 2-3 kali dalam 5 tahun
E	Rare	Resiko jarang sekali muncul /terjadi kurang dari 2 kali dalam 5 tahun

Sumber : (*The Standard Australia/ New Zealand (AS/NZS 4360:2004)*)

d. Risk Matrix

Risk Matrix merupakan hasil perkalian dari dari *likelihood* dan *consequence*. Penentuan nilai *risk matrix* berdasarkan acuan *Tabel Risk Matrix (The Standard Australia/ New Zealand (AS/NZS 4360:2004))*. Tingkat *risk matrix* dapat ditentukan berdasarkan kriteria seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Risk Matrix

Likelihood	Consequences				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
	1	2	3	4	5
A (Almost certain)	H	H	E	E	E
B (Likely)	M	H	H	E	E
C (Moderate)	L	M	H	E	E
D (Unlikely)	L	L	M	H	E
E (Rare)	L	L	M	H	H

Sumber : (*The Standard Australia/ New Zealand (AS/NZS 4360:2004)*)

Keterangan :

E = Extreme high

H = Hish Risk

M = Modearate risk

L = Low risk

G. Mengidentifikasi Bahaya

Dengan menggabungkan nilai *likelihood* dan *severity* yang telah didapatkan nantinya akan didapatkan nilai tingkat bahaya dari masing-masing *instrument*. Penentuan nilai *severity* dilakukan dengan cara membaca secara detail jalannya proses melalui data *Process Flow Diagram* dan *P&ID* serta wawancara dengan pihak terkait juga menjadi salah satu sumber validasi.

H. Rekomendasi

Dengan melihat tingkat bahaya yang telah diperoleh diberikan rekomendasi sehingga kondisi tersebut dapat dihindari atau diminimalisir. Hasil dari analisis bahaya menggunakan HAZOP akan terangkum pada *HAZOP Worksheet*. *HAZOP Worksheet* digunakan untuk mempermudah pembacaan hasil analisis bahaya yang sudah dilakukan. Adapun bentuk *HAZOP Worksheet* seperti pada tabel 3.6 .

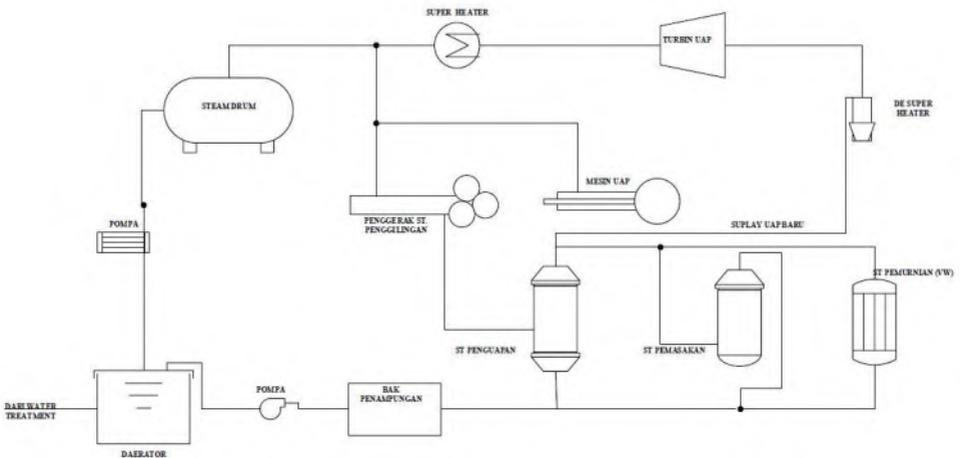
Tabel 3.5 Contoh *HAZOP Worksheet*

<i>Instrument Component</i>	<i>Guide Words</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Possible Consequences</i>	<i>Consequences</i>	<i>Likelihood</i>	<i>Risk matrik</i>	<i>Existing Safeguard</i>

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data

Data yang diperoleh berupa data P&ID steam drum, PFD proses boiler dan data *maintenance*. Untuk data Data-data diatas yang akan digunakan dalam penentuan *guide word* dan analisis risiko pada masing-masing komponen. Data PFD boiler dapat dilihat pada Gambar 4.2. Sedangkan untuk data *maintenance* dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 4.1 PFD Boiler

4.2 Proses Pembuatan Uap

Kebutuhan uap di PG. Gempol Krep disuplai oleh 2 unit boiler tekanan menengah dan 1 unit boiler tekanan rendah diantaranya yaitu merk *cheng chen* pasasitas 30 ton/jam, dimana *cheng chen* merupakan kapasits rendah. Untuk kapasits menengah yaitu merk yoshimine 1 dan yoshimine 2 dengan kapasitas 75 ton/jam. Tipe dari boiler tersebut adalah *water tube* dengan

spesifikasi tekanan 21 kg/cm² tempetarur 325°C. Boiler pada PG Gempol Krep memiliki fungsi menghasilkan uap jenis *superheated steam* yang digunakan untuk memutar turbin-turbin. Dimana turbin pada PG. Gempol Krep ini ada 3 fungsi yaitu sebagai penggerak pompa, sebagai penggerak generator dan turbin sebagai penggerak rol-rol distasiun gilingan. Dimana Uap atau *steam* yang dihasilkan oleh *boiler* merupakan uap kering dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Uap ini digunakan untuk proses pemasakan *nira* di pabrik gula yang merupakan bahan baku utama pembuatan gula. namun ketiga *boiler* tidak beroperasi secara bersamaan. Dimana salah satu boiler yang digunakan untuk penggerak di bioethanol yang ada di PG Gempol Krep Mojokerto. Selama dilakukannya pengambilan data untuk tugas akhir ini, hanya *boiler yoshimine 1* dan *yoshimine 2* yang digunakan bergantian. Dalam tugas akhir ini penyusun hanya menganalisis *study HAZOP* dan proses identifikasi bahaya dan analisis risiko boiler di PG Gempol Krep PTPN 10 Mojokerto.

Boiler sebagai sumber utama penghasil energi untuk pembangkit listrik yang menyuplai seluruh kebutuhan daya listrik dalam pabrik sekaligus sebagai sumber energi pemanas untuk memasak gula di bagian proses. Dalam melakukan kerjanya, boiler membutuhkan adanya panas yang digunakan untuk memanaskan air. Panas disuplai dari bagian yang disebut dengan *furnace*. Sementara *furnace* akan membuang gas hasil pembakaran yang mengandung banyak debu mengingat bahan bakar yang digunakan adalah *bagasse* (ampas tebu). *Bagasse* dibakar secara langsung (*direct combustion*) di boiler untuk menghasilkan uap yang bertekanan (*steam*), yang kemudian energi uap tersebut digunakan untuk menghasilkan tenaga mekanik, tenaga listrik dan juga digunakan energi panasnya untuk kegunaan pengolahan gula di bagian proses.

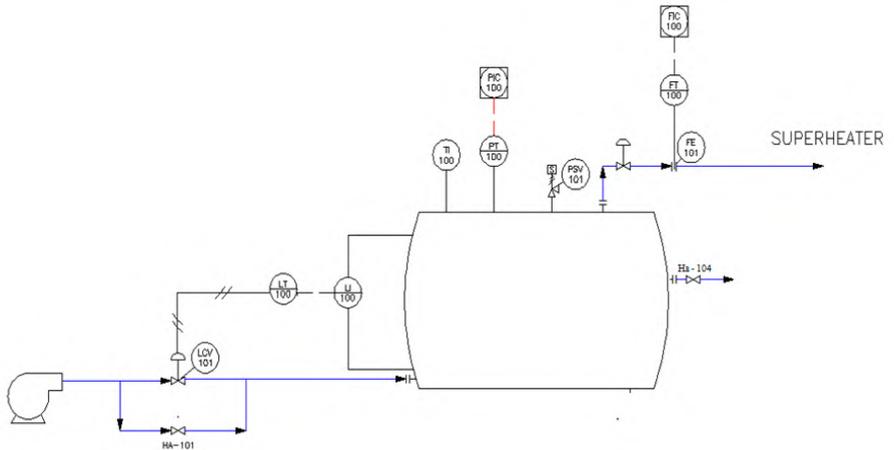
4.3 Penentuan Node

Sesuai dengan pokok bahasan pada tugas akhir ini yaitu analisis pada boiler. Node pada boiler adalah node *steam drum*. Node *setam drum* inilah yang dianggap mempunyai potensi bahaya

yang tinggi dibandingkan dengan komponen boiler yang lain. Dalam melakukan analisis menggunakan data acuan pengolahan data berupa data *logsheet* boiler yang dicatat secara manual selama 5 tahun pada tahun 2010-2015. Dari data *Maintenance* ini diperoleh dari *process database* kerusakan yang dicatat setiap harinya. Untuk menentukan risiko yang mungkin terjadi, diperlukan pemahaman terkait dengan jalannya proses, dimulai dari masukan (*input*) hingga keluaran (*output*) yang dihasilkan dari unit proses. Pemahaman tentang jalannya *proses* tersebut juga diperlukan untuk menentukan bahaya yang mungkin terjadi. Dalam analisa tugas akhir ini dilakukan analisa resiko yang digunakan untuk mengetahui kemungkinan bahaya yang ditimbulkan pada node tersebut. Semua kejadian bahaya dalam jalannya proses memiliki tingkah keparahan (*Consequence*) dan probabilitas yang berbeda-beda. Perkalian dari *Consequence* dan probabilitas tersebut dapat memberikan informasi terkait ranking dari resiko atas bahaya tersebut. standart yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu standart Australia AS/NZS 4360:2004. Dikarenakan di PG Gempol Krep tersebut tidak memiliki standart.

4.4 Analisis Potensi Bahaya dan Risiko Node Steam Drum

Steam drum boiler merupakan bagian utama dari boiler itu sendiri. Drum ini terbagi menjadi dua ruang, yaitu satu untuk ruang air pada bagian bawah dan satu untuk fase uap pada bagian atas. Penyimpangan yang terjadi pada *steam drum* ini adalah tingginya level pada drum penyimpanan dan kurangnya masukan *daerator*. Standart untuk menentukan guide word ada pada table 3.1. Pada *steam drum* boiler ini terdapat 2 *loop*, yaitu *loop* pengendalian level oleh LT-100 dan *loop* pengendalian tekanan oleh PT-100. Di luar 2 *loop* tersebut terdapat FE-101 yang berfungsi untuk menghitung laju *steam* atau uap.



Gambar 4.2 P&ID Steam Drum

Tabel 4.1 Data *guideword node* steam drum

Instrument Component	Guide Words	Deviation
<i>Pressure Transmitter (FT-100)</i>	<i>High</i>	<i>High Pressure</i>
	<i>Low</i>	<i>Low Pressure</i>
<i>Transmitter Drum Level (LT-100)</i>	<i>High</i>	<i>High Level</i>
	<i>Low</i>	<i>Low Level</i>
<i>Flow Element (FE-100)</i>	<i>No</i>	<i>no flow</i>
	<i>Less</i>	<i>less flow</i>

Komponen instrumen pada boiler terdiri dari tiga komponen instrumen yaitu *pressure transmitter* (PT-100), *transmitter drum level* (LT-100), *flow element* (FE-100). *pressure transmitter* (PT-

100) ada 2 *guide word* yaitu *high* dan *low*. Untuk transmiter drum level (LT-100), *guide word* yang digunakan *high* dan *low*. Sedangkan untuk *flow element*, *guide word* yang digunakan *no* dan *less*. Komponen instrumen, *guide word*, dan deviasi pada *steam drum* disajikan dalam tabel 4.1

4.2.1 Cause

Pada sistem *steam drum*, *cause* ditentukan berdasarkan deviasi yang telah ditentukan sebelumnya. Penyebab (*cause*) dari deviasi pada sistem *steam drum* dikarenakan kegagalan komponen dalam beroperasi. Komponen yang dimaksud berupa *control valve* (LCV 101) dan (PSV 101) dan pompa (*pumps*). Analisa Cause terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis Cause

<i>Instrument Component</i>	<i>Guide Words</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>
<i>Pressure Transmitter (FT-100)</i>	<i>High</i>	<i>High Pressure</i>	PSV 101 gagal terbuka
	<i>Low</i>	<i>Low Pressure</i>	LCV 101 terbuka maksimal
<i>Transmitter Drum Level (LT-100)</i>	<i>High</i>	<i>High Level</i>	HA-104 gagal terbuka
	<i>Low</i>	<i>Low Level</i>	LCV 101 gagal tertutup
<i>Flow Element (FE-100)</i>	<i>no</i>	<i>no flow</i>	pompa gagal memompa/ rusak
	<i>Less</i>	<i>less flow</i>	pompa tidak optimal

4.2.2 Likelihood

Untuk menentukan likelihood berdasarkan jumlah data maintenance pabrik gula. Kriteria *likelihood* berdasarkan standar (AS/NZS 4360:2004) ada pada Tabel 3.3 dan klasifikasi kriteria *likelihood* diperoleh dari seberapa sering instrument menyebabkan risiko kegagalan melalui data yang ada dan wawancara dengan operator. Berdasarkan data tersebut, *likelihood* untuk komponen pada steam drum diperoleh data lama operasi adalah 5 tahun atau 43800 didapatkan dari lamanya data *maintenance* yang dipakai. Sedangkan nilai dari MTTF didapatkan dari data *maintenance* milik perusahaan, sehingga diperoleh *likelihood*. Rumus untuk menghitung *likelihood* dapat dilihat pada persamaan 3.1.

Tabel 4.3 Data *Likelihood* Node *Steam Drum*

No	<i>Intrument</i>	MTTF	<i>Likelihood</i>	Skala <i>Likelihood</i>
1	<i>Pressure Transmitter (FT-100)</i>	4359.27	10.407	A
2	<i>Transmitter Drum Level (LT-100)</i>	3660	11.967	A
3	<i>Flow Element (FE-100)</i>	15720	2.786	D

Dari tabel 4.3 ditunjukkan bahwa *pressure transmitter* dan *transmitter drum level* memiliki kriteria *likelihood* A yang berarti risiko kegagalan sering sekali terjadi sekitar lebih dari 5 kali dalam 5 tahun. Pada *flow element* memiliki skala D yang berarti resiko kegagalan terjadi 2- 3 kali dalam 5 tahun dengan nilai *likelihood*

2,78. Untuk *flow element* kerusakan yang sering terjadi yaitu kalibrasi dan pergantain sensor. *Pressure transmitter* memiliki kerusakan akibat PSV 101 gagal terbuka yang mengakibatkan *high pressure*. Control valve HA-104 bekerja secara manual dan tidak setiap saat dimonitor sehingga pada *pressure transmitter* sering terjadi high pressure.

4.2.3 Consequence

Penentuan *Consequence* dilakukan secara kualitatif dengan meninjau dari segi kerusakan instrument dan dampak kepada keseluruhan proses dari *steam drum* pada pabrik gula.

Table 4.4 Data Consequence

Instrument Component	Guide Words	Possible Consequences	Consequence
<i>Pressure Transmitter (FT-100)</i>	<i>High</i>	Terjadi retakan pada tangki	4
	<i>Low</i>	low temperatur steam	3
<i>Transmitter Drum Level (LT-100)</i>	<i>High</i>	Terjadi retakan pada tangki	4
	<i>Low</i>	pompa rusak	4
<i>Flow Element (FE-100)</i>	<i>no</i>	temperatur uap steam drum naik	3
	<i>Less</i>	temperatur uap steam drum naik	3

Kriteria *likelihood* berdasarkan standar (AS/NZS 4360:2004) ada pada Tabel 3.4 sehingga didapatkan pada table 4.4 *consequence* transmitter drum level memiliki nilai 4 yang artinya sistem tidak dapat beroperasi. Kegagalan dapat menyebabkan

terjadinya banyak kerusakan fisik dan sistem, dapat menimbulkan kegagalan produk, dan tidak memenuhi persyaratan peraturan Keselamatan Kerja. *Transmitter drum level* merupakan komponen yang sangat penting. Ketika pompa mati maka suplay air akan dibawah set point yang mengakibatkan *shutdown* pada boiler. Steam drum akan mengalami *high pressure*.

4.2.3 Analisis Risiko

Dari data yang telah diperoleh diatas dapat dilakukan pemeringkatan risiko. Untuk analisa resiko yang didapatkan diantaranya dapat dihitung dengan rumus :

$$R = L \times C \quad (4.1)$$

dengan:

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

Hasil dari perhitungan disajikan pada **Tabel 4. 4**

Tabel 4.5 Data Risk Node Steam Drum

Likelihood	Consequence				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
	1	2	3	4	5
A (Almost certain)			Pressure Transmitter (Low)	Transmitter drum level(high dan low Pressure Transmitter(high))	
B (Likely)					
C (Moderate)					
D (Unlikely)			Flow Element (less dan no)		
E (Rare)					

Dari standart Australia AS/NZS 4360:2004 didapatkan nilai risk matrik yang diperoleh dari perkalian *likelihood* dan *consequence* untuk komponen transmitter drum level (*high* dan *low*) dan *pressure transmitter high* mempunyai kriteria *likelihood* A dan *consequence* 4. *Pressure transmitter low* memiliki *likelihood* A dan *consequence* 3. Pada komponen *flow element* memiliki nilai *likelihood* D dan *consequence* 3. *Flow element* memiliki nilai *risk matrik* M yang berarti moderate risk.

Tabel 4.6 Worksheet HAZOP Node Steam Drum

<i>Instrument Component</i>	<i>Guide Words</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Possible Consequences</i>	<i>Consequences</i>	<i>likelihood</i>	<i>Risk matrik</i>	<i>Existing Safeguard</i>
<i>Pressure Transmitter (FT-100)</i>	<i>High</i>	<i>High Pressure</i>	PSV 101 gagal terbuka	Terjadi retakan pada tangki	4	A	E	alarm
	<i>Low</i>	<i>Low Pressure</i>	LCV 101 terbuka maksimal	low temperatur steam	3	A	E	alarm
<i>Transmitter Drum Level (LT-100)</i>	<i>High</i>	<i>High Level</i>	HA-104 gagal terbuka	Terjadi retakan pada tangki	4	A	E	alarm
	<i>Low</i>	<i>Low Level</i>	LCV 101 gagal tertutup	pompa rusak	4	A	E	alarm
<i>Flow Element (FE-100)</i>	<i>No</i>	<i>no flow</i>	pompa gagal memompa/ rusak	temperatur uap steam drum naik	3	D	M	alarm
	<i>Less</i>	<i>less flow</i>	pompa tidak optimal	temperatur uap steam drum naik	3	D	M	alarm

4.3 Pembahasan

Hasil dari perhitungan data diatas, analisa bahaya yang ada pada steam drum yang memiliki komponen Transmitter drum level, Pressure Transmitter, *Flow element*. Dari komponen – komponen tersebut dapat didapatkan moderate risk. Masing – masing komponen memiliki nilai likelihood dan consequence sendiri- sendiri yang didapatkan dari data selama 5 tahun (2010-2015). Transmitter drum level memiliki nilai likelihood 11.967 dimana nilai tersebut sangat besar sehingga sering terjadi kerusakan alat atau terjadi bahaya. Transmitter *Drum level* pada *steam drum* digunakan untuk menjaga agar *level drum* (tinggi permukaan air dalam drum) tetap pada kondisi *normally water level* walaupun terjadi gangguan atau perubahan beban. Instrument yang paling beresiko adalah pompa. Kualitas air pada proses pembuatan uap sangat dijaga kualitasnya, agar uap yang dihasilkan menjadi uap kering. Jika *level drum* rendah dapat menyebabkan *overheated* atau *high pressure* pada *steam drum* sehingga retak pada tangki. Sedangkan *level drum* pada kondisi tinggi akan menyebabkan proses pemisahan air dan uap dalam drum tidak sempurna sehingga kualitas uap yang dihasilkan kurang sempurna atau banyak mengandung uap basah dan kerusakan pompa.

Halaman ini memang dikosongkan

Lampiran A data maintenent

steam drum	Jenis Kerusakan	plan finish date	raised date	TTR (hari)	TTR (jam)	TTF (hari)	TTF (jam)	MTTF	Likelihood
preasure transmitter	kalibrasi	2/13/2010	2/13/2010	1	24	0	0		
preasure transmitter	rusak	10/23/2010	10/23/2010	1	24	252	6048		
preasure transmitter	kalibrasi	10/27/2010	10/27/2010	1	24	4	96		
preasure transmitter	rusak	2/7/2011	2/7/2011	1	24	103	2472		
preasure transmitter	kalibrasi	5/10/2011	5/10/2011	1	24	92	2208		
preasure transmitter	ganti	10/26/2011	10/26/2011	1	24	169	4056		
preasure transmitter	kalibrasi	7/26/2013	7/26/2013	1	24	639	15336		
preasure transmitter	rusak	9/4/2013	9/4/2013	1	24	40	960		
preasure transmitter	kalibrasi	11/10/2013	11/10/2013	1	24	67	1608		
preasure transmitter	ganti	5/16/2014	5/16/2014	1	24	187	4488		
preasure transmitter	rusak	8/4/2014	8/4/2014	1	24	80	1920		
preasure transmitter	ganti	8/4/2015	8/4/2015	1	24	365	8760	4359.272727	10.04754755

steam drum	Jenis Kerusakan	plan finish date	raised date	TTR (hari)	TTR (jam)	TTF (hari)	TTF (jam)	MTTF	Likelihood
Flow Element	kalibrasi	6/7/2010	6/7/2010	1	24	0	0		
Flow Element	ganti	8/20/2014	8/20/2014	1	24	1535	36840		
Flow Element	ganti	8/4/2015	8/4/2015	1	24	349	8376		
Flow Element	kalibrasi	10/24/2015	10/24/2015	1	24	81	1944	15720	2.786259542

steam drum	Jenis Kerusakan	plan finish date	raised date	TTR (hari)	TTR (jam)	TTF (hari)	TTF (jam)	MTTF	Likelihood
transmitter drum level	rusak	5/3/2011	5/3/2011	1	24	0	0		
transmitter drum level	kalibrasi	5/24/2013	5/24/2013	1	24	752	18048		
transmitter drum level	pembenahan	5/27/2013	5/27/2013	1	24	3	72		
transmitter drum level	rusak	6/5/2013	6/5/2013	1	24	9	216		
transmitter drum level	rusak	6/21/2013	6/21/2013	1	24	16	384		
transmitter drum level	rusak	6/22/2013	6/22/2013	1	24	1	24		
transmitter drum level	ganti	10/6/2013	10/6/2013	1	24	106	2544		
transmitter drum level	trouble	6/4/2014	6/4/2014	1	24	241	5784		
transmitter drum level	ganti	9/4/2014	9/4/2014	1	24	92	2208	3660	11.96721311

LAMPIRAN B

Tabel B. 1 HAZOP *Worksheet Node steam drum*

Instrument Component	Guide Words	Deviation	Cause	Possible Consequences	Consequences	likelihood	risk matrix	Existing Safeguard	Recommendation
<i>Pressure Transmitter</i>	<i>High</i>	<i>High Pressure</i>	PSV 101 gagal terbuka	Terjadi retakan pada tangki	4	A	E	alarm	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan perbaikan dan pengecekan secara berkala
	<i>Low</i>	<i>Low Pressure</i>	LCV 101 terbuka maksimal	low temperatur steam	3	A	E	alarm	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

Tabel B. 2 Lanjutan

<i>transmitter drum level</i>	<i>High</i>	<i>High Level</i>	HA-104 gagal terbuka	Terjadi retakan pada tangki	4	A	E	alarm	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
	<i>Low</i>	<i>Low Level</i>	LCV 101 gagal tertutup	pompa rusak	4	A	E	alarm	Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala
<i>Flow Element</i>	<i>no</i>	<i>no flow</i>	pompa gagal memompa/ rusak	temperatur uap steam drum naik	3	D	M	alarm	Melakukan pengecekan pipa secara berkala.
	<i>Less</i>	<i>less flow</i>	pompa tidak optimal	temperatur uap steam drum naik	3	D	M	alarm	Melakukan kalibrasi dan pengecekan secara berkala

LAMPIRAN C

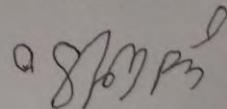
D.1 Hasil Wawancara Dengan Kepala Operator *Boiler*

Wawancara dengan Bapak supriyono selaku asisten manager instalasi *boiler* berlangsung pada hari Senin, 9 mei 2016 di ruang *maintenent* pabrik gula mojokerto. Wawancara ini membahas mengenai validasi data untuk kategori *likelihood* dan *consequence*. Adapun hasil validasi data mengenai *likelihood* dan *consequence* seperti pada lampiran.

Berdasarkan *Worksheet HAZOP*, komponen yang mempunyai *high risk* adalah pompa yang ada pada node steam drum. pompa memiliki bahaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen lain. Ketika terjadi kerusakan pompa maka untuk distribusi flow ke steam drum akan terhenti. Ketika level terlalu tinggi maka akan menghasilkan steam yang basah dan steam basah merupakan kualitas yang buruk, sedangkan apabila level air terlalu rendah dapat menyebabkan *boiler* mati.

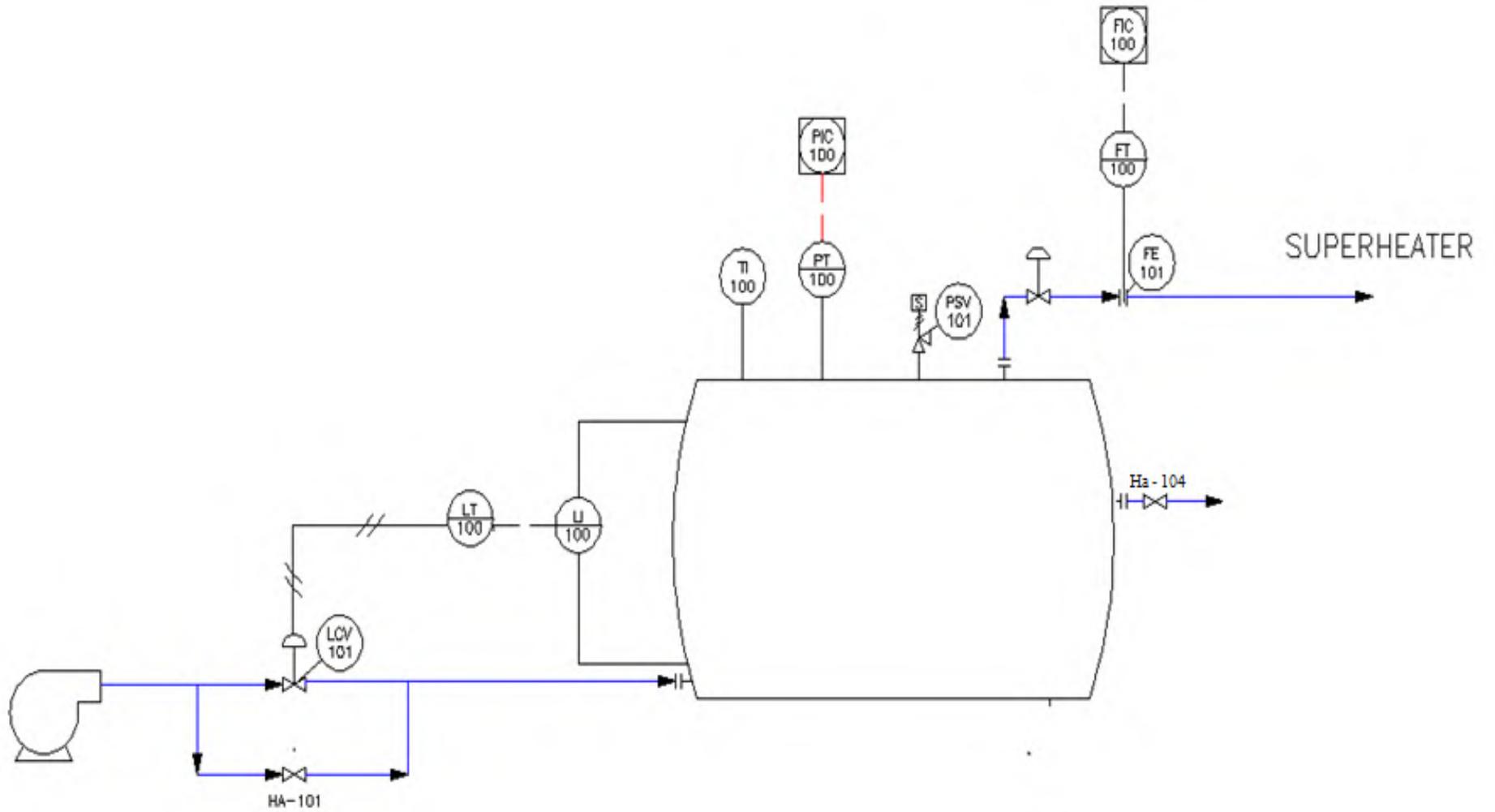
Dalam proses pengamanan hanya berasal dari pengecekan setiap hari dan alarm hanya berbunyi keika terjadi kebocoran steam drum. *Boiler* belum dilengkapi dengan *SIS*.

Mengetahui,



Bpk. supriyono
Asisten Manager Instalasi Boiler

Lampiran D
P&ID Steam Drum



Nomor : IC-RUPA-2/16.130
 Lampiran : -
 Perihal : IJIN PENGAMBILAN DATA TUGAS AKHIR

6 April 2016

Kepada :
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 Kampus ITS Sukolilo
Surabaya 60111

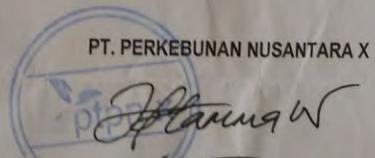
Menunjuk surat Saudara No. 014483/IT2.2.1.4/PP.05.02/2016 tanggal 3 Maret 2016 perihal tersebut di atas, dengan ini diberitahukan bahwa pada dasarnya kami dapat menyetujui/memberikan ijin kepada Mahasiswa/i Lembaga Saudara untuk melaksanakan Pengambilan Data Tugas Akhir dan pengumpulan data guna penyusunan Skripsi di unit kerja PT. Perkebunan Nusantara X.

- Nama : **Yogi Arief Cahya Nugraha** NRP. 2414105001
- Sekolah : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Fakultas / Jurusan : Fakultas Teknologi Industri Teknik Fisika
- Tingkat/Semester : -
- Waktu : **11 April s/d 11 Mei 2016**
- Judul : Implementasi Metode Hazop dalam Proses Identifikasi Bahaya dan Analisis Resiko pada Boiler di PG Gempolkrep
- Tempat : PG. Gempolkrep

Setelah selesai melaksanakan Pengambilan Data Tugas Akhir, diminta untuk menyerahkan laporannya kepada Kantor Direksi PT. Perkebunan Nusantara X, Jl. Jembatan Merah No. 3 - 11 Surabaya.

Demikian hendaknya maklum.

PT. PERKEBUNAN NUSANTARA X



Febry Hestama W.
 Pjs. Kaur. Pengembangan SDM

Tindasan :

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan beberapa hal.

- Metode HAZOP dapat diterapkan untuk menganalisis bahaya pada boiler. Hasilnya yaitu rusaknya pressure transmitter dikarenakan dari pressure yang terlalu tinggi dan mengakibatkan retakan pada tangki. Kegagalan control valve (LCV 101) yang dapat mengakibatkan rusaknya pompa.
- Dari HAZOP worksheet diperoleh instrumen yang memiliki risiko rendah adalah flow element.
- Rekomendasi yang diberikan yaitu berupa pemilihan alat yang memiliki keandalan tinggi dan dilakukannya predictive maintenent secara teratur.

5.2 Saran

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

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

Halaman ini memang dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Niqris, Muhammad. 2013, perancangan sistem pengendalian level dan interlock pada *steam drum* dengan tiga element kontrol di PG. Gempolkrep - Mojokerto. Jurnal Teknik POMITS Vol 2. ITS. Surabaya
- Asty, Rinanda Dwi Purnama. 2016, “Studi HAZOP Berbasis *Layer Of Protection Analysis* pada *Regeneration Tower 32-R-104 Continous Catalytic Regeneration Naptha Process Unit* PT. PERTAMINA. Jurnal Teknik POMITS Vol 2. ITS. Surabaya
- Luluk, Ali.. 2013. Risk Management and Safety System Assessment from Power Plant Steam Boiler in Power Systems Unit 5, Paiton-Indonesia, ITS, Surabaya.
- Handbook of Proses boiler*. 1993. PG gempol krep Mojokerto.
- Vimalasari , Trisca. 2016. *Hazard and operability study (hazop)* dan penentuan *safety integrity level (sil)* pada *boiler sb-02* PT. SMART Tbk. POMITS Vol 2. ITS. Surabaya
- Payne, F. William dan Richard E. Thompson. 1999. *Efficient Boiler Operations Sourcebook*. United State of America: The Fairmont Press, Inc
- Anonym, <http://www.yoshimine.co.jp/>, Diakses pada tanggal 8 juli 2016 jam 16.00
- Rausand, M. (2004). HAZOP Hazard and Operability Study. In Wiley, *System Reliability Theory (2nd ed)* (pp. 1-44). Norwegian: Department of Production and Quality Engineering University of Sciece and Technology
- Handbook, RISK MANAGEMENT GUIDELINES
Companion to AS/NZS 4360:2004

BIODATA PENULIS



Yogi Arif Cahya Nugraha dilahirkan di Kediri 8 mei 1992. Penulis adalah putra pertama dari pasangan Yudi dan Kasriyani. Judul tugas akhir yang yang diusulkan dan diselesaikan oleh penulis pada bulan September 2016 yaitu:

“IMPLEMENTASI METODE HAZOP DALAM PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO BOILER DI PG GEMPOL KREP PTPN 10 MOJOKERTO”.

Riwayat pendidikan penulis adalah sebagai berikut :

TK Kencana Rukmi III, Kediri	(1997-1998)
SDN 1 Gurah, Kediri	(1998-2004)
SMPN 2 Gurah, Kediri	(2004-2007)
SMAN 1 Gurah, Kediri	(2007-2010)
D3 Metrologi dan Instrumentasi ITS	(2011-2014)
S1 Teknik Fisika ITS	(2014-2016)