

## PERANCANGAN IDENTIFIKASI BAHAYA DI AREA FEED WATER SYSTEM BOILER MENGGUNAKAN METODE HAZOP (HAZARD AND OPERABILITY STUDY)

Gilang Saputra, Supriyadi Supriyadi, Gerry Anugrah Dwiputra  
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya  
Email: saputragilang45@yahoo.com ; supriyadi@mti@gmail.com; gerry.adp@gmail.com

**Abstrak** – Blast Furnace Complex merupakan pabrik baru dimana belum dilakukannya identifikasi potensi bahaya, proses identifikasi potensi bahaya juga berlaku di area Feed water System, yang berfungsi untuk mensuplai secara terus menerus High Pressure Boiler Feed water sebagai bahan baku pembuatan Steam pada Boiler. Dilakukannya proses identifikasi potensi bahaya ini bertujuan untuk mengetahui potensi bahaya apa saja yang terdapat di area Feed water System selama aktivitas pekerjaan berlangsung, sehingga dapat dilakukannya langkah pencegahan, serta pengendalian risiko tersebut. Penelitian ini menggunakan metode HAZOP (Hazard and Operability Study), yang dimulai dengan menentukan node, penentuan parameter operasi yang terjadi pada setiap node, kemudian mengandalkan pada guide words dan gagasan tim untuk menilai potensi bahaya, pencegahan yang bisa dilakukan serta upaya pengendalian terhadap potensi bahaya. Disimpulkan dari hasil penelitian terdapat Sembilan node dengan 11 penyimpangan operasi dimana dari semua penyimpangan tersebut yang termasuk dalam kategori Extreme Risk 9%, untuk High Risk 18%, untuk Moderate Risk 55%, dan terakhir Low Risk 18 %. untuk Extreme Risk terdapat pada node Suction Pipa HBF-CS4.0-11 dengan penyimpangan Less Pressure yang diakibatkan kebocoran pada jalur pipa HBF, dengan dilakukannya rekomendasi penambalan pada titik kebocoran untuk tindakan emergency.

**Kata kunci:** Feed Water; HAZOP; Identifikasi; Node

**Abstract** -- Blast Furnace Complex is a new factory where there is no identification of potential hazards, the identification process of potential hazards also applies in the Feed water System area, which serves to continuously supply High Pressure Boiler Feed water as raw material for making Steam in Boilers. The process of identifying potential hazards aims to find out what potential hazards are found in the Feed water System area during work activities, so that preventive and risk control measures can be taken. This study uses the HAZOP (Hazard and Operability Study) method, which begins with determining the nodes, determining the operating parameters that occur at each node, then relying on guide words and the idea of the team to assess potential hazards, prevention that can be done and control efforts against potential hazards. . It was concluded from the results of the study that there were nine nodes with 11 operating deviations, of which all of the deviations were in the 9% Extreme Risk category, 18% for High Risk, 55% for Moderate Risk, and 18% Low Risk. for Extreme Risk is found at the Suction Pipe node HBF-CS4.0-11 with Less Pressure deviations caused by leakage on the HBF pipeline, with recommendations for patching at the point of leakage for emergency actions.

**Keywords:** Feed Water; HAZOP; Identification; Node

### PENDAHULUAN

Dalam setiap pekerjaan tidak lepas dari tempat kerja yang memiliki potensi bahaya dimana faktor bahaya tersebut harus diketahui sehingga dalam bekerja dapat mengetahui potensi bahaya yang bisa terjadi dalam lingkungan atau tempat kerja tersebut. Besar risiko tergantung kepada jenis industri, teknologi, serta upaya pengendalian risiko yang dilakukan.

Cedera atau kerugian materi diakibatkan oleh kecelakaan, karena itu tujuan utama penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah supaya berkurangnya atau tercegah kecelakaan itu sendiri. Karena itu fenomena kecelakaan, faktor penyebab, serta cara efektif untuk pencegahan dipelajari oleh para ahli K3.

Upaya pencegahan kecelakaan di

Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, salah satu diantaranya adalah pola pikir yang masih tradisional yang menganggap kecelakaan adalah sebagai musibah, sehingga masyarakat bersifat pasrah (Ramli, 2010).

Kecelakaan kerja dapat menurunkan produktivitas dari operator sehingga berdampak kepada penurunan produksi di perusahaan tersebut. Analisa terhadap kecelakaan kerja diperlukan untuk menghindari besarnya kecelakaan kerja, dan dengan analisa tersebut dapat menurunkan biaya pengeluaran (*cost*) yang berdampak kepada perusahaan tersebut.

Dalam kondisi bekerja perlu diketahui potensi bahaya yang mungkin terjadi selama kita bekerja. Suatu pabrik atau lokasi kerja yang baik pasti perlu melakukan penilaian dari potensi bahaya tersebut. Sebuah Perusahaan Baja di daerah Cilegon, Banten melakukan perluasan pabrik dengan dilakukannya pembuatan pabrik baru yaitu *Blast Furnace Complex* yang dimana dalam lingkup pabrik yang baru perlu adanya identifikasi bahaya sebelum pekerja bekerja di suatu lokasi bekerja tersebut.

Pembuatan analisa potensi bahaya ini diperlukan karena belum adanya identifikasi bahaya yang berkaitan langsung dengan setiap lokasi *Blast Furnace Complex* khusus di area *Feed water system* pada *Boiler* yang berfungsi sebagai sistem distribusi *Demin Water* untuk bahan baku penghasil *Steam*, dimana apabila *Feed water system* ini bermasalah akan menimbulkan terganggu proses operasi di *Boiler* karena diperlukannya suplai terus menerus *High Pressure Boiler Feed Water (HBF)*.

Adanya bahaya dan risiko yang sulit diprediksi kapan akan terjadi pada sistem tersebut dan bagaimana konsekuensinya, menjadikan salah satu faktor yang akan menyebabkan proses produksi akan terganggu atau berhenti. Dalam hal mengidentifikasi bahaya bisa dinilai dari proses desain maupun dalam operasional suatu sistem yang kemungkinan dapat menimbulkan berbagai konsekuensi yang tidak diinginkan. Pemahaman yang efektif dari proses penyebaran bahaya dapat secara signifikan meningkatkan keselamatan instalasi, mengurangi kesalahan yang diakibatkan oleh kesalahan dan menghemat biaya pemeliharaan, sehingga menghasilkan keuntungan ekonomi dan sosial yang besar (Wang, Gao, & Wang, 2012).

Metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*) merupakan pemeriksaan terstruktur dan sistematis dari proses atau operasi yang direncanakan atau yang sudah ada untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah yang dapat mewakili risiko terhadap personel

atau peralatan (Johnson, 2010; Mohammadfam, Sajedi, Mahmoudi, & Mohammadfam, 2015). HAZOP digunakan untuk mempelajari bahaya dan masalah pengoperasian dengan menyelidiki efek penyimpangan dari niat desain yang ditentukan untuk mengurangi terjadinya konsekuensi yang merugikan (Daramola, Stålhane, Sindre, & Omoronyia, 2011).

Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi bahaya dan nilai risiko yang bisa terjadi di area *Feed water System* sehingga bisa dilakukan langkah pencegahan, memberikan pencegahan serta penanganan yang bisa dilakukan dalam menangani potensi bahaya. dan mengetahui penyebab risiko di area *Feed water System*.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, yaitu memberikan gambaran secara jelas suatu masalah dan keadaan berdasarkan data-data yang sebenarnya, sehingga hanya merupakan pengungkapan suatu fakta dan data yang diperoleh serta digunakan sebagai bahan penulisan.

Penyajian data dalam penelitian kualitatif dapat dilakukan dalam berbagai bentuk seperti tabel, grafik, dan sejenisnya lebih dari itu penyajian data bisa dilakukan dalam bentuk uraian singkat, bagan, hubungan antara kategori, flowchart dan sejenisnya. Dengan demikian yang paling sering digunakan untuk menyajikan data dalam penelitian kualitatif deskriptif adalah dengan teks dan narasi.

Penelitian ini ditujukan untuk mendapat informasi mengenai risiko keselamatan kerja pada pekerja Area *Feed water system* di *Boiler* pada *Blast Furnace Complex*, berdasarkan dari sistem pengoperasian yang bisa melebihi parameter sehingga dapat menimbulkan suatu potensi bahaya kemudian dari penyimpangan parameter tersebut dilakukan analisa berdasarkan desain alat, studi lapangan observasi dan diskusi yang telah dilaksanakan oleh peneliti untuk menentukan tingkat risiko kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*) sehingga didapat hasil penyimpangan parameter yang bisa menyebabkan potensi bahaya serta cara pengendalian risikonya.

Dalam pengolahan data dengan metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*) dibagi menjadi tiga susunan dengan tahapan sebagai berikut

### 1. Identifikasi Risiko

Dilakukan dengan menentukan node yang akan dianalisa kemudian dari setiap node ditentukan parameter operasi yang berkaitan. Dari setiap parameter dilakukan kajian

tentang penyimpangan operasi yang bisa terjadi, sehingga dapat ditentukan tindakan keselamatan serta tindakan pengamanannya.

2. Penilaian Risiko

Pada setiap penyimpangan parameter dilakukan penilaian tingkat seberapa sering penyimpangan itu terjadi, dan seberapa parah dampak yang dapat ditimbulkan apabila penyimpangan itu terjadi, dari semua nilai tersebut dikategorikan berdasarkan *Risk Matrix*.

3. Pengendalian Risiko

Dari hasil penilaian risiko dilakukan pengendalian dari tingkat risiko yang paling tinggi, meliputi langkah pencegahan serta tindakan pengendalian apabila penyimpangan parameter tersebut terjadi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

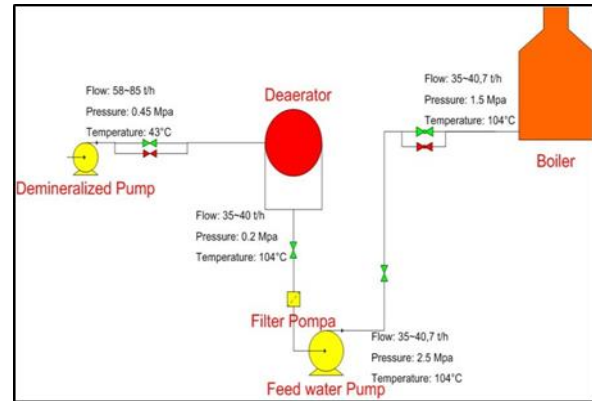
Setiap industri proses pasti memiliki berbagai parameter operasi seperti suhu, tekanan, aliran, campuran, dan level. Dalam kaitan proses pada Feed Water System di Boiler, kemudian dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam menentukan parameter apa saja yang digunakan dalam suatu proses di Feed Water System. Berdasarkan P&ID dan PFD, dari semua parameter tersebut digabung dengan menggunakan kata penuntun (*guide word*) seperti: *more, low, less, no, high, part of*. Kemudian dilakukan analisa dampak terhadap adanya kemungkinan penyimpangan parameter yang dapat mengganggu suatu proses operasi.

Setelah diketahui parameter yang terdapat pada P&ID dan PFD, dilakukan penentuan titik kajian atau dalam teknik HAZOP disebut dengan *node*. Dalam *node* pada Feed Water System, ditentukan berdasarkan aliran proses dari P&ID dan dibuat sederhana, sehingga objek kajian dapat menggambarkan point-point yang dijadikan analisa.

Feed Water System merupakan salah satu sistem penunjang dari Boiler dimana berfungsi untuk menyuplai secara terus-menerus *high Pressure Boiler Feed Water* ke Header of Economizer, diagram alir proses Feed Water System (Gambar 1). Deaerator pada feed water system terdiri dari dua unit yang berfungsi untuk menampung *Demin Water* dengan Volume 30m<sup>3</sup>, pada Feed Water Pump terdapat empat unit dengan tipe Impeller pompa Sentrifugal bertingkat, dimana masing-masing pompa terdiri dari Filter valve, water feed regulating.

Pada jalur HBF (*High Pressure Boiler Feed Water*) dilengkapi dengan Flow Transmitter,

Pressure Indicator, dan electric Regulating valve yang berfungsi untuk mengatur pemakaian kebutuhan *Demin Water* ke Economizer, juga dilengkapi dengan jalur bypass yang berfungsi apabila Electric Regulating valve mengalami kegagalan operasi. Parameter operasi setiap node yang dipakai pada Feed water system (Tabel 1).



Gambar 1. Diagram Alir Proses Feed Water System

Tabel 1. Parameter Operasi

No	Note	Parameter Operasi
1	Pipa suction DW-SS1	Pressure
2	Electric Regulating valve Deaerator #1 dan #2	Pressure, Instrumentation
3	Gate Valve Deaerating Tank #1 dan #2	Functionability, Pressure
4	Suction Pipa LBF-CS1.6	Pressure
5	Suction Filter Pompa A1, A2, A3, A4	Pressure
6	Feed water Pump R005A1, A2, A3, A4	Pressure
7	Electric Valve R048V1, V2, V3, V4	Pressure
8	Suction Pipa HBF-CS4.0-11	Pressure
9	Electric Regulating Valve LV1011, LV2011, LV3011	Instrumentation

Data sekunder dalam penelitian ini diambil dari hasil parameter operasi yang digunakan. Kemudian informasi dari data ini terdiri dari node, deviasi, dan penyebab dan akibat yang didapatkan dari setiap penyimpangan parameter.

Semua parameter yang telah diketahui dalam proses Feed water system kemudian melakukan pengkajian secara mendalam dengan menggunakan kata bantu yang dikombinasikan dengan parameter yang ada, kemudian dilakukan analisa mengenai penyebab dan akibat yang bisa ditimbulkan

Tabel 2. Contoh Penggunaan kata bantu HAZOP

Node	Deviasi		Penyebab	Akibat
	Parameter	Kata panduan		
Pipa suction DW-SS1	Pressure	Less Pressure	Terjadi kebocoran pada line pipa	Pemenuhan <i>Demin water</i> ke <i>Deaerator</i> berkurang, sehingga <i>water feed pump</i> tidak bisa dioperasikan
Electric Regulating valve Deaerator #1 dan #2	Pressure	Less Pressure	Gasket valve bocor	Penurunan tekanan, sehingga buka tutup valve bermasalah
	Instrumentation	Part of Instrumentation	Pengkaratan pada ulir valve, sehingga sulit dibuka	Indikasi Sensor yang diinfokan salah kepada operator.

### Identifikasi Risiko

Hasil dari identifikasi bahaya berupa *node* atau objek kajian dengan identifikasi berdasarkan deviasi parameter proses yang dikombinasikan dengan kata bantu sehingga dapat dikaji lebih mendalam. Setelah deviasi parameter sudah diperoleh dilakukan kajian lebih rinci yang berkaitan dengan risiko atau potensi bahaya. Dalam identifikasi bahaya meliputi hasil pengkajian melalui dokumen serta gambar-gambar desain dari *Feed water system* dimana dari semua gambar dapat ditentukan yang menjadi objek kajian. Kemudian survei peninjauan lokasi dan mengambil analisa penyimpangan parameter apa yang bisa terjadi dan dampaknya. Contoh hasil dari identifikasi dalam HAZOP dilakukan dengan susunan Tabel 3 dan 4.

### Penilaian Risiko

Melakukan diskusi kepada karyawan yang berpengalaman adalah salah satu cara yang tepat dalam proses pengkajian penyimpangan parameter karena karyawan tersebut lebih tahu apa saja yang dapat dilakukan dengan cara yang salah dan mengetahui dampak apa yang akan terjadi. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko adalah dasar dari pengelolaan keselamatan kerja, dimana dalam perusahaan program pengelolaan ini disusun berdasarkan tingkat risiko yang ada dilingkungan kerja, dengan harapan dapat menghilangkan atau meminimalisir sampai batas yang dapat diterima dan ditoleransi baik dari kaidah keilmuan ataupun tuntutan hukum dari setiap bahaya, hasil penilaian risiko disusun dalam Worksheet HAZOP (Tabel 4).

Tabel 3. Contoh Identifikasi Risiko HAZOP

Node : Pipa suction DW-SS1  
Design Condition : Pressure

Deviasi : Less Pressure			
Penyebab	Akibat	Safeguard	Recommendations
Terjadi kebocoran pada line pipa	Pemenuhan <i>Demin water</i> ke <i>Deaerator</i> berkurang, sehingga <i>water feed pump</i> tidak bisa dioperasikan	Visual Inspection	Melakukan perbaikan pada titik kebocoran pipa

Node : *Electric Regulating valve Deaerator #1 dan #2*  
Design Condition : Tekanan dan Instrumentation

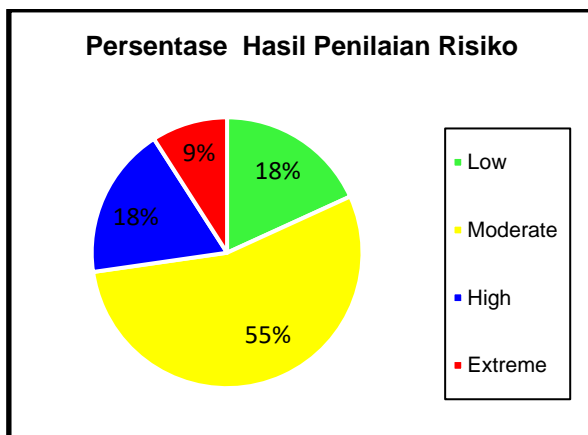
Deviasi : Less Pressure			
Penyebab	Akibat	Safeguard	Recommendations
Gasket valve bocor	Penurunan tekanan, sehingga buka tutup valve bermasalah	Perawatan rutin	Membuka valve Bypass untuk tindakan emergency, mengganti gasket yang rusak

Deviasi : Part of Instrumentation			
Pengkaratan pada ulir valve, sehingga sulit dibuka	Indikasi Sensor yang diinfokan salah kepada operator.	Alarm	Membuka valve Bypass R071V2, untuk menggantikan fungsi Electrical Regulating Valve

Tabel 4. Contoh Worksheet HAZOP

Node	Guide Word	Deviation	Causes	Consequences	Safeguard	Risk Matrix			Recommendations
						L	S	RR	
Pipa suction DW-SS1	Less	Less Pressure	Terjadi kebocoran pada line pipa	Pemenuhan <i>Demin water</i> ke <i>Deaerator</i> berkurang, sehingga <i>water feed pump</i> tidak bisa dioperasikan	Visual Inspection	3	2	M	Melakukan perbaikan pada titik kebocoran pipa
Electric Regulating valve Deaerator #1 dan #2	Less	Less Pressure	Gasket valve bocor	Penurunan tekanan, sehingga buka tutup valve bermasalah	Perawatan rutin	3	2	M	Membuka valve Bypass untuk tindakan emergency, mengganti gasket yang rusak
	Part of	Part of Instrumentation	Pengkaratan pada ulir valve, sehingga sulit dibuka	Indikasi Sensor yang diinfokan salah kepada operator.	Alarm	2	2	L	Membuka valve Bypass R071V2, untuk menggantikan fungsi Electrical Regulating Valve.

Nilai risiko yang terdapat dalam penyimpangan operasi yang bisa terjadi di *Feed water system* untuk penyimpangan *Extreme Risk* 9%, untuk *High Risk* 18%, untuk *Moderate Risk* 55%, dan terakhir *Low Risk* 18%. Untuk Persentase hasil penilaian risiko dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Risiko

### Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko dilakukan terhadap seluruh bahaya yang ditemukan dalam proses identifikasi bahaya dan mempertimbangkan peringkat risiko untuk menentukan prioritas dan cara pengendaliannya. Dalam hal ini diambil peringkat risiko yang *Extreme* yaitu komponen *Suction Pipa HBF-CS4.0-11* dengan *deviation Less Pressure*, peluang kegagalan (*likelihood*) adalah *moderate* dan *consequences level* adalah *major*, dimana dapat mempengaruhi *supply demin water* pada *economizer*.

Langkah yang dapat diambil sebagai pencegahan adalah melakukan perawatan periodik, dan *visual inspection*. Untuk menangani kebocoran di jalur pipa HBF dibuatlah susunan cara penanganan kebocoran pipa tersebut sebagai berikut:

1. Mengukur diameter pipa untuk memotong penjepit baja dengan ukuran yang dibutuhkan
2. Potong penjepit baja sesuai dengan kebutuhan
3. Bersihkan permukaan yang mengalami kebocoran dengan menggunakan Gerinda

- wire brush
4. Gunakan obeng kembang untuk menghubungkan kedua bagian ujung dari pengikat baja
  5. Aduk SS102 Steel Epoxy Stick kira-kira 5 menit dan teksturnya mulai mengeras
  6. Gunakan Seal Stick ke satu sisi lembaran baja yang telah dipotong dengan ketebalan 0.3 mm-0.4 mm
  7. Tekan lembaran baja ke lokasi kerusakan dengan seal stick menjadi bahan yang secara langsung menyentuh permukaan pipa.
  8. Masukkan penjepit baja yang telah disiapkan ke lembaran logam
  9. Kencangkan pengikat penjepit baja, dan pastikan seal stick berada tepat diatas lokasi yang rusak
  10. Tekan bagian tepi untuk memastikan seal stick melekat dengan baik ke permukaan
  11. Campur bagian pengeras dari dempul logam PS102 selama 5 menit
  12. Gunakan campuran dempul pada sepanjang bagian pipa yang diperbaiki dan lingkaran pipa
  13. Ketebalan lapisan harus mencapai setidaknya 10 mm pada tempat kebocoran dan 5 mm pada bagian pipa yang lainnya
  14. Biarkan dempul mengeras
  15. Rendam wrap seal fiberglass tape selama 10 detik
  16. Lakukan pembungkusan dengan wrap seal fiberglass tape dan mulai pembungkusan sekeliling pipa sejauh 100mm sebelum lokasi kebocoran
  17. Waktu pengerasan dari wrap seal fiberglass tape sekitar 30 detik.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil identifikasi terhadap sembilan komponen pada *Feed water system* di *Boiler* dan didapatkan 11 risiko penyimpangan operasi yang bisa terjadi. Nilai risiko dengan perincian untuk *Extreme Risk* 9%, untuk *High risk* 18%, untuk *Moderate Risk* 55% dan *Low risk* 18%. Pada nilai *Extreme risk* didapatkan pada komponen *Suction Pipa HBF-CS4.0-11* dengan *deviation Less Pressure*, peluang kegagalan (*likelihood*) adalah *moderate* dan *consequences level* adalah *major*. Dalam hal pencegahan dan menangani *deviation Less Pressure* pada *Suction Pipa HBF-CS4.0-11* yang diakibatkan karena kebocoran pada pipa bisa dilakukan dengan cara perawatan periodik, untuk penanganan dilakukan dengan menambal sumber kebocoran, serta jika memungkinkan dilakukan penggantian pipa dan pengelasan ulang terhadap sumber kebocoran. Faktor penyebab risiko pada *Feed water system*

adanya penyimpangan operasi yang berasal dari peralatan atau mesin, perlu adanya upaya yang dilakukan untuk menurunkan risiko kecelakaan yang bisa terjadi dengan memberikan perawatan yang rutin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daramola, O., Stålhane, T., Sindre, G., & Omoronyia, I. (2011). Enabling hazard identification from requirements and reuse-oriented HAZOP analysis. In *Managing Requirements Knowledge (MARK), 2011 Fourth International Workshop on* (pp. 3–11). IEEE.
- Johnson, R. W. (2010). Beyond-compliance uses of HAZOP/LOPA studies. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 23(6), 727–733.
- Mohammadfam, I., Sajedi, A., Mahmoudi, S., & Mohammadfam, F. (2015). Application of Hazard and Operability Study (HAZOP) in evaluation of health, safety and environmental (HSE) hazards. *International Journal of Occupational Hygiene*, 4(2), 17–20.
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Wang, F., Gao, J., & Wang, H. (2012). A new intelligent assistant system for HAZOP analysis of complex process plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25(3), 636–642.