

# **ANALISIS POTENSI BAHAYA MENGGUNAKAN METODE HAZOP DAN FUZZY LAYER OF PROTECTION ANALYSIS PADA DESICCANT DEHYDRATION UNIT DI PT LAPINDO BRANTAS. INC**

**Dony Febriyan<sup>1</sup>, Galih Anindita<sup>2</sup>, Novi Eka Mayangsari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*Email: [donyfebriyan@gmail.com](mailto:donyfebriyan@gmail.com)*

## **Abstrak**

Industri migas merupakan sektor industri yang memiliki potensi bahaya dan risiko tinggi. *Layer Of Protection Analysis* (LOPA) merupakan metode sederhana dalam suatu penilaian risiko yang menunjukkan lapisan perlindungan secara kualitatif dan kuantitatif dalam membuat sebuah skenario bahaya yang akan terjadi. Perhitungan risiko dengan teknik LOPA efektif dan realistis digunakan untuk mengembangkan skenario pada *Hazard And Operability Study* (HAZOPS). Penentuan study nodes dimaksud agar dapat mempermudah identifikasi serta menemukan bagian-bagian yang berpotensi menimbulkan *High risk*. Suatu pengambilan keputusan modern berbasis software masih sangat jarang digunakan pada dunia industri. *Fuzzy Layer Of Protection Analysis* tepat digunakan sebagai metode penilaian risiko berbasis pakar yang memperlihatkan lapisan perlindungan secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil dari HAZOP menunjukkan pada node 1 memiliki 3 kategori high risk, node 2 memiliki 2 kategori high risk, node 3 memiliki 5 kategori high risk, node 4 memiliki 6 kategori high risk. Hasil FLOPA menunjukkan nilai SIL rating skenario 1, 5, dan 6, yaitu SIL 1, skenario 2, 3, dan 4 nilai SIL Ratingnya adalah SIL NR perlu adanya komponen yang perlu ditingkatkan SIL nya supaya memiliki tingkat keamanan yang lebih baik dengan cara mengganti komponen atau menambahkan *redundance system* (komponen yang memiliki fungsi yang sama) karena dengan meningkatnya *redundance system* meningkat pula nilai SILnya.

**Keywords :** *Fuzzy Layer of Protection Analysis, HAZOP, industri migas, SIL Rating.*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Aktivitas produksi di PT Lapindo Brantas Inc ini dibawah kendali fungsi *production operation*. Dalam produksinya, Lapindo Brantas.inc memiliki potensi bahaya tinggi terhadap keselamatan kesehatan kerja, lingkungan, serta proses produk siapa bila tidak dikelola dengan baik, karena perusahaan ini menggunakan dan menghasilkan bahan-bahan kimia yang berbahaya dan beracun. Untuk mencegah dan mengurangi dampak dari risiko yang ditimbulkan dari potensi bahaya, diperlukan adanya *process safety management* yang baik dari perusahaan. *Hazard and Operability Studi* (HAZOP) merupakan teknik analisa bahaya yang digunakan untuk meninjau suatu proses atau operasi secara sistematis..

*Layer of Protection Analysis* (LOPA) merupakan metode sederhana dalam suatu penilaian risiko yang menunjukkan lapisan perlindungan secara kualitatif dan kuantitatif dalam membuat sebuah skenario bahaya yang

terjadi (Knnneth, First,2010). Delapan lapisan perlindungan meliputi desain proses, kontrol (BPCS, alaram proses, dan prosedur operasi), pencegahan (SIS), tindakan mitigasi, rintangan fisis, sistem pemadam kebakaran, respon darurat *plant* dan masyarakat digunakan untuk melakukan estimasi risiko. Suatu pengambilan keputusan modern berbasis software masih sangat kurang digunakan pada dunia industri. Model yang efektif, efisien, dan handal diperlukan dalam sebuah penilaian risiko sehingga memberi hasil penilaian yang lebih baik, mudah diterapkan, dan akurat dibandingkan metode konvensional. *Fuzzy logic* merupakan salah satu metode yang tepat untuk digunakan dalam melakukan sebuah penilaian estimasi maupun prediksiscara kualitatif dan kuantitatif. Dengan menggunakan pengalaman dari sistem pakar, sistem fuzzy diadopsi untuk menangani ketidakpastian data yang ada sehingga efektif dalam sebuah evaluasi serta keluaran dapat menjadi masukan yang kuat bagi para pejabat, manager dan evaluator. Hasil dari analisa HAZOP digunakan dalam menyusun fuzzy yang dibangun berdasarkan skenario kejadian dan konsekuensi. Keluaran fuzzy diperlukan agar hasil penilaian estimasi bahaya dimengerti oleh pekerja yang memiliki pengetahuan yang awam dibidang *safety*. Selain itu penerapan metode HAZOP dan LOPA berbasis *Fuzzy* diperlukan agar memberikan hasil kombinasi metode yang lebih baik secara kualitatif dan kuantitatif. Hal inilah yang membuat tertarik untuk melakukan Analisis Potensi Bahaya Menggunakan HAZOP dan *Fuzzy-Layer Of Protection Analysis* pada *Desiccant Dehydration Unit* unit PT Lapindo Brantas .Inc berbasis.

## METODOLOGI PENELITIAN

### a. HAZOP (Hazard And Operability Study)

HAZOP (*Hazard and Operability*) merupakan sebuah teknik yang dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bahaya keselamatan pada *process plant* dan untuk mengidentifikasi masalah pada pengoperasian, meskipun tidak berbahaya namun membahayakan kemampuan alat untuk mencapai produktivitas maksimal. Diawali dengan melakukan penentuan *node-node* untuk memudahkan pengerjaan, maka selanjutnya dilakukan proses *hazard identification* dengan menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Identifikasi bahaya pada *Dessicant Dehydration Unit* dengan menggunakan HAZOP bertujuan untuk menentukan penyimpangan, serta konsekuensi yang ditimbulkan sehingga dapat menentukan pencegahannya.

### b. Layer Of Protection Analysis (LOPA)

LOPA merupakan metode yang diaplikasikan setelah melaksanakan evaluasi bahaya secara kualitatif seperti HAZOP dengan menggunakan skenario yang diidentifikasi oleh tim *review hazard* secara kualitatif (CCPS, 2001). Penerapan LOPA dimulai dari :

- a. mengidentifikasi skenario
- b. memilih skenario hingga nanti mengevaluasi skenario
- c. Memperkirakan konsekuensi dan *severity*
- d. Mengidentifikasi IPL
- e. Menentukan Frekuensi Skenario
- f. Membuat Keputusan

Tujuan utama dari LOPA adalah untuk menentukan apakah IPL yang tersedia dapat mengontrol risiko dalam suatu kecelakaan pada skenario yang diberikan (CCPS, 2001).

### c. Fuzzy Layer of Protection Analysis (FLOPA)

Pada pengerjaan *Fuzzy Layer of Protection Analysis* terdapat dua tahap pengerjaan *fuzzy logic*, yang pertama adalah membuat sistem FLOPA untuk mengetahui tingkat keparahan (*RISK IMPACT*) dari bahaya yang ada. Tahapan kedua adalah membuat sistem FLOPA yang digunakan untuk mengetahui besar risiko yang mungkin terjadi dari potensi bahaya yang ada dan nilai SIL ( *Safety Integrity Level*). *Fuzzy logic* yang digunakan berupa masukan numerik dan keluaran yang diharapkan numerik sehingga menggunakan tipe Mamdani dan Takagi Sugeno yang sesuai dengan data yang ada, sehingga keluaran akhir dapat digunakan sebagai rekomendasi dalam pengambilan keputusan terkait dengan kebutuhan pihak manajemen.

Perancangan *Fuzzy Interface System (FIS)* untuk *Severity Risk Impact*. Pada tahap ini dibuat dengan 2 masukan yaitu *Initial Event Likelihood* dan *consequence severity* dari LOPA yang memiliki frekuensi tertentu. Metode yang digunakan adalah Takagi Sugeno dimana keluaran *Severity Risk Impact* memiliki empat kategori yaitu *very low*, *low*, *medium*, dan *high*.

Perancangan Fuzzy Interface System (FIS) untuk SIL Rating. Pada tahap ini perancangan FIS untuk keluaran SIL Rating dibangun dengan 2 masukan yaitu berupa frekuensi kejadian dan *severity* yang ditinjau dari keluaran system fuzzy pada keluaran *risk impact*. Sistem ini dibangun untuk memvalidasi SIL yang telah dibuat dengan menggunakan LOPA. Keluaran dari sistem adalah SIL Rating dengan fungsi keanggotaan yaitu 1,2,3,4 dan NR (*No Risk*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**d. HAZOP (*Hazard And Operability Study*)**

Identifikasi bahaya pada *Dessicant Dehydration Unit* dengan menggunakan HAZOP yang dilaksanakan bertujuan untuk menentukan penyimpangan, serta konsekuensi yang ditimbulkan sehingga dapat menentukan pencegahannya. *Study nodes* dilaksanakan untuk mempermudah dalam mengerjakan HAZOP pada masing-masing bagian. *Study node* dilakukan berdasarkan tiap-tiap bagian aliran proses yang mengacu pada *study node Dessicant Dehydration Unit* yang telah dibuat oleh perusahaan. Penentuan *study nodes* dimaksud agar dapat mempermudah identifikasi serta menemukan bagian-bagian yang berpotensi menimbulkan High risk.

**Tabel 1 Pembagian Study Nodes pada Dessicant Dehydration Unit**

<i>Study Nodes</i>	Keterangan/Bagian
1	<i>Wellhead</i> ke <i>Block Valve Production Header</i>
2	<i>Inlet header</i> ke <i>Separator</i>
3	<i>Production Separator 02-V100</i>
4	<i>Dessicant Dehydration</i>

Sumber: PT. Lapindo Brantas, Inc, 2016

**e. Penentuan Skenario Kecelakaan**

Skenario pada penelitian ini diambil berdasarkan HAZOP yang telah dibuat. Skenario yang dipilih yaitu dengan kriteria tingkat risiko paling tinggi (*High Risk*) dijabarkan pada Tabel 2

**Tabel 2 Skenario Kecelakaan**

<i>Study node</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequence</i>
1	<i>Ball valve</i> pada flowline instrument pot close	Pressure akan meningkat dan berpotensi ledakan
	<i>Check valve</i> pada flowline instrument pot close	Pressure akan meningkat dan berpotensi ledakan
2	Pipa bocor/pecah	Gas akan lepas ke atmosfer berpotensi mengakibatkan kebakaran dan pencemaran lingkungan
3	<i>Valve 4’’B2R</i> tertutup at line PG-008-4’’-3B (Down Stream Separator)	Pressure akan meningkat dan berpotensi mengakibatkan seaparator 02-V-100 dan pipa penghubung pecah
4	<i>Valve 4’’ B2R</i> tertutup pada line PG-017-4’’-3B (Down Stream DU 02-V110)	Absorber pecah
	PCV gagal untuk terbuka	Absorber pecah

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

**f. Menentukan Frekuensi Skenario ( IEL )**

Salah satu tahap dari pengerjaan LOPA adalah menentukan frekuensi skenario. Perhitungan ini untuk mengetahui seberapa sering skenario kecelakaan dapat terjadi sehingga dapat diambil keputusan untuk pihak perusahaan. Hasil perhitungan IEL (*initiating eventlikelihood*) pada masing-masing skenario kecelakaan dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3 Hasil Perhitungan IEL**

Skenario	IEL (Per tahun)
1	$2 \times 10^{-5}$
2	$2,1 \times 10^{-6}$
3	$1 \times 10^{-6}$
4	$3,7 \times 10^{-7}$
5	$2,3 \times 10^{-5}$
6	$6,6 \times 10^{-4}$

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

**g. Penentuan Nilai SIL**

Penentuan nilai SIL digunakan untuk menunjukkan kategori probabilitas kegagalan SIF (*Safety Instrumented Function*) dimana memastikan *initiating eventlikelihood* ( IEL ) tidak melebihi *target mitigated event likelihood* ( TMEL ). Hasil perhitungan SIL pada masing-masing skenario kecelakaan adalah sebagai berikut:

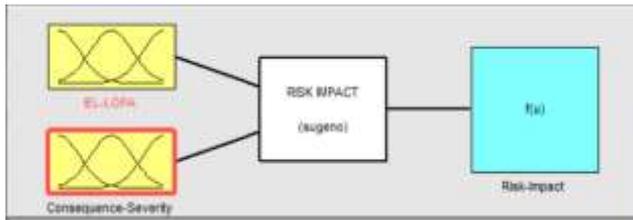
**Tabel 3 Hasil Perhitungan SIL**

Skenario	SIL
1	1
2	NR
3	NR
4	NR
5	1
6	1

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

**h. Fuzzy Layer of Protection Analysis untuk Risk Impact**

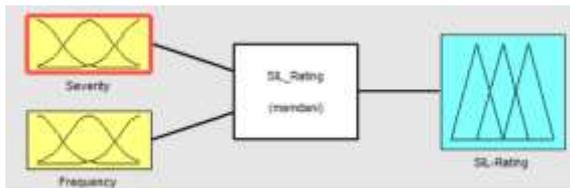
Penentuan *Risk Impact* ini dibuat dengan 2 masukan yaitu *Initial Event Likelihood* dan *consequence severity* dari LOPA yang memiliki frekuensi tertentu seperti pada Gambar 1 . Hasil penilaian *fuzzy* memperlihatkan bahwa skenario 1 memiliki risiko dengan kategori *high* dengan nilai 16, pada skenario 2 memiliki risiko dengan kategori *high* dengan nilai 16, pada skenario 3 memiliki kategori *high* dengan nilai 16, pada skenario 4 memiliki kategori *high* dengan nilai 16, pada skenario 5 memiliki kategori *high* dengan nilai 16, pada skenario 6 memiliki kategori *high* dengan nilai 16



Gambar 1 FIS Severity Risk Impact

**i. Fuzzy Layer of Protection Analysis untuk SIL Rating**

Penilaian SIL berbasis *fuzzy* dilakukan setelah memperoleh hasil dari risk impact FLOPA. Sistem penilaian memiliki masukan dari *risk impact* dan frekuensi sehingga keluaran berupa tingkatan SIL seperti pada Gambar 2 . Hasil penilaian *Fuzzy* menunjukkan bahwa pada skenario 1 dengan tingkatan SIL 1 sehingga tidak menunjukkan perlunya pengamanan tingkat tinggi. Pada skenario 2 dengan tingkatan SIL NR sehingga tidak menunjukkan perlunya pengamanan tingkat tinggi. Pada skenario 3 dengan tingkatan SIL NR sehingga tidak menunjukkan perlunya pengamanan tingkat tinggi. Pada skenario 4 dengan tingkatan SIL NR sehingga tidak menunjukkan perlunya pengamanan tingkat tinggi. Pada skenario 5 dengan tingkatan SIL 1 sehingga tidak menunjukkan perlunya pengamanan tingkat tinggi. Pada skenario 6 dengan tingkatan SIL 1 sehingga tidak menunjukkan perlunya pengamanan tingkat tinggi Hasil memperlihatkan bahwa perlunya tindakan untuk menjaga risiko yg terjadi dengan frekuensi kejadian yang tinggi.



Gambar 2 FIS SIL Rating

**Kesimpulan**

1. Studi HAZOP yang diterapkan pada *Desiccant Dehydration Unit* di PT Lapindo Brantas .Inc untuk analisa pada node 1 diperoleh 3 potensi bahaya high risk, pada node 2 terdapat 2 potensi bahaya high risk, pada node 3 terdapat 5 potensi bahaya high risk, pada node 4 terdapat 6 potensi bahaya. Untuk mengurangi tingkat risiko dapat diatasi dengan membuat SOP pemantauan komponen, melakukan penjadwalan *maintenance komponen*, dll
2. Hasil FLOPA untuk analisa risiko berupa *Risk Impact* menunjukkan nilai 16 termasuk dalam kategori high pada semua skenario . Pada SIL Rating didapat hasil pada skenario 1, 5, dan 6 nilai SIL berada pada kategori SIL 1, pada skenario 2, 3, dan 4 nilai SIL berada pada kategori SIL NR.Rekomendasi FLOPA untuk *Risk Impact* perlu adanya perbaikan, maintenance, atau penggantian komponen yang bermasalah. Begitu pula rekomendasi nilai SIL harus dilakukan maintenance, penggantian komponen, dan penambahan komponen yang serupa untuk meningkatkan *redundance system*, karena dengan meningkatnya *redundance system* maka meningkat pula nilai SIL.

**Daftar Pustaka**

Center Chemical Process Safety. (2001). *Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment*, Second Edition. American Institut Of ChemicalEngineering, New York..

Dowell, Arthur M.(1998). *Layer of Protection Analysis for Determining Safety Integrity Level*. *ISA Transactions*, 37, 155-165. United State of America: Elsevier Science Ltd.

- First, Kenneth, (2010), “Scenario identification and evaluation for layers of protection analysis”. *Journal of Loss Prevention in The Process Industries* 23, hal. 705-718
- Johnson, Robert W. (2010). “Beyond-Compliance Uses HAZOP/LOPA Studies”. *Journal of Loss Prevention in The Process Industries* 23:30-34
- Khalil, M., Abdou M.A., Mansour, M.S., Farag, H.A., dan Ossman, M.E. (2011), “A cascaded fuzzy-LOPA risk assessment model applied in cement industry”. *Journal of Loss Prevention in The Process Industries* 25, hal. 877-882.
- Lassen, C. A. (2008). Layer of Protection Analysis (LOPA) for Determination of Safety Integrity Level (SIL). Master Project. Departement of Production and Quality Engineering. The Norwegian University of Science of Technology. Snarøya, Norway..
- Markowski, A.S. & Mannan, M.S., 2009. Fuzzy logic for piping risk assessment (pfLOPA). *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(6), pp.921–927.
- PT Lapindo Brantas. Inc. (2017).. Sidoarjo, Indonesia
- Standards Australia.(2004). Risk Management Guidelines Companion to Australian and New Zealand Public Sector 4360. Standards Australia. Homebush NSW.