

# Analisis *Risk Assessment* Menggunakan *Process Hazard Analysis* (PHA) dan *Safety Objective Analysis* (SOA) pada *Central Gathering Station* (CGS) di *Onshore Facilities*

Dimas Jouhari A.M<sup>1</sup>., Lino Meris R<sup>1</sup>., Renanto H<sup>1</sup>., Juwari Purwo S<sup>1</sup>., Ari Widodo<sup>2</sup>

1. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

2. PT. Chevron Pasific Indonesia – Duri Riau

*e-mail*: renanto@chem-eng.its.ac.id, joecheits@yahoo.com

**Abstrak**—Keselamatan proses merupakan faktor utama yang sering dibahas oleh industri-industri kimia beberapa tahun terakhir ini. Salah satu metode semi-kuantitatif yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menetapkan tingkat risiko bahaya yaitu dengan *Process Hazard Analysis* (PHA) dan *Safety Objective Analysis* (SOA). *Hazard and Operability Studies* (HAZOP) dan *What-If Analysis* merupakan metode identifikasi bahaya kualitatif yang sering diterapkan secara simultan untuk PHA-SOA. *Process Hazard Analysis* (PHA) ialah rangkaian aktivitas mengidentifikasi *hazard*, mengestimasi konsekuensi, mengestimasi *likelihood* suatu skenario proses disertai dengan *safeguard*, dan mendapatkan *risk ranking* yang dapat dilihat pada matrik PHA 6x6. Sedangkan *Safety Objective Analysis* (SOA) merupakan rangkaian aktivitas yang bergantung pada penyebab skenario, dan konsekuensi dari PHA, menghasilkan kebutuhan IPL (*Independent Protective Layer*) menggunakan matrik SOA 6x6. *Risk ranking* 6 pada penilaian PHA dikategorikan aman jika *safeguard* yang ada selalu siap mengurangi risiko yang timbul dari skenario tersebut. Namun tidak semua *safeguard* dapat selalu siap mengurangi risiko tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya analisis tambahan untuk memastikan risiko dari skenario dapat diperkecil. Analisis *safety* suatu skenario dengan SOA menghasilkan kebutuhan IPL yang dapat ditutup dengan mengkonfirmasi *safeguard* yang sesuai menjadi IPL. Hasil penilaian PHA-SOA CGS 1, CGS 3, CGS 4, dan CGS 5 menunjukkan bahwa ada penilaian *severity* dan PHA-SOA *likelihood* yang berbeda di tiap CGS padahal proses pada CGS tersebut identik, maka perlu adanya analisis konsistensi. Hasil analisis konsistensi ini dapat dijadikan pedoman untuk melakukan *safety review* pada *risk assessment workshop* kedepannya, yang biasanya diadakan setiap tiga hingga lima tahun sekali oleh industri.

**Kata Kunci**—Keselamatan proses, *Process Hazard Analysis* (PHA), *Safety Objective Analysis* (SOA), *Risk Ranking* 6, Konsistensi hasil penilaian PHA-SOA pada CGS

## I. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan dunia industri, maka proses industri kimia dan permasalahannya juga semakin kompleks. Proses yang lebih kompleks tersebut meliputi keterlibatan suhu dan tekanan yang lebih tinggi serta bahan-bahan kimia yang lebih reaktif, beracun dan berbahaya. Oleh karena itu, setiap industri harus memperhatikan aspek keselamatan.

Keselamatan kerja merupakan salah satu faktor utama yang sering dibahas oleh industri-industri kimia beberapa

tahun terakhir ini. Kesadaran akan pentingnya keselamatan ini didasari oleh keadaan dimana investasi yang telah dilakukan yang umumnya bernilai besar pada suatu pabrik dapat hilang atau rusak akibat adanya kelalaian dalam pengoperasian atau kelalaian terhadap prosedur keselamatan yang ada yang juga dapat membahayakan para pekerja.

Minyak dan gas merupakan sektor industri yang memiliki risiko tinggi, terutama berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan para pekerja. Seperti contoh ledakan sumur gas di China tahun 2003 yang dapat menewaskan 243 orang. Proses yang diidentifikasi dengan tekanan dan suhu tinggi, keberadaan zat-zat kimia yang mudah terbakar bahkan eksplosif, tingkat racun yang tinggi serta berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan, bahkan keberadaan alat-alat berat dengan bagian bergerak juga sangat berpotensi menimbulkan bahaya dan kecelakaan kerja. Hal tersebut menunjukkan besarnya potensi risiko terjadinya kecelakaan kerja terhadap keseharian pekerja di sektor minyak dan gas.

Metode kuantitatif biasanya digunakan untuk memperoleh nilai evaluasi dari *hazard* yang teridentifikasi. Hal ini digunakan khusus untuk evaluasi desain dan resolusi dari banyak rekomendasi saat *hazard risk* di atas level yang dapat diterima suatu standar industri.

*Risk Assessment* ialah proses mengidentifikasi insiden dan menganalisis konsekuensi. Identifikasi insiden menjelaskan seberapa parah suatu kecelakaan. Hal ini termasuk analisis kemungkinan terjadi. Analisis konsekuensi menjelaskan seberapa kerugian yang dialami, baik dari segi *safety*, *environment*, dan asset peralatan maupun produk dalam hal ini pada *Central Gathering Station* (CGS). (*ISA Society*, 2002)

*Gathering Station* pada industri eksplorasi minyak bumi ialah plant yang terdiri dari kumpulan unit pemisah minyak bumi dari *impurities* berupa air, gas, dan pasir. *Gathering Station* terdiri dari Gas Boot dan Vent; Oil Treatment Plant; Water Treatment Plant; dan Sand Plant. (Duri Steam Flood, 2013)

Langkah selanjutnya ialah penentuan nilai *severity* yang merupakan tolok ukur konsekuensi jika suatu skenario terjadi. Pada CCPS, penentuan nilai parameter *severity* tergantung pada masing-masing industry. Salah satu contoh penentuan nilai *severity* dengan range nilai 1-5, nilai 5 yang paling parah. Penentuan nilai *severity* ini tidak benar-benar terbaik. Penentuan ini dapat dilakukan oleh masing-masing industri. (*AIChE*, 2011, *Layer of Protection Analysis Simplified Process Risk Assessment*).

Penentuan *likelihood* berdasarkan pada peluang terjadinya suatu skenario proses secara kuantitatif yaitu nilai *Probability Failure Demand* (PFD) dari instrument yang ada pada proses dan secara kualitatif yaitu berdasarkan kondisi proses pada plant. (AICHE, 2011, *Layer of Protection Analysis Simplified Process Risk Assessment*).

Dari nilai *severity* dan *likelihood* maka akan diperoleh *risk ranking* yang didapat dari pertemuan kedua nilai tersebut. Tabel *risk ranking* dibuat oleh masing-masing industri.

Langkah selanjutnya ialah membuat rekomendasi dari *assessment* skenario tersebut, apa yang harus dilakukan untuk mereduksi risiko terjadinya skenario tersebut. Rekomendasi tersebut masih perlu dianalisis lebih lanjut agar keselamatan proses dapat terjaga dengan baik. (ISA Society, 2002)

Penelitian ini akan menggunakan *Process Hazard Analysis* (PHA) metode semi kuantitatif. PHA merupakan rangkaian aktivitas mengidentifikasi *hazard*, mengestimasi konsekuensi, mengestimasi *likelihood* suatu skenario proses disertai dengan *safeguard*, dan mendapatkan *risk ranking* yang dapat dilihat pada matrik PHA 6x6. SOA bisa dilakukan setelah PHA selesai dilakukan. SOA merupakan rangkaian aktivitas yang bergantung pada penyebab skenario, konsekuensi, dan *safeguard* yang merupakan *starting point* dari PHA untuk menentukan apakah penanggulangan risiko dapat diberikan pada masing-masing skenario, dan merekomendasikan pengukuran tambahan untuk penanggulangan risiko lebih jauh jika diperlukan.

Cara melakukan SOA hampir sama dengan PHA, mengidentifikasi *hazard* dari suatu skenario, dan memberikan nilai *severity* sama dengan pada PHA. Namun yang beda ialah menentukan SOA *likelihood* tanpa menggunakan *safeguard* yaitu dengan nilai 1. Jika telah mendapatkan nilai *severity* dan SOA *likelihood*, maka jumlah IPL *required* dapat diketahui melalui matrik SOA 6x6. (Chevron PHA-SOA Process Overview, 2008)

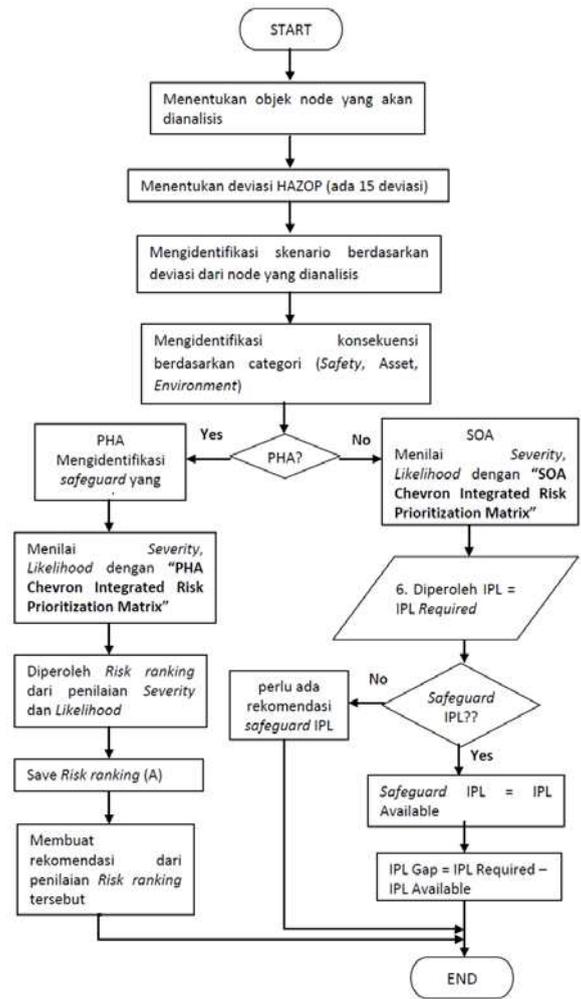
*Independent Protection Layer* (IPL) ialah suatu alat, sistem, atau tindakan yang dapat mencegah suatu skenario dari proses hingga konsekuensi yang tidak diharapkan, awal dari tindakan, atau tindakan pada masing-masing *protection layer* digabungkan dengan skenario tersebut. (Crowl and Louvar, 2002)

Microsoft Visual C# adalah sebuah bahasa yang tidak diragukan lagi dalam proses pengembangan aplikasi berbasis .NET Framework, dimana C# bebas dari masalah kompatibilitas dilengkapi dengan berbagai fitur yang sebagian besar merupakan fitur baru dan menarik. Pemrograman ini bertujuan mempermudah analisis data skenario yang ada pada *gathering station* secara *graphical user interface*. (Prabawati, Arie, Microsoft Visual C#, 2010)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Alur pengerjaan dimulai dari menidentifikasi node kemudian menentukan deviasi HAZOP dan *what-if* yang terjadi pada masing-masing skenario. Setelah itu, melakukan penilaian terhadap parameter keselamatan seperti, *severity*, *likelihood*, *risk ranking*, dan *IPL required*.

Berikut merupakan diagram alir prosedur penelitian yang telah dilaksanakan.



Gambar 1. Metode Analisis PHA-SOA

Hasil analisis dari gambar 1 menjadi rekomendasi penilaian keselamatan berdasarkan skenario yang dianalisis dan melakukan analisis lebih lanjut rekomendasi skenario yang sudah ada.

Setelah itu, agar *reviewer* dapat membaca dan menganalisis lebih mudah bagian risk assessment pada skenario di CGS, maka perlu adanya program *graphical user interface* yaitu PHA-SOA viewer yang berasal dari visual C#.

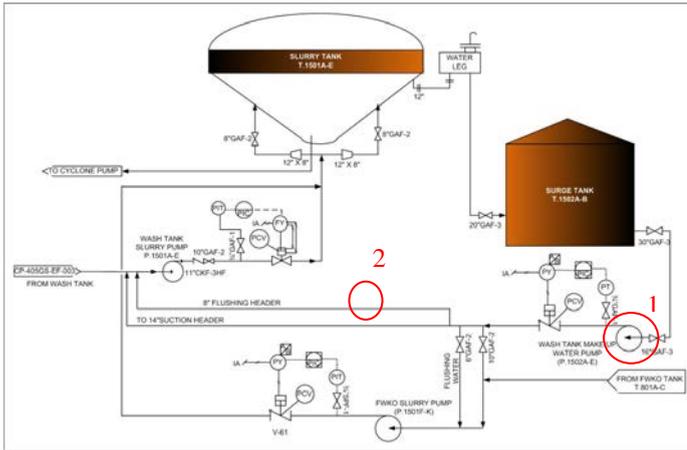
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Konsistensi terhadap Skenario pada CGS

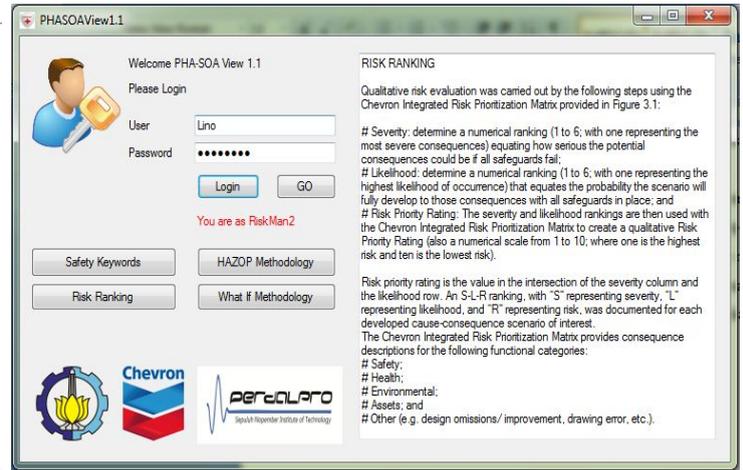
Setelah menganalisis hasil *risk assessment* yang ada, yaitu sebanyak 67 skenario pada empat CGS yang berbeda, maka terdapat skenario yang memiliki nilai parameter *safety* yang tidak konsisten sebanyak 54 skenario dan yang memiliki nilai yang konsisten sebanyak 13 skenario. Berikut merupakan dua contoh skenario, yang tidak konsisten dan yang konsisten.

Node ini memiliki dua dari enam skenario yang bernilai parameter yang konsisten dan tidak konsisten.

1. Hasil analisis konsistensi skenario *Wash Tank Make Up Water Pump (Jetting Pump)* Tidak Berfungsi/Rusak



Gambar 2. Node Sand Slurry System



Gambar 3. Form login pada PHA-SOA Viewer 1.1

Tabel 1.

Hasil Analisis Konsistensi Skenario Wash Tank Make Up Water Pump (Jetting Pump) Tidak Berfungsi/Rusak

| Konsekuensi  | Severity | PHA Likely | RR | SOA Likely | IPL req |   |
|--|----------|------------|----|------------|---------|---|
| 1. Potential sand build up in Free Water Knockout Tank 8057.T.0801 or Wash Tank 8057.T.0802 leading to plugging of water leg line. High liquid level in Tanks leading to potential overflow via breather valves and emergency hatch. Hydrocarbon release to environment. Fire if ignited. Potential personnel injury | CGS 1    | 4          | 3  | 6          | 2       | 1 |
|  | CGS 3    | 4          | 3  | 6          | 2       | 1 |
|  | CGS 4    | 4          | 3  | 6          | 2       | 1 |
|  | CGS 5    | 4          | 3  | 6          | 2       | 1 |
|  | CGS 5    | 4          | 3  | 6          | 2       | 1 |

\*) Warna hijau merupakan hasil analisis

Tabel 2.

Hasil Analisis Konsistensi Skenario Kehilangan Flushing pada Slurry Pump

| Konsekuensi                 | Severity | PHA Likely | RR | SOA Likely | IPL req |   |
|-----------------------------|----------|------------|----|------------|---------|---|
| 1. Seal damage and leakage. | CGS 1    | 5          | 2  | 6          | 1       | 1 |
|                             | CGS 3    | 5          | 2  | 6          | 1       | 1 |
|                             | CGS 4    | 5          | 2  | 6          | 1       | 1 |
|                             | CGS 5    | 6          | 3  | 8          | 1       | 0 |

\*) Warna hijau merupakan hasil analisis

Tabel di atas menunjukkan bahwa skenario tersebut konsisten karena memiliki nilai parameter safety yang sama di setiap CGS. Menghasilkan penilaian PHA berupa risk ranking 6 dan penilaian SOA berupa IPL required sebesar 1.

IPL required tersebut dapat ditutup dengan memastikan instrumen level pada setiap tangki, dan menghitung kembali hydraulic calculation agar diketahui kekuatan tekanan dan total aliran yang masuk pada tangki.

2. Hasil analisis konsistensi skenario Kehilangan Flushing pada Slurry Pump

Tabel di atas menunjukkan bahwa skenario tersebut tidak konsisten karena ada salah satu CGS memiliki nilai parameter safety yang berbeda. Bila ditinjau dari konsekuensinya, dampak yang dirasakan hanya kerusakan pada seal pompa tidak berdampak pada pekerja, maka rekomendasi nilai severity sebesar 5. Karena daerah ini sering dilalui oleh pekerja lapangan, maka nilai likelihood yang sesuai dengan kondisi ini sebesar 2. Hasil analisis PHA-SOA untuk skenario ini berupa penilaian PHA risk ranking 6 dan penilaian SOA IPL required sebesar 1.

IPL required ini dapat ditutup dengan memastikan drain valve tertutup dengan memberikan CSC (Car Seal Close).

B. Pemrograman Process Hazard Analysis (PHA) dan Safety Objective Analysis (SOA) secara Graphical User Interface (GUI)

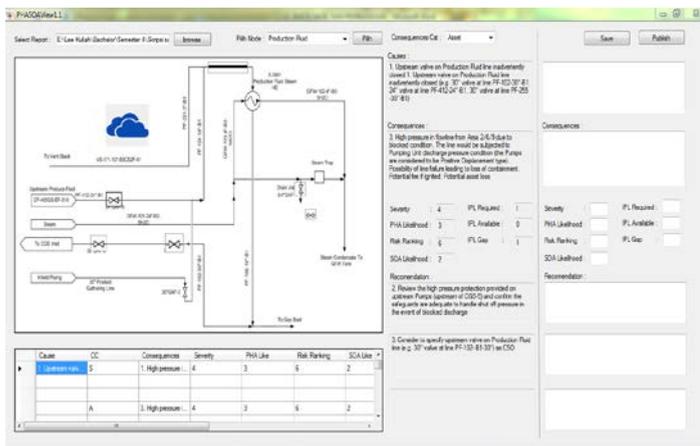
Dalam menganalisis dan mengidentifikasi hazard diperlukan beberapa tools atau peralatan seperti Process Flow Diagram (PFD), Process and Instrumentation Diagram (P&ID) dan juga log book report PHA dan SOA. Walaupun sudah ada alat bantu diatas, proses identifikasi PHA SOA masih mengalami kendala dalam melihat report yang berbentuk pentabelan dan gambar proses untuk itu dibuatlah sebuah pemrograman secara Graphical User Interface (GUI) sehingga mempermudah dalam melihat report dan memasukkan report PHA SOA yang baru.

Pemrograman ini dibuat dengan Visual Studio menggunakan bahasa C#. Bahasa C# terbut akan di compile menjadi suatu program installer yang dapat digunakan di komputer tanpa menggunakan Visual Studio. Bahasa C# merupakan bahasa modifikasi dari bahasa C++ dan bahasa VB. Bahasa C# mempunyai bahasa yang simpel dan efektif dibanding bahasa C++ dan VB, sehingga lebih mudah dalam menginputkan algoritma pemrograman.

Program tersebut terdiri dari 2 bentuk form, yaitu form login dan form report PHA-SOA. Form login memberikan fasilitas pada pengguna program untuk melakukan login sebagai General User dan RiskMan2 User. General User hanya mempunyai fasilitas melihat seluruh report dan rekomendasi PHA SOA. RiskMan2 User mempunyai fasilitas melihat seluruh report dan rekomendasi serta mempunyai wewenang memasukkan hasil PHA-SOA yang baru.

Form login juga mempunyai fasilitas untuk menampilkan preview tentang safety keyword, Flowchart PHA-SOA, deskripsi PHA SOA, metodologi Hazop, metodologi What if dan pengertian Risk Ranking. Dengan adanya fasilitas diatas user dapat mendapatkan informasi mengenai deskripsi tentang PHA-SOA.

Form kedua adalah form report PHA-SOA, pada form report ditampilkan hasil analisis PHA – SOA secara grafis. Fasilitas pertama, form report ini dapat menampilkan seluruh Hasil PHA-SOA yang telah diinputkan hanya dengan memilih node dan memilih kasus yang telah disediakan. Fasilitas kedua form ini dapat menampilkan hasil rekomendasi seperti sizing valve dan kalkulasi hidrolik, sehingga memudahkan user untuk melihat dan membayangkan skenario yang dibuat.



Gambar 4. Form report pada PHA-SOA Viewer 1.1

Tabel 3. Fungsi Button pada Form Login

| Button              | Fungsi  |
|---------------------|---|
| Safety Keywords     | Berfungsi menampilkan penjelasan mengenai istilah yang digunakan pada keselamatan proses              |
| Risk Ranking        | Berfungsi menampilkan penjelasan mengenai Risk Ranking, Saverity, Concequence Category dan Likelihood |
| HAZOP Methodology   | Memberikan penjelasan mengenai metode HAZOP   |
| What If Methodology | Memberikan penjelasan mengenai metode What-If   |

Tabel 4. User dan Password pada Program PHA-SOA Viewer 1.1

| User       | Pasword  |
|------------|----------|
| Dimas      | arekits1 |
| Lino       | arekits2 |
| Ari Widodo | arekits3 |

Fasilitas ketiga, form report ini dapat menampilkan form baru yang digunakan untuk mengubah hasil analisis PHA-SOA. Orang yang berhak untuk mengubah hasil analisis PHA SOA adalah RiskMan2, selain RiskMan2 hanya dapat melihat report yang diubah.

Dengan adanya program diatas diharapkan dapat mempermudah dalam penyampaian hasil PHA – SOA dengan cara menampilkan gambar proses dan skenario. Selain itu dapat mempermudah dalam mengarsipkan dan memasukkan hasil PHA SOA dalam bentuk excel.

Program ini dirancang untuk menampilkan dan menginputkan data hasil PHA-SOA sehingga mempunyai tampilan *Graphical User Interface* (GUI). Program ini terdiri dari 2 form yaitu Form Login dan Form PHA-SOA Report.

Form login berfungsi untuk keamanan pengguna program. Pengguna program dibedakan menjadi 2 yaitu, *RiskMan2* yang mempunyai akses untuk mengubah report PHA-SOA dan *General Viewer* yang hanya mempunyai akses untuk melihat report PHA-SOA. Menu pada form login sebagai berikut.

Langkah – langkah menjalankan form login :

- Masukkan nama user dan pasword pada kolom yang tersedia
- Klik button login maka akan tampil “*You are as RiskMan2*”, “*You are as Viewer*” dan “*You are not Allowed*”

3. Masukkan nama user dan password.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini antara lain:

- Hasil analisis konsistensi penilaian PHA SOA di 4 CGS menunjukkan bahwa sebanyak 54 skenario tidak konsisten dan 13 skenario sudah konsisten.
- Severity* merupakan faktor yang sangat mempengaruhi hasil penilaian SOA.
- Kebutuhan IPL yang dijadikan *rule of thumb* didapat dari SOA *likelihood* dan *severity* hasil penilaian yang sudah konsisten.
- Hasil kebutuhan kredit IPL dari skenario yaitu sebanyak 19 skenario membutuhkan kredit IPL 1; 35 skenario membutuhkan kredit IPL 2; 13 skenario membutuhkan kredit IPL 3.
- Tidak semua safeguard adalah IPL, tapi semua IPL adalah safeguard.
- Rekomendasi yang dilakukan pada setiap skenario meliputi hydraulic calculation, sizing relief device, verifikasi valve di lapangan dengan CSO/CSC/LO dan penambahan kontrol instrumen.
- Adanya pemrograman berbasis GUI (*Graphical User Interface*), maka dapat mempermudah analisis dan penampilan data PHA-SOA.

##### B. Saran

Perlu adanya validasi untuk mengkonfirmasi seluruh hasil rekomendasi dari PHA dan SOA agar risiko dapat diturunkan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis D.J.A.M. dan L.M.R. mengucapkan terima kasih kepada PT. Chevron Pacific Indonesia yang telah memberikan dukungan fasilitas penelitian dan data pada bulan November s.d. Desember 2013.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Chemical Engineering. “Layer of Protection Analysis Simplified Process Risk Assessment”. USA. 2001.
- American Petroleum Institute. “API STD 520, Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries”. USA. 2008.
- American Petroleum Institute. “API STD 2000, Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks”. USA. 2009.
- Chemical Engineering Magazine Team. “Chemical Engineering Magazine ed. February 2013 page 35, Sizing Pressure-Relief Valves”. Access Intelegence. USA 2013.
- Crowl, Daniel A. Dan Louvar. “*Chemical Process Safety*”. John Wiley & Sons, Inc.: USA, 2002.
- ISA Society. “Safety Instrumented System – Safety Integrity Level Evaluation Technique”. USA. North Carolina. 2002.
- Nolan, Dennis P.. “Safety and Security Review For The Process Industries”, William Andrew Inc, Norwich, NY, USA. 2008.
- Operation Engineering Chevron. “*Duri Steam Flood Process Flow*”, PT Chevron Pasific Indonesia, Riau. 2013.
- Operation Engineering Chevron. “PHA-SOA Overview”, PT Chevron Pasific Indonesia, Riau. 2013.
- Prabawati, Arie. “Microsoft Visual C# 2010”, Wahana Komputer dan Penerbit Andi. Semarang. 2010
- Skelton, Bob. “*Process Safety Analysis An Introduction*”, Gulf Publishing Company.: Houston, Texas. 1997.