

Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko pada Methanator 106-D dengan Metode *Hazard and Operability* pada Perusahaan Pupuk

Mahendra Dwi Dharma¹, Agung Nugroho^{1*}, dan Haidar Natsir Amrullah¹

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

*E-mail: agung.nugroho@ppns.ac.id

Abstrak

Perusahaan Industri Pupuk Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi pupuk, non pupuk, bahan-bahan kimia dan jasa yang berada di Indonesia. Salah satu produk samping yang dihasilkan selain pupuk adalah *ammonia*. Dalam prosesnya, metanasi pembentukan *ammonia* memerlukan alat *methanator* 106-D sebagai penghasil bahan baku pupuk. Terjadi potensi penyimpangan kondisi proses dan kegagalan komponen pada *Effluent Exchanger* 114-C dan *Methanator* 106-D yang menyebabkan (*high pressure, high temperature, No Flow, dst*). Potensi bahaya tersebut perlu dianalisa, sehingga tidak mengganggu proses produksi, keselamatan pekerja dan lingkungan. Identifikasi bahaya menggunakan *Hazard and Operability* (HAZOP) bertujuan untuk mencari penyimpangan dan melakukan penilaian risiko pada 3 *study node* dalam sistem operasi. Hasil identifikasi dengan HAZOP pada *methanator* diketahui potensi penyimpangan bahaya memiliki 21 risiko tinggi dari 30 risiko yang terjadi. Penyimpangan terjadi pada komponen *Pressure Valve* 1005, *Transmitter* (1200,1201,1202 dan 1203) dan *heating* 172C1. Kemudian akan dilakukan penilaian risiko serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi risiko terjadinya kegagalan dan dilakukan tindakan *preventive* berdasarkan hirarki pengendalian bahaya. rekomendasi yang dilakukan dengan penjadwalan pemeliharaan secara berkala dan dilakukan perbaikan khusus (*crash program*) dan (*preventive maintenance*) agar tidak terjadi kerusakan dan kegagalan sistem proses.

Kata Kunci : HAZOP, Methanator 106-D, Penyimpangan, *Study Node*

Abstract

The Indonesian Pupuk Industrial Company is a company engaged in the production of fertilizers, non-fertilizers, chemicals and services in Indonesia. One of the by-products produced besides fertilizer is ammonia. In the process, methanation for the formation of ammonia requires a 106-D methanator as a fertilizer raw material producer. There is a potential deviation from process conditions and component failure in the Effluent Exchanger 114-C and Methanator 106-D which causes (high pressure, high temperature, No Flow, etc.). These potential hazards need to be analyzed, so they do not interfere with the production process, worker safety and the environment. Hazard identification using Hazard and Operability (HAZOP) aims to look for irregularities and carry out risk assessments on 3 study nodes in the operating system. The results of identification with HAZOP on methanators show that the potential for hazard deviation has 21 high risks out of 30 risks that occur. Deviations occur in the components of Pressure Valve 1005, Transmitter (1200,1201,1202 and 1203) and heating 172C1. Then a risk assessment will be carried out and recommendations for improvement will be carried out to reduce the risk of failure and preventive action will be taken based on the hazard control hierarchy. recommendations that are carried out by scheduling regular maintenance and carrying out special repairs (crash programs) and (preventive maintenance) so that damage and process system failures do not occur.

Keyword : Deviation, HAZOP, Methanator 106-D, *Study Node*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Industri Pupuk merupakan salah satu anak perusahaan dari PT Pupuk Indonesia (*Holding Company*) yang bergerak dalam bidang Agroindustri. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi pupuk, non pupuk, bahan-bahan kimia dan jasa yang berada di Indonesia. Jenis pupuk yang diproduksi antara lain urea, *Zwavelzuur Amoniak* (ZA), *Super Phosphate-36* (SP-36), NPK, *Phonska* dan lain – lain. Salah satu produk samping yang dihasilkan selain pupuk ialah *ammonia*. *Ammonia* senyawa kimia dengan rumus (NH₃) yang merupakan salah satu bahan utama dalam proses pembuatan pupuk, antara lain *urea*, *amonium fosfat*, *amonium nitrat*, dan *kalsium amonium nitrat*. Dalam hal ini, pastinya peralatan yang harus digunakan harus

memiliki performa yang tinggi dan memiliki sistem keamanan yang baik. Salah satu alat yang digunakan pada produksinya yaitu *Methanator*.

Methanator alat yang berfungsi untuk mengubah CO dan CO₂ yang tersisa dari proses konversi CO *shift* dan penghilangan CO₂ menjadi CH₄ sebelum memasuki proses sintesis ammonia. Dalam proses metanasi dengan katalis Nikel (Ni), konsentrasi CO₂ dan CO setelah keluar dari unit harus mendekati 0% atau tidak lebih dari 10 ppm. Metanasi menggunakan katalis Nikel (Ni) dilakukan pada tekanan 32 kg/cm² dengan suhu 315 °C pada *methanator* 106-D. Prosesnya adalah reaksi eksotermis yang menghasilkan panas yang cukup tinggi. Untuk menjaga kandungan CO & CO₂ yang lolos ke proses berikutnya tetap normal, pengendalian suhu *inlet* sekitar 267°C sangat penting. Jika kandungan CO dan CO₂ *inlet* *Methanator* tinggi, suhu *outlet* akan naik sehingga gas masuk ke absorber harus dikurangi. terjadinya hal ini dapat menyebabkan overpressure dan merusak komponen serta menyebabkan kebocoran pada aliran proses. Ini dapat membahayakan pekerja, lingkungan, dan produksi perusahaan.

Penelitian ini pernah dilakukan oleh (Mugi, 2017) dengan hasil yaitu perlu adanya perawatan (*maintenance*) pada beberapa komponen yang ada pada *methanator* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode ini dapat menganalisis kegagalan komponen suatu alat dan menentukan tindakan *preventive maintenance*. Akan tetapi potensi bahaya yang dapat terjadi pada *methanator* tidak dijelaskan sehingga perlu adanya identifikasi bahaya untuk mengetahui potensi bahaya apa saja yang terjadi pada sistem pengendali *methanator* 106-D. setelah potensi bahaya teridentifikasi maka dapat diberikan tindakan pengamanan agar potensi bahaya tersebut tidak terjadi.

Potensi bahaya dapat timbul dari proses metanasi itu sendiri, dimana terdapat penyimpangan parameter yang terjadi antara lain yaitu temperatur, tekanan, aliran proses, dsb. Penyimpangan dari pada *methanator* yang relatif tinggi dapat menyebabkan adanya deviasi seperti, *high temperature of procces gas inlet, high pressure of procces gas, high temperature* sehingga metode *Hazard and Operability* (HAZOP) menjadi pilihan tepat untuk mengetahui potensi bahaya dari suatu sistem. Selain dari pada proses metanasi, potensi bahaya dapat timbul dari adanya kegagalan alat/komponen yang ada pada *methanator*. HAZOP secara sistematis mengidentifikasi setiap kemungkinan penyimpangan (*deviation*) dari kondisi operasi yang telah ditetapkan dari suatu plant, mencari berbagai faktor penyebab (*cause*) yang memungkinkan timbulnya kondisi abnormal tersebut dan menentukan konsekuensi yang merugikan sebagai akibat terjadinya penyimpangan serta memberikan rekomendasi atau tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari potensi risiko yang telah berhasil diidentifikasi (Nur, 2020).

Setelah dilakukan identifikasi, selanjutnya dilakukan penilaian risiko terhadap penyimpangan bahaya yang mungkin terjadi pada *methanator* 106-D. Penilaian risiko adalah proses untuk menentukan prioritas pengendalian terhadap tingkat risiko kecelakaan atau penyakit akibat kerja (Rudi, 2007). Risiko adalah suatu kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kerugian pada periode waktu tertentu atau siklus operasi tertentu. Sedangkan tingkat risiko merupakan perkalian antara tingkat probabilitas (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) dari suatu kejadian yang dapat menyebabkan kerugian, kecelakaan atau cedera dan sakit yang mungkin timbul dari pemaparan suatu *hazard* di tempat kerja (Tarwaka, 2008).

2. METODE

Hazard and Operabilty (HAZOP)

HAZOP digunakan sebagai metode untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan (Munawir, 2010). Metode ini bersifat kualitatif dan melibatkan penyelidikan mengenai suatu rancangan sistem atau proses yang mungkin menyimpang dari tujuan perancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan penyelidikan tersebut, akan diperoleh gambaran apakah penyimpangan atau deviasi yang terjadi dapat mendorong ke arah kejadian yang tidak diharapkan atau potensi bahaya.

Pada tahap ini dilakukan identifikasi bahaya pada alat *methanator* yang bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko bahaya. Sebelum menentukan tingkat bahaya dari penilaian risiko, berikut adalah langkah-langkah dalam menentukan potensi bahaya yaitu :

1. Persiapan Identifikasi HAZOP

Mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan untuk dasar pemeriksaan awal. Data yang diperlukan berupa *Process Diagram Flow* (PFD), *Piping and Instrument Diagram* (P&ID) dan sitem komponen.

2. Pemeriksaan HAZOP

Menentukan *study node* dalam subsistem untuk mengetahui bagian apa yang akan dilakukan identifikasi, kemudian menentukan deviasi yang mungkin terjadi. Deviasi dapat diilustrsikan dengan cara menggabungkan *guide word* dan parameter proses. Pada tabel 1 dan 2 merupakan contoh tabel *guide word* dan paramater proses.

Tabel 1. *Guide Word HAZOP*

Guide Word	Makna	Contoh
No	Tidak ada tujuan perancangan operasi yang tercapai	Tidak ada aliran air
More	Peningkatan kuantitatif dari tujuan perancangan operasi	Arus listrik terlalu tinggi
Less	Penurunan kuantitatif dari tujuan perancangan operasi	Arus listrik terlalu rendah
As well as	Peningkatan kualitatif	Penetrasi air ke dalam reaktor
Part of	Penurunan kualitatif	Larutan penting dihilangkan
Reverse	Berlawanan dengan tujuan perancangan operasi	Aliran air mengalir melawan arus
Other than	Substitusi penuh	Larutan yang digunakan salah (terganti seluruhnya)
Early	Penentuan waktu lebih awal dari tujuan perancangan operasi	Penambahan larutan terlalu dini
Late	Penentuan waktu lebih lambat dari tujuan perancangan operasi	Penambahan larutan terlambat

(Kotek and Tabas, 2012)

Tabel 2. Parameter Proses HAZOP

Aliran (<i>Flow</i>)	Komposisi (<i>composition</i>)	pH
Tekanan (<i>Pressure</i>)	Penambahan (<i>addition</i>)	Urutan (<i>sequence</i>)
Suhu (<i>Temperature</i>)	Pemisahan (<i>separation</i>)	Sinyal (<i>signal</i>)
Pencampuran (<i>Mixing</i>)	Waktu (<i>time</i>)	Mulai/Berhenti (<i>start/stop</i>)
Pengadukan (<i>Stirring</i>)	Fase (<i>phase</i>)	Arus (<i>current</i>)
Pengalihan (<i>Transfer</i>)	Kecepatan (<i>speed</i>)	Operasi (<i>operate</i>)
Tingkat (<i>Level</i>)	Ukuran partikel (<i>particle size</i>)	Pemeliharaan (<i>maintance</i>)
Kekentalan (<i>Viscosity</i>)	Pengukuran (<i>measure</i>)	Jasa (<i>service</i>)
Reaksi (<i>Reaction</i>)	Kendali (<i>control</i>)	Komunikasi (<i>communication</i>)

(Kotek and Tabas, 2012)

Setelah menentukan deviasi yang dapat menggabungkan *guide word* dan parameter proses, selanjutnya menentukan *safeguard* dan melakukan analisis risiko dari deviasi yang mungkin terjadi dari setiap *node*. Analisis risiko secara kualitatif dengan menggunakan matrik risiko *likelihood* dan *severity*. Penilaian matrik risiko *likelihood* dan *severity* dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 3. Skala Frekuensi (*Likelihood*)

Tingkat	Deskripsi	Keterangan	
		Kualitatif	Kuantitatif
5	<i>Almost Certain</i>	Dapat dipikirkan tetapi tidak hanya saat keadaan yang ekstrim	Kurang dari 1 kali per 10 tahun
4	<i>Likely</i>	Belum terjadi tetapi bisa muncul / terjadi pada suatu waktu	Terjadi 1 kali per 10 tahun
3	<i>Possible</i>	Seharusnya terjadi dan mungkin telah terjadi / muncul disin	1 kali per 5 tahun sampai 1 kali per tahun
2	<i>Unlikely</i>	Dapat terjadi dengan mudah, mungkin muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per tahun sampai 1 kali per bulan

Tingkat	Deskripsi	Keterangan	
		Kualitatif	Kuantitatif
1	<i>Rare</i>	Sering terjadi, di harapkan muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per bulan

(UNSW Health and Safety, 2008)

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Keparahan (*Severity*)

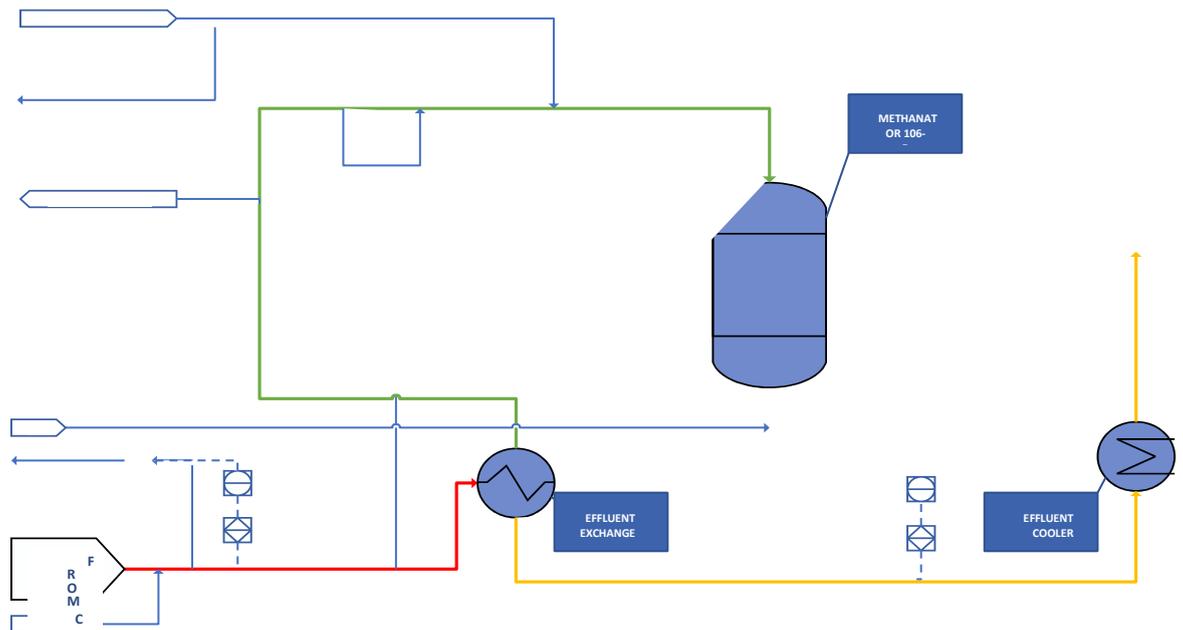
Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial sedikit
2	<i>Minor</i>	Cedera ringan, kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Cedera sedang, perlu penanganan media, kerugian finansial besar
4	<i>Major</i>	Cedera berat ≥ 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Ctastrophic</i>	Fatal ≥ 1 orang, kerugian sangat besar dan dampak sangat luas, terhentinya seluruh kegiatan

(UNSW Health and Safety, 2008)

Terakhir menentukan rekomendasi yang sesuai dari pemeriksaan yang telah dilakukan, pemberian rekomendasi tindakan tertentu untuk mencegah terjadinya deviasi. Rekomendasi dilakukan untuk meminimalisir atau menghilangkan penyebab dan dampak deviasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil identifikasi yang telah dilakukan dengan menggunakan HAZOP, dapat diketahui penyimpangan yang terjadi pada 3 *study node* (*Effluent Exchanger 114-C*, *Methanator 106-D* dan *Effluent Cooler 115-C*). dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 1. Piping and Instrument Diagram

Setelah diketahui 3 *study node*, penyimpangan dan penyebab. Selanjutnya menentukan penilaian risiko dari penyimpangan yang terjadi pada *methanator 106-D* menggunakan penilaian *Risk Matrix*. Penilaian *Risk Matrix* bertujuan untuk mencari seberapa sering probabilitas (Likelihood) dan tingkat keparahan (*Severity*) yang terjadi pada sistem proses. Terdapat 4 kategori risiko yaitu *low*, *medium*, *high* dan *extreme*. Tabel *Risk Matrix* dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut :

Table 5. Matriks Risiko HAZOP

Likelihood	Severity				
	1	2	3	4	5
1	H	H	E	E	E
2	M	H	H	E	E
3	L	M	H	E	E
4	L	L	M	H	E
5	L	L	M	H	H

(UNSW Health and Safety, 2008)

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya penyimpangan bahaya yang menggabungkan *guide word* dan parameter proses pada node yang ada di subsistem *methanator* 106-D. serta dilakukan penilaian risiko pada penyimpangan yang terjadi, memberikan *safeguard* dan rekomendasi untuk tindakan perbaikan. Dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Worksheet HAZOP

Item	Parameter	Guide word	Deviasi	Penyebab	Safeguard	Risk			Rekomendasi
						L	S	Level	
<i>Node 1 (Effluent Cooler 114-C)</i>									
<i>Pressure Valve 1005</i>	<i>Pressure</i>	<i>More</i>	<i>More Pressure</i>	PV 1005 tidak dapat menutup sempurna	<i>Pressure Indicator Control</i> untuk mengendalikan tekanan operasi alat	2	3	<i>High</i>	<i>Crash Program Preventive Maintenance</i>
<i>Pressure Valve 1005</i>	<i>Pressure</i>	<i>Less</i>	<i>Less Pressure</i>	PV 1005 tidak dapat tertutup (macet)	<i>Pressure Indicator Control</i> untuk mengendalikan tekanan operasi alat	2	4	<i>Extreme</i>	<i>Crash Program Preventive Maintenance khusus</i>
<i>Node 2 (Methanator 106-D)</i>									
<i>Temperature Transmitter (1200, 1201, 1202, 1203)</i>	<i>Temperature</i>	<i>More</i>	<i>More Temperature</i>	Kandungan CO/CO ₂ berlebih	<i>Temperature Alarm High (TAH-1357-1360)</i>	2	4	<i>Extreme</i>	<i>Crash Program Preventive Maintenance khusus</i>
<i>Heating 172C1</i>	<i>Temperature</i>	<i>More</i>	<i>More Temperature</i>	Pemanas pada methanator tidak berfungsi optimal	<i>Temperature Alarm High (TAH-1357-1360) (set : 344C)</i>	2	3	<i>High</i>	<i>Crash Program Preventive Maintenance</i>
<i>Node 3 (Effluent Cooler 115-C)</i>									
<i>Temperature Transmitter (TT-1250, 1618)</i>	<i>Temperature</i>	<i>More</i>	<i>More Temperature</i>	Terjadi kegagalan pada effluent cooler	<i>Temperature Alarm High-1364) set : 125C) (D-11-1225-218)</i>	4	1	<i>Low</i>	-
<i>Temperature Transmitter (TT-1250, 1618)</i>	<i>Temperature</i>	<i>Less</i>	<i>Less Temperature</i>	Methanator terjadi trip	<i>Temperature Alarm High-1364) set : 125C) (D-11-1225-218)</i>	4	2	<i>Low</i>	-

Setelah dilakukan identifikasi dan penilaian risiko dapat diketahui hasil dari analisis mendapatkan total 30 risiko.

Terjadi 21 penyimpangan dengan risiko tinggi dan ekstrem, terjadi 6 risiko sedang dan 3 risiko rendah. dari hasil *Hazard and Operability*. Penilaian risiko dari identifikasi potensi bahaya dapat dilihat pada rincian sebagai berikut :

Hasil Penilaian Risiko :

Low Risk : 3 Risiko *Medium Risk* : 6 Risiko *High Risk* : 19 Risiko *Extreme Risk* : 2 Risiko

Pada hasil penilaian risiko, terdapat 2 kategori dengan level ekstrem. Dimana kategori ini sangat berbahaya dan perlu dilakukan tindakan segera untuk menurunkan *level* risikonya. Salah satunya terletak pada *Pressure Valve-1005* terdapat tekanan tinggi yang disebabkan oleh *valve* tidak menutup sempurna, sehingga dapat menyebabkan kebocoran pada pipa fluida. Perlu dilakukan tindakan khusus untuk memperbaiki dan penambahan *safeguard* untuk kondisi lebih aman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada alat methanator 106-D dengan menggunakan metode HAZOP, maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai risiko tertinggi pada 3 *study node* terdapat pada komponen *Pressure Valve 1005*, *Transmitter (1200,1201,1202 dan 1203)* dan *heating 172C1*, dll. Hasil penilaian risiko dapat diberikan rekomendasi dengan melakukan pemeliharaan secara berkala dan dilakukan perbaikan khusus (*crash program*) dan (*preventive maintenance*) agar tidak terjadi kecelakaan dan kerusakan alat. Dapat dilakukan perlindungan dengan menambahkan *safeguard* pada tiap aliran pipa atau komponen yang ada pada subsistem *methanator 106-D*.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu, pengguna metode HAZOP dapat lebih mendalami lagi dengan menggabungkan metode lain seperti metode *Layer Protection Analysis (LOPA)*, *Bowtie*, *What If?*, dan metode lain yang bertujuan untuk identifikasi bahaya. Pengguna metode HAZOP dapat menentukan identifikasi menggunakan sumber yang terbaru.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A., Wijaya, B. and Jacob, I. (no date) 'A Hazard and Operability Studies RISK EVALUATION RISK ANALYSIS: Consequences Probability Level of Risk'. Available at: www.lspmks.co.id.
- Kotek, L. and Tabas, M. (2012) 'HAZOP study with qualitative risk analysis for prioritization of corrective and preventive actions', *Procedia Engineering*, 42, pp. 808–815. doi:10.1016/j.proeng.2012.07.473.
- Mugi, N. (2017) 'Implementasi Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Sistem Methanator Di PT. Petrokimia Gresik Pabrik I Amoniak', *Departemen Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, p. 186.
- Munawir, A.(2010). HAZOP, HAZID, VS JSA. Migas Indonesia
- Nur, M. (2020) 'Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di PT. XYZ', *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 4(2), p. 133. doi:10.24014/jti.v4i2.6627.
- Penelas, A. de J. and Pires, J.C.M. (2021) 'Hazop analysis in terms of safety operations processes for oil production units: A case study', *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(21). doi:10.3390/app112110210.
- Rudi, S. (2007). Manajemen Risiko - Panduan Penerapan Berdasarkan OHSAS 18001 dan Permenaker 05/1996. Jakarta: PPM.
- Safety, U.H. and (2008) *Risk Management Program*. Canberra: University of New South Wales.
- Tarwaka. 2008. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja. Surakarta : HARAPAN PRESS

