

**ANALISIS RISIKO BAHAYA PADA PROSES INTELLIGENT
PIGGING PIPA PENYALUR GAS DENGAN METODE HAZOP
DI PT PRATIWI PUTRA SULUNG**



TUGAS AKHIR

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang**

Disusun Oleh :

Benny

2002240502.P

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2023**

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS TRIDINANTI FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

TUGAS AKHIR
ANALISIS RISIKO BAHAYA PADA PROSES INTELLIGENT
PIGGING PIPA PENYALUR GAS DENGAN METODE HAZOP
DI PT PRATIWI PUTRA SULUNG

Disusun Oleh:

BENNY

2002240502.P

Ketua Program Studi
Teknik Industri



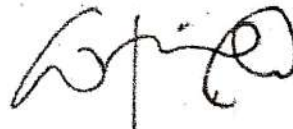
Faizah Suryani, S. T., M.T

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing I



Faizah Suryani, S. T., M.T

Pembimbing II



Winny Andalia, S. T., M.T

Disahkan

Dekan Fakultas Teknik



Iq. Zulkarnain Fatoni, M.T, M.M

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama : Benny
NPM : 2002240502.P
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Risiko Bahaya Pada Proses Intelligent Pigging
Pipa Penyalur Gas Dengan Metode Hazop Di PT Pratiwi
Putra Sulung.

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

Tugas akhir dengan judul diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah Tugas Akhir dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari Tugas Akhir karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang “Sistem Pendidikan Nasional” pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademik profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,- (Dua Ratus Juta Rupiah).

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari pihak siapapun.



Palembang, Maret 2023



Benny

ABSTRAK

Intelligent Pigging bagian dari aktivitas pigging dimana pig yang digunakan merupakan suatu rangkaian elektronik didorong masuk ke dalam pipa saluran yang berfungsi untuk merekam data-data kondisi pipa seperti ketebalan pipa, jenis korosi (internal & eksternal), tingkat kedalaman pipa, lokasi korosi, dan anomali geometri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Hasil penelitian menunjukkan pada Node 1 menghasilkan persentase tingkat risiko rendah yang berjumlah 50% dan persentase tingkat risiko sedang yang berjumlah 50%, pada Node 2 menghasilkan persentase tingkat risiko rendah yang berjumlah 100%, pada Node 3 menghasilkan persentase tingkat risiko rendah yang berjumlah 37,5% dan persentase tingkat risiko sedang yang berjumlah 62,5%. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah (1) Langkah - langkah pigging yang dilakukan di lapangan di PT. Pratiwi Putri Sulung sudah dilakukan sesuai dengan standar operasional demi menghindari kecelakaan dan menghindari hambatan aktivitas pekerjaan pigging, (2) Risiko dari sumber bahaya yang ditemukan setelah dimitigasi yaitu sedang dan rendah, (3) Tingkat risiko dari tiap sumber bahaya yang ditemukan yaitu terdapat 8 sumber bahaya yang tergolong sedang dan 14 sumber bahaya yang tergolong rendah.

Kata Kunci: Analisis Risiko, *Intelligent Pigging*, Hazop.

ABSTRACT

Intelligent Pigging is part of the pigging activity where the pig used is an electronic circuit pushed into the pipeline which functions to record pipeline condition data such as pipeline thickness, corrosion type (internal & external), pipeline depth level, corrosion location, and geometry anomalies. The method used in this research is Hazard and Operability Study (HAZOP). The results showed that Node 1 resulted in a low risk level percentage of 50% and a medium risk level percentage of 50%, Node 2 resulted in a low risk level percentage of 100%, Node 3 resulted in a low risk level percentage of 37.5% and a medium risk level percentage of 62.5%. The conclusions in this study are (1) The pigging steps carried out in the field at PT Pratiwi Putri Sulung have been carried out in accordance with operational standards in order to avoid accidents and avoid obstacles to pigging work activities, (2) The risk of the hazard sources found after mitigation is moderate and low, (3) The risk level of each hazard source found is that there are 8 sources of danger classified as moderate and 14 sources of danger classified as low.

Keywords: Risk Analysis, Intelligent Pigging, Hazop.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah subhanahu wata'ala. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Maksud dan tujuan saya menyusun tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terima kasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T, M.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
2. Ibu Faizah Suryani, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Sekaligus Dosen Pembimbing Akademik Universitas Tridinanti.
3. Ibu Winny Andalia , S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Pak Anggit Purnomo Hadi selaku Site Manager (Corridor Asset) PT. Pratiwi Putri Sulung yang telah mengizinkan saya untuk melakukan Penelitian di PT. Pratiwi Putri Sulung.
5. Seluruh Civitas Akademik Teknik Industri FT-UTP
6. Istri dan anak-anak yang banyak memberikan bantuan baik langsung maupun tidak langsung.

Terima kasih penulis juga haturkan untuk semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Kebenaran datangnya dari Allah dan kesalahan datangnya dari diri penulis. Semoga Allah subhanahu wata'ala melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua.

Palembang, 28 Februari 2023

Penulis,

Benny

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATAPENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.7 Sistematika Penulisan	9
BAB II LANDASAN TEORI	10
2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	10
2.1.2 Keselamatan Kerja	10
2.1.3 Kesehatan Kerja	12
2.1.4 Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	12
2.1.5 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	14
2.1.6 Indikator Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	16
2.2 Hazard and Operability Study (HAZOP)	17
2.2.1 Tujuan Hazop	18

2.2.2 Identifikasi Bahaya (Hazard) Dengan Hazop Worksheet dan Risk Assessment	21
2.2.3 Langkah-langkah Hazop	23
2.3 Pigging dan Intelligent Pigging	25
2.3.1 Prosedur Pig Launcher dan Pig Receiver	29
2.3.2 Standar Pig Launcher and Receiver	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Diagram Alir Penelitian	34
3.2 Analisis Risiko Bahaya	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil	41
4.1.1 Sistem Kerja Aktivitas <i>Pigging</i>	41
4.1.2 Analisis Bahaya Aktivitas <i>Pigging</i>	41
4.1.2.1 Analisis Risiko Node 1, Node 2, Node 3	48
4.1.2.2 Analisis Risiko Keseluruhan	55
4.2 Pembahasan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kecelakaan Kerja PT Pratiwi Putra Sulung Tahun 2022	3
Tabel 3.1 Parameter Temperatur, Tekanan, dan Aliran	34
Tabel 3.2 Kata Kunci Kemungkinan Terjadinya Bahaya	35
Tabel 3.3 Kriteria <i>Likelihood</i>	35
Tabel 3.4 Kriteria <i>Consequences</i>	36
Tabel 3.5 <i>Risk Matrix</i>	37
Tabel 3.6 Keterangan Tingkat Bahaya (Strategi Minimisasi Potensi Bahaya Berdasarkan Metode HAZOP)	38
Tabel 4.1 <i>Worksheet</i> Node 1	41
Tabel 4.2 <i>Worksheet</i> Node 2	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Pipeline Pigging Product</i>	26
Gambar 2.2 <i>Typical Pig Launching Procedures</i>	29
Gambar 2.3 <i>Typical Pig Receiving Procedures</i>	30
Gambar 2.4 <i>Conventional Launching and Receiving Method</i>	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri Minyak dan Gas Bumi merupakan sektor penting di dalam pembangunan nasional baik dalam hal pemenuhan kebutuhan energi dan bahan baku industri di dalam negeri maupun sebagai penghasil devisa negara sehingga pengelolaannya perlu dilakukan seoptimal mungkin. Dalam upaya menciptakan kegiatan usaha minyak dan gas bumi yang mandiri, andal, transparan, berdaya saing, efisien, dan berwawasan pelestarian fungsi lingkungan serta mendorong perkembangan potensi dan peranan nasional sehingga mampu mendukung kesinambungan pembangunan nasional guna mewujudkan peningkatan kemakmuran dan kesejahteraan rakyat, telah ditetapkan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi.

Kegiatan Usaha Hilir Migas berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha Pengolahan, Pengangkutan, Penyimpanan, dan/atau Niaga dan diselenggarakan melalui mekanisme persaingan usaha yang wajar, sehat, dan transparan. Namun Pemerintah tetap berkewajiban menjamin ketersediaan dan kelancaran pendistribusian Bahan Bakar Minyak yang merupakan komoditas vital dan menguasai hajat hidup orang banyak di seluruh Negara Kesatuan Republik Indonesia serta mengatur kegiatan usaha pengangkutan Gas Bumi melalui pipa agar pemanfaatannya terbuka bagi semua pemakai dan mendorong peningkatan pemanfaatan gas bumi di dalam negeri. Dalam melaksanakan tanggung jawab atas

pengaturan dan pengawasan terhadap kegiatan usaha penyediaan dan pendistribusian BBM dan usaha pengangkutan Gas Bumi melalui pipa guna menjamin ketersediaan dan kelancaran pendistribusian BBM di seluruh wilayah NKRI dan mendorong peningkatan pemanfaatan gas bumi dalam negeri.

Pipa merupakan teknologi dalam mengalirkan fluida seperti minyak, gas atau air dalam jumlah yang sangat besar dan jarak yang jauh melalui laut dan daerah tertentu. *Pipeline* merupakan sarana transportasi diam yang berfungsi untuk mendistribusikan fluida baik dalam bentuk liquid maupun gas. Sementara itu, risiko didefinisikan sebagai kombinasi antara kemungkinan terjadinya kegagalan (*probability of failure*) dan konsekuensi terjadinya kegagalan (Wibowo, 2015). Karena medan yang dilalui saluran pipa sangat beragam, mulai dari laut dataran rendah, lembah, dan didalam tanah maka dalam pengoperasiannya akan banyak ditemukan berbagai macam masalah seperti korosi (*corrosion*) maupun retak atau terputus.

PT Pratiwi Putri Sulung adalah perusahaan yang bergerak dibidang *engineering*, konstruksi, dan *procurement*. Jasa yang ditawarkan oleh perusahaan ini seluruhnya merupakan pekerjaan proyek. Pelayanan tersebut antara lain adalah *metering system, gas feeding plant, gas conditioning system, pressure regulating system*, dan lain sebagainya. Perusahaan ini merupakan perusahaan berbasis proyek, maka penerapan manajemen risiko yang baik merupakan hal yang penting bagi PT Pratiwi Putri Sulung. Berikut ini adalah data kecelakaan kerja pada PT Pratiwi Putri Sulung pada tahun 2022:

Tabel 1.1 Data Kecelakaan Kerja PT Pratiwi Putra Sulung Tahun 2022

Bulan	Jenis kecelakaan			Jumlah Kecelakaan Kerja	Hari Hilang Kerja
	Berat	Sedang	Ringan		
Januari	-	-	-	4	5
Februari	-	-	-		
Maret	-	-	1		
April	-	-	-		
Mei	-	1	-		
Juni	-	-	-		
Juli	-	-	-		
Agustus	-	-	-		
September	-	1	1		
Oktober	-	-	-		
November	-	-	-		
Desember	-	-	-		

Sumber: Data Internal Perusahaan (2023)

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa kecelakaan kerja yang dialami karyawan PT Pratiwi Putra Sulung mengalami 4 kali kecelakaan kerja, dengan rincian dua kali kecelakaan ringan dan dua kali kecelakaan sedang. Adapula biaya yang perlu dikeluarkan perusahaan dikarenakan adanya kecelakaan kerja yang dialami karyawannya sebagai upaya perlindungan kepada karyawannya sebesar Rp. 1.745.300 (Data internal perusahaan, 2023).

Dalam Industri minyak dan gas bumi, pipa penyalur telah terbukti menjadi sarana yang paling ekonomis untuk mengangkut minyak mentah, gas alam, dan produk minyak lainnya dari satu titik ke titik lain dibandingkan dengan transportasi kereta api dan truk tangki atau kapal tanker. Namun seperti halnya asset rekayasa lainnya, pipa penyalur juga dapat mengalami degradasi dan kegagalan. Ketika

terjadi kebocoran atau pecah, pipa penyalur bisa berakibat fatal dan sangat berbahaya karena dapat menimbulkan kebakaran atau ledakan dan pencemaran lingkungan (Mobin, 2018).

Pigging merupakan salah satu aktivitas rutin yang dilakukan dalam dunia *pipeline*. Tujuannya adalah untuk melakukan *maintenance* terhadap jalur pipa dengan cara memasukkan alat bernama *pig* ke dalam jalur pipa melalui *pig launcher*. Alat ini akan bergerak menyusuri pipa, mengikuti aliran fluida di dalamnya, hingga tiba di ujung akhir yang telah ditentukan (Ramadhan, 2021).

Intelligent Pigging bagian dari aktivitas pigging dimana pig yang digunakan merupakan suatu rangkaian elektronik didorong masuk ke dalam pipa saluran yang berfungsi untuk merekam data-data kondisi pipa seperti ketebalan pipa, jenis korosi (internal & eksternal), tingkat kedalaman pipa, lokasi korosi, dan anomali geometri. Dalam proses pekerjaan tersebut memiliki resiko keselamatan yang sangat tinggi. Seiring dengan berkembangnya teknologi, *pig* dikembangkan agar mampu untuk mendeteksi cacat/*defect* pada pipa. Pig dilengkapi dengan berbagai sensor untuk melakukan inspeksi NDT yang diinginkan, seperti *Magnetic Flux Leakage* (MFL) dan *Ultrasonic Technique* (UT).

Berdasarkan dari latar belakang telah di uraikan di atas maka terlihat bahwa aktivitas *intelligent pigging* merupakan suatu aktivitas yang sangat penting namun memiliki resiko tingkat bahaya yang cukup beragam, karena itu analisa resiko bahaya dalam aktivitas ini perlu di lakukan agar dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja, analisa resiko bahaya dengan metode Hazop. Oleh karena itu

peneliti tertarik untuk meneliti dengan judul “Analisis Risiko Bahaya Pada Proses *Intelligent Pigging* Pipa Penyalur Gas Dengan Metode HAZOP di PT PPS”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, sebagai berikut:

1. Terdapat adanya risiko pada *intelligent pigging* pipa penyalur gas seperti tangan terjepit, terjatuh, paparan gas beracun hingga *fatality*.
2. Kehilangan peluang produksi (*Loss Production Opportunity*).

1.3 Rumusan Masalah

Perawatan pada pipa penyalur gas perlu dilakukan pengawasan secara berkala agar tidak terjadi penyumbatan ataupun hambatan. Risiko kerja yang dapat timbul dari aktivitas *intelligent pigging* pipa penyalur gas akan selalu ada sehingga perlu dilakukan analisis risiko bahaya.

Berikut adalah rumusan masalah pada Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem kerja aktivitas *pigging*.
2. Bagaimana mengidentifikasi potensi bahaya pada aktivitas *pigging*.
3. Bagaimana cara mengimplementasi metode yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui sistem kerja aktivitas pigging
2. Menganalisis secara teknis risiko bahaya yang dapat timbul pada aktivitas intelligent pigging pipa penyalur gas.
3. Mengurangi risiko kecelakaan kerja akibat dari aktivitas intelligent pigging pipa penyalur gas.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini menghasilkan kegunaan atau manfaat yang dijabarkan menjadi 2 (dua), yaitu Manfaat Teoritis dan Manfaat Praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Dengan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi penelitian-penelitian selanjutnya demi mengembangkan ilmu pengetahuan pada umumnya dan bidang manajemen sumber daya manusia pada khususnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Penulis

Dapat menambah pemahaman mengenai hal-hal yang berhubungan dengan *Intelligent Pigging* pipa penyalur gas, metode hazop, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya dan penerapannya di lapangan.

b. Bagi Perusahaan

Dapat digunakan sebagai pedoman untuk mengetahui resiko bahaya *Intelligent Pigging* pipa penyalur gas dengan metode hazop. Agar setiap pekerjaan *Intelligent Pigging* selalu dikerjakan sesuai prosedur yang berlaku.

c. Bagi Almamater

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan kajian ilmu dan menambah referensi dalam dunia ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan resiko bahaya *Intelligent Pigging* pipa penyalur gas dengan metode hazop, khususnya pada Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara mengobservasi langsung ke PT Pratiwi Putri Sulung. Penelitian dimulai dari melihat data kondisi terkait risiko bahaya pada *intelligent pigging* pipa penyalur gas. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 1 bulan untuk mendapatkan data yang akurat dan komprehensif.

1.7 Sistematika Penulisan

Penyusunan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, dan masing-masing dari bab terdiri dari sub-bab. Sistematika tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan referensi atau dasar teori yang akan digunakan tentang gambaran umum mengenai aktivitas *intelligent pigging* dan analisis risiko bahaya dengan metode HAZOP.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah atau proses pengambilan data yang digunakan untuk menganalisis analisis risiko bahaya pada proses *intelligent pigging* pipa penyalur gas.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan juga usulan untuk meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pegawai.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dapat diambil pada proses pelaksanaan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A. Anwar Prabu Mangkunegara. (2016). *Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Abdillah, R. F. (2018). *Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Karyawan Di Perumnas Regional 1 Medan*. Repository, Medan Area Univercity.
- Adliyani, Z.O.N., 2015. *Pengaruh Perilaku Individu terhadap Hidup Sehat*. JUKE. Jurnal Kedokteran Universitas Lampung, [e-journal] 4(7): pp.109-114
- Aprilia, Sarah Putri dan Suhardi, Bambang dan Astuti, Dwi Rahmadiyah dan Adiasa, Iksan, (2020), “*Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP): Studi Kasus PT. Nusa Palapa Gemilang*”, Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, Vol. 19 No. 1 Hal 1-8, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Hariyanto, Surya dan Klara, Syerly dan Evander, Sakka, (2019), “*Penilaian Risiko Sistem Intalasi Pipa Distribusi Minyak Bumi Pada Anjungan Lepas Pantai Menggunakan Metode Hazop*”, Sensistek:Riset Sains Dan Teknologi Kelautan, Vol. 2 No. 1 Hal 23-28, Universitas Hasanuddin, Gowa.
- Hasrul, N., Ngadiman, A., Mansur, R., Sirat, R., & Mohd, M. F. (2019). *Safety and Risk Evaluation Using HIRARC Model at Palm Oil Mill*. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng*, 8, 790-797.
- Hidayatullah, A., & Tjahjawati, S. S. (2017). *Pengaruh keselamatan dan kesehatan kerja terhadap produktivitas kerja karyawan*. *Jurnal Riset Bisnis Dan Investasi*, 3(2), 104-111.
- Indonesia, R. (2001). *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi*. Lembaran Negara RI Tahun.
- Indonesia, R., & Indonesia, P. R. (1970). *Undang Undang No. 1 Tahun 1970 Tentang: Keselamatan Kerja*. Sekretariat Negara: Jakarta.
- Kasmir. 2016. *Manajemen Sumber Daya Manusia (Teori dan Praktik)*. Depok: PT Rajagrafindo Persada

Martaningtyas, Megahapsari dan Ariesyady, Herto Dwi, (2018), “*Identifikasi Bahaya Dan Analisis Risiko Pada Jaringan Pipa Transmisi Crude Oil Di Perusahaan Migas*”, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 24 No. 2 Hal 1-14, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Membersihkan Pipa pada Perusahaan Oil and Gas.
<https://alkabelt.com/membersihkan-pipa/> (Diakses pada 09 Maret 2023)

Mobin, H. P. (2018). *Risk Level Assessment of Pipelines using a Combination of Analytical Network Process and Risk Based Inspection Methods*.

Nur, M. (2018). *Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di PT. XYZ*. J. Tek. Ind, 4(2).

Pig Launching & Receiving Procedures
https://girardindustries.com/pdf/Launching_Retrieving_Procedures.pdf
(Diakses 09 Maret 2023).

Pradana, Risyad Kharisma, & Dwiyanti, Endang, (2013), “*Analisis Risiko Hydrogen Recovery Unit (HRU) dan Prioritas Risiko Kegagalan Komponen Pipa Gas Hidrogen Di PT Petrokimia*”, The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, Vol. 2 No. 1 Hal. 10-19, Universitas Airlangga, Surabaya.

Pramono, Agus Edy dan Wibowo, Eric Guntur, (2018), “*Inovasi Rancangan Mobile Pig Receiver Untuk Diameter Pipeline 10” Sampai 16”*”, POLITEKNOLOGI, Vol. 17 No. 3 Hal. 231-238, Politeknik Negeri Jakarta, Depok.

Pujiono, B. N., Tama, I. P., & Efranto, R. Y. (2013). *Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan Dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) Melalui Perangkingan OHS Risk Assessment and Control (Studi Kasus: Area PM-1 PT. Ekamas Fortuna)*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, 1(2), 127643.

Pujiono, Bayu Nugroho dan Tama, Ishardita Pambudi dan Efranto, Remba Yanuar, (2013), “*Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan Dengan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) Melalui Perangkingan OHS Risk Assessment And Control (Studi Kasus: Area PM-1 PT. Ekamas Fortuna)*”, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, Vol.1 No. 2 Hal 253-264, Universitas Brawijaya, Malang.

- PUTRI, A. S. (2022). *Analisis Risiko Bahaya Pada Proses Penambangan Batu Bara Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, And Determine Control (Hiradc), Job Safety Analysis (Jsa), Dan Hazard And Operability Study (Hazop) Guna Meminimalkan Kecelakaan Kerja (Studi Kasus: Pt. Indominco Mandiri Bontang)*.
- R. Z. Helda dan Yuniar dan S.W Caecillia, (2013), “*Strategi Minimisasi Potensi Bahaya Berdasarkan Metode Hazard and Operability (HAZOP) di PT. Agronesia*”, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 1 No. 1 Hal. 53-60, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- R.Putra and S.Harini, *PENGARUH KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) TERHADAP JUMLAH PENYAKIT KERJA DAN JUMLAH KECELAKAAN KERJA KARYAWAN PADA PT. HANEI INDONESIA*. vol. 3, pp. 42–53, 2017.
- Ramadhan, A. (2021). *Analisis Keberhasilan Pekerjaan Piggging Dalam Mengatasi Permasalahan Pada Sistem Mainline Lapangan Minyak ARW* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Restuputri, Dian Palupi dan Sari, Resti Prima Dyan, (2015), “*Analisis Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop)*”, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 14 No. 1 Hal. 24–35, Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Ridwan, A., Susanto, S., Winarno, S., Setianto, Y. C., Gardjito, E., & Siswanto, E. (2021). *Sosialisasi Pentingnya Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Karyawan Pabrik Semen Tuban*. Jurnal Abdimas Berdaya: Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan Dan Pengabdian Masyarakat, 4(01), 36-41.
- Rivai, E & Sagala, E., (2013). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : PT. Raja Grafindo
- Saputra, D. S. E. (2016). *Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Kinerja Pekerja Proyek Konstruksi Samasta Moevenpick Hotel dan Resort Jimbaran Bali (PT. Tata Mulia Nusantara)*.
- Suardi, R. (2015). *Sistem Manajemen dan Keselamatan Kerja*. Lembaga Manajemen PPM. Jakarta, Indonesia.

- Wahyudi, W., Santoso, H. B., & Komari, A. (2019). *Penerapan Manajemen Risiko Guna Mengetahui Tingkat Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Piggering Di Area Sisi Nubi Total E & P Indonesia*. JURMATIS: Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri, 1(2), 66-80.
- Wahyuni, Nining dan Suyadi, Bambang dan Hartanto, Wiwin, (2018), “*Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Pada PT. Kutai Timber Indonesia (Studi Kasus Pada PT. Kutai Timber Indonesia Kota Probolinggo)*”, Jurnal Pendidikan Ekonomi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi, dan Ilmu Sosial, Vol. 12 No. 1 Hal. 99-104, Universitas Jember, Jember.
- Widodo, Suparno Eko. (2015). *Manajemen Pengembangan Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Zulfiana, Erna dan Musyafa, Ali, (2013), “*Analisis Bahaya dengan Metode Hazop dan Manajemen Risiko pada Steam Turbine PLTU di Unit 5 Pembangkitan Listrik Paiton (PT. YTL Jawa Timur)*”, Jurnal Teknik POMITS, Vol. 2 No. 2 Hal. 189-192, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.