



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR
PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *FMEA*
(*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) DI
FASILITAS PRODUKSI HULU MINYAK DAN GAS PT
PERTAMINA EP REGIONAL 2 ZONA 5**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Bintang Suryadi

NIM. 2202411018

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKNOLOGI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR
PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *FMEA (FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS)* DI FASILITAS PRODUKSI
HULU MINYAK DAN GAS PT PERTAMINA EP REGIONAL
2 ZONA 5**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik
Mesin

Oleh :

Bintang Suryadi

NIM. 2202411018

PROGRAM STUDI REKAYASA TEKNOLOGI MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN



“Skripsi ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta, Ayah dan terutama Ibu, serta seluruh keluargaku.

Terima kasih atas doa dan dukungan yang tak pernah putus. Semoga ini menjadi kebanggaan kalian.”

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(QS. Al-Baqarah 2:286)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR PRODUKSI MENGUNAKAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) DI FASILITAS PRODUKSI HULU MINYAK DAN GAS PT PERTAMINA EP REGIONAL 2 ZONA 5

Oleh

Bintang Suryadi

NIM 2202411018

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr., Dianta Mustofa Kamal , S.T., M.T.
NIP. 197312282008121001

Muhamad Hanhan Nugraha , S.Tr.T., M.Tr.T
NIP. 199508252024061001

Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur

Radhi Maladzi, S.T., M.T.
NIP. 199307282024061001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) DI FASILITAS PRODUKSI HULU MINYAK DAN GAS PT PERTAMINA EP REGIONAL 2 ZONA 5

Oleh:

Bintang Suryadi

NIM. 2202411018

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang skripsi di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 7 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan
Teknik Mesin

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr., Dianta Mustofa Kamal , S.T., M.T. NIP. 197312282008121001	Ketua Penguji		21/7-26
2	Ir. Rosidi, S.T., M.T.. NIP. 196509131990031001	Penguji I		21/7-26
3	Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM. NIP. 199409072024061001	Penguji II		21/7-26

Depok, 21 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainudi, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORSINILITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bintang Suryadi
NIM : 2202411018
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa

Manufaktur Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar benarnya.

Depok, 07 Juli 2026

Bintang Suryadi
2202411018

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) DI FASILITAS PRODUKSI HULU MINYAK DAN GAS PT PERTAMINA EP REGIONAL 2 ZONA 5

Bintang Suryadi¹, Dianta Mustofa Kamal², dan Muhamad Hanhan Nugraha³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

E-mail address: bintang.suryadi.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Kebocoran pipa penyalur produksi merupakan salah satu permasalahan yang dapat menurunkan keandalan operasi, mengganggu kontinuitas produksi, meningkatkan biaya perbaikan, serta menimbulkan risiko terhadap keselamatan kerja dan lingkungan. PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5 melalui Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* (PHE ONWJ) memiliki sistem perpipaan produksi yang telah beroperasi dalam jangka waktu yang panjang sehingga berpotensi mengalami degradasi material dan kegagalan operasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akar penyebab utama kebocoran pipa penyalur produksi, menentukan tingkat risiko penyebab kebocoran, serta menyusun tindakan perbaikan teknis untuk meminimalkan risiko kebocoran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *5 Why*, dan *Bow Tie Analysis*. Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan menentukan tingkat risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), metode *5 Why* digunakan untuk menelusuri akar penyebab kegagalan secara sistematis, sedangkan *Bow Tie Analysis* digunakan untuk menyusun strategi pengendalian risiko melalui *preventive barrier* dan *mitigative barrier*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik inspeksi W20 yang berada pada area *downstream Level Control Valve* (LCV) memiliki tingkat risiko tertinggi dengan nilai RPN sebesar 336. Analisis *5 Why* menunjukkan bahwa akar penyebab utama kebocoran pipa adalah *Flow Induced Corrosion* yang dipengaruhi oleh turbulensi aliran, kandungan CO₂ sebesar 6%, serta degradasi *internal coating* yang menyebabkan terjadinya penipisan dinding pipa (*wall thinning*). Hasil *Bow Tie Analysis* menunjukkan bahwa pengendalian risiko kebocoran dapat dilakukan melalui penerapan *preventive barrier* dan *mitigative barrier* yang berfokus pada pengendalian korosi dan mitigasi dampak kebocoran. Berdasarkan hasil analisis, rekomendasi teknis yang diusulkan meliputi pemasangan *composite wrapping* sebagai perbaikan jangka pendek, *new spool replacement* sebagai perbaikan jangka menengah, serta peningkatan kualitas material dan *internal coating* sebagai perbaikan jangka panjang untuk mengurangi risiko kebocoran dan meningkatkan keandalan sistem perpipaan di PHE ONWJ.

Kata Kunci: Kebocoran Pipa, FMEA, *5 Why*, *Bow Tie Analysis*, *Flow Induced Corrosion*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) DI FASILITAS PRODUKSI HULU MINYAK DAN GAS PT PERTAMINA EP REGIONAL 2 ZONA 5

Bintang Suryadi¹, Dianta Mustofa Kamal², dan Muhamad Hanhan Nugraha³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

E-mail address: bintang.suryadi.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAC

Production pipeline leakage is one of the major issues that can reduce operational reliability, disrupt production continuity, increase maintenance costs, and pose risks to occupational safety and the environment. PT Pertamina EP Regional 2 Zone 5 through Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* (PHE ONWJ) operates production pipeline systems that have been in service for a long period, making them susceptible to material degradation and operational failures. This study aims to identify the root cause of production pipeline leakage, determine the risk level of leakage causes, and propose technical corrective actions to minimize leakage risks. The methods employed in this study were *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *5 Why*, and *Bow Tie Analysis*. FMEA was used to identify failure modes and assess risk levels through the *Risk Priority Number* (RPN), the *5 Why* method was applied to systematically determine the root cause of failures, and *Bow Tie Analysis* was utilized to develop risk control strategies through preventive and mitigative barriers. The results indicate that inspection point W20, located in the *downstream Level Control Valve* (LCV) area, has the highest risk level with an RPN value of 336. The *5 Why* analysis identified *Flow Induced Corrosion* as the primary root cause of pipeline leakage, influenced by flow turbulence, a CO₂ content of 6%, and degradation of the internal coating, which led to wall thinning. The *Bow Tie Analysis* results show that leakage risks can be controlled through the implementation of preventive and mitigative barriers focused on corrosion control and consequence mitigation. Based on the analysis results, the proposed technical recommendations include composite wrapping as a short-term improvement, new spool replacement as a medium-term improvement, and enhancement of material quality and internal coating performance as long-term improvements to reduce leakage risks and improve pipeline system reliability at PHE ONWJ.

Keywords: *Pipeline Leakage, FMEA, 5 Why, Bow Tie Analysis, Flow Induced Corrosion.*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul: “Analisis Risiko Kebocoran Pipa Produksi Menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) di Fasilitas Produksi Hulu Minyak dan Gas di PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta.

Penelitian ini dilaksanakan selama periode November 2025 hingga April 2026 di PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5. Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang berfokus pada analisis risiko kebocoran pipa produksi dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yang didukung dengan metode *5 Why Analysis* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah berdasarkan tingkat risiko. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung, antara lain:

1. Bapak Dr., Fuad Zainuri , S.T., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Radhi Maladzi , S.T., M.T selaku Kepala Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr., Dianta Mustofa Kamal , S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang juga telah banyak memberikan arahan, masukan, dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Muhamad Hanhan Nugraha , S.Tr.T., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, masukan, dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Taufik Akbar Dermawan dan Bapak Illyin Abdi Budianta selaku mentor selama kegiatan Tugas Akhir berlangsung. Dan yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, dan dukungan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian diperusahaan dengan baik.
6. PT Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* Regional 2-Zona 5, dan rekan-rekan kerja yang tidak saya sebutkan satu-persatu yang turut membantu dan yang telah



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memberikan kesempatan untuk melaksanakan magang dalam program Tugas Akhir di perusahaan.

7. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi dalam setiap langkah penulis.
8. Bapak Taufik Akbar Dermawan, Bapak Peter Tangkilisan, Margie Milly, Muhamad Irvandi, Hari Kemay Agung, Dzaky serta Seluruh teman-teman Kilas Balik yang telah memberikan saya ruang untuk tumbuh dan berkembang selama masa kuliah saya, serta rasa hangat kekeluargaan untuk saling support, mengingatkan dan mengarahkan kehal lebih baik.
9. Teman-teman kelas saya, terutama Al Maida Nurul Alaika, Kevin Samuel Sijabat, Nur Hanif Yahya, Bagus Ari Prasetyo, Edward Feliks Sanmarlanto Purba, serta seluruh teman kelas Q yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah menjadi tempat pulang bagi penulis dengan selalu memberikan moril, suasana hangat dan canda tawa selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi rekayasa manufaktur.

Bekasi, 07 Juli 2026

Bintang Suryadi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORSINILITAS	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Bagi Mahasiswa	3
1.5.2 Manfaat Bagi PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5 (PHE ONWJ).....	3
1.5.3 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Jakarta	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.2 FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	5
2.3 Metode 5 <i>Why</i>	7
2.4 <i>BowTie</i> Diagram	8
2.5 Kebocoran Pipa.....	8
2.6 Kajian Literatur Jurnal Pembanding.....	10
2.7 Kerangka Berfikir	21
BAB III METODOLOGI RISET	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Objek Penelitian	24
3.3 Diagram Alir	24
3.4 Uraian Diagram Alir	26
3.4.1 Studi Literatur.....	26
3.4.2 Pengumpulan Data	26
3.5 Analisis Data.....	27
BAB IV PEMBAHASAN	32
4.1 Objek Penelitian	32
4.2 Pengumpulan Data	34
4.3 Proses Penyaluran Fluida pada Sistem perpipaan Produksi	36
4.3.1 Proses Penyaluran Fluida	37
4.3.2 Proses Pemisahan Fluida pada Separator	39
4.3.3 Aliran Pada Lequid Outlet Line	40



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	41
4.4.1 Identifikasi <i>Failure Mode</i>	42
4.4.2 Penentuan Nilai <i>Severity (S)</i>	44
4.4.3 Penentuan Nilai Occurrence (O)	45
4.4.4 Penentuan Penilaian Detection (D)	46
4.4.5 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)	48
4.4.6 Prioritas Risiko	49
4.5 5 WHY Analysis	50
4.5.1 Pemilihan Objek Analisis	51
4.5.2 Kegagalan Pipa Produksi	53
4.5.3 Proses Analisis 5 <i>WHY</i>	54
4.5.4 Fishbone Diagram	56
4.5.5 Identifikasi Akar Penyebab Dominan	58
4.5.6 Validasi Hasil Analisis Akar Penyebab	59
4.6 Pengendalian Risiko Kebocoran Pipa Bow Tie Diagram	61
4.6.1 Barrier Pencegahan (<i>Preventive Barrier</i>)	62
4.6.2 Barrier Mitigasi (<i>Mitigative Barrier</i>)	63
4.7 Rekomendasi Teknis Pengendalian Kebocoran Pipa	64
4.7.1 Perbaikan Jangka Pendek	65
4.7.2 Perbaikan Jangka Menengah	67
4.7.3 Perbaikan Jangka Panjang	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	75



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Penelitian Pipa Penyaluran Produksi.....	24
Gambar 2. 1 Pipa Penyalur (<i>Pipeline</i>)	9
Gambar 2. 2 Kerangka Berfikir	22
Gambar 3. 1 Penelitian Pipa Penyaluran Produksi.....	24
Gambar 3. 2 Diagram Alir	25
Gambar 4. 1 <i>Inspection Pipeline</i>	36
Gambar 4. 2 Diagram alur Pipa Penyaluran Produksi.....	38
Gambar 4. 3 Objek Penelitian Pipa Penyaluran Produksi	39
Gambar 4. 4 Separator pada Fasilitas Produksi.....	40
Gambar 4. 5 <i>Fishbone Diagram</i>	56
Gambar 4. 6 <i>Bow Tie Diagram</i>	61
Gambar 4. 7 Perbaikan Jangka Pendek Sumber.....	67

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel <i>Severity</i>	6
Tabel 2. 2 Tabel <i>Occurence</i>	6
Tabel 2. 3 Tabel <i>Detection</i>	7
Tabel 2. 4 Kajian Literatur	10
Tabel 4. 1 Spesifikasi Teknis Sistem Perpipaan	33
Tabel 4. 2 Data Kebocoran Pipa Produksi Topside	35
Tabel 4. 3 Identifikasi <i>Failure Mode</i>	43
Tabel 4. 4 Penentuan Nilai <i>Severity</i> (S)	44
Tabel 4. 5 Penentuan Nilai <i>Occurrence</i> (O)	46
Tabel 4. 6 Penentuan Nilai <i>Detection</i> (D)	47
Tabel 4. 7 Penentuan Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	48
Tabel 4. 8 Penentuan Prioritas Risiko	50
Tabel 4. 9 Spesifikasi Titik Inspeksi W20 sebagai Objek Analisis <i>5 Why</i>	52
Tabel 4. 10 Kegagalan Pipa Produksi	53
Tabel 4. 11 Analisis <i>5 Why</i> pada Titik Inspeksi W20	54
Tabel 4. 12 Akar Penyebab Dominan Kebocoran Titik W20	58
Tabel 4. 13 Hasil Analisis Akar Penyebab	60
Tabel 4. 14 <i>Preventive Barriers</i>	62
Tabel 4. 15 <i>Mitigative Barriers</i>	63
Tabel 4. 16 Rekomendasi Teknis	64
Tabel 4. 17 Perbaikan Jangka Pendek	66
Tabel 4. 18 Perbaikan Jangka Menengah	67
Tabel 4. 19 Perbaikan Jangka Panjang	69



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak dan gas bumi merupakan energi fosil yang dibutuhkan oleh masyarakat di seluruh dunia. Kebutuhan minyak dan gas bumi terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya pertumbuhan di sektor industri. Di Indonesia industri minyak dan gas bumi masih menjadi andalan utama bagi perekonomian Indonesia, sebagai penghasil devisa maupun pemasok kebutuhan energi dalam negeri[1]. 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 alat transportasi lainnya seperti transportasi darat (kereta dan kendaraan *truck* tanki) dan transportasi udara (pesawat terbang). Namun seperti halnya aset rekayasa lainnya, pipa penyalur juga dapat mengalami degradasi dan kegagalan. Ketika terjadi kebocoran atau pecah, pipa penyalur dapat berakibat fatal dan sangat berbahaya karena dapat menimbulkan kebakaran atau ledakan dan pencemaran lingkungan serta kehilangan produksi sebagai ketahanan energi di Indonesia[2].

Industri minyak dan gas bumi khususnya di PT. Pertamina EP Regional 2 yaitu pada Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* (PHE ONWJ) yang dibangun pada tahun 1970 sampai 1980, sehingga sebagian infrastruktur produksi telah memasuki kategori *aging facilities*. Meskipun demikian, kejadian kebocoran tetap dapat terjadi pada peralatan yang memiliki umur operasi lebih muda akibat pengaruh kondisi operasi, korosi, karakteristik fluida, maupun faktor integritas aset lainnya. (*Aging Facilities*). Keterlibatan pemerintah dalam pengawasan keselamatan kerja di bidang minyak dan gas bumi tertuang dalam Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 06/0746M.PE/1991 dan Keputusan Dirjen MIGAS No. 84.K/38/DJM/1998[3]. Di dalam peraturan pemerintah tersebut, pemeriksaan suatu peralatan di lingkungan industri minyak dan gas bumi berdasarkan interval waktu (*time based*). Untuk pipa penyalur minyak dan gas bumi interval waktu pemeriksaannya adalah setiap 3 tahun dan apabila memenuhi kelayakan akan diterbitkan Sertifikat Kelayakan Penggunaan Peralatan (SKPP)[4].

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dalam Sepuluh tahun terakhir, insiden kebocoran pada Industri Minyak dan Gas di Indonesia Meningkat, termasuk di PT Pertamina EP Regional 2 melalui anak usahanya Zona 5 - PHE ONWJ. Tercatat pada tahun 2019 terjadi tumpahan Minyak ke perairan Karawang dan berdampak pada gangguan produksi serta lingkungan sekitar. Selain itu, kebocoran kecil sering terjadi pada pipa penyalur yang dimiliki oleh PHE ONWJ. Kejadian tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan integritas pipa produksi masih menjadi tantangan utama dalam kegiatan operasi hulu migas. Untuk meminimalkan potensi dari kejadian kebocoran pipa penyalur, penelitian ini bertujuan untuk mencari akar penyebab terjadinya kebocoran pada pipa penyalur yang selanjutnya digunakan peneliti dalam memberikan rekomendasi kepada perusahaan untuk mencegah terjadinya atau mengurangi kebocoran pada pipa penyalur[5]. Penelitian ini menggunakan kombinasi metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *5 Why*. Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan mode kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*, *5 Why* digunakan untuk mencari akar penyebab utama dari setiap kegagalan secara sistematis terhadap terjadinya kebocoran pipa penyalur produksi di *Liquid Outlet Line BIC Bravo Offshore Topside* di fasilitas hulu migas PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5 (PHE ONWJ). Integrasi ketiga metode ini diharapkan dapat memberikan hasil analisis yang lebih komprehensif dalam mengendalikan risiko kebocoran pipa serta meningkatkan keandalan, keselamatan, dan efisiensi operasi di fasilitas produksi hulu minyak dan gas di PHE ONWJ.

Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mengangkat judul “**ANALISIS RISIKO KOROSI PADA PIPA PENYALUR PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) DI FASILITAS PRODUKSI HULU MINYAK DAN GAS PT PERTAMINA EP REGIONAL 2 ZONA 5**”.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana akar penyebab utama dari kebocoran pipa yang terjadi di PHE ONWJ?
2. Seberapa tinggi tingkat risiko penyebab-penyebab terjadinya kebocoran pipa produksi Minyak di PHE ONWJ?
3. Tindakan teknis apa yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko kebocoran berdasarkan hasil analisis?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Penelitian

1. Penelitian difokuskan pada pipa produksi Minyak *Liquid Outlet Line BIC Bravo Offshore Topside* di fasilitas hulu migas PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5 (PHE ONWJ).
2. Data yang digunakan merupakan data aktual dari hasil inspeksi dan operasi, meliputi ketebalan pipa, tekanan operasi, umur pipa, serta catatan kejadian kebocoran dari tahun 2022-2025.
3. Analisis risiko difokuskan pada faktor teknis (korosi, getaran, sambungan las, material), *Root Cause Analysis* dan *Risk Control*, dan bukan pada faktor manusia atau manajemen.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui akar penyebab kebocoran pipa penyaluran produksi di PHE ONWJ.
2. Mengetahui tingkat risiko dari faktor-faktor kebocoran pipa penyalur produksi di PHE ONWJ.
3. Menentukan rekomendasi teknis untuk meminimalkan risiko kebocoran pipa produksi berdasarkan hasil analisis kegagalan dan akar penyebab.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini akan bermanfaat untuk beberapa pihak yaitu sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Bagi Mahasiswa

Manfaat penelitian ini untuk mahasiswa adalah dapat meningkatkan pengetahuan mahasiswa dalam mencari penyebab dari kebocoran pipa penyalur melalui metode *FMEA* (*Failure Mode and Effects Analysis*) dan metode *5 why* serta mengetahui cara untuk menyelesaikan permasalahan kebocoran penyaluran pipa produksi.

1.5.2 Manfaat Bagi PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5 (PHE ONWJ)

Manfaat bagi perusahaan adalah mengetahui faktor-faktor penyebab kebocoran pada pipa penyalur produksi dan rekomendasi perbaikan untuk mencegah terjadinya kebocoran pada pipa penyalur di PHE ONWJ.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5.3 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Manfaat yang didapat dari penelitian mahasiswa ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi kampus untuk keperluan penelitian berikutnya terkait metode yang digunakan pada topik penelitian yang sama atau penerapan metode yang sama pada peralatan (*equipment*) minyak dan gas bumi lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun secara terstruktur untuk memberikan panduan yang jelas dan komprehensif dalam menyampaikan seluruh isi penelitian. Penulisan sistematis ini bertujuan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Memberikan gambaran umum tentang permasalahan yang akan diteliti, mengapa penelitian ini penting, dan apa yang ingin dicapai melalui penelitian ini. Selain itu, bab ini juga menjelaskan batasan-batasan penelitian dan bagaimana penelitian ini akan diorganisasikan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memberikan Kajian terkait referensi pustaka yang menjadi landasan teori dari penelitian yang dilakukan.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan secara detail bagaimana penelitian ini dilakukan, mulai dari tahap perencanaan, pengumpulan data, hingga analisis yang mendalam.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil pengumpulan data yang dilakukan dan hasil analisa dari metode yang digunakan serta pembahasan hasil analisa yang dilakukan penelitian ini.

5. BAB V PENUTUP

Menyimpulkan hasil penelitian dan menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian yang diajukan di awal. Selain itu, bab ini memberikan saran yang berguna untuk penelitian lebih lanjut atau penerapan hasil penelitian dalam dunia industri.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini merupakan sistem perpipaan produksi *topside* yang berada pada area B1C Bravo *offshore* di PT Pertamina EP Regional 2 Zona 5 (*PHE ONWJ*). Sistem perpipaan yang diteliti merupakan *liquid outlet line* yang terletak pada bagian *downstream Level Control Valve (LCV)* pada area proses di atas dek platform. Sistem ini berfungsi sebagai media penyalur fluida cair hasil proses pemisahan dari *separator* menuju tahapan proses berikutnya dalam rangkaian produksi hidrokarbon. Posisi sistem perpipaan pada jalur keluaran cair hasil pemisahan menjadikannya sebagai salah satu komponen penting dalam menjaga stabilitas aliran fluida pada fasilitas produksi. Gangguan yang terjadi pada sistem perpipaan ini berpotensi menyebabkan terganggunya kontinuitas proses produksi, menurunkan efisiensi operasional, serta meningkatkan risiko keselamatan kerja akibat kebocoran fluida pada area proses.

Sistem perpipaan yang diteliti menggunakan material ASTM A106 Grade B dengan diameter nominal 3,5 *inch* dan ketebalan dinding sebesar 5,486 mm. Material tersebut merupakan jenis baja karbon yang umum digunakan pada industri minyak dan gas karena memiliki karakteristik mekanik yang baik terhadap tekanan operasi dan kemudahan dalam proses fabrikasi. Sistem ini mulai beroperasi sejak tahun 2019 dengan tekanan operasi sebesar 656 psi dan temperatur operasi 84°F. Kondisi operasi tersebut menunjukkan bahwa pipa bekerja secara kontinu pada tekanan internal yang cukup tinggi. Fluida yang dialirkan berupa *liquid* dengan kandungan CO₂ sebesar 6% dan H₂S sebesar 40 ppm yang menunjukkan adanya potensi korosivitas cukup tinggi terhadap material baja karbon. Kandungan CO₂ pada fluida menjadi faktor dominan yang memicu terjadinya korosi internal melalui pembentukan asam karbonat (*carbonic acid*), sedangkan kandungan H₂S berada pada level yang relatif rendah sehingga pengaruhnya terhadap mekanisme korosi. Hasil inspeksi visual juga menunjukkan bahwa tidak ditemukan indikasi korosi eksternal maupun kerusakan lapisan pelindung pada permukaan luar pipa, sehingga mekanisme degradasi material lebih dominan berasal dari sisi internal.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian kegiatan penelitian yang telah dilakukan pada sistem perpipaan *Liquid Out Line B1C-03-V-3* di fasilitas produksi PT Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* (PHE ONWJ), mulai dari pengumpulan data, identifikasi risiko, analisis tingkat risiko menggunakan metode FMEA, penelusuran akar penyebab menggunakan metode *5 Why*, hingga penyusunan strategi pengendalian risiko menggunakan Diagram Bow Tie. Hasil penelitian ini digunakan sebagai dasar dalam menyusun rekomendasi teknis yang bertujuan untuk mengurangi risiko kebocoran, meningkatkan keandalan operasi, serta mendukung keberlangsungan sistem produksi secara aman dan efektif. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa titik inspeksi W20 memiliki tingkat risiko tertinggi dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 336. Kondisi tersebut didukung oleh nilai *corrosion rate* sebesar 7,16 mmpy dan ketebalan minimum pipa sebesar 6,73 mm, sehingga W20 menjadi prioritas utama dalam pengendalian risiko kebocoran.
2. Analisis *5 Why* menunjukkan bahwa akar penyebab utama kebocoran pipa pada titik W20 adalah *Flow Induced Corrosion*. Mekanisme ini dipengaruhi oleh turbulensi aliran pada area *downstream* LCV, kandungan CO₂ sebesar 6%, serta penurunan efektivitas lapisan pelindung internal pipa yang mempercepat proses korosi.
3. Analisis Diagram Bow Tie menunjukkan bahwa pengendalian risiko kebocoran dapat dilakukan melalui penerapan *preventive barrier* dan *mitigative barrier*. Barrier yang diusulkan meliputi inspeksi UT berkala, monitoring korosi, pengelolaan *internal coating*, *emergency response*, *gas detector*, *oil spill response*, dan isolasi jalur saat kondisi darurat.
4. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, rekomendasi teknis yang diusulkan terdiri atas pemasangan *composite wrapping* sebagai perbaikan jangka pendek,

new spool replacement sebagai perbaikan jangka menengah, serta peningkatan kualitas material dan *internal coating* sebagai perbaikan jangka panjang untuk mengurangi risiko kebocoran dan meningkatkan keandalan sistem perpipaan.

5.2 Saran

1. Penulis menyarankan agar perusahaan meningkatkan pelaksanaan program inspeksi dan monitoring korosi secara berkala, khususnya pada area *downstream Level Control Valve* (LCV) yang memiliki tingkat risiko tertinggi. Kegiatan inspeksi seperti *Ultrasonic Testing* (UT), pengukuran ketebalan pipa, dan pemantauan *corrosion rate* perlu dilakukan secara konsisten untuk mendeteksi potensi degradasi material sejak dini serta mencegah terjadinya kebocoran yang dapat mengganggu kontinuitas operasi produksi.
2. Perusahaan disarankan untuk melakukan evaluasi dan peningkatan terhadap sistem pengendalian korosi yang telah diterapkan, terutama pada aspek *internal coating* dan program manajemen korosi. Evaluasi berkala terhadap efektivitas lapisan pelindung dan kondisi operasi sistem perpipaan diharapkan dapat membantu mengurangi laju korosi internal serta meningkatkan umur pakai peralatan yang digunakan dalam proses produksi.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam terkait karakteristik aliran fluida dan mekanisme *Flow Induced Corrosion* dengan memanfaatkan data operasi yang lebih lengkap. Penelitian lanjutan juga dapat dikembangkan dengan melakukan perhitungan parameter aliran, analisis simulasi korosi, atau pengkajian efektivitas metode mitigasi yang diterapkan sehingga hasil penelitian yang diperoleh dapat memberikan rekomendasi yang lebih komprehensif terhadap pengelolaan integritas sistem perpipaan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Borobudur, "The Environmental Sustainability Concerning Exploitation of Oil and Gas Based on Law in Indonesia," vol. 59, no. Iceml, pp. 114–118, 2018.
- [2] M. A. Adegboye, W. K. Fung, and A. Karnik, "Recent advances in pipeline monitoring and oil leakage detection technologies: Principles and approaches," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 11, 2019, doi: 10.3390/s19112548.
- [3] S. Hadiyantina and N. Ramadhan, "The Emergency of Authority on the Supervision of Old Wells Mining Policy in Indonesia," vol. 59, no. Iceml, pp. 313–318, 2018, doi: 10.2991/iceml-18.2018.69.
- [4] M. Asy'Ari, Zulkarnain, and R. Ardi, "Analytical Hierarchy Process Method to Engineering Companies Selection for Remaining Life Assessment of Oil and Gas Equipment and Installation in Indonesia," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 350–354, 2020, doi: 10.1145/3400934.3400998.
- [5] T. Koritarov, "Land Transport Modes and Their Role in Supporting Maritime Operations," *Marit. law Ind. - Морско право и индустрия*, no. 2, pp. 332–351, 2024, [Online]. Available: [https://maritime.vfu.bg/files/Тодор Коритаров, ВИДОВЕ СУХОПЪТЕН ТРАНСПОРТ И ТЯХНАТА РОЛЯ В ПОДКРЕПА НА МОРСКИТЕ ОПЕРАЦИИ \(BBМУ\).Pdf](https://maritime.vfu.bg/files/Тодор Коритаров, ВИДОВЕ СУХОПЪТЕН ТРАНСПОРТ И ТЯХНАТА РОЛЯ В ПОДКРЕПА НА МОРСКИТЕ ОПЕРАЦИИ (BBМУ).Pdf)
- [6] A. Suyatno, B. E. Putra, M. F. Yuditama, Y. Ferdiansyah, U. P. Bangsa, And B. Network, "STUDI LITERATUR REVIEW ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS," Vol. 2, No. 4, Pp. 2455–2465, 2025.
- [7] T. Dahniar, "Pengendalian Kualitas Menurunkan Claim Produk Coklat (Collata) Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis," vol. 6, no. 2, pp. 143–154, 2025.
- [8] O. Venriza, "Mitigasi Risiko Terhadap Penyaluran Crude Oil Melalui Pipeline Menggunakan Metode Fmea dan RCA di PT . XYZ Risk Mitigation for Crude Oil Distribution Through Pipeline Using Fmea and RCA Methods at Mitigasi Risiko Terhadap Penyaluran Crude Oil Melalui Pipe," vol. 4, no. 7, pp. 2168–2177, 2024, doi: 10.59141/comserva.v4i7.2606.
- [9] A. Phady *et al.*, "Kajian teknologi penanganan kebocoran pipa pada bangunan lepas panta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

di laut utara karawang,” vol. 2, no. 1, pp. 54–59, 2019.

- [10] R. D. Nurhayati, Y. S. Purnomo, T. Lingkungan, U. Pembangunan, N. Veteran, and J. Timur, “Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Industri Pengolahan Makanan Laut di Jawa Timur,” vol. 2, no. 3, pp. 450–461, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i3.1883.
- [11] M. Punt, M. Tomasevic, and J. Djordjevic, “Evaluation and analysis of an on-line error detection monitoring technique,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 39, no. 2, pp. 261–273, 2013, doi: 10.1016/j.compeleceng.2012.11.011.
- [12] A. A. Sukron, F. Imanto, A. K. Gupron, and A. E. Kristiyono, “Failure Mode and Effect Analysis Kebocoran Pipa Air Laut Pendingin LO Cooler Mesin Induk Kapal KMP Agung Samudera XVIII,” vol. 5, pp. 5026–5040, 2025.
- [13] A. R. Ardiansyah, G. Anindita, and R. Dhani, “Penerapan Metode Double Ishikawa dan 5 Whys Analysis Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja,” vol. 3, no. 1, pp. 66–73, 2025.
- [14] A. Mohammed, H. Alotaibi, A. Ghaithan, and A. Alshibani, “Pr ep rin t n ot pe er r Pr ep rin t n ot pe er ed”.
- [15] J. Ilmiah, “JITS,” vol. 2, no. 2, pp. 79–90, 2024.
- [16] D. Yuliati, “Combined Fault Tree Analysis for Repetitive 3- Phase Line Piping Leakage at West Java Offshore Topside Facility Combined Risk Based Inspection and Fault Tree Analysis for Repetitive 3-Phase Line Piping Leakage at West Java Offshor,” vol. 2, no. 3, 2023, doi: 10.7454/jmef.v2i3.1034.
- [17] D. Eskandari, H. Charkhand, and A. Gholami, “A semi-quantitative approach development for risk-based inspection in a petrochemical plant,” *Open Access Maced. J. Med. Sci.*, vol. 8, pp. 425–433, 2020, doi: 10.3889/oamjms.2020.4391.
- [18] A. Risiko *et al.*, “Daftar pustaka,” 2021.
- [19] P. Studi, M. Teknik, F. T. Industri, and U. I. Indonesia, “Penilaian tingkat risiko pipa penyalur menggunakan metode kombinasi analytical network process (anp) - risk based inspection (rbi) di pt x,” 2018.
- [20] X. Y. Z. Studi, K. M. Cilamaya, J. O. Sinay, D. M. Rosyid, and M. Zikra, “Risk Assessment pada Jaringan Pipa Bawah Laut,” vol. 12, no. 1, 2023.
- [21] S. Engineering, S. Engineering, and S. Engineering, “ESTIMATION OF CONSTRUCTION PHASE,” vol. 9, no. 1, pp. 33–42, 2018.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [22] R. M. D. Padang, “Analisis Kebocoran Instalasi Pipa Distribusi Steam pada Boiler untuk Tindakan Pemeliharaan di,” vol. 10, no. 2, pp. 941–946, 2023.
- [23] P. Migas, “Inspeksi teknik sistem perpipaan industri pengolahan migas,” vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [24] K. G. Aljuaid, M. A. Albuoderman, E. A. Alahmadi, and J. Iqbal, “Comparative review of pipelines monitoring and leakage detection techniques,” *2020 2nd Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICCIS 2020*, 2020, doi: 10.1109/ICCIS49240.2020.9257602.
- [25] A. M A, O. J A, O. A O, B. J A, S. I D, and I. P O, “Pipeline Monitoring System: A Feasibility Study,” *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 69, no. 2, pp. 68–79, 2021, doi: 10.14445/22312803/ijett-v69i2p111.
- [26] A. D. Friasmita and F. H. Nisa, “Securing State’s Asset: Legal Protection of Natural Resources of Oil and Gas,” *J. Sustain. Dev. Regul. Issues*, vol. 1, no. 1, pp. 18–24, 2023, doi: 10.53955/jsderi.v1i1.3.
- [27] H. A. Gabbar and H. A. Kishawy, “Framework of pipeline integrity management,” *Int. J. Process Syst. Eng.*, vol. 1, no. 3/4, p. 215, 2011, doi: 10.1504/ijpse.2011.041560.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Observasi Penelitian Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Jalan Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034 Laman:
<http://www.pnj.ac.id>, Pos-el: humas@pnj.ac.id

No. : 497/DST/PL3.7/B/PK.04.11/2026
Perihal : Permohonan Izin Observasi Penelitian Skripsi
Analisis Risiko Kebocoran Pipa Produksi

31 Maret 2026

Yth. Human Resources Development
PT. Pertamina Ep Regional 2 Zona 5 (PHE Offshore North West Java)
RDTX Square Lantai 15-17
Jakarta

Dengan hormat,

Sehubungan dengan pelaksanaan penelitian skripsi mahasiswa Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, kami bermaksud mengajukan permohonan izin kepada Bapak/Ibu untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa kami dalam melakukan pengambilan data melalui kegiatan observasi penelitian skripsi terkait Analisis Risiko Kebocoran Pipa Produksi. Adapun daftar nama mahasiswa serta waktu pelaksanaan kegiatan tersebut tercantum sebagaimana terlampir:

No	Nama Mahasiswa	NIM	Topik Penelitian	Waktu Observasi	Dosen Pengajar
1	Bintang Suryadi	2202411018	Analisis Risiko Kebocoran Pipa Produksi	13 April - 19 Juni 2026	Muhamad Hanhan Nugraha, S.Tr.T., M.Tr.T.

Observasi penelitian skripsi ini bertujuan untuk memperoleh data dan pemahaman teknis terkait kondisi aktual di lapangan, khususnya dalam aspek keandalan, keselamatan, serta manajemen risiko pada sistem perpipaan produksi. Melalui kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu mengaplikasikan konsep teoritis yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam kondisi nyata di dunia industri.

Demikian surat ini kami sampaikan, besar harapan kami Bapak/Ibu berkenan memberikan izin serta dukungan demi kelancaran kegiatan ini. Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP 197602252000121002

Tembusan:
KPS D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur

Lampiran 2 Surat Penerimaan Observasi Penelitian Skripsi Perusahaan



Jakarta, 19 Mei 2026
No. 294/PEP51120/2026-S8

Lampiran :
Perihal : **Penerimaan Tugas Akhir (TA) Mahasiswa Atas Nama Bintang Suryadi**

Yang terhormat
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Politeknik Negeri Jakarta
Jakarta

Mengacu surat Ketua Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta, No. 497/DST/PL3.7/B/PK.04.11//2026 tanggal 31 Maret 2026 perihal Permohonan Tugas Akhir, bersama ini disampaikan bahwa permohonan disetujui dan kami telah menunjuk pekerja sebagaimana disebut di bawah untuk bertindak sebagai pembimbing:

No.	Nama	NIM	Nama Pembimbing
1.	Bintang Suryadi	2202411018	Bpk Taufik Akbar Dermawan - 19050975

Adapun Fungsi penempatan HSSE, Zona 5, Regional 2, PT Pertamina EP (PEP), terhitung Jumat, 22 Mei 2026 – Senin, 22 Juni 2026.

Sebelum pelaksanaan TA, Mahasiswa terkait agar memastikan bahwa semua persyaratan administrasi (surat pengantar dari kampus, proposal, CV/resume, KTP, Kartu Mahasiswa dan Hasil MCU), di dalam satu file soft copy dengan format pdf. File agar diberi nama dengan ketentuan penamaan sbb: Permohonan TA_nama lengkap pemohon_prodi-institusi, lalu dikirimkan kepada Tim TAL melalui email (pep-student.regional2@pertamina.com).

Setelah pelaksanaan TA selesai, mahasiswa bersangkutan agar mempresentasikan hasil pelaksanaan TA dan memberikan laporan secara tertulis kepada perusahaan. PEP tidak memungut biaya apapun untuk pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Demikian disampaikan, atas bantuan dan kerja samanya diucapkan terima kasih.

Manager HC Business Partner Regional



Muhammad Indra Kusumah



PT Pertamina EP Regional 2
RDTX Square Lt.21
Jl. Prof. DR. Satrio No.164
Jakarta Selatan
T: +62 (21) 5797 4000 F: +62 (21) 57974555
pep.pertamina.com

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Data Keboran Pipa Penyalur Produksi

2. Leak evidence

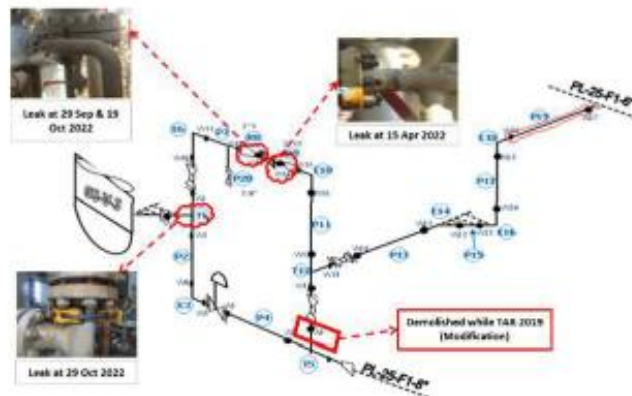
Table 2. Number of Leak Event on Liquid Out B1C-03-V-3 in 2025

No	Location	Platform	Incident Date	Description
1	BRAVO	B1C	2-Jan-25	Leak at 3" #600 Liquid Outlet Line 03-V-3 to Inter Stage Scrubber B1C
2	BRAVO	B1C	12-Jan-25	Leak at 3" #600 Liquid Outlet Line 03-V-3 to Inter Stage Scrubber B1C (Repetitive #2)

Attachment 1

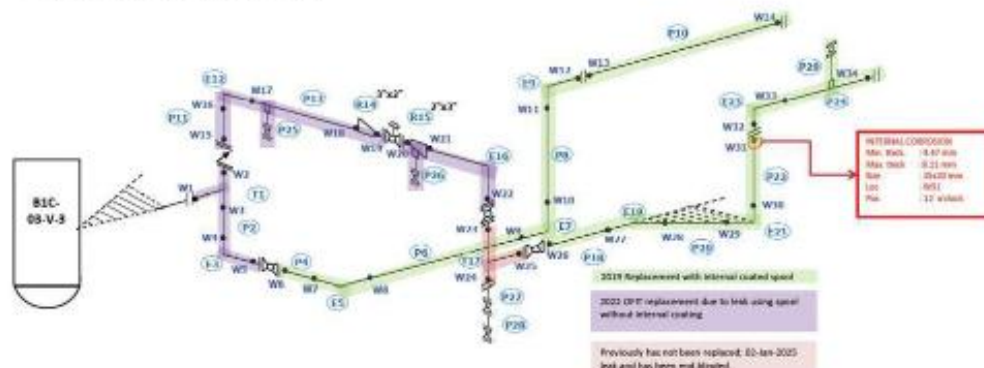
Leak History in 2022

No	Location	Platform	Incident Date	Description
1	BRAVO	B1C	15-Apr-22	Leak at liquid out line B1C-V3 downstream LCV (2"-600# x 3"-600#)
2	BRAVO	B1C	29-Sep-22	Leak at line 3"-600# reducer ke 2"-600# Liquid Out B1C-03-V-3
3	BRAVO	B1C	19-Oct-22	Leak at line 3"-600# Liquid Out B1C-03-V-3 (repetitive #2)
4	BRAVO	B1C	29-Oct-22	Leak at 3" liquid out line from V-3 new leak point (repetitive #3)



Attachment 2

Sectional Replacement History



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Data Spesifikasi Pipa Penyalur Produksi

1. Technical Data

Table 1. Technical Data of Piping

No.	Parameters	Data
	Line Number	B1C-PL-25-F1-3
1	Outer Diameter (inch)	3.5
2	Thickness Nominal (mm)	5.486
3	Design Service	Liquid
4	Current Service	Liquid
5	Material	ASTM 106 Gr. B
6	Year Installed	2019 (TAR BRAVO)
7	Coating	External Coating (Y) Internal Coating (Y), see attachment 2
8	Design pressure (psi)	1440
9	Operating Pressure (psi)	656
10	Operating Temperature (F)	84
11	Chemical Inhibitor	WCI: N Biocide: N
12	Corrosion Monitoring (Figure 2)	20-Dec-2024 (B1C upstream gas V3) CO2: 6% H2S: 40 ppm
13	Sand Presence	N
14	Velocity (ft/s)	Actual
		Erosional
15	Inspection (Figure 3)	Jan 2018, Feb 2023
16	History Leaks	2022 (4x)

JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Rekapitulasi Penilaian S, O, D oleh Tiga Narasumber

No	Akar Permasalahan (Potential Cause)	Parameter	N1 (M)	N2 (I)	N3 (O)	Total	Rata-Rata (Skor FMEA)
1	Turbulensi aliran tinggi pada area downstream LCV	S	9	9	8	26	9
		O	8	8	9	25	8
		D	5	6	5	16	5
2	Monitoring korosi internal belum optimal	S	8	8	8	24	8
		O	7	8	7	22	7
		D	7	8	6	21	7
3	Inspeksi preventif belum difokuskan pada area downstream	S	8	8	7	23	8
		O	8	8	7	23	8
		D	6	7	6	19	6
4	Perubahan tekanan setelah melewati LCV	S	8	8	9	25	8
		O	8	8	9	25	8
		D	6	7	6	19	6
5	Kandungan CO ₂ sebesar 6% meningkatkan laju korosi	S	8	9	8	25	8
		O	7	8	7	22	7
		D	6	7	6	19	6
6	Degradasi lapisan pelindung (<i>protective film</i>) akibat turbulensi	S	9	8	8	25	8
		O	8	8	7	23	8
		D	6	6	5	17	6
7	Penipisan dinding pipa (<i>wall thinning</i>)	S	9	9	8	26	9
		O	7	8	7	22	7
		D	5	6	5	16	5
8	Paparasi fluida korosif secara kontinu	S	7	8	8	22	7
		O	7	7	7	22	7
		D	6	6	5	17	6



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Penilaian Observasi Penelitian

FORMULIR PENILAIAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR/KERJA PRAKTEK
PT PERTAMINA EP

LEMBAR PENILAIAN

NAMA PESERTA: Bintang Suryadi		JUDUL: Analisis Risiko Kebocoran Pipa Pengatur Produksi menggunakan Metode FMEA di Fasilitas Produksi, Hsu Mینگه dan Gas PT. Pertamina EP Regional 2 zona 5.	
NAMA PERGURUAN TINGGI / SEKOLAH: POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			
UNSUR PENILAIAN		NILAI*	KONVERSI**
A. PRESENTASI			
1. PENAMPILAN		90 x 1 = 90	A
2. PENGGUNAAN WAKTU		90 x 1 = 90	A
3. PENGGUNAAN BAHASA		90 x 2 = 180	A
4. PENGGUNAAN SARANA PRESENTASI		90 x 1 = 90	A
5. PENGUASAAN MATERI		90 x 5 = 450	A
NILAI PRESENTASI = SUB TOTAL PRESENTASI / 10		900.0%	A
B. MATERI & INISIATIF			
1. KUALITAS MATERI		90 x 4 = 360	A
2. INISIATIF & INOVASI		90 x 6 = 540	A
NILAI MATERI & INISIATIF = SUB TOTAL MATERI & INISIATIF / 10		900.0%	A
**NILAI TOTAL = NILAI PRESENTASI + NILAI MATERI & INISIATIF / 2		90	A
CATATAN : *) SKALA NILAI ANTARA 0 - 90 **) KONVERSI A : 80 - 90 = Baik Sekali B : 71 - 79 = Baik C : 60 - 70 = Cukup D : > 60 = Kurang		PENILAI,	
		Tanggal :	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7 Dokumentasi

