

**PERANCANGAN *INDIKATOR VISUAL SHUTDOWN COOLING*
*WATER PUMP DENGAN METODE FMEA DI PT. BADAQ NGL***

TUGAS AKHIR



WAHYU HERRY KURNIAWAN

1222913013

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
FEBRUARI 2026**

**PERANCANGAN *INDIKATOR VISUAL SHUTDOWN COOLING*
*WATER PUMP DENGAN METODE FMEA DI PT. BADAQ NGL***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana



WAHYU HERRY KURNIAWAN

1222913013

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
FEBRUARI 2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Wahyu Herry Kurniawan

NIM : 1222913005

TandaTangan :.....



Tanggal : 1 Februari 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Herry Kurniawan
NIM : 1222913013
Program Studi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : *Perancangan Indikator Visual
Shutdown Cooling Water Pump
dengan Metode FMEA Di PT. Badak
NGL*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

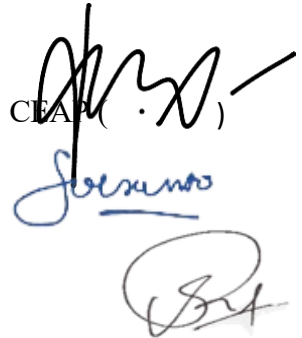
Pembimbing : Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng., IPU, CIPA

Penguji : Tri Susanto, S.E., M.T., CIPM

Penguji : Wijaya Adidarma, S.T., M.M., CRMO

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 19 November 2025



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Herry Kurniawan
NIM : 1222913013
Program Studi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Rancang Bangun

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***“PERANCANGAN INDIKATOR VISUAL SHUTDOWN COOLING
WATER PUMP DENGAN METODE FMEA DI PT. BADAH NGL”***

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 1 Februari 2026

Yang menyatakan



Wahyu Herry Kurniawan

UNGKAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Industri pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

- 1) Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng., IPU, CEAP selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- 2) Pihak-pihak PT. Badak LNG terkait yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- 3) Orangtua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Bontang, 1 Februari 2026

Penulis



Wahyu Herry Kurniawan

PERANCANGAN INDIKATOR VISUAL SHUTDOWN COOLING WATER PUMP DENGAN METODE FMEA DI PT. BADAK NGL

Wahyu Herry Kurniawan

ABSTRAK

PT Badak Natural Gas Liquefaction atau lebih dikenal dengan PT Badak NGL merupakan salah satu perusahaan penghasil Liquefied Natural Gas (LNG) terbesar di Indonesia. Dalam proses produksi LNG, sistem pendinginan memiliki peranan penting dalam menjaga keberlangsungan proses produksi dan operasional. PT Badak NGL memanfaatkan air laut sebagai media pendingin yang diolah pada Plant-32 (Cooling Water Plant). Dalam proses pengolahan dan penyediaan air pendingin, terdapat aktivitas menjalankan dan mematikan Cooling Water Pump sebagai pompa penyuplai air pendingin untuk kebutuhan pabrik. Risiko yang dihadapi pada saat proses shutdown Cooling Water Pump adalah terjadinya backflow atau aliran balik air pendingin dari pipa supply utama (header) menuju sisi basin (suction) yang dapat menyebabkan teraduknya lumpur di dasar basin dan berpotensi mengganggu proses operasional.

Permasalahan tersebut dianalisis menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan, menganalisis dampak yang ditimbulkan, serta menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Berdasarkan hasil analisis FMEA, faktor alat dan faktor metode memiliki nilai RPN tertinggi dibandingkan faktor lainnya sehingga ditetapkan sebagai penyebab dominan terjadinya backflow pada saat proses shutdown Cooling Water Pump.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan perancangan indikator visual berupa penambahan lampu indikasi posisiutupan penuh Non Return Valve sebagai media informasi bagi operator dalam memastikan kondisi valve sebelum proses shutdown dilakukan. Implementasi indikator visual ini telah dilakukan melalui proses Management of Change (MOC) serta uji coba operasional pada sistem Cooling Water Pump. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan kemudahan monitoring operator pada saat proses shutdown serta berkontribusi dalam mengurangi potensi terjadinya backflow, sehingga meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional sistem.

Kata kunci: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Cooling Water Pump, Backflow, Indikator Visual.*

DESIGN OF A VISUAL INDICATOR FOR COOLING WATER PUMP SHUTDOWN USING THE FMEA METHOD AT PT BADAK NGL

Wahyu Herry Kurniawan

ABSTRACT

PT Badak Natural Gas Liquefaction, commonly known as PT Badak NGL, is one of the largest Liquefied Natural Gas (LNG) producers in Indonesia. In the LNG production process, the cooling system plays a critical role in maintaining production and operational continuity. PT Badak NGL utilizes seawater as a cooling medium, which is processed at Plant-32 (Cooling Water Plant). During the operation of the cooling water system, the process of starting and shutting down the Cooling Water Pump is required to support plant operations. One of the risks encountered during the shutdown process is backflow, where cooling water flows back from the main supply header to the basin (suction) side of the Cooling Water Pump, potentially causing sediment disturbance at the basin bottom and disrupting operational stability.

This problem was analyzed using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to identify potential failure modes, analyze their impacts, and determine risk priorities based on the Risk Priority Number (RPN). The FMEA results indicate that equipment-related and method-related factors have the highest RPN values compared to other factors, and therefore were identified as the dominant causes of backflow during the Cooling Water Pump shutdown process.

Based on the analysis results, a visual indicator system was designed by adding a full-close indication lamp for the Non Return Valve to provide direct operational feedback to operators prior to the shutdown process. The visual indicator system has been implemented through the Management of Change (MOC) procedure and operational testing within the Cooling Water Pump system. The implementation results show improved operator monitoring capability during shutdown operations and contribute to reducing the potential occurrence of backflow, thereby enhancing system reliability and operational safety.

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Cooling Water Pump, Backflow, Visual Indicator*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
UNGKAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	4
2.1.1 Tipe dari FMEA	5
2.1.2 Tujuan Implementasi FMEA	6
2.1.3 Manfaat FMEA	7
2.1.4 Variabel FMEA	7
2.2 Indikator Visual	10
2.2.1 Prinsip Desain Indikator Visual	11
2.2.2 Jenis dan Contoh Indikator Visual dalam Sistem Pemantauan Risiko	12
2.2.3 Implementasi Indikator Visual dalam Sistem Pemantauan Risiko Industri	13
2.3 Cooling Water Pump	14
2.4 Risiko Operasional	19
2.4.1 Kategori dan Sumber Risiko Operasional	20
2.4.2 Strategi Manajemen Risiko Operasional	20
2.4.3 Pendekatan Terintegrasi dalam Manajemen Risiko Industri	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
	ix

3.1	Pendekatan Penelitian	23
3.2	Tahapan Penelitian	23
3.2.1	Identifikasi Masalah dan Pengumpulan Data	23
3.2.2	Analisis Failure Mode menggunakan FMEA	23
3.2.3	Perancangan Sistem Indikator Visual	24
3.2.4	Evaluasi Efektivitas Sistem melalui Simulasi dan Studi Kasus	24
3.2.5	Penyusunan Laporan dan Rekomendasi	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Gambaran Perusahaan	27
4.2	Pengumpulan Data	27
4.3	Pemilihan Masalah	28
4.4	Penentuan Masalah Berdasarkan Risk Assesment Matrix	29
4.5	Studi Kasus Backflow	31
4.5.1	Kejadian Backflow di COOLING WATER PUMP 32G-18	32
4.5.2	Kejadian Backflow di COOLING WATER PUMP 32G-62	36
4.6	Analisis Permasalahan	41
4.6.1	Identifikasi Penyebab Masalah dengan Metode <i>Cause and Effect Diagram</i>	41
4.6.2	Analisa Penyebab Dominan dengan Metode FMEA	44
4.6.3	Identifikasi Alternatif Solusi	45
4.7	Implementasi	49
4.7.1	Management of Change	49
4.7.2	Process Hazard Analysis	49
4.7.3	Standard Procedure	50
4.7.4	Proses Perbaikan	52
4.7.5	Cara Kerja Alat	52
4.8	Evaluasi	55
4.8.1	Uji Coba Proses Shutdown Setelah Pemasangan Lampu Indikasi	56
4.8.2	Analisa Keekonomian	57
4.8.3	Duplikasi Perbaikan	58
4.8.4	Tabel Analisa Perbaikan	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cooling water pump	14
Gambar 2.2 Lube Oil System	17
Gambar 2.3 Equipment Boving Valve.....	18
Gambar 2.4 Discharge Strainer	19
Gambar 3.1 Flowchart tahapan penelitian	25
Gambar 4.1(a) Permasalahan 1, (b) Permasalahan 2. (c) Permasalahan 3, (d) Permasalahan 4.....	28
Gambar 4.2 Grafik Vacuum di 4E-15 Train G jatuh hingga -483 mmHg akibat terjadinya backflow.....	33
Gambar 4.3 Grafik Indikasi Vacuum di 4E-15 Train H menurun hingga -624 mmHg akibat terjadinya backflow.....	34
Gambar 4.4 Grafik I Ampere dari Cooling Water setelah terjadi Backflow 32G-18	34
Gambar 4.5 Tindakan yang dilakukan di Train G, memotong Produksi hingga 190 m ³ /hr	35
Gambar 4.6 Tindakan yang dilakukan di Train H, memotong Produksi dari 475 ke 275 m ³ /hr.....	35
Gambar 4.7 Grafik Ampere dari Cooling Water Pump #62 dan Vacuum Pressure di Train Hotel.....	39
Gambar 4.8 Cause-Effect Diagram.....	43
Gambar 4.9 Diagram Pareto.....	45
Gambar 4.10 Rencana Penambahan Lampu Indikasi Non Return Valve.....	50
Gambar 4.11 Rencana Lokasi dan Wiring dari Penambahan Lampu Indikasi Non Return Valve.....	51
Gambar 4.12 Logic diagram Rencana Penambahan Lampu Indikasi Non Return Valve Sebelum Perbaikan.....	51
Gambar 4.13 Posisi Panel Non Return Valve dan Push button Motor yang Terpisah	52
Gambar 4.14 Tahapan Cara Kerja Alat	53
Gambar 4.15 Perbandingan Logic diagram Rencana Penambahan Lampu Indikasi Non Return Valve Setelah Perbaikan.....	54
Gambar 4.16 Grafik Trending Ampere Pada saat proses shutdown Cooling Water Pump (32G-15).....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Severity	8
Tabel 2.2 Kategori Risiko.....	20
Tabel 4.1 Risk Assesment Matrix.....	31
Tabel 4.2 Analisa penyebab Dominan	44
Tabel 4.3 Identifikasi Alternatif Solusi.....	46
Tabel 4.4 Dampak Perbaikan	55
Tabel 4.5 Analisis Perbaikan.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Management Of Change.....	66
Lampiran 2: Process Hazard Analysis	68
Lampiran 3: What-If Analysis.....	69
Lampiran 4: Analisa Ekonomi.....	70
Lampiran 5: Data Perbaikan (List Biaya Pekerjaan).....	72
Lampiran 6: Data Perbaikan (Bill of Material).....	73
Lampiran 7: Nomor Work Request dan Work Order Perbaikan	74
Lampiran 8: Handover Report Uji Coba Perbaikan.....	75
Lampiran 9: Update Work Instruction Shutdown Cooling Water Pump.....	76
Lampiran 10: List Daftar Hadir Sosialisasi Perbaikan	82
Lampiran 11: Operation Manual Book, Utilities Section.....	83
Lampiran 12: Incident Investigation Train Trip due to Backflow.....	84