

SKRIPSI

**ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *TOXIC VAPOUR CLOUD*
AKIBAT TUMPAHAN BAHAN BAKAR MINYAK PADA
PROSES TRANSFER BBM DI SPBU XYZ**



Virgilius Veto Hermawan

1518622022

PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN

KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *TOXIC VAPOUR CLOUD* AKIBAT TUMPAHAN BAHAN BAKAR MINYAK PADA PROSES TRANSFER BBM DI SPBU XYZ

Penyusun : Virgilius Veto Hermawan

NIM : 1518622022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Pratomo Setyadi, S.T., M.T.

NIP 198102222006041001

Pembimbing II,



Ilman Arpi, S.T., M.T.

NIP 199608242025061005

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran

Intelligentia - Dignitas



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.

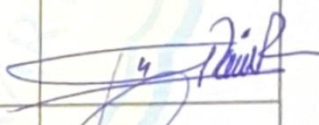
NIP 197102232006041001

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Virgilius Veto Hermawan
NIM : 1518622022
Program Studi/ Fakultas : Rekayasa Keselamatan Kebakaran / Teknik
Judul Penelitian : Analisis Konsekuensi Bahaya *Toxic Vapour*
Cloud Akibat Tumpahan Bahan Bakar Minyak
Pada Proses Transfer BBM Di SPBU XYZ

ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan **Lulus** (~~Tidak Lulus~~)*
Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 20 Agustus 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.	
Anggota Penguji (Sekretaris)	Nashrul Chanief Hidayat, M.Eng.	
Anggota Penguji (Dosen Ahli)	Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	Pratomo Setyadi, S.T., M.T.	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	Ilman Arpi, S.T., M.T.	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Rekayasa Keselamatan Kebakaran



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.
NIDN. 0023027104

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 17 September 2026

Yang membuat pernyataan



Virgilius Veto Hermawan

No. Reg. 1518622022

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

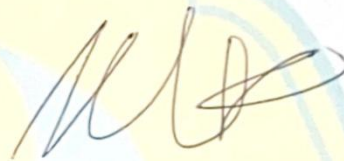
Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Konsekuensi Bahaya *Toxic Vapour Cloud* Akibat Tumpahan Bahan Bakar Minyak Pada Proses Transfer BBM di SPBU XYZ” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
2. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini, serta senantiasa memberikan pengetahuan dan perspektif baru dalam setiap proses diskusi.
3. Bapak Ilman Arpi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan teknis dan saran demi kesempurnaan penelitian ini.
4. Pihak Pengelola dan seluruh Personel Operasional SPBU XYZ yang telah memberikan izin penelitian serta membantu dalam proses observasi dan diskusi teknis di lapangan.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan moral, materi, doa, dan motivasi yang tiada henti kepada penulis sejak awal masa perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan penulis selama masa perkuliahan, terutama Fahmi, Fathan, dan Ghiyas yang merupakan satu tim dalam proyek penelitian, dan Mayzhar serta Doni yang senantiasa memberikan dukungan, masukan, pengetahuan, dan pengalaman berharga, serta menjadi sumber kebersamaan dan kegembiraan sehingga penulis dapat melewati masa perkuliahan hingga skripsi ini terselesaikan.

7. Rekan-rekan Angkatan 2022 Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, yang selama masa perkuliahan telah turut berperan dalam membentuk pengalaman dan wawasan penulis melalui berbagai kegiatan, baik akademik maupun non-akademik.

Jakarta, 17 September 2026



Virgilius Veto Hermawan

No. Reg. 1518622022



Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Virgilius Veto Hermawan
NIM : 1518622022
Fakultas/Prodi : Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : veto.hermawan@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis Konsekuensi Bahaya Toxic Vapour Cloud Akibat Tumpahan Bahan Bakar Minyak
pada Proses Transfer BBM di SPBU XYZ

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 1 Oktober 2026

Penulis

(Virgilius Veto Hermawan)
nama dan tanda tangan

**ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *TOXIC VAPOUR CLOUD* AKIBAT
TUMPAHAN BAHAN BAKAR MINYAK PADA PROSES TRANSFER
BBM DI SPBU XYZ**

Virgilius Veto Hermawan

Dosen Pembimbing: Pratomo Setyadi, S.T., M.T. dan Ilman Arpi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kegagalan integritas mekanik dan kesalahan operasional pada proses transfer BBM di SPBU XYZ berpotensi memicu pelepasan bahan bakar yang membentuk *toxic vapour cloud* (TVC). Penelitian ini bertujuan menganalisis akar penyebab kegagalan penyaluran, memodelkan penyebaran uap isooktana sebagai *surrogate fuel*, mengevaluasi kecukupan jarak aman, serta merumuskan strategi mitigasi terintegrasi. Metode yang digunakan meliputi *Fault Tree Analysis* (FTA) kualitatif, analisis arah angin dengan *wind rose* (WRPLOT View), serta simulasi dispersi ALOHA (*heavy gas model*). Sesuai keterbatasan penelitian dan asumsi pemodelan, simulasi menghasilkan proyeksi dua dimensi (2D) pada permukaan datar tanpa memperhitungkan hambatan fisik sekitar. Hasil FTA menunjukkan kebocoran dipicu kerusakan *gravity coupler* dan *camlock coupling* akibat material modifikasi nonstandar serta perilaku operasional berisiko. Pada Skenario 1 (*worst case*), jangkauan zona ancaman mencapai radius PAC-3 (20 m), PAC-2 (58 m), dan PAC-1 (127 m) dengan durasi evaporasi genangan berlangsung selama 39 menit. Pola sebaran uap bergerak mengikuti angin dominan ke arah Barat dan Barat Daya. Evaluasi spasial *Google Earth* menunjukkan area *office* (5 m) dan parkir pengunjung (19 m) konsisten berada dalam zona bahaya mengancam jiwa (PAC-3), menandakan jarak aman aktual belum memadai. Strategi mitigasi mencakup pencegahan melalui pemulihan fungsi asli komponen, mitigasi konsekuensi via prioritas zonasi, serta respons darurat berupa jalur evakuasi menjauhi arah angin dan penentuan tiga titik kumpul aman di luar radius 127 m.

Kata Kunci: ALOHA, *Fault Tree Analysis*, Isooktana, Mitigasi, *Toxic Vapour Cloud*

HAZARD CONSEQUENCE ANALYSIS OF TOXIC VAPOUR CLOUD DUE TO FUEL SPILLAGE DURING FUEL TRANSFER PROCESS AT SPBU XYZ

Virgilius Veto Hermawan

Supervisor: Pratomo Setyadi, S.T., M.T. dan Ilman Arpi, S.T., M.T.

ABSTRACT

Mechanical integrity failures and operational errors during the fuel transfer process at SPBU XYZ have the potential to trigger fuel releases, forming a toxic vapour cloud (TVC). This study aims to analyze the root causes of delivery system failures, model the dispersion of isooctane vapour as a surrogate fuel, evaluate safe distance adequacy, and formulate an integrated mitigation strategy. Methods employed include qualitative Fault Tree Analysis (FTA), wind direction analysis using wind rose (WRPLOT View), and ALOHA dispersion simulation (heavy gas model). In accordance with research limitations and modeling assumptions, the simulation yields a two-dimensional (2D) threat zone projection on a flat surface without accounting for surrounding physical obstructions. The FTA results indicate that leaks are triggered by damage to the gravity coupler and camlock coupling due to non-standard modification materials and risky operational behaviors. In Scenario 1 (worst case), the threat zone reaches a PAC-3 radius of 20 m, PAC-2 of 58 m, and PAC-1 of 127 m, with a pool evaporation duration of 39 minutes. The vapour dispersion pattern moves downwind toward the West and Southwest. Spatial evaluation via Google Earth shows that the office area (5 m) and visitor parking area (19 m) are consistently within the life-threatening hazard zone (PAC-3), indicating that actual safe distances are inadequate. Formulated mitigation strategies cover prevention through component restoration, consequence mitigation via priority zoning, and emergency response involving evacuation routes away from the wind direction and three safe assembly points outside the 127-meter radius.

Keywords: ALOHA, Fault Tree Analysis, Isooctane, Mitigation, Toxic Vapour Cloud

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Keselamatan Proses	7
2.2 Isooktana	7
2.2.1 Karakteristik Isooktana	8
2.2.2 Toksisitas Isooktana	8
2.3 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	9
2.4 <i>Toxic Vapour Cloud</i> (TVC)	10

2.4.1 Pengertian <i>Toxic Vapour Cloud</i>	10
2.4.2 Proses Terbentuknya <i>Toxic Vapour Cloud</i>	11
2.4.3 Karakteristik Penyebaran <i>Toxic Vapour Cloud</i>	11
2.4.4 Dampak <i>Toxic Vapour Cloud</i> terhadap Kesehatan dan Lingkungan	12
2.5 Mekanisme Kebocoran Fluida dan Laju Pelepasan	12
2.5.1 Konsep Kebocoran Fluida.....	12
2.5.2 Laju Pelepasan (<i>Release Rate</i>).....	13
2.5.3 Pembentukan Genangan Cairan (<i>Liquid Pool</i>).....	15
2.5.4 Evaporasi dari Genangan Cairan.....	16
2.6 Dispersi Gas di Atmosfer	16
2.6.1 Konsep Dasar Dispersi Atmosfer	16
2.6.2 Faktor Meteorologi dalam Dispersi Gas	16
2.6.3 Model Dispersi Gas di Atmosfer.....	17
2.7 Stabilitas Atmosfer	18
2.7.1 Pengertian Stabilitas Atmosfer	18
2.7.2 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer (A-F).....	19
2.7.3 Pengaruh Kelas Stabilitas Atmosfer terhadap Penyebaran Awan Uap Beracun	20
2.8 Zona Dampak dan Jarak Aman	20
2.8.1 Pengertian Zona Dampak	20
2.8.2 Jarak Aman.....	20
2.8.3 Pedoman Paparan Akut	20
2.9 Pemodelan Konsekuensi Bahaya (<i>Consequence Modeling</i>)	24
2.10 Mitigasi Risiko dalam Keselamatan Proses	25
2.11 Penelitian Terdahulu.....	25
2.11.1 Tinjauan Penelitian Terkait Pemodelan <i>Toxic Vapour Cloud</i>	25

2.11.2 Analisis Kesenjangan dan Posisi Penelitian	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.1.1 Tempat Penelitian	29
3.1.2 Waktu Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.2.1 Alat Penelitian	31
3.2.2 Bahan Penelitian.....	32
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	36
3.5 Teknik Analisis Data	38
3.5.1 Analisis Penyebab Kebocoran Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	39
3.5.2 Penentuan Skenario Kebocoran Bahan Bakar.....	39
3.5.3 Pemodelan Dispersi <i>Toxic Vapour Cloud</i> Menggunakan ALOHA .	40
3.5.4 Analisis Zona Dampak <i>Toxic Vapour Cloud</i> dan Perumusan Mitigasi	44
3.6 Dasar Pemilihan Metode	46
3.7 Keterbatasan Penelitian	48
3.8 Asumsi dan Keterbatasan Pemodelan	48
BAB IV HASIL PENELITIAN	51
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	51
4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	51
4.1.2 Deskripsi Proses Transfer BBM.....	53
4.1.3 Identifikasi Bagian Sistem yang Dapat Mengalami Pelepasan Bahan Bakar	55
4.1.4 Data Penelitian dan Parameter Pemodelan	61

4.2 Analisis Data Penelitian	64
4.2.1 Analisis Penyebab Kegagalan Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	64
4.2.2 Penentuan Skenario Pelepasan Bahan Bakar	67
4.2.3 Perhitungan Parameter Pelepasan	68
4.2.4 Hasil Pemodelan <i>Toxic Vapour Cloud</i> Menggunakan ALOHA	74
4.2.5 Analisis Karakteristik Penyebaran <i>Toxic Vapour Cloud</i>	87
4.2.6 Analisis Zona Dampak dan Evaluasi Jarak Aman.....	88
4.2.7 Perumusan Upaya Mitigasi Risiko	92
4.3 Pembahasan.....	93
4.3.1 Pembahasan Analisis Penyebab Kegagalan Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	93
4.3.2 Pembahasan Karakteristik Penyebaran Berdasarkan Konsentrasi dan Jarak	94
4.3.3 Pembahasan Karakteristik Penyebaran Berdasarkan Kondisi Meteorologi dan Model Dispersi	95
4.3.4 Pembahasan Zona Dampak dan Evaluasi Jarak Aman.....	96
4.4 Aplikasi Hasil Penelitian	97
4.4.1 Aspek Pencegahan.....	97
4.4.2 Aspek Mitigasi Konsekuensi.....	99
4.4.3 Aspek Respons Darurat	100
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	105
5.1 Kesimpulan	105
5.2 Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....	108
LAMPIRAN.....	112
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	121

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik dan Kimia Isooktana	8
Tabel 2. 2 Simbol dalam FTA	9
Tabel 2. 3 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer Pasquill-Gifford-Turner.....	19
Tabel 2. 4 Klasifikasi <i>Acute Exposure Guideline Levels</i> (AEGL) Berdasarkan Dampak Kesehatan.....	21
Tabel 2. 5 Klasifikasi <i>Emergency Response Planning Guidelines</i> (ERPG) Berdasarkan Dampak Kesehatan.....	22
Tabel 2. 6 Klasifikasi <i>Protective Action Criteria</i> (PAC) Berdasarkan Dampak Kesehatan	23
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	30
Tabel 3. 2 Panduan Diskusi Teknis dengan Personel Operasional.....	37
Tabel 3. 3 Interpretasi Nilai Tutupan Awan.....	42
Tabel 3. 4 Interpretasi Nilai <i>Protective Action Criteria</i> (PAC) Isooktana.....	45
Tabel 4. 1 Tahapan Proses Transfer BBM di Lokasi Penelitian	54
Tabel 4. 2 Hasil Observasi dan Diskusi Teknis pada Sistem Penyaluran BBM58	
Tabel 4. 3 Hasil Pengolahan Data Meteorologi.....	62
Tabel 4. 4 Informasi Lokasi dan Karakteristik Penelitian	63
Tabel 4. 5 Parameter Pelepasan.....	64
Tabel 4. 6 Skenario Pelepasan Bahan Bakar	68
Tabel 4. 7 Ukuran Komponen pada Skenario Pelepasan	69
Tabel 4. 8 Hasil Pemodelan <i>Threat Zone</i> Skenario 1	83
Tabel 4. 9 Hasil Pemodelan <i>Threat Zone</i> Skenario 2	86
Tabel 4. 10 Karakteristik Zona Ancaman Berdasarkan Konsentrasi dan Jarak	87
Tabel 4. 11 Identifikasi Area yang Berada dalam Cakupan Zona Ancaman pada Masing-masing Skenario.....	90
Tabel 4. 12 Perumusan Upaya Mitigasi Risiko	92
Tabel 4. 13 Rekomendasi Upaya Pencegahan Berdasarkan Hasil Observasi dan Analisis FTA	97
Tabel 4. 14 Rekomendasi Mitigasi Konsekuensi Berdasarkan Prioritas Zona PAC	99



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 3. 2 Klasifikasi <i>Ground Roughness</i> pada Software ALOHA	42
Gambar 4. 1 Tampak Umum Lokasi Penelitian	52
Gambar 4. 2 Area Transfer BBM pada Lokasi Penelitian.....	52
Gambar 4. 3 Tampak atas lokasi penelitian.....	53
Gambar 4. 4 Jalur Kedatangan dan Posisi Mobil Tangki pada Area Pembongkaran BBM.....	54
Gambar 4. 5 <i>Valve</i> Mobil Tangki.....	55
Gambar 4. 6 <i>Gravity Coupler</i> (Kepala Babi)	55
Gambar 4. 7 <i>Camlock Coupling</i> (Sambungan Penyalur)	56
Gambar 4. 8 Selang Transfer (<i>Flexible Hose</i>).....	56
Gambar 4. 9 Rangkaian Komponen Sistem Penyaluran BBM pada Proses Transfer	57
Gambar 4. 10 Pelepasan Bahan Bakar pada Area <i>Gravity Coupler</i>	59
Gambar 4. 11 Penggunaan Plastik sebagai Pelapis <i>Seal</i> pada <i>Gravity Coupler</i>	60
Gambar 4. 12 Penggunaan Kabel Segel sebagai Penguat Tuas Pengunci dan Kerusakan <i>Seal</i> pada <i>Camlock Coupling</i>	60
Gambar 4. 13 Korosi pada Permukaan Logam dan Penggunaan Kain pada Area Sambungan Penyalur.....	60
Gambar 4. 14 Genangan Bahan Bakar pada Area <i>Inlet</i> Tangki Penyimpanan Bawah Tanah	61
Gambar 4. 15 <i>Wind Rose</i> Hasil Pengukuran Meteorologi.....	62
Gambar 4. 16 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Pelepasan Bahan Bakar pada Proses Transfer BBM 1	65
Gambar 4. 17 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Pelepasan Bahan Bakar pada Proses Transfer BBM 2	66
Gambar 4. 18 Pengukuran pada <i>Seal Gravity Coupler</i>	69
Gambar 4. 19 Pengukuran pada <i>Seal Camlock Coupling</i>	69
Gambar 4. 20 Hasil Perhitungan Luas Kebocoran.....	70

Gambar 4. 21 Perhitungan Laju Pelepasan Massa	70
Gambar 4. 22 Perhitungan Total Massa Pelepasan	71
Gambar 4. 23 Perhitungan Luas Genangan.....	71
Gambar 4. 24 Perhitungan Diameter Genangan.....	72
Gambar 4. 25 Perbandingan Diameter Genangan Skenario 1 dengan Dimensi Tangki Mobil Tangki BBM Kapasitas 40 KL Tangki	73
Gambar 4. 26 Perbandingan Diameter Genangan Skenario 2 dengan Dimensi Tangki Mobil Tangki BBM Kapasitas 40 KL Tangki	73
Gambar 4. 27 Informasi Lokasi	75
Gambar 4. 28 Informasi Letak Koordinat	75
Gambar 4. 29 Informasi Tipe Bangunan.....	75
Gambar 4. 30 Informasi Tanggal dan Waktu.....	76
Gambar 4. 31 <i>Chemical Information</i>	77
Gambar 4. 32 <i>Text Summary Chemical Information</i>	77
Gambar 4. 33 <i>Atmospheric Option East</i>	78
Gambar 4. 34 <i>Atmospheric Option 2 East and Northeast</i>	78
Gambar 4. 35 <i>Atmospheric Option Northeast</i>	78
Gambar 4. 36 Input Diameter dan Massa Genangan Skenario 1	80
Gambar 4. 37 Input Jenis Permukaan, Temperatur Permukaan, dan Temperatur Genangan.....	80
Gambar 4. 38 <i>Text Summary Source Data</i> Skenario 1	80
Gambar 4. 39 Hasil Pemodelan <i>Threat Zone</i> Skenario 1	81
Gambar 4. 40 <i>Text Summary</i> ALOHA Skenario 1 (<i>Wind from East</i>).....	82
Gambar 4. 41 <i>Text Summary</i> ALOHA Skenario 1 (<i>Wind from Northeast</i>)	82
Gambar 4. 42 Input Diameter dan Massa Genangan Skenario 2	84
Gambar 4. 43 <i>Text Summary Source Data</i> Skenario 2	84
Gambar 4. 44 Hasil Pemodelan <i>Threat Zone</i> Skenario 2	85
Gambar 4. 45 <i>Text Summary</i> ALOHA Skenario 2 (<i>Wind from East</i>).....	85
Gambar 4. 46 <i>Text Summary</i> ALOHA Skenario 2 (<i>Wind from Northeast</i>)	86
Gambar 4. 47 Proyeksi Zona Ancaman Skenario 1 (<i>Wind from East</i>).....	89
Gambar 4. 48 Proyeksi Zona Ancaman Skenario 1 (<i>Wind from Northeast</i>)	89
Gambar 4. 49 Proyeksi Zona Ancaman Skenario 2 (<i>Wind from East</i>).....	90

Gambar 4. 50 Proyeksi Zona Ancaman Skenario 2 (<i>Wind from Northeast</i>)	90
Gambar 4. 51 Rancangan Respons Darurat Berdasarkan Hasil Pemodelan ALOHA Skenario 1 (<i>Wind from East</i>)	101
Gambar 4. 52 Rancangan Respons Darurat Berdasarkan Hasil Pemodelan ALOHA Skenario 1 (<i>Wind from Northeast</i>).....	101



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Interpretasi Visual Kondisi Lingkungan Sekitar Lokasi Penelitian Menggunakan <i>Google Earth</i> (<i>Google Earth</i> , 2026)	113
Lampiran 2 Dokumentasi Observasi Lapangan Pada Saat Proses Transfer BBM	114
Lampiran 3 Dokumentasi Pengukuran Meteorologi	115
Lampiran 4 Rekapitulasi Hasil Pengukuran dan Pengamatan Meteorologi....	117
Lampiran 5 <i>Wind Rose</i> Hasil Pengukuran Meteorologi Menggunakan WRPLOT View	118
Lampiran 6 Dokumentasi Pengukuran Tangki	119
Lampiran 7 Dokumentasi Selama Observasi	120



Intelligentia - Dignitas