

SKRIPSI

**ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *POOL FIRE* AKIBAT
PENYALAAN PADA TUMPAHAN BAHAN BAKAR MINYAK
PADA PROSES TRANSFER DI SPBU XYZ DAERAH
CIPAYUNG**



Intelligentia - Dignitas

Disusun oleh:

Fahmi Nizar Daffalhaq

1518622028

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN
KEBAKARAN**

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *POOL FIRE*
AKIBAT PENYALAAN PADA TUMPAHAN BAHAN
BAKAR MINYAK PADA PROSES TRANSFER DI SPBU
XYZ DAERAH CIPAYUNG

Penyusun : Fahmi Nizar Daffalhaq

NIM : 1518622028

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



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

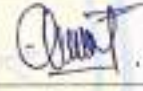
NIP 197102232006041001

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Fahmi Nizar Daffalhaq
NIM : 1518622028
Program Studi/Fakultas : Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Judul Penelitian : ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *POOL FIRE*
AKIBAT PENYALAAN PADA TUMPAHAN BAHAN
BAKAR MINYAK PADA PROSES TRANSFER DI SPBU
XYZ DAERAH CIPAYUNG

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 (Sekertaris)	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 KEASLIAN SKRIPSI

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



Fahmi Nizar Daffalhaq
No. Reg. 1518622028

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Konsekuensi Bahaya *Pool Fire* Akibat Penyalan Pada Tumpahan Bahan Bakar Minyak Pada Proses Transfer di SPBU XYZ Daerah Cipayung". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**, selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, atas dukungan administratif dan kebijakan selama masa studi penulis.
2. **Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, arahan teknis, dan bimbingan mendalam selama penyelesaian naskah penelitian ini.
3. **Bapak Ilman Arpi, S.T., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan saran, masukan kritis, serta motivasi dalam pengolahan data penelitian penulis.
4. **Kedua Orang Tua Tereinta**, Bapak dan Mamah, yang menjadi pilar kekuatan utama penulis. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, pengorbanan yang tak terhitung, serta dukungan material dan moral yang menjadi pondasi penulis hingga tahap ini.
5. **Segenap Manajemen dan Personel Operasional SPBU XYZ**, atas izin penelitian dan kerjasamanya selama penulis melakukan tujuh kali observasi lapangan guna memperoleh data riil di area *unloading*.
6. **Kepada diri saya sendiri**, Fahmi Nizar Daffalhaq, terima kasih telah bertahan lebih lama daripada rasa takutmu, berpikir lebih dalam daripada keraguanmu, dan melangkah lebih jauh daripada yang pernah kamu bayangkan.

7. **Kepada Clarissa Veda Widyadhana**, selaku tempat untuk pulang. Terima kasih atas segala doa, perhatian, dukungan, serta keyakinan yang tidak pernah surut, bahkan di saat saya meragukan diri sendiri, dan kesabaran yang senantiasa mengiringi setiap langkah hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. **Kepada Veto, Fathan, dan Ghiyas**, selaku teman seperjuangan. Terima kasih telah mendampingi setiap langkah penelitian ini, mulai dari lelahnya mencari tempat observasi di awal, pelaksanaan tujuh kali observasi lapangan bersama, hingga larut dalam diskusi saat penulisan naskah. Kebersamaan dan semangat kalian adalah alasan penulis bisa sampai di titik ini.
9. **Kepada Grup Terzolimi**, selaku grup yang selama masa perkuliahan telah menemani dan menjadi kelompok yang sangat membantu, mendukung serta menjadi tempat untuk melepaskan keluh kesah.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu rekayasa keselamatan kebakaran dan menjadi dasar mitigasi risiko yang berguna bagi dunia industri.

Jakarta, 17 September 2026



Fahmi Nizar Daffalhaq

No. Reg. 1518622028



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 : Fahmi Nizar Daffalhaq
NIM : 1518622028
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : fahminizar128@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 Pool Fire Akibat Penyalan pada Tumpahan Bahan Bakar Minyak
pada Proses Transfer di SPBU XYZ Daerah Cipayung

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 , 01 Oktober 2026

Penulis

(Fahmi Nizar Daffalhaq)
nama dan tanda tangan

**ANALISIS KONSEKUENSI BAHAYA *POOL FIRE* AKIBAT
PENYALAAAN PADA TUMPAHAN BAHAN BAKAR MINYAK PADA
PROSES TRANSFER DI SPBU XYZ DAERAH CIPAYUNG**

Fahmi Nizar Daffalhaq

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

ABSTRAK

Proses pemindahan bahan bakar minyak (*unloading*) dari mobil tangki ke tangki pendam di SPBU memiliki risiko signifikan terjadinya kehilangan kendali (*Loss of Containment*) yang dapat memicu kebakaran genangan (*pool fire*). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kebocoran, menganalisis perkembangan skenario kecelakaan, serta mengevaluasi dampak radiasi panas yang dihasilkan untuk menentukan jarak aman bagi manusia dan fasilitas di SPBU XYZ. Metodologi penelitian yang digunakan mengintegrasikan pendekatan deduktif menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan pada komponen *valve* dan *hose*, pendekatan induktif melalui *Event Tree Analysis* (ETA) untuk memetakan jalur eskalasi kejadian secara kualitatif, serta pemodelan konsekuensi kuantitatif menggunakan perangkat lunak ALOHA dengan iso-oktana sebagai representasi bahan bakar bensin. Pemodelan ini memiliki keterbatasan berupa proyeksi zona ancaman dua dimensi (2D) pada permukaan datar yang tidak memperhitungkan efek penghalangan (*shadowing*) atau pemblokiran radiasi oleh struktur bangunan tiga dimensi (3D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario terburuk terjadi pada kegagalan selang (*Hose Failure*) yang menghasilkan diameter genangan maksimum sebesar 23,11 meter dengan durasi pembakaran massa yang sangat singkat namun intens selama 31 detik. Berdasarkan simulasi ALOHA, radius zona ancaman radiasi panas mencapai 57 meter untuk tingkat fatalitas (10 kW/m^2), 83 meter untuk risiko luka bakar derajat dua (5 kW/m^2), dan 131 meter untuk ambang batas rasa sakit (2 kW/m^2). Sebagai langkah mitigasi, penelitian ini merekomendasikan strategi “Jendela Kritis 20 Detik” untuk intervensi dini, penyediaan logistik busa AFFF minimal 774 liter untuk mekanisme *vapour suppression*, serta relokasi titik kumpul (*assembly point*) ke area aman di luar radius 131 meter. Hasil penelitian ini disintesis ke dalam peta *Pre-Fire Planning* (PFP) sebagai instrumen taktis respons darurat di SPBU XYZ.

Kata Kunci: *Pool Fire, Loss of Containment, Fault Tree Analysis* (FTA), *Event Tree Analysis* (ETA), ALOHA, Radiasi Panas.

**CONSEQUENCE ANALYSIS OF POOL FIRE HAZARDS RESULTING
FROM THE IGNITION OF FUEL SPILLS DURING THE TRANSFER
PROCESS AT XYZ GAS STATION, CIPAYUNG AREA**

Fahmi Nizar Daffalhaq

Supervisors: Pratomo Setyadi, S.T., M.T. and Ilman Arpi, S.T., M.T.

ABSTRACT

The fuel unloading process at gas stations carries a significant risk of Loss of Containment, which can trigger a pool fire. This study identify leakage causes, analyze accident escalation, and evaluate the impact of the resulting thermal radiation to determine safe distances for personnel and facilities at SPBU XYZ. The research methodology integrates a deductive approach using Fault Tree Analysis (FTA) to identify root cause of failure in valve and hose components, an inductive approach through Event Tree Analysis (ETA) to qualitatively map event escalation paths, and quantitative consequence modeling using ALOHA software with iso-octane as a representative gasoline fuel. This modeling is subject to limitations as it provides a two-dimensional (2D) threat zone projection on flat terrain, without accounting for radiation blocking or shadowing effects caused by three-dimensional (3D) physical obstacle. The results show that worst-case scenario occurs in a Hose Failure, producing a maximum puddle diameter of 23.11 meters with a very short but intense mass burning duration of 31 seconds. Based on ALOHA simulations, the thermal radiation threat zone reach 57 meters for fatality levels (10 kW/m^2), 83 meters for second-degree burn risk (5 kW/m^2), and 131 meters for the pain threshold (2 kW/m^2). As a mitigation measure, this study recommends a “20-Second Critical Window” strategy for early intervention, the provision of a minimum of 774 liters of AFFF foam for vapour suppression mechanisms, and the relocation of the assembly point to a safe area outside the 131-meter radius. The findings are synthesized into a Pre-Fire Planning (PFP) map as a tactical emergency response instrument at SPBU XYZ.

Keywords: Pool Fire, Loss of Containment, Fault Tree Analysis (FTA), Event Tree Analysis (ETA), ALOHA, Thermal Radiation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Keselamatan Proses	7
2.1.1 Definisi Keselamatan Proses	7
2.1.2 Karakteristik Kecelakaan Proses.....	7
2.2 Fenomena Kebakaran	7
2.2.1 Definisi Kebakaran	7

2.2.2 <i>Pool Fire</i>	8
2.2.3 Dinamika Genangan (<i>pool dynamic</i>)	8
2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi <i>Pool Fire</i>	11
2.2.5 Karakteristik Termal dan Geometri <i>Pool Fire</i>	11
2.3 Radiasi Panas	14
2.3.1 Konsep Radiasi Panas	14
2.3.2 Dampak Radiasi Panas	15
2.4 Sifat Fisika dan Kimia iso-oktana	16
2.4.1 Sifat Fisika.....	17
2.4.2 Sifat Kimia.....	17
2.5 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	17
2.5.1 Konsep Dasar <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	17
2.5.2 Struktur dan Simbol <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	18
2.5.3 Penggunaan FTA dalam Identifikasi Skenario Kecelakaan	19
2.6 <i>Event Tree Analysis</i> (ETA)	19
2.6.1 Konsep Dasar <i>Event Tree Analysis</i> (ETA).....	19
2.6.2 Struktur <i>Event Tree Analysis</i> (ETA)	20
2.6.3 Penggunaan ETA dalam Analisis Perkembangan Kejadian.....	20
2.7 Analisis Konsekuensi dan Mitigasi Kebakaran.....	20
2.7.1 Konsep <i>Consequence Analysis</i>	20
2.7.2 Pendekatan Model Kebakaran	21
2.7.3 Mitigasi.....	21
2.8 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.1.1 Tempat Penelitian	27
3.1.2 Waktu Penelitian.....	27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	30
3.2.1 Alat.....	30
3.2.2 Bahan.....	31
3.3. Diagram Alir Penelitian	31
3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	34
3.5 Teknik Analisis Data	36

3.5.1 Analisis Penyebab dengan FTA.....	36
3.5.2 Analisis Perkembangan dengan ETA.....	38
3.5.3 Pemodelan Konsekuensi <i>Pool Fire</i> dengan ALOHA	42
3.5.4 Interpretasi Data dan Evaluasi Jarak Aman.....	45
3.6 Dasar Pemilihan Metode.....	47
3.7 Keterbatasan Perangkat Lunak (ALOHA).....	48
3.8 Keterbatasan Kelengkapan Data dan Proses Pengukuran	51
BAB IV HASIL PENELITIAN	53
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian.....	53
4.1.1 Deskripsi Proses Unloading Berdasarkan SOP	55
4.1.2 Identifikasi Tahap Kritis Proses <i>Unloading</i>	56
4.1.3 Data Penelitian dan Parameter Pemodelan.....	58
4.2 Analisis Data Penelitian.....	60
4.2.1 Analisis Penyebab Kehilangan Kontainmen (<i>Loss of Containment</i>) Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	60
4.2.2 Analisis Perkembangan Kejadian Menggunakan <i>Event Tree Analysis</i> (ETA).....	65
4.2.3 Analisis Karakteristik Pelepasan BBM.....	70
4.2.4 Analisis Konsekuensi <i>Pool Fire</i> Menggunakan ALOHA.....	80
4.2.5 Analisis Karakteristik Termal dan Geometri Api.....	90
4.2.6 Analisis Zona Dampak dan Evaluasi Jarak Aman.....	97
4.2.7 Rekomendasi Mitigasi.....	100
4.2.8 Strategi Respons Darurat dan Karakteristik Waktu Respon.....	104
4.3 Pembahasan.....	106
4.3.1 Evaluasi Relevansi Jarak Aman terhadap Fasilitas Operasional Lapangan	106
4.3.2 Validitas Metode dan Implikasi Geometri Nyala Api	107
4.3.3 Sintesis Jendela Kritis dan Kebutuhan Logistik Mitigasi	108
4.3.4 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	109
4.3.5 Refleksi Ketidakpastian dan Keterbatasan Pemodelan.....	111
4.4 Aplikasi Hasil Penelitian	112
4.4.1 Rekomendasi Relokasi Titik Kumpul (<i>Assembly Point</i>).....	113
4.4.2 Perencanaan Kapasitas Logistik Mitigasi Strategis	113

4.4.3 Strategi Jendela Kritis (<i>Critical Window</i>) Respon Operasional	114
4.4.4 Implementasi Peta <i>Pre-Fire Planning</i> (PFP) dan Navigasi Jalur.....	115
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	117
5.1 Kesimpulan	117
5.2 Saran (Rekomendasi).....	118
5.2.1 Rekomendasi Teknis	118
5.2.2 Rekomendasi Operasional	118
5.2.3 Rekomendasi Akademik dan Penelitian Lanjutan	118
DAFTAR PUSTAKA.....	120
LAMPIRAN	124
RIWAYAT HIDUP	132



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Cedera Luka Bakar Radiasi Termal	16
Tabel 2. 2 Sifat Fisika Iso-Oktana	17
Tabel 2. 3 Sifat Kimia Iso-Oktana	17
Tabel 2. 4 Simbol dalam <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	18
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	29
Tabel 3. 2 Panduan Observasi dan Diskusi Teknis dengan Personel Operasional	35
Tabel 4. 1 Tahapan Proses <i>Unloading</i> BBM Berdasarkan SOP	55
Tabel 4. 2 Tahapan Kritis Proses <i>Unloading</i> BBM	57
Tabel 4. 3 Data Meteorologi Lokasi Penelitian	59
Tabel 4. 4 Karakteristik Fisika dan Kimia Iso-oktana	59
Tabel 4. 5 Parameter Pemodelan <i>Pool Fire</i>	60
Tabel 4. 6 Diameter Komponen Skenario Pelepasan	74
Tabel 4. 7 Parameter Perhitungan Debit Kebocoran	75
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Debit Kebocoran Valve Failure	75
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Debit Kebocoran Hose Failure	76
Tabel 4. 10 Parameter Perhitungan Volume Tumpahan	76
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Volume Bocor Valve Failure	77
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Volume Bocor Hose Failure	77
Tabel 4. 13 Parameter Perhitungan Diameter Genangan	77
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Diameter Genangan Valve Failure	78
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Diameter Genangan Hose Failure	79
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Laju Bakar Massa	91
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Total Massa yang Terbakar pada Skenario Valve Failure	92
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Total Massa yang Terbakar pada Skenario Hose Failure	92
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Burn Duration pada Skenario Valve Failure	93
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Burn Duration pada Skenario Hose Failure	93
Tabel 4. 21 Perbandingan Hasil Perhitungan	94
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Non-dimensional Velocity Valve Failure	95
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Non-dimensional Velocity Hose Failure	95
Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Flame Length Skenario Valve Failure	96
Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Flame Length Skenario Hose Failure	96
Tabel 4. 26 Perbandingan Perhitungan Manual Geometri Api	97
Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan Foam Solution Discharge Skenario Valve Failure	101
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Foam Solution Discharge Skenario Hose Failure	101
Tabel 4. 29 Hasil Perhitungan Volume Foam Solution Skenario Valve Failure	101

Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Volume Foam Solution Skenario Hose Failure..	101
Tabel 4. 31 Hasil Perhitungan Kebutuhan Foam Concentrate Skenario Valve Failure	102
Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan Kebutuhan Foam Concentrate Skenario Hose Failure	102
Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Skenario Valve Failure.....	102
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Skenario Hose Failure.....	103
Tabel 4. 35 Estimasi Kebutuhan <i>Foam</i> dan air	103



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3. 2 <i>Ground Roughness</i>	43
Gambar 4. 1 Area <i>Unloading</i>	53
Gambar 4. 2 Area Sekitar.....	54
Gambar 4. 3 Tampak Atas Area <i>Unloading</i>	54
Gambar 4. 4 Jalur Kedatangan dan Posisi Mobil Tangki pada Area Pembongkaran BBM.....	56
Gambar 4. 5 Rangkaian Komponen Sistem Transfer	57
Gambar 4. 6 Diagram <i>Fault Tree Analysis (FTA) Loss of Containment</i> pada Proses <i>Unloading</i> BBM Skenario <i>Valve Failure</i>	61
Gambar 4. 7 Diagram <i>Fault Tree Analysis Loss of Containment</i> pada Proses <i>Unloading</i> BBM Skenario <i>Hose Failure</i>	62
Gambar 4. 8 Kondisi <i>Hand Lever</i>	63
Gambar 4. 9 Kondisi <i>Gravity Coupling</i>	63
Gambar 4. 10 Kondisi <i>Camlock Coupling</i>	63
Gambar 4. 11 Temuan Kondisi Komponen Pengunci (<i>Locking Arm</i>).....	64
Gambar 4. 12 Temuan Kondisi <i>Flexible Hose</i> (Selang).....	64
Gambar 4. 13 Diagram <i>Event Tree Analysis (ETA) Loss of Containment</i> pada proses <i>Unloading</i> BBM	67
Gambar 4. 14 Temuan Kondisi Isolasi Kabel di Area <i>Unloading</i>	68
Gambar 4. 15 Kondisi Kabel <i>Grounding</i>	68
Gambar 4. 16 Aktivitas Kendaraan di Area <i>Unloading</i>	69
Gambar 4. 17 Kondisi <i>Valve</i> Mobil Tangki.....	72
Gambar 4. 18 Kondisi <i>Gravity Coupling, Locking Arm, dan Locking Pin</i>	73
Gambar 4. 19 Kondisi <i>Camlock Coupling, Seal, Locking Arm, dan Locking Pin</i> pada <i>Hose Transfer</i>	74
Gambar 4. 25 Perbandingan Diameter Genangan dengan Dimensi Truk Tangki. 78	
Gambar 4. 27 Perbandingan Diameter Genangan dengan Dimensi Truk Tangki. 79	
Gambar 4. 28 <i>Location Information</i>	81
Gambar 4. 29 <i>Location Input</i>	82
Gambar 4. 30 <i>Building Parameters</i>	82
Gambar 4. 31 <i>Date and Time</i>	82
Gambar 4. 32 <i>Chemical Information</i>	83
Gambar 4. 33 <i>Chemical Data</i>	83
Gambar 4. 34 <i>Atmospheric Input 1</i>	84
Gambar 4. 35 <i>Atmospheric Input 2</i>	84
Gambar 4. 36 <i>Type of Puddle</i>	85
Gambar 4. 37 <i>Puddle Input 1</i>	85
Gambar 4. 38 <i>Puddle Input 2</i>	85
Gambar 4. 39 <i>Source Strength</i>	85
Gambar 4. 40 <i>Threat Zone Display</i>	86
Gambar 4. 41 <i>Threat Zone Summary</i>	86

Gambar 4. 42 <i>Type of Puddle</i>	88
Gambar 4. 43 <i>Puddle Input 1</i>	88
Gambar 4. 44 <i>Puddle Input 2</i>	89
Gambar 4. 45 <i>Source Strength</i>	89
Gambar 4. 46 <i>Threat Zone Display</i>	90
Gambar 4. 47 <i>Threat Zone Summary</i>	90
Gambar 4. 57 <i>Visualisasi Threat Zone Citra Satelit Skenario Valve Failure</i>	98
Gambar 4. 58 <i>Visualisasi Threat Zone Citra Satelit Skenario Hose Failure</i>	98
Gambar 4. 67 <i>Peta Pre-Fire Planning (PFP)</i>	113



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kondisi Area <i>Unloading</i> dan Fasilitas Operasional SPBU XYZ ...	125
Lampiran 2 Dokumentasi Observasi Lapangan Pada Saat Proses Transfer BBM	126
Lampiran 3 Dokumentasi Pengukuran Meteorologi.....	127
Lampiran 4 Rekapitulasi Hasil Pengukuran dan Pengamatan Meteorologi	129
Lampiran 5 Dokumentasi Pengukuran Komponen dan Tangki	130
Lampiran 6 Dokumentasi Selama Observasi	131



Intelligentia - Dignitas