

**ANALISIS KEBUTUHAN PEMADAMAN PADA PROSEDUR  
*PRE-FIRE PLANNING* TANGKI TIMBUN T-16 DI PUSAT  
PENAMPUNG PRODUKSI PERUSAHAAN INDUSTRI MIGAS  
PT. X**



*Mencerdaskan &  
Memartabatkan Bangsa*

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Anggra Andara Fattah**

**5315155586**

**Skripsi Ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2020**



## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Kebutuhan Pemadaman pada Prosedur *Pre-Fire Planning* Tangki Timbun T-16 di Pusat Penampung Produksi Perusahaan Industri Migas PT. X

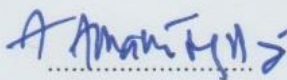


Nama : Anggra Andara Fattah

No. Registrasi : 5315155586

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Dr. Catur Setyawan K., ST., MT.</u> NIP : 197102232006041001 (Dosen Pembimbing I)		11/2/2020
<u>Ja'Far Amiruddin, ST., MT.</u> NIP : 197301152005011001 (Dosen Pembimbing II)		11.2.2020

### PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<u>Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.</u> NIP : 197110162008122001 (Ketua Penguji)		11 Februari 2020
<u>Dra. Ratu Amilia Avianti, M.Pd.</u> NIP : 196508161990032001 (Sekretaris)		11/2-2020
<u>Nugroho Gama Yoga, ST., MT.</u> NIP : 197602052006041001 (Dosen Ahli)		11 Februari 2020

Tanggal Lulus : 7 Februari 2020

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.

NIP. 197110162008122001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Anggra Andara Fattah**

No. Registrasi : **5315155586**

Tempat, tanggal lahir : **Jakarta, 28 Januari 1997**

Alamat : **Jl. Gelong Baru Barat IV no.14, Tomang, Jakarta Barat**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul “**Analisis Kebutuhan Pemadaman pada Prosedur Pre-Fire Planning Tangki Timbun T-16 di Pusat Penampung Produksi Perusahaan Industri Migas PT. X**” adalah karya tulis ilmiah yang saya buat
2. Karya tulis ilmiah ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dn ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, 28 Januari 2020

Yang membuat pernyataan,



Anggra Andara Fattah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 : Anggra Andara Fattah  
NIM : 5315155586  
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin  
Alamat email : anggraandara28@gmail.com

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

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

yang berjudul :

Analisis Kebutuhan Pemadaman Pada Prosedur Pre-Fire Planning Tangki Timbun  
T-16 di Pusat Penampung Produksi Perusahaan Industri Migas PT.X


Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan 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, 8 Maret 2020

Penulis

  
(Anggra Andara Fattah )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kasih sayang-Nya, penulis masih diberikan nikmat sehat dan kelancaran dalam penulisan skripsi yang berjudul : **“Analisis Kebutuhan Pemadaman pada Prosedur *Pre-Fire Planning* Tangki Timbun T-16 di Pusat Penampung Produksi Perusahaan Industri Migas PT. X”** harapan penulis agar bisa selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari sepenuhnya tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, khususnya dari Dosen Pembimbing yang telah memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang telah mendidik penulis sampai akhirnya bisa meraih gelar Sarjana. Dan juga atas doa dan dukungannya berupa moril maupun materi kepada penulis yang tidak pernah berhenti.
2. Ibu Aam Aminingsih Jumhur, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Catur Setyawan K., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa dengan sabarnya memberikan bimbingan akademik selama menempuh perkuliahan dan memberikan arahan serta dukungan untuk penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Ja'far Amiruddin, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak I Wayan Sugita, ST., MT. Selaku dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen dan staff program studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta
7. Seluruh dosen dan staff program studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta

8. Maharani Zhafirah yang telah membantu memberikan dukungan moral dan selalu menghibur disaat penulis mengalami banyak kesulitan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Debby Chandra Saputra yang selalu mengingatkan dan menanyakan kabar penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
10. Teman – teman program studi Pendidikan Teknik Mesin konsentrasi Teknik Keselamatan dan Proteksi Kebakaran 2015, yang telah memberikan semangat dan terus berjuang bersama penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 28 Januari 2020

Anggra Andara Fattah

5315155586

## ABSTRAK

Anggra Andara Fattah, Analisis Kebutuhan Pemadaman Pada Prosedur *Pre-Fire Planning* Tangki Timbun T-16 Di Pusat Penampung Produksi Perusahaan Industri Migas PT. X. Skripsi, Jakarta : Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2020.

Kebakaran dan ledakan merupakan bahaya yang dapat terjadi dalam suatu proses industri migas. Kebakaran adalah kejadian yang paling ditakuti karena besarnya angka risiko serta tingkat konsekuensi yang tinggi pada setiap kejadiannya. Salah satu kebakaran yang dapat terjadi dalam industri migas adalah kebakaran jenis *pool fire* pada kilang minyak. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan terhadap kekurangan pada perhitungan kebutuhan pemadaman tangki timbun T-16 di Pusat Penampung Produksi perusahaan industri migas PT.X.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tangki berisiko mengalami kebakaran dengan skenario *unobstructed full liquid surface fire* dengan bentuk *pool fire*. Setelah dilakukan perhitungan, didapat laju pelepasan kalor sebesar 665.870,59 kW, dengan durasi kebakaran 83,86 jam untuk tangki terisi 100%, 41,84 jam untuk tangki terisi 50%, dan 20,92 jam untuk tangki terisi 25%. Ketinggian api didapat setinggi 25,31 meter. Radiasi api sebesar 6,45 kW/m<sup>2</sup> terhadap tangki T-15 dan 6,18 kW/m<sup>2</sup> terhadap tangki T-18. Persediaan air telah mampu untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, tapi persediaan *foam* hanya mampu untuk memenuhi 67,80% dari kebutuhan *foam* untuk pemadaman kebakaran. Telah dilakukan perbaikan dalam bentuk perancangan pipa yang baru dengan menambahkan 2 *fixed fire monitor* untuk mendinginkan bagian tangki T-15 dan T-18 yang terkena radiasi panas. Perlu ditambahkan 2 buah *pump unit* dengan kapasitas *flow rate* sebesar 6000 liter/menit.

**Kata Kunci:** kebakaran, *pool fire*, laju pelepasan kalor, persediaan air, perancangan pipa

## ABSTRACT

Anggra Andara Fattah, *Fire Suppression Supply Analysis on Pre-Fire Planning of T-16 Tank at X Company Oil and Gas Industry Main Gathering Station*. Thesis, Jakarta : Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, January 2020.

*Fire and explosion are an accident that can happen in an oil and gas industry. Fire is the most feared event due to the magnitude of the risk figure as well as the high degree of consequence in each occurrence. One kind of fires that can happen in the oil and gas industry is pool fire on the refinery. This research aims to make improvements to the deficiencies in the calculation of the needs of the T-16 reservoir tank in the main gathering station of X company of oil and gas industry.*

*The results showed that the tank was at risk of fire with an unobstructed full liquid surface fire scenario with a form of pool fire. After the calculation, it was obtained that the heat release rate is 665.870,59 kW, with a fire duration of 83,86 hours for the 100% filled tank, 41,84 hours for the 50% filled tank, and 20,92 hours for the 25% filled tank. The flame height gained as high as 25,31 meters. Flame radiation amounted to 6,45 kW/m<sup>2</sup> against the T-15 tanks and 6,18 kW/m<sup>2</sup> against the T-18 tanks. The water supply has been able to meet the needs of cooling water, but the foam supplies are only able to meet 67,80% of foam requirement for fire fighting. An improvements has been done in the form of a new pipeline design by adding 2 fixed fire monitors to cool down parts of the T-15 and T-18 tanks that exposed to the fire flame radiation. 2 pump unit with flow rate capacity of 6000 liter/minute needs to be added.*

**Keywords:** *fire, pool fire, heat release rate, water supply, pipeline design*



## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
LEMBAR MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Rumusan Masalah .....	3
1.5. Tujuan Penelitian .....	3
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II KAJIAN TEORI .....	6
2.1. Kebakaran dan Ledakan .....	6
2.1.1. Kebakaran .....	6
2.1.2. Ledakan .....	6
2.2. Teori Api .....	7
2.3. Klasifikasi Kebakaran .....	8
2.3.1. Klasifikasi Kebakaran Menurut NFPA .....	8
2.3.2. Klasifikasi Kebakaran di Indonesia .....	9
2.4. Tahap Pengembangan Kebakaran .....	10

2.4.1.	Fase Penyalaan ( <i>Ignition Stage</i> ).....	10
2.4.2.	Fase Pertumbuhan ( <i>Growth Stage</i> ).....	10
2.4.3.	<i>Flashover</i> .....	11
2.4.4.	Pembakaran Penuh ( <i>Fully Developed Fire</i> ).....	11
2.4.5.	Penghancuran Api.....	11
2.5.	Bentuk Kebakaran Hidrokarbon.....	12
2.5.1.	<i>Jet Fire</i> .....	12
2.5.2.	<i>Flash Fire</i> .....	12
2.5.3.	<i>Pool Fire</i> .....	13
2.5.4.	<i>Fire Ball</i> .....	13
2.6.	Tangki Penyimpanan.....	14
2.6.1.	Tangki Atmosferik ( <i>Atmospheric Tank</i> ).....	15
2.7.	Penyebab Kebakaran dan Ledakan Pada Tangki.....	17
2.7.1.	Kegagalan Operasi.....	17
2.7.2.	Kegagalan Instrumen.....	17
2.7.3.	Petir.....	18
2.7.4.	Sabotase.....	18
2.7.5.	Listrik Statis.....	18
2.7.6.	Kegagalan Maintenance.....	18
2.7.7.	Kerusakan/Retak Tangki.....	18
2.7.8.	Api Terbuka.....	19
2.7.9.	Bencana Alam.....	19
2.7.10.	Pecah dan Kebocoran Pemipaan.....	19
2.8.	<i>Pre-Fire Plan</i> .....	19
2.9.	<i>Pre-Incident Planning</i> pada PT. X.....	21
2.10.	Kegiatan di Pusat Penampung Produksi.....	27
2.11.	Penilaian Besar Kebakaran.....	27
2.11.1.	Menentukan Skenario Kebakaran.....	27
2.11.2.	Mengestimasi Besar Kebakaran.....	28

2.11.2.1.	Mengestimasi <i>Pool Fire Heat Release Rate</i> .....	29
2.11.2.2.	Mengestimasi <i>Pool Fire Burning Duration</i> .....	30
2.11.2.3.	Mengestimasi <i>Pool Fire Flame Height</i> .....	30
2.11.2.4.	Mengestimasi <i>Pool Fire Thermal Radiant Incident</i> .....	31
2.12.	Mengestimasi Kebutuhan Media Pemadam dan Pendingin.....	32
2.13.	Menghitung <i>Head Loss</i> pada Pipa.....	34
2.14.	Menghitung Kebutuhan Daya Pompa.....	36
2.15.	Penelitian Terdahulu.....	37
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		<b>41</b>
3.1.	Diagram Alir.....	41
3.2.	Lokasi dan Objek Penelitian.....	42
3.3.	Pengumpulan Data.....	42
3.4.	Penilaian Potensi Bahaya Kebakaran.....	43
3.5.	Penilaian Sarana Penanggulangan Kebakaran.....	43
3.6.	Skenario Kebakaran.....	43
3.7.	Menghitung Estimasi Besar Kebakaran.....	44
3.8.	Menghitung Kebutuhan Pemadaman.....	44
3.9.	Analisis Perbandingan Antara Hasil Perhitungan Dengan Kondisi di Lapangan.....	44
3.10.	Melakukan Perbaikan Pada Sistem Proteksi Aktif.....	44
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....		<b>45</b>
4.1.	Pemilihan Objek Penelitian.....	45
4.2.	Karakteristik Tangki dan Bahan Tersimpan.....	45
4.3.	Identifikasi Kondisi Lingkungan.....	47
4.4.	Penilaian Potensi Bahaya Kebakaran.....	47
4.5.	Penilaian Sarana Penanggulangan Kebakaran.....	47
4.6.	Skenario Kebakaran.....	54
4.7.	Perhitungan Estimasi Besar Kebakaran.....	54

4.8.	Menghitung <i>Heat Release Rate</i> .....	55
4.9.	Menghitung <i>Burning Duration</i> .....	56
4.10.	Menghitung <i>Flame Height</i> .....	57
4.11.	Menghitung <i>Radiant Heat Flux</i> .....	57
4.12.	Kebutuhan Air Pemadam .....	61
4.13.	Kebutuhan Air Pendingin .....	62
4.13.1.	Debit Air Pendingin .....	62
4.13.2.	Kapasitas Air Pendingin .....	63
4.14.	Pemenuhan Media Pemadam .....	63
4.15.	Perbaikan Sistem Proteksi Aktif .....	65
4.15.1.	<i>Fire Monitor</i> .....	65
4.15.1.1.	Perhitungan <i>Head Loss</i> Sistem Perpipaan <i>Fire Monitor</i> .....	66
4.15.2.	<i>Foam</i> .....	75
4.15.2.1.	Perhitungan <i>Head Loss</i> Sistem Perpipaan <i>Foam Chamber</i> .....	76
4.15.3.	Pompa .....	86
4.15.3.1.	Daya Pompa <i>Fire Monitor</i> .....	86
4.15.3.2.	Daya Pompa <i>Foam Chamber</i> .....	88
4.15.3.3.	Analisis Kebutuhan Pompa .....	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		91
5.1.	Kesimpulan .....	91
5.2.	Saran .....	92
DAFTAR PUSTAKA .....		93
LAMPIRAN .....		95
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klasifikasi Kebakaran Berdasarkan NFPA 11 .....	8
Tabel 2.2.	<i>Flammable Liquids</i> .....	9
Tabel 2.3.	<i>Combustible Liquids</i> .....	9
Tabel 2.4.	Klasifikasi Kebakaran di Indonesia .....	10
Tabel 2.5.	Penjelasan Data Estimasi .....	28
Tabel 2.6.	Penjelasan Data Input Parameter .....	28
Tabel 2.7.	Kriteria Dampak Makhluk Hidup dan Properti .....	32
Tabel 2.8.	Koefisien Pipa dan Harga C (formula Hazen-William).....	35
Tabel 2.9.	Tabel <i>Loss Coefficient Valve</i> .....	36
Tabel 2.10.	Penelitian Terdahulu .....	38
Tabel 4.1.	Data Diameter dan Tinggi Tangki Penyimpanan <i>Crude Oil</i> ..	46
Tabel 4.2.	Data Jarak Antar Tangki Penyimpanan <i>Crude Oil</i> .....	46
Tabel 4.3.	Identifikasi Kondisi Lingkungan .....	47
Tabel 4.4.	Identifikasi Potensi Bahaya Kebakaran Pada Tangki T-16 ..	47
Tabel 4.5.	Identifikasi Lapangan Sistem Penanggulangan Kebakaran di PPP .....	53
Tabel 4.6.	Data Estimasi .....	54
Tabel 4.7.	Data Input Parameter .....	55
Tabel 4.8.	Paparan Radiasi Panas dan Efek Lingkungan .....	59
Tabel 4.9.	Tabel Bahaya Radiasi Panas .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Ilustrasi Segitiga Api.....	8
Gambar 2.2.	Tahapan Pengembangan Kebakaran.....	11
Gambar 2.3.	<i>Jet Fire</i> .....	12
Gambar 2.4.	<i>Flash Fire</i> .....	12
Gambar 2.5.	<i>Pool Fire</i> .....	13
Gambar 2.6.	<i>Fire Ball</i> .....	14
Gambar 2.7.	<i>Fixed Roof Tank</i> .....	15
Gambar 2.8.	<i>Floating Roof Tank</i> .....	16
Gambar 2.9.	<i>Dome External Floating Roof Tank</i> .....	17
Gambar 2.10.	Laju Pembakaran Hidrokarbon Cair.....	29
Gambar 2.11.	<i>Loss Coefficient for Minor Losses</i> .....	35
Gambar 2.12.	<i>Loss Coefficient for Fire Monitor</i> .....	36
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 4.1.	Tangki T-16.....	45
Gambar 4.2.	Layout Tangki Kilang Minyak.....	46
Gambar 4.3.	<i>Foam Chamber</i> .....	48
Gambar 4.4.	<i>Pump House</i> .....	49
Gambar 4.5.	<i>Hydrant</i> .....	49
Gambar 4.6.	Pipa <i>Sprinkler</i> .....	50
Gambar 4.7.	<i>Fixed Monitor</i> .....	50
Gambar 4.8.	Semprotan Air <i>Fixed Monitor</i> .....	51
Gambar 4.9.	<i>Bundwall</i> .....	51
Gambar 4.10.	<i>Bundwall 2</i> .....	52
Gambar 4.11.	<i>Water Pond</i> .....	52
Gambar 4.12.	Peta <i>Threat Zone</i> Akibat Kebakaran.....	60
Gambar 4.13.	Perancangan Sistem Perpipaan <i>Fire Monitor</i> dan <i>Foam Tank</i> .....	66
Gambar 4.14.	Sistem Perpipaan <i>Fire Monitor</i> .....	67
Gambar 4.15.	Sistem Perpipaan <i>Foam Chamber</i> .....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran.1.	Spesifikasi Pipa ASTM A 53 Schedule 40.....	95
Lampiran.2.	Perhitungan Excel <i>Losses</i> Sistem Perpipaan <i>Fire Monitor</i> dan <i>Foam Chamber</i> .....	96

