

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA TANGKI
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL**



MILZA NUR TSURRAYYA

1517618023

PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2023

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA
TANGKI PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL

Penyusun : Milza Nur Tsurrayya


NIM : 1517618023

Tanggal Ujian: 31 Juli 2023

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP. 197102232006041001



Pratomo Setyadi, S.T., M.T
NIP. 1918102222006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP. 197102232006041001



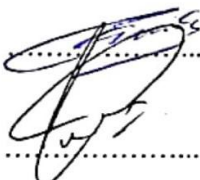
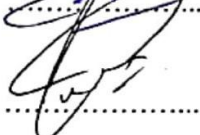
LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA
TANGKI PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL


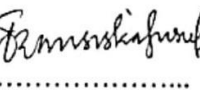

Penyusun : Milza Nur Tsurrayya

NIM : 1517618023


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D</u> NIP. 197102232006041001 (Dosen Pembimbing I)		16/8 2023
<u>Pratomo Setyadi, S.T., M.T</u> NIP. 19810222200641001 (Dosen Pembimbing II)		22/8 2023

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<u>Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T</u> NIP. 198105052008121002 (Ketua Penguji)		16/8/2023
<u>Fransisca Maria Farida, S.T., M.T</u> NIP. 197612212008122002 (Sekretaris)		15/8/2023
<u>Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T</u> NIP. 197602052006041001 (Dosen Ahli)		15/8/2023

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Universitas Negeri Jakarta


Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP. 197102232006041001

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, 24 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Milza Nur Tsurrayya

1517618023

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

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 : Milza Nur Tsurrayya
NIM : 1517618023
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Prodi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : tsurrayamilza@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 : Perancangan Sistem Proteksi Kebakaran Pada Tangki PT. Kilang Pertamina Internasional

.....
.....
.....

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, 24 Agustus 2023

Penulis

(Milza Nur Tsurrayya)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perancangan Sistem Proteksi Kebakaran pada Tangki PT. Kilang Pertamina Internasional”. Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran dan mencapai gelar Sarjana Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena mendapat bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penyelesaian skripsi. Oleh karena itu, dengan kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sudah terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Kedua Orang Tua Penulis yang hebat, Mama Juwita Sinaga dan Ayah Joni Suhariyanto yang telah memberikan kasih sayang, doa dan dukungan berupa moril dan materiil.
2. Berich Agra Mazel (adik), Mba Nia dan Ibu Yani (saudara) serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi yang membangun semangat bagi Penulis.
3. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T, Ph.D selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran dan Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada Penulis selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada Penulis selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Rachmat Iknas dan Ibu Aprilia, selaku pembimbing magang di PT. Kilang Pertamina Internasional.
6. Azhrin Nabila Ramadhanty dan Klarisa Permatasari yang selalu siap sedia menampung keluh kesah, memberikan doa dan dukungan kepada Penulis.
7. Haris Abdullah, sahabat penulis yang menemani, mendengarkan keluh kesah, membantu dan memberikan dukungan kepada Penulis.

8. Ariq Harits, Maghvira Safitri dan Luthfiana Rachma, rekan penulis selama kuliah yang selalu menghibur dan memberikan bantuan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
9. Rizal, Yudha, Daffa, Shinta, Alfin, Taufan, Farhan, Aliman, Dewi, Reva, Ammar, Fatimah dan seluruh teman-teman Rekayasa Keselamatan Kebakaran Angkatan 2018 yang memberikan canda tawa dan bantuan selama perkuliahan.
10. Teman-teman dari SMA sampai sekarang, yaitu Ajeng, Angel, Aulia, Adinda dan Nisa yang selalu menghibur, memberikan dukungan dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Dalam skripsi ini, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, maka dari itu Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk menyempurnakan skripsi ini hingga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 24 Agustus 2023



Milza Nur Tsurrayya

1517618023

ABSTRAK

Milza Nur Tsurrayya. Perancangan Sistem Proteksi Kebakaran pada Tangki PT Kilang Pertamina Internasional.

Kebakaran pada RU-VI Balongan telah dilakukan investigasi oleh beberapa pihak dengan kesimpulan bahwa kebakaran terjadi akibat sambaran petir atau induksi pada tangki. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis terdorong untuk melakukan perencanaan pembangunan kembali tangki yang dilengkapi dengan *foam system* dan sistem penangkal petir sebagai upaya penanggulangan kebakaran di area tangki. Ukuran tangki yang baru dihitung dengan mengacu pada NFPA 30. Metode penelitian ini menggunakan teknik analisis data dengan standar dari *United States Nuclear Regulatory Commission* untuk menentukan besar potensi kebakaran dan data untuk menentukan kebutuhan media pemadam. Pada data tersebut dibuat gambar menggunakan *software Autocad*. Penelitian ini mengembangkan skenario kebakaran *Unobstructed full liquid surface fire* yaitu kebakaran yang terjadi karena atap tangki lepas akibat ledakan atau kelebihan tekanan sehingga terbentuk *pool fire*. Selanjutnya merancang instalasi *foam chamber* yang meliputi kebutuhan media pemadaman, jumlah *foam chamber*, sistem perpipaan dan daya pompa serta menentukan alat proteksi petir pada tangki. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu tangki berdiameter 45 meter membutuhkan media pemadaman 2.868.851 liter air, 10.754 liter konsentrat busa, *foam chamber* berjumlah 4 unit, laju aliran 1.629,4 liter/menit dan tingkat III proteksi petir dengan *grounding system* menggunakan tipe A, batang elektroda vertikal berjumlah 2.

Kata Kunci: Tangki Penyimpanan, *Foam System*, Penangkal Petir

ABSTRACT

Milza Nur Tsurrayya. Perancangan Sistem Proteksi Kebakaran pada Tangki PT Kilang Pertamina Internasional.

The fire at RU-VI Balongan has been investigated by multiple parties, with the conclusion that the fire occurred due to a lightning strike or tank induction. Based on this situation, the author is prompted to undertake the planning of reconstructing the tank, equipped with a foam system and lightning protection system, as an effort to address fires in the tank area. The dimensions of the new tank are calculated in accordance with NFPA 30. This research methodology employs data analysis techniques following the standards of the United States Nuclear Regulatory Commission to determine the potential size of the fire and data to specify the fire suppression media requirements. Drawings are then created based on this data using AutoCAD software. This study develops a scenario of an Unobstructed Full Liquid Surface Fire, which is a fire that occurs due to the tank roof detaching from an explosion or excess pressure, resulting in a pool fire. Subsequently, the design of the foam chamber installation includes the fire suppression media requirements, the number of foam chambers, the piping system, pump power, and the determination of lightning protection equipment for the tank. The conclusion of this research is that a tank with a diameter of 45 meters requires 2,868,851 liters of water as fire suppression media, 10,754 liters of foam concentrate, 4 units of foam chambers, a flow rate of 1,629.4 liters/minute, and level III lightning protection with a grounding system using Type A, consisting of 2 vertical electrode rods.

Keywords: Storage Tank, Foam System, Lightning Rod

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.5.1 Tujuan Umum.....	5
1.5.2 Tujuan Khusus.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tangki Penyimpanan.....	6
2.1.1 Jenis Tangki Penyimpanan.....	6
2.2 Potensi Kebakaran pada Tangki Penyimpanan.....	9
2.2.1 Pengertian dan Klasifikasi Kebakaran.....	9
2.2.2 Bentuk Kebakaran Hidrokarbon.....	10
2.2.3 Penyebab Kebakaran pada Tangki.....	13
2.3 Sistem Proteksi Kebakaran.....	15
2.3.1 Sistem Proteksi Kebakaran Aktif.....	15
2.3.2 Sistem Proteksi Kebakaran Pasif.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27

3.1	Lokasi dan Objek Penelitian.....	27
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.2.1	Menentukan Ukuran dan Jarak Tangki	29
3.2.2	Analisis Bahaya Kebakaran	30
3.2.3	Menghitung Kebutuhan Media Pemadaman.....	32
3.2.4	Menentukan Jumlah <i>Foam chamber</i> dan <i>Foam Tank</i>	35
3.2.5	Menghitung <i>Losses</i> pada Pipa.....	36
3.2.6	Menghitung Daya Pompa.....	37
3.2.7	Menentukan Sistem Penangkal Petir.....	38
3.3	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	39
3.4	Teknik Analisis Data	40
BAB IV HASIL PENELITIAN		41
4.1	Ukuran dan Jarak Tangki	41
4.2	Analisis Bahaya Kebakaran.....	44
4.2.1	Besar Laju Pelepasan Panas (<i>Heat Release Rate</i>).....	45
4.2.2	Durasi Terbakarnya Tangki (<i>Burning Duration</i>).....	45
4.2.3	Tinggi Kebakaran (<i>Flame Height</i>).....	45
4.2.4	Menghitung <i>Incident Radiative Heat Flux</i>	45
4.3	Menghitung Kebutuhan Media Pemadaman	49
4.3.1	Menghitung <i>Foam Solution Discharge</i>	49
4.3.2	Menghitung Kebutuhan <i>Foam Concentrate</i>	49
4.3.3	Menghitung Kebutuhan Air	49
4.3.4	Menghitung Debit Air Pendingin.....	50
4.3.5	Menghitung Kapasitas Air Pendingin	50
4.3.6	Menghitung Total Kebutuhan Air.....	50
4.4	Menentukan <i>Foam chamber</i> dan <i>Foam Tank</i>	51
4.4.1	Menghitung Jumlah <i>Foam chamber</i> dan <i>Expanded Foam Rate</i>	51
4.4.2	Menentukan Ukuran Pipa <i>Inlet</i> dan <i>Outlet Foam chamber</i>	51
4.4.3	Menentukan <i>Foam Tank</i>	53
4.5	Menghitung Sistem Perpipaan.....	54
4.5.1.	<i>Head Loss</i> Sistem Perpipaan pada <i>Foam chamber</i>	54
4.5.2.	Total Kerugian dalam Pipa.....	63
4.5.3.	<i>Head Statis</i>	63
4.5.4.	<i>Head Tekanan</i>	63

4.5.5.	<i>Head</i> Total.....	64
4.6	Menghitung Daya Pompa.....	64
4.6.1.	Net Positive Suction Head (NPSH).....	64
4.6.2.	Daya Pompa Maksimal (P_w)	64
4.6.3.	Daya Poros Maksimal (P)	64
4.7	Menentukan Tingkat Proteksi Petir.....	65
4.7.1	Menghitung Kerapatan Sambaran Petir	65
4.7.2	Menghitung Area Proteksi Pada Gedung.....	65
4.7.3	Menghitung Frekuensi Sambaran Petir Langsung.....	65
4.7.4	Menghitung Efisiensi Sambaran Petir.....	66
4.8	Menentukan Alat Proteksi Terhadap Sambaran Petir	66
4.9	Grounding System.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Tangki Setelah Terbakar	3
Gambar 2. 1 Fixed Roof Tank.....	7
Gambar 2. 2 External Floating Roof Tank.....	7
Gambar 2. 3 Internal Floating Roof Tank.....	8
Gambar 2. 4 Domed External Floating Roof Tank.....	8
Gambar 2. 5 Jet Fire	11
Gambar 2. 6 Pool Fire	12
Gambar 2. 7 Flash Fire.....	12
Gambar 2. 8 Fire Ball.....	13
Gambar 2. 9 Sistem Sprinkler	16
Gambar 2. 10 Detektor Kebakaran.....	17
Gambar 2. 11 Hidran.....	17
Gambar 2. 12 Foam System	18
Gambar 2. 13 Foam Chamber	20
Gambar 2. 14 Pompa Sentrifugal.....	22
Gambar 2. 15 Terminasi Udara.....	25
Gambar 2. 16 Penangkal Petir Franklin	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4. 1 Jarak Antar Tangki Sebelum Terbakar.....	42
Gambar 4. 2 Jarak Tangki Yang Akan Dibangun	43
Gambar 4. 3 Efek Domino pada Tangki	46
Gambar 4. 4 Radiative Heat Flux.....	46
Gambar 4. 5 Daerah Tangki 42-T-301 F yang Terkena Radiasi Panas	48
Gambar 4. 6 P&ID Sistem Perpipaan	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Daftar Insiden Kebakaran pada Kilang Pertamina.....	1
Tabel 2. 1 Klasifikasi Kebakaran	9
Tabel 2. 2 Flammable Liquids Kelas I.....	10
Tabel 2. 3 Combustible Liquids Kelas III.....	10
Tabel 2. 4 Jenis Sambungan Pipa.....	20
Tabel 3. 1 Jarak Minimum Antara Dinding Tangki Luar dari Tangki Penyimpanan di Atas Permukaan	29
Tabel 3. 2 Minimum Discharge Times and Application Rate for Fixed Roof Tank Containing Hydrocarbons	33
Tabel 3. 3 Number of Fixed Foam Discharge Outlets for Fixed Roof Tanks..	35
Tabel 3. 4 Koefisien Pipa dan Harga C (Formula Hazen-William).....	37
Tabel 3. 5 Tingkat Proteksi Petir	39
Tabel 4. 1 Data Jarak Tangki 42-T-301 G dengan Tangki di Sekitarnya	41
Tabel 4. 2 Percobaan Diameter Tangki >150 ft dan Jarak Antar Tangki	42
Tabel 4. 3 Percobaan Diameter Tangki <150 ft dan Jarak Antar Tangki	42
Tabel 4. 4 Data Jarak Perencanaan Pembangunan Tangki 42-T-301 G dengan Tangki di Sekitarnya	43
Tabel 4. 5 Input Parameter Liquid Pool Fire.....	44
Tabel 4. 6 Ukuran Pipa Inlet dan Outlet Foam Chamber.....	52
Tabel 4. 7 Spesifikasi Foam Chamber pada Penelitian.....	53
Tabel 4. 8 Spesifikasi Foam Tank pada Penelitian	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Piping Layout	73
Lampiran 2. P&ID Foam System.....	74
Lampiran 3. Data Sheet Foam Chamber	75
Lampiran 4. Data Sheet Foam Tank	76
Lampiran 5. Kurva Efisiensi Pompa.....	77

