

**ANALISA POTENSI KEBAKARAN DAN DAMPAK LEDAKAN
MENGUNAKAN METODE *DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX*
PADA TANGKI LNG (*LIQUIFIED NATURAL GAS*)
DI TERMINAL PENYIMPANAN SEMENTARA BAHAN BAKAR
LNG PT. BADAQ NGL BONTANG**

TUGAS AKHIR



Diaz Tri Nugroho

1202923012

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2023**

**ANALISA POTENSI KEBAKARAN DAN DAMPAK LEDAKAN
MENGUNAKAN METODE *DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX*
PADA TANGKI LNG (*LIQUIFIED NATURAL GAS*)
DI TERMINAL PENYIMPANAN SEMENTARA BAHAN BAKAR
LNG PT. BADAQ NGL BONTANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Diaz Tri Nugroho

1202923012

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA


2023

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 : Diaz Tri Nugroho

NIM : 1202923012

Tanda Tangan : 

Tanggal : 4 April 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Diaz Tri Nugroho

NPM : 1202923012

Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Analisa Potensi Kebakaran dan Dampak Ledakan Menggunakan Metode *Dow's Fire and Explosion Index* Pada Tangki LNG (*Liquefied Natural Gas*) di Terminal Penyimpanan Sementara Bahan Bakar LNG PT. Badak NGL Bontang

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Adi Budipriyanto, S.T., M.T

Penguji : Ir. Invanos Tertiana, M.M., MBA

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



()
()
()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 4 April 2023

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah kepada Allah swt. karena telah memberikan kemudahan pada penulis dalam melaksanakan penelitian hingga menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Sungguh tanpa bimbingan-Nya tentu penulis tidak dapat melalui segala proses yang penuh suka-cita dengan sebaik-baiknya. Semoga Allah memberikan berkah dan ridho-Nya. Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Ridwan D, dan Ibu Tri Lestari P yang senantiasa memberikan motivasi, mendukung, menasihati, memberikan kasih sayang yang luar biasa dan mendoakan penulis sehingga penulis dapat terus berjuang meraih cita-cita.
2. Dosen Pembimbing Akademis (PA), Bapak Adi Budipriyanto yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan tugas akhir.
3. Bapak Dewan Penguji yang telah berkenan meluangkan waktu untuk menjadi penguji dalam sidang tugas akhir dan membagi ilmu, pengalaman serta masukan yang membangun bagi penulis.
4. Segenap pimpinan dan karyawan PT.Badak NGL serta berbagai pihak di dalamnya yang telah memberikan kesempatan dan pengalaman tak ternilai kepada penulis untuk melakukan penelitian serta banyak memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
5. Segenap pengajar, staff dan asisten dosen di lingkungan Universitas Bakrie, terutama Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, yang berperan penting dalam membentuk karakter dan pengembangan diri serta pengembangan ilmu yang terjadi selama masa perkuliahan berlangsung.
6. Istri dan Anak-anak tercinta yang telah memberikan dukungan terbaiknya demi kelancaran kuliahku.
7. Sahabat-sahabatku di Departemen Fire & Safety serta sahabat- sahabatku dari kecil hingga saat ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang tentu telah membantu, memberikan semangat dan doa dengan tulus dan selalu memberikan atmosfer positif bagi penulis.

8. Rekan-rekan yang telah membantu membagikan ilmu, meluangkan waktu untuk diskusi dan bentuk bantuan lain hingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.

Terima kasih untuk semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu atas bantuan dan dukungan selama menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Semoga apa yang penulis berikan dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak.

Jakarta, 4 April 2023



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diaz Tri Nugroho
NPM : 1202923012
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Penelitian Industri

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

**ANALISA POTENSI KEBAKARAN DAN DAMPAK LEDAKAN
MENGUNAKAN METODE *DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX*
PADA TANGKI LNG (*LIQUIFIED NATURAL GAS*)
DI TERMINAL PENYIMPANAN SEMENTARA BAHAN BAKAR
LNG PT. BADAQ NGL BONTANG**

Beserta 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 : 4 April 2023

Yang menyatakan.



(Diaz Tri Nugroho)

**ANALISA POTENSI KEBAKARAN DAN DAMPAK LEDAKAN
MENGUNAKAN METODE *DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX* PADA
TANGKI LNG (*LIQUIFIED NATURAL GAS*) DI TERMINAL PENYIMPANAN
SEMENTARA BAHAN BAKAR LNG PT. BADAQ NGL BONTANG**

Diaz Tri Nugroho

ABSTRAK

LNG (*Liquified Natural Gas*) memiliki risiko ledakan dan kebakaran yang besar. Kebutuhan LNG domestik yang meningkat memaksa beberapa alternatif baru dalam proses pengiriman LNG ke konsumen diseluruh Indonesia. Transportasi LNG di Indonesia perlahan sudah mulai beralih dari yang skala besar menjadi skala kecil dengan alternatif menggunakan tangki penyimpanan sementara (ISO Tank), sehingga dapat menjangkau lokasi yang tidak memiliki fasilitas pelabuhan khusus LNG. PT.Badak NGL adalah salah satu kilang LNG di Indonesia yang saat ini melayani pengiriman LNG dengan kargo ataupun ISO Tank. Ancaman ledakan dan kebakaran pada fasilitas minyak dan gas tidak bisa dihindari, sehingga diperlukan penilaian yang akurat sehingga mitigasi risiko tersebut bisa dilakukan dengan tepat. Dengan standardisasi keselamatan proses dan keselamatan kerja yang tinggi, upaya pencegahan dalam proses pengisian dan penyaluran LNG harus dipastikan dalam kondisi aman. Tulisan ini bertujuan untuk menilai potensi ledakan dan kebakaran pada tangki penyimpanan sementara (LNG ISO Tank 40 ft) di fasilitas penyimpanan yang dimiliki oleh PT.Badak NGL. Analisa potensi ledakan dan kebakaran pada LNG ISO Tank dilakukan dengan metode *Dow's Fire and Explosion Index 7th Edition*. Hasil analisa didapatkan nilai F&EI pada fasilitas yang ada di PT.BADAQ NGL adalah sebesar 139.48 sehingga termasuk kategori tingkat bahaya *heavy*. Kategori tersebut menjadi acuan terhadap mitigasi yang tepat untuk mengurangi risiko dari ledakan dan kebakaran.

Kata kunci: LNG, Ledakan, Indeks Kebakaran Dow's, Kebakaran

FIRE AND IMPACT OF EXPLOSION ANALYSIS BASE ON DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX AT LNG (LIQUIFIED NATURAL GAS) STORAGE IN TEMPORARY LNG STORAGE TERMINAL OF LNG PT.BADAK NGL BONTANG

Diaz Tri Nugroho

ABSTRAK

LNG (Liquified Natural Gas) has a high risk of fire and explosion. The increasing domestic demand for LNG has forced several new alternatives in the process of delivering LNG to consumers throughout Indonesia. LNG transportation in Indonesia is slowly starting to shift from large scale to small scale with the alternative of using ISO Tanks, so that it can reach locations that do not have special LNG port facilities. PT.BADAK NGL is one of the LNG refineries in Indonesia which currently serves LNG shipments by cargo or ISO Tanks. The threat of fire and explosion at oil and gas facilities cannot be avoided, so an accurate assessment is needed so that the risk mitigation can be carried out appropriately. With high standardization of work safety and security processes, preventive efforts in the LNG filling and filling process must be ensured in a safe condition. This paper aims to assess the potential for fire and explosion in a 40 ft LNG ISO Tank that performs filling and temporary storage at facilities owned by PT.BADAK NGL. Analysis of the potential for fire and explosion in the LNG ISO Tank was carried out using the Dow's Fire and Explosion Index 7th Edition method. The results of the analysis obtained that the F&EI value at the facilities at PT.BADAK NGL was 139.48 so that it was included in the category of severe hazard level. This category is the reference for proper heating to reduce the risk of fire and explosion

Key words: *LNG, Explosion, Dow's Index*

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PRAKATA	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Ruang Lingkup.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gas Alam	5
2.2 Transportasi Bahan Bakar LNG dengan ISO Tank	9
2.3 Ledakan dan kebakaran.....	10
2.3.1 Kebakaran	10
2.3.2 Ledakan.....	14
2.3.3 Bahaya Akut (<i>Acute Hazard</i>).....	15
2.4 Kasus Ledakan dan kebakaran ISO Tank Bahan Bakar LNG	17
2.5 <i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	19
2.6 Kelebihan dan Kelemahan <i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	34
BAB III.....	35
METODE PENELITIAN	35
3.1 Kerangka Konsep.....	35
3.2 Desain Penelitian	35

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.4 Objek Penelitian	36
3.5 Prosedur Penelitian	36
3.6 Pengumpulan Data	36
3.7 Evaluasi dan Analisis Data	36
3.8 Definisi Operasional	37
BAB IV	40
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Tangki LNG di Terminal Penyimpanan LNG PT BADAQ NGL	40
4.2 Perhitungan <i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	41
4.2.1 Pemilihan Unit Proses (Tangki LNG).....	42
4.2.2 Penentuan <i>Material Factor</i>	43
4.2.3 Penilaian <i>General Process Hazard Unit Factor (F1)</i>	44
4.2.4 Penilaian <i>Special Process Hazard Unit Factor (F2)</i>	46
4.2.5 Penilaian <i>Process Unit Hazard Factor (F3)</i>	50
4.2.6 Penilaian <i>Fire and Exploasion Index (F&EI)</i>	50
4.3 Penilaian Radius Paparan (<i>The Radius of Exposure</i>)	51
4.4 Penilaian Luas Daerah Paparan (<i>The Areas of Exposure</i>)	52
BAB V	54
PENUTUP	54
4.1 Simpulan	54
4.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Auto Ignition Temperatur Untuk Beberapa Senyawa Hidrokarbon	7
Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Kimia Metana	8
Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Kimia Etana	8
Tabel 2.4 Sifat Fisik dan Kimia Propana	8
Tabel 2.5 Klasifikasi Kebakaran Menurut NFPA	13
Tabel 2.6 Klasifikasi Kebakaran Menurut <i>European Standard</i>	13
Tabel 2.7 Klasifikasi Kebakaran Menurut Permenaker	13
Tabel 2.8 Besar Nf standard NFPA	16
Tabel 2.9 Besar Nr standard NFPA	16
Tabel 2.10 Besar Nh standard NFPA	17
Tabel 2.11 Panduan Penentuan <i>Material Factor</i>	21
Tabel 2.12 Penalti <i>Dust Explosion</i>	27
Tabel 2.13 Penentuan Penalti Untuk <i>Relief Pressure</i>	28
Tabel 2.14 Penentuan Penalti Untuk <i>Hot Oil Heat Exchange System</i>	32
Tabel 2.15 Klasifikasi Tingkat Bahaya Berdasarkan F&EI	33
Tabel 3.1 Definisi Operasional	37
Tabel 4.1 Spesifikasi Methane	42
Tabel 4.2 Spesifikasi ISO Tank	42
Tabel 4.3 Kondisi Aktual Terminal Penyimpanan	43
Tabel 4.4 Penentuan <i>Material Factor (MF)</i>	44
Tabel 4.5 <i>Flammability</i> dari LNG	45
Tabel 4.6 Kategori Nilai Nh	48
Tabel 4.7 Hubungan FE&I Dengan Tingkat Bahaya	52
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Potensi Kebakaran tangki 40 ft	50
Tabel 4.9 Hubungan <i>Fire Load</i> , Tingkat Risiko dan Lamanya Kebakaran	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Proses Pembuatan LNG dan LPG.....	1
Gambar 2.1 ISO Tank 40 ft	9
Gambar 2.2 <i>Fire Triangle</i>	11
Gambar 2.3 <i>Fire Tetrahedron</i>	11
Gambar 2.4 Skema Ledakan Gas	15
Gambar 2.5 Skema Ledakan.....	15
Gambar 2.6 <i>Ske Dow's Fire & Explosion Index</i>	20
Gambar 2.7 Grafik Penalti untuk Cairan atau Gas dalam Proses	29
Gambar 2.8 Grafik Penalti untuk Cairan atau Gas dalam <i>Storage</i>	30
Gambar 2.9 Grafik Penentuan Nilai Penalti untuk <i>Fired Equipment</i>	31
Gambar 4.1 Alur Proses Penyimpanan LNG pada ISO Tank	41
Gambar 4.2 Proses Menurunkan dan Menaikkan ISO Tank	41
Gambar 4.3 Tangki ISO Tank 40 ft.....	43
Gambar 4.4 Tangki ISO Tank Berbentuk Silinder	45
Gambar 4.5 Tangki ISO Tank di Lingkungan Terbuka.....	46
Gambar 4.6 Akses Jalur Pemadaman Kebakaran	46
Gambar 4.7 Sistem Drainase terhadap Tumpahan LNG	47
Gambar 4.8 Karakteristik Metana	48
Gambar 4.9 Grafik Penalti Jumlah Material.....	50
Gambar 5.0 Area Paparan Ledakan dan kebakaran.....	54