



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**Pengukuran Potensi Risiko Kebakaran dan Ledakan pada
Gudang Bahan Baku Kimia di PR Tekroket BRIN untuk
Mendukung Pengamanan Objek Vital Nasional**

RIZKY AFERDIANSYAH

(120200403006)

Tesis yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Magister Pertahanan




FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PERSENJATAAN

BOGOR

2021

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Nama : Rizky Aferdiansyah	
NIM : 120200403006	
Program Studi : Teknologi Persenjataan	
Fakultas : Fakultas Teknologi Pertahanan	
Judul Tesis : Pengukuran Potensi Risiko Kebakaran dan Ledakan pada Gudang Bahan Baku Kimia di PR Tekroket BRIN untuk Mendukung Pengamanan Objek Vital Nasional	
Pembimbing I,  Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si Tanggal : 9 Februari 2022	Pembimbing 2  Dr. Robertus Heru Triharjanto, M.Si. Pembina Tingkat I / IV/c NIP. 197110221991011001 Tanggal : 9 Februari 2022
Mengetahui, Dekan Fakultas Teknologi Pertahanan  Dr. Kasih Prihantoro, S.E., M.M., M.Tr.(Han) Laksamana Muda TNI Tanggal :	

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Nama	: Rizky Aferdiansyah		
NIM	: 120200403006		
Program Studi	: Teknologi Persenjataan		
Fakultas	: Fakultas Teknologi Pertahanan		
Judul Tesis	: Pengukuran Potensi Risiko Kebakaran dan Ledakan pada Gudang Bahan Baku Kimia di PR Tekroket BRIN untuk Mendukung Pengamanan Objek Vital Nasional		
No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Pembimbing I : Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si		9/02/2022
2	Pembimbing II : Dr. Robertus Heru Triharjanto, M.Si. Pembina Tingkat I / IV/c		9/02/2022
3	Penguji I : Prof. Heri Budi Wibowo, M.T. NIP.19690621-1993-03-1-002		10/02/2022
4	Penguji II : Dr. Yayat Ruyat, M.Eng		13/02/2022
5	Penguji III : Dr. Gunaryo, S.T., M.T. Kolonel Tek/NRP.524384		10/02/2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, sub bab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam tesis/disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/Undang-Undang yang berlaku.

Bogor, 13 Februari 2022



METERAI TEMPEL
F0009A JK577125642

Rizky Aferdiansyah

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusunan tesis dengan judul: “Pengukuran Potensi Risiko Kebakaran dan Ledakan pada Gudang Bahan Baku Kimia di PR Tekroket BRIN untuk Mendukung Pengamanan Objek Vital Nasional” dapat diselesaikan.

Penyusunan tesis ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknologi Persenjataan Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan.

Penyusunan tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Solihin dan Ibu Saemah, selaku orang tua penulis yang telah mendidik penulis sejak kecil hingga saat ini. Dengan kasih sayang yang ikhlas dan segala doa tercurah yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam kehidupan penulis.
2. Fajar Apriandi, Fahrizal Cahya, Riema Meilani, Intan Nurul Aulia, dan Ferdian Akbar, selaku Kakak dan Adik Penulis.
3. Ibu Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 1
4. Bapak Dr. Robertus Heru Triharjanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2
5. Bapak Kolonel Arh. Dr. R. Djoko Andreas N. S. IP., M.AB., selaku Sesprodi Teknologi Persenjataan.
6. Ibu Wiwiek Utami Dewi, selaku narasumber pihak ahli dari PR Tekroket.
7. Bapak Fadli Sanjaya, selaku narasumber dari PR Tekroket

8. Seluruh dosen dan staff program studi Teknologi Persenjataan Universitas Pertahanan.
9. Seluruh rekan-rekan program studi Teknologi Persenjataan Cohort 4.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan juga dalam penulisan tesis ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Peneliti menyadari bahwa tesis ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan tesis ini.

Besar harapan penulis bahwa tesis ini dapat memberikan informasi dan manfaat serta pengetahuan bagi pembaca. Demikian tesis ini dibuat semoga bermanfaat bagi pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait.

Bogor,.....

Rizky Aferdiansyah

ABSTRAK

Pengukuran Potensi Risiko Kebakaran dan Ledakan pada Gudang Bahan Baku Kimia di PR Tekroket BRIN untuk Mendukung Pengamanan Objek Vital Nasional

Rizky Aferdiansyah

Gudang Bahan Baku Kimia PR Tekroket terdapat 40 jenis bahan kimia yang mudah terbakar dan reaktif. Faktor ini yang membuat bangunan tersebut memiliki potensi risiko kebakaran dan ledakan. Bahaya bencana kebakaran dapat menimbulkan dampak sangat besar dan tingkat kerugian yang sangat tinggi. Sebagai upaya pengendalian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan di Gudang Bahan Baku Kimia diperlukan sebuah metode penilaian risiko kebakaran yang mampu melakukan penilaian yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerugian maksimum apabila terjadi bahaya tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkatan risiko dan besar nilai potensi bahaya kebakaran dan ledakan pada Gudang Bahan Baku Kimia. Metode penelitian yang digunakan Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) dan Dow's Fire and Explosion Index (F&EI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 4 aktivitas utama pada Gudang Bahan Baku Kimia yang memiliki potensi risiko dengan 19 tingkat risiko low dan 2 tingkat risiko medium. Diterapkannya metode HIRADC dan hirarki pengendalian risiko dengan tindakan perancangan, administratif, dan penggunaan APD sehingga terjadi perubahan tingkat risiko yang awalnya terdapat tingkat risiko medium menjadi tingkat low semua. Sedangkan, hasil penilaian menggunakan *Dow's Fire and Explosion Index* besar nilai potensi risiko kebakaran dan ledakan Gudang Bahan Baku Kimia adalah 122,14, masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya *intermediate* dengan radius paparan sebesar 31,26 m dan *damage factor* yang akan diterima Gudang Bahan Baku Kimia adalah 79%. Guna memperoleh tindakan yang komprehensif terhadap potensi bahaya kebakaran dan ledakan di Gudang Bahan Baku Kimia Pusat Penelitian Teknologi Roket, disarankan agar metode HIRADC dan Dow's F&EI digunakan.

Kata Kunci: *HIRADC*, *dow's F&EI*, gudang bahan baku kimia, pengendalian risiko, kebakaran dan ledakan

ABSTRACT

Measuring the Potential Risk of Fire and Explosion in the Chemical Raw Material Warehouse of PR Tekroket to Support the Security of National Vital Objects

Rizky Aferdiansyah

Chemical Raw Materials Warehouse of PR Tekroket, there are 40 types of flammable and reactive chemicals. These factors make the building a potential risk of fire and explosion. The danger of a fire disaster can have a very large impact and a very high level of loss. Therefore, as an effort to control the risk of fire and explosion hazards in the Chemical Raw Materials Warehouse, a fire risk assessment method is needed that is able to carry out an assessment that can be done to reduce the maximum loss in the event of such a hazard. This study aims to determine the level of risk and the value of the potential for fire and explosion hazards in the Chemical Raw Material Warehouse. The research methods used are Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) and the Dow's Fire and Explosion Index (F&EI). The results showed four main activities in the Chemical material warehouse with potential risks with 19 low-risk levels and two medium risk levels. After Implementing the HIRADC method and the hierarchy of risk control with the design, administrative, and use of PPE, the level of risk improved from initially medium risk level to all low levels. Meanwhile, the results of the assessment using the Dow's Fire and Explosion Index, the value of the potential risk of fire and explosion at the Chemical Raw Materials Warehouse is 122,14, classified as an intermediate hazard level with an exposure radius of 31,26 m and the damage factor that will be received by the Chemical Raw Materials Warehouse is 79%. To obtain comprehensive measures in the potential for fire and explosion hazards in the Chemical Raw Material Warehouse of the Rocket Technology Research Center, it is recommended that -i.e. HIRADC and Dow's Fire and Explosion Index are used.

Keywords: HIRADC, dow's F&EI, chemical raw materials warehouse, risk control, fire and explosion

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.6.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.6.2 Manfaat Praktis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Kebakaran.....	7
2.1.2 Ledakan	12
2.1.3 <i>Hazard</i> dan Risiko	16

2.1.4	Gudang Bahan Baku Kimia	17
2.1.5	Objek Vital Nasional	25
2.2	Metode Perhitungan Risiko	27
2.2.1	<i>Hazard and Operability Study</i>	27
2.2.2	<i>Fault Tree Analysis</i>	29
2.2.3	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)</i>	30
2.2.4	<i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	32
2.3	Hirarki Pengendalian Risiko	54
2.4	Penelitian Terdahulu	55
2.5	Kerangka Berpikir	59
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		61
3.1	Metode dan Desain Penelitian	61
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	61
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian	62
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	64
3.5	Instrumen Penelitian	64
3.6	Teknik Analisis Data	65
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		67
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	67
4.2	Hasil Pengumpulan Data	68
4.3	Hasil Pengolahan Data	71
4.3.1	Identifikasi Bahaya dan Pemetaan Risiko Awal	71
4.3.2	Penilaian Risiko Kebakaran	81
4.3.3.	Penentuan Tingkat Risiko Residu	89

4.3.4.	Penentuan Hirarki Pengendalian Risiko	90
4.4	Interpretasi Data	91
4.4.1	Interpretasi pada Metode HIRADC.....	91
4.4.2	Interpretasi pada Metode <i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	101
4.5	Pembahasan.....	102
4.5.1	Identifikasi Bahaya dan Pemetaan Risiko Menggunakan Metode HIRADC.....	102
4.5.2	Penilaian Risiko Kebakaran Menggunakan Metode <i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	104
4.5.3	Hirarki Pengendalian Risiko	106
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		108
5.1	Kesimpulan	108
5.2	Saran	109
DAFTAR PUSTAKA.....		111
LAMPIRAN.....		117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Api	9
Gambar 2. 2 Tetrahedon Api	10
Gambar 2. 3 Simbol Bahan Kimia Bersifat Explosive	18
Gambar 2. 4 Simbol Bahan Kimia Bersifat Oxidizing	18
Gambar 2. 5 Simbol Bahan Kimia Bersifat Flammable	19
Gambar 2. 6 Simbol Bahan Kimia Bersifat Toxic	19
Gambar 2. 7 Simbol Bahan Kimia Bersifat Harmful Irritant	19
Gambar 2. 8 Simbol Bahan Kimia Bersifat Corrosive	20
Gambar 2. 9 Simbol Bahan Kimia Bersifat Dangerous for Enviromental .	20
Gambar 2. 10 Simbol Bahan Kimia Bersifat Karsinogen.....	21
Gambar 2. 11 Simbol Bahan Kimia Bersifat Gas Bertekanan	21
Gambar 2. 12 Tingkat Bahaya Bahan Kimia	22
Gambar 2. 13 Contoh Pelabelan Penyimpanan Bahan Kimia	25
Gambar 2. 14 Kerangka Berpikir.....	60
Gambar 3. 1 Gudang Bahan Baku Kimia	62
Gambar 4. 1 Kondisi Sekitar Gudang Bahan Baku Kimia.....	67
Gambar 4. 2 Layout Gudang Bahan Baku Kimia.....	68
Gambar 4. 3 APAR yang Digunakan.....	68
Gambar 4. 4 Kondisi di Dalam Gudang Bahan Baku Kimia.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Material Factor Determination Guide	35
Tabel 2. 2 Penalti Exothermic Chemical Reactions	36
Tabel 2. 3 Reaksi Endothermic	37
Tabel 2. 4 Penanganan Material Faktor (Material Handling and Transfer)	38
Tabel 2. 5 Penalti Enclosed or Indoor Process Unit.....	39
Tabel 2. 6 Penalti Akses	39
Tabel 2. 7 Desain Tanggul.....	40
Tabel 2. 8 Nilai NH pada Bahan Menurut NFPA 704.....	42
Tabel 2. 9 Penalti (<i>Operation in or Near Flammable Range</i>).....	43
Tabel 2. 10 Penalti <i>Dust Explosion</i>	44
Tabel 2. 11 Penalti <i>Relief Pressure</i>	44
Tabel 2. 12 Penalti Korosi dan Erosi.....	48
Tabel 2. 13 Penalti <i>Leakage-Joints and Packing</i>	49
Tabel 2. 14 Penalti Sistem Pertukaran Minyak Panas	50
Tabel 2. 15 Klasifikasi Tingkat Bahaya Berdasarkan Nilai FEI	52
Tabel 2. 16 Hirarki Pengendalian Risiko	54
Tabel 2. 17 HIRADC Milik Gudang Bahan Baku Kimia PR Tekroket BRIN	58
Tabel 3. 1 Rencana Penelitian.....	62
Tabel 4. 1 Identifikasi Bahaya Potensial.....	71
Tabel 4. 2 Tingkat Keparahan.....	77
Tabel 4. 3 Matriks Probabilitas dan Keparahan Risiko.....	79
Tabel 4. 4 Grade Tingkat Risiko.....	80
Tabel 4. 5 Penilaian Tingkat Risiko Awal	80
Tabel 4. 6 Penentuan Nilai <i>Material Factor</i>	82
Tabel 4. 7 Penilaian Tingkat Risiko Residu.....	89
Tabel 4. 8 Penetapan Pengendalian / Mitigasi.....	90

Tabel 4. 9 HIRADC Gudang Bahan Baku Kimia PR Tekroket	92
Tabel 4. 10 <i>Fire and Explosion Index</i>	101
Tabel 4. 11 <i>Process Unit Analysis Summary</i>	102
Tabel 4. 12 Perbandingan Nilai Risiko Awal dan Residu	103