

Analisis Risiko Kebakaran dan Pengembangan Alternatif APAR menggunakan *Value Engineering* pada Gedung Baru Perkantoran

Refani Naswa Salsabilla¹, Mochammad Choirul Rizal^{1*} dan Muhammad Iqbal Firdaus¹

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: mc.rizal@ppns.ac.id

Abstrak

Abstrak— Gedung perkantoran wajib memenuhi persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008. Namun, gedung yang menjadi objek penelitian belum memiliki sistem proteksi kebakaran aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kebakaran serta mengembangkan alternatif sistem Alat Pemadam Api Ringan (APAR) pada gedung baru perkantoran melalui pendekatan *Fire Risk Assessment* (FRA) dan *Value Engineering* (VE). Latar belakang penelitian ini didasarkan pada pentingnya sistem proteksi kebakaran pada gedung baru yang harus memenuhi standart keselamatan, namun tetap memperhatikan efisiensi biaya. Objek penelitian adalah gedung perkantoran baru yang belum dibangun dengan luas bangunan 1.296 m². Penelitian ini difokuskan pada pemilihan alternatif APAR yang paling optimal berdasarkan aspek biaya dengan tetap mengacu pada standart NFPA 10 dan NFPA 55A. metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi FRA untuk mengidentifikasi dan menilai tingkat risiko kebakaran pada bangunan, serta *Value Engineering* untuk mengevaluasi alternatif desain berdasarkan perbandingan fungsi dan biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rekayasa (*Value*) yang diperoleh sebesar 4,1, yang menunjukan bahwa alternatif terpilih memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan kondisi existing. Selain itu, terdapat penghematan biaya sebesar 75,92% dari biaya awal perencanaan. Berdasarkan hasil evaluasi, dipilih dua jenis media pemadam yaitu Clean Agent sebanyak 3 unit dan *Dry Chemical Powder* sebanyak 8 unit sebagai alternatif sistem APAR yang paling optimal. Alternatif ini dinilai mampu memenuhi fungsi proteksi kebakaran sesuai standart yang berlaku tanpa mengurangi tingkat keselamatan, sekaligus memberikan efisiensi biaya yang signifikan pada perencanaan APAR.

Kata Kunci: *Fire Risk Assesment, Value Engineering, APAR*

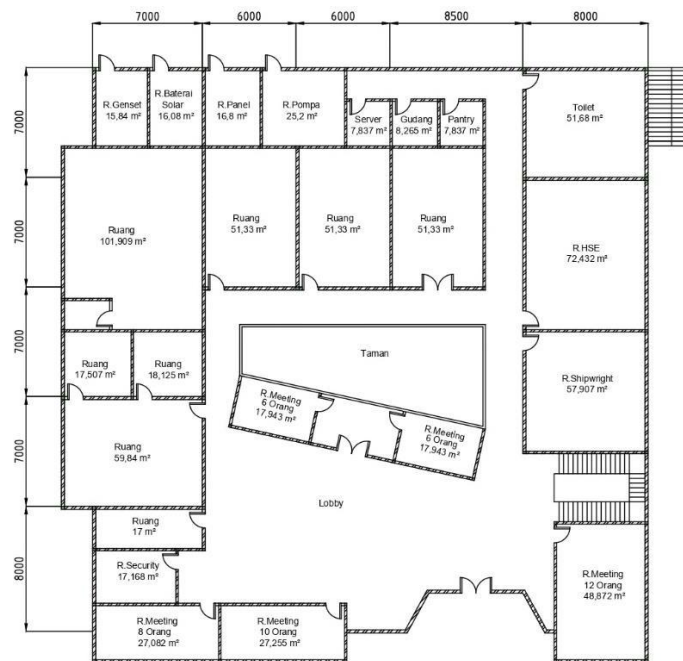
Abstract

Abstract— Office buildings are required to comply with the technical requirements for active fire protection systems as stipulated in the Regulation of the Minister of Public Works No. 26/PRT/M/2008. However, the office building selected as the object of this study has not yet been equipped with an active fire protection system. This study aims to analyze fire risk and develop alternatif portable fire extinguisher (PFE) systems in a newly designed office building using a combination of *Fire Risk Assessment* (FRA) and *Value Engineering* (VE) approaches. The background of this research is the importance of fire protection systems in new buildings, which must comply with safety standards while maintaining cost efficiency. The object of this study is a newly planned office building with a total area of 1,296 m². The focus of this research is to determine the most optimal APAR alternatif based on cost considerations while still complying with NFPA 10 and NFPA 551 standards. The research method integrates FRA to identify and assess fire risk levels within the building and *Value Engineering* to evaluate design alternatif based on the relationship between function and cost. The results show that the obtained value engineering index is 3.5, indicating that the selected alternatif is more efficient compared to the existing design. In addition, a cost reduction of 75,92% was achieved from the initial design cost. Based on the evaluation results, two types of extinguishing media were selected, namely 3 units of Clean Agent and 8 units of *Dry Chemical Powder* as the most optimal APAR alternatif. This solution is considered capable of fulfilling fire protection functions in accordance with applicable standards without compromising safety levels, while significantly improving cost efficiency in the building fire protection system design.

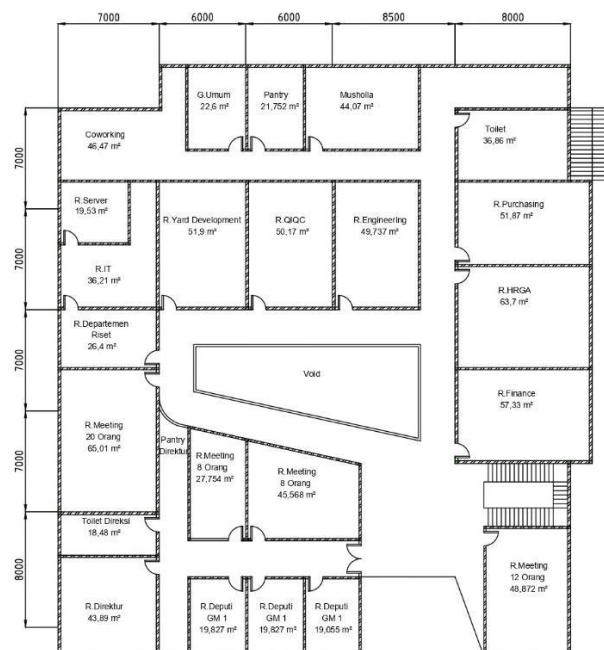
Keywords: *Fire Risk Assesment, Value Engineering, APAR*

1. PENDAHULUAN

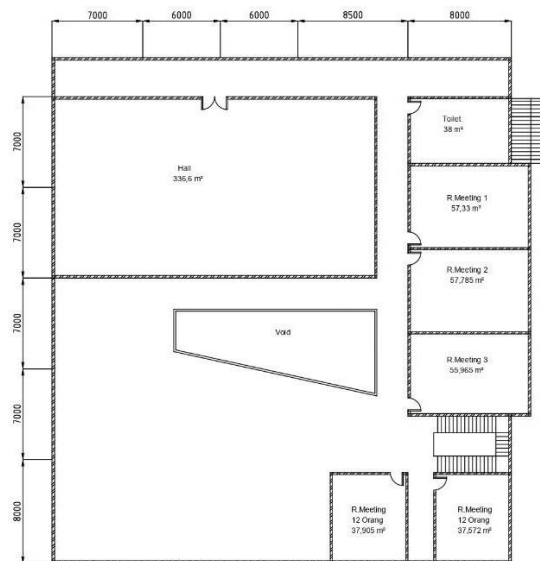
Gedung perkantoran adalah bangunan yang dirancang dan digunakan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan administrasi, management, pelayanan, dan operasional sebuah perusahaan. Mayoritas kegiatan sebuah perusahaan akan terjadi di gedung ini. Sebuah perusahaan akan membangun gedung pada tahun ini dengan perencanaan bangunan dengan luas 1.296 m^2 dengan luas halaman kurang lebih di 750 m^2 dan terdiri dari 3 lantai dengan 1 rooftop. Gedung perkantoran ini akan terdiri dari banyak ruangan dengan fungsi yang berbeda, mulai dari ruang yang berhubungan dengan kelistrikan, ruang kantor, ruang meeting bahkan hall untuk sebuah acara. Berikut merupakan layout dari gedung ini



Gambar 1 Layout Lantai 1
(Sumber: Data Perusahaan)



Gambar 2 Layout lantai 2
(Sumber: Data Perusahaan)



Gambar 3 Layout lantai 3
(Sumber: Data Perusahaan)

Mengacu pada Undang – Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang bangunan Gedung terutama pasal 19 ayat (2) menegaskan bahwa setiap bangunan harus dilengkapi dengan peralatan dalam mendeteksi dan memadamkan kebakaran, pengendalian asap, dan sarana penyelamatan kebakaran. Untuk memenuhi ketentuan tersebut, bangunan harus dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran yang menyeluruh, meliputi proteksi pasif, proteksi aktif, serta manajemen keselamatan kebakaran. Selain itu, juga terdapat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 26 tahun 2008 tentang persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan Gedung dan lingkungan. Peraturan ini mengatur ketentuan sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif, termasuk sistem pemadaman, deteksi, dan alarm kebakaran.

Hasil diskusi dengan *expert* dari departemen sipil menunjukkan pada kondisi *eksisting* saat ini masih pada tahap perancangan, dimana telah tersedia draft gambar kerja rancang Gedung baru perkantoran. Draft Gedung baru berfungsi sebagai dokumen awal yang menggambarkan konsep dan rencana teknis bangunan. Selain itu, draft ini akan digunakan sebagai dokumen persyaratan dalam proses PBG (Persetujuan Bangunan Gedung), yang di dalamnya mencakup persyaratan gambar teknis MEP (*Mechanical, Electrical, dan Plumbing*). Pada dokumen MEP tersebut juga tercakup perencanaan sistem proteksi kebakaran aktif sebagai bagian dari kelengkapan teknis bangunan. Berdasarkan hasil diskusi, dalam persiapan pengajuan Persetujuan Bangunan Gedung (PBG), pihak perusahaan akan menggunakan jasa vendor untuk melakukan perhitungan sistem proteksi kebakaran. Data teknis hasil perhitungan tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel APAR perencanaan perusahaan dari vendor

Lokasi	Jenis APAR	Jumlah Jenis APAR	Total APAR
Lantai 1	CO ₂	4	5
	Dry Chemical Powder	1	
Lantai 2	CO ₂	5	8
	Dry Chemical Powder	3	
Lantai 3	CO ₂	2	4
	Dry Chemical Powder	2	

(Sumber: Data Perusahaan, 2026)

Sejalan dengan kebutuhan tersebut, *Value Engineering* atau rekayasa menjadi suatu pendekatan untuk menentukan alternatif – alternatif untuk dapat mengurangi biaya yang tidak mengurangi mutu atau fungsinya (Amelia dkk, 2019). Menurut Nandito dkk (2020) tujuan *Value Engineering* untuk menghasilkan ide – ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan Batasan fungsional dan mutu pekerjaan. Kebutuhan perangkat proteksi dapat dikurangi dari perencanaan awal, sehingga memberikan efisiensi dan menurunkan biaya instalasi secara keseluruhan (Astra Juni dkk., 2025). Dengan perencanaan yang matang, desain yang memenuhi persyaratan, optimalisasi dapat dicapai sehingga menghasilkan hasil yang berkualitas, efisien, dan optimal (Andriani dkk., 2019).

Dalam proses perencanaan sistem proteksi kebakaran aktif peneliti melakukan pengukuran *Fire Risk*

Assessment (FRA) menurut NFPA 551 tahun 2022 tentang panduan untuk mengevaluasi penilaian risiko keakaran sebagai identifikasi risiko kebakaran pada Gedung Baru Perkantaraan. *Fire Risk Assessment* adalah penilaian risiko sederhana dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya skenario kebakaran tertentu yang tidak diinginkan dengan konsekuensi dari kejadian tersebut atau setidaknya dalam kondisi aman. Definisi area aman adalah area dimana di dalamnya tidak terdapat potensi bahaya yang disebabkan adanya gas atau material di udara yang dapat menyebabkan kebakaran (Setiawan, 2022). Penilaian risiko yang baik mempertimbangkan semua kemungkinan kebakaran yang terjadi dan dampaknya (Ramadhan dkk., 2022). *Fire Risk Assessment* di pilih karena hasil penilaian risiko yang di dapatkan bisa lebih mendetail untuk setiap ruangnya (Maulana F dkk., 2024).

2. METODE

Dalam proses penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan mengunakan data terkini dilapangan. Berikut merupakan dasar metode yang akan digunakan berupa *Fire Risk Assessment* dan *Value Engineering* sebagai dasar dalam perencanaan analisis mencari alternatif APAR

A. Fire Risk Assesment

Berdasarkan NFPA 551 tahun 2022, *Fire Risk Assessment* (FRA) merupakan proses untuk mengidentifikasi risiko kebakaran dengan mempertimbangkan berbagai scenario kebakaran, tingkat probabilitas, serta potensi bahayanya. Dalam pelaksanaan Fire Risk Asessesment (FRA), terdapat lima kategori metode yang dapat digunakan, yaitu metode kualitatif, metode semi-kuantitatif berbasis *likelihood*, metode semi-kuantitatif berbasis *consequences*, metode kuantitatif, serta metode analisis risiko biaya-manfaat. Klasifikasi metode tersebut disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Metode *Fire Risk Assessment*

Kategori	Definisi	Janis Output
Metode Semi Kuantitatif <i>Likelihood</i>	Menganalisis <i>likelihood</i> secara kuantitatif dan <i>consequence</i> secara kualitatif	Penentuan frekuensi dari berbagai jenis kebakaran dengan perbedaan jenis perlindungan
Metode Semi Kuantitatif <i>Consequence</i>	Menganalisis <i>likelihood</i> secara kualitatif dan <i>consequence</i> secara kuantitatif	Menjelaskan output model kebakaran dengan representasi kualitatif dari <i>likelihood</i>
Metode Kuantitatif	Mengombinasikan estimasi kuantitatif pada <i>likelihood</i> dan <i>consequence</i>	1. Penentuan kerugian 2. Penentuan probabilitas <i>flashover</i> 3. Penentuan probabilitas fatality di ruangan, lantai, bangunan 4. Plot frekuensi versus jumlah fatality 5. Plot frekuensi versus kerugian 6. Penentuan <i>likelihood</i> dari cedera, fatality, kerusakan properti, dan gangguan bisnis 7. Penentuan risiko individu (untuk penghuni bangunan) dan risiko masyarakat
Metode Risiko Biaya-Manfaat	Menentukan penentuan biaya alternatif untuk membatasi <i>consequence</i> dan/atau <i>likelihood</i>	1. Penentuan biaya yang diperlukan untuk mencapai berbagai tingkat pengurangan risiko 2. Penentuan tingkat "optimal" perlindungan kebakaran berdasarkan minimalisasi "risiko keseluruhan" atau kriteria risiko lainnya

Sumber: NFPA 551, 2022

Tabel 3. Tabel *Likelihood*

Skala Nilai	Kategori		
	Frekuensi Aktifitas (FA)	Frekuensi Kejadian (FK)	Lama Paparan (LP)
1	> 6 bulan	Belum pernah terjadi	25% dari jam kerja (maks 2 jam tidak kerja)
2	1 bulanan - < 6 bulanan	Sekali atau lebih dalam 5 tahun	> 25% – 50% dari jam kerja (>2 -4 jam tidak kerja)
3	1 bulanan - < 1 bulanan	1 – 3 kali dalam 1 tahun	> 50% - 75% dari jam kerja (> 4 -6 jam tidak kerja)
4	1 mingguan -< 1 bulanan	Lebih dari 3 kali dalam 1 bulan	> 75% - 100% dari jam kerja (> 6 -8 jam tidak kerja)
5	Harian - < 1 mingguan	Hampir selalu terjadi setiap bulan	> 8 jam tidak kerja

Sumber: Data Perusahaan, 2026

Tabel 4. Tabel *Severity*

Skala Nilai	Kategori			
	C - Cidera	GK – Gangguan Kesehatan	L – Lingkungan	K - Kerugian
1	Luka Ringan (FAC)	Sakit ringan; jumlah pekerja yang terkena resiko 1 orang	Insiden menyebabkan kerusakan kecil terhadap lingkungan/dampak dapat dipulihkan dalam 1 hari/terjadi hanya di titik operasi/pemakaian optimal	Kerugian property < 1 juta
2	Cidera perlu perawatan medis namun tidak menyebabkan hari kerja hilang (<i>minor</i>)	Sakit dan menyebabkan hari kerja hilang; jumlah pekerja yang terkena resiko > 1 – 10 orang	Insiden menyebabkan kerusakan lebih besar thd lingkungan dampak dapat dipulihkan dalam waktu kurang dari 1 minggu terjadi 1 line operasi/ pemakaian dengan efisiensi < 20%	Kerugian property : 1 – 10 juta
3	Hari kerja hilang atau keterbatasan kerja (medium)	Gangguan jangka pendek dan keterbatasan kerja; jumlah pekerja yang terkena resiko > 10 – 50 orang	Insiden memerlukan tim emergency internal/dampak dapat dipulihkan dalam waktu kurang dari 1 bulan terjadi di gedung/workshop, atau pemakaian dengan efisiensi < 5%	Kerugian property : 10 – 50 juta
4	Cacat (cacat fungsi, cacat permanen)	Gangguan jangka Panjang (kronis); jumlah pekerja yang terkena resiko > 50 – 100 oran	Insiden yang memerlukan tim emergency eksternal dampak dapat dipulihkan dalam waktu lebih dari 1 bulan/ terjadi di satu Kawasan/kapal atau pemakaian boros, perlu program untuk improvment	Kerugian property : 50 – 100 juta
5	Menyebabkan kematian	Menyebabkan kematian; jumlah pekerja yan terkena resiko > 100 orang	Insiden yang memerlukan tim emergency eksternal/ dampak dapat dipulihkan dalam waktu lebih dari 6 bulan/terjadi di luar Kawasan/ pemakaian boros, perlu program untuk improvement dengan segera	Kerugian property > 100 juta

Sumber: Data Perusahaan, 2026

Melalui *Fire Risk Assessment* akan diperoleh nilai risiko kebakaran, dari kondisi *Exsisting* sistem proteksi kebakaran yang ada di area terkait (Maulana dkk, 2024). Penilaian risiko pada kondisi existing menggunakan metode semi kuantitatif likelihood. Metode ini dipilih karena perusahaan telah memiliki Standart Operasional Prosedur (SOP) penilaian risiko yang menggunakan *risk matrix* sebagai dasar penentuan tingkat risiko. Penilaian likelihood dilakukan berdasarkan tiga parameter, yaitu Frekuensi Aktifitas (FA), Frekuensi Kejadian (FK), dan Lama Paparan (LP), yang masing masing dinilai menggunakan skala 1-5 sesuai SOP perusahaan. Selanjutnya, nilai *severity* yang terdiri atas empat kategori *Severity*, yaitu cedera, gangguan kesehatan, lingkungan, dan kerugian. Berdasarkan hasil diskusi dengan expert judgement, penentuan nilai likelihood pada penelitian ini mengacu pada parameter Frekuensi Kejadian (FK), karena dinilai paling merepresentasikan kemungkinan terjadinya kebakaran. Sementara itu, penentuan nilai *severity* mengacu pada kombinasi kategori cedera dan kerugian, sehingga penilaian risiko tidak hanya mempertimbangkan dampak terhadap pekerja, tetapi juga potensi kerugian material yang dapat ditimbulkan akibat kejadian kebakaran.

B. *Value Engineering*

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengidentifikasi serta membedakan fungsi yang benar-benar diperlukan dengan fungsi yang tidak memberikan nilai tambah. Melalui pendekatan ini, dapat dikembangkan berbagai alternatif yang mampu memenuhi kebutuhan fungsi yang sama dengan biaya yang lebih efisien tanpa mengurangi, bahkan berpotensi meningkatkan, kinerja yang dihasilkan. Penerapan Rekayasa Nilai diharapkan mampu memberikan manfaat berupa optimalisasi biaya, percepatan waktu pelaksanaan, serta efisiensi penggunaan material, dengan tetap mempertahankan kualitas hasil akhir sesuai spesifikasi yang ditetapkan (Nandito dkk,2020). Pada penelitian lain oleh Andriani dkk (2019) *Value Engineering* merupakan sebuah pengambilan keputusan yang sistematis dan terstruktur yang

bertujuan untuk mencapai nilai terbaik dan menyampaikan fungsi-fungsi tersebut pada harga minimal. Pada penelitian lain VE merupakan sebuah metode pendekatan sistematis untuk menganalisis dan meningkatkan nilai (value) dengan mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang tidak diperlukan tanpa mengurangi mutu, tingkat kepercayaan, kinerja, dan waktu penyelesaian yang tepat serta mengutamakan keselamatan (Shonata, 2024). Dalam konteks ini, penerapan *Value Engineering* menjadi pendekatan yang relevan dalam proses perancangan (Divar dkk, 2025). Menurut Hidayat dkk (2024) berikut merupakan tahapan dari *Value Engineering*:

a. Fase Informasi

Sumber informasi yang diperlukan pada tahap awal studi adalah yang diharapkan oleh analisis mengenai permasalahan/isu proyek dan menetapkan fungsi proyek.

b. Fase Analisis Fungsi

Fungsi merupakan proses mendefinisikan, mengevaluasi dan mengklasifikasi fungsi-fungsi. pada fase analisis fungsi ini dilakukan identifikasi fungsi komponen bangunan dan mengklasifikasi hasil dari identifikasi fungsi masing-masing komponen. Pengembangan model fungsi dapat menggunakan alat/tools *Function Analysis System Technique FAST diagram* (FAST). *FAST diagram* sangat berguna dalam menjelaskan hubungan fungsional antar elemen dalam lingkup *Value Engineering* (Al-Ghamdi, 2022)

c. Fase Kreatifitas

Setelah diketahui fungsi masing masing pada komponen pembangunan kemudian pada fase ini dilakukan identifikasi pada bahan material dengan fungsi yang sama untuk dijadikan alternatif desain.

d. Fase Evaluasi

Alternatif-alternatif desain yang sudah disusun pada fase sebelumnya pada tahapan ini diperhitungkan berdasarkan parameter.

e. Fase Pengembangan

Alternatif yang terpilih sebelumnya pada analisis biaya, selanjutnya dikembangkan dengan cara membuat sketsa atau menambah ilustrasi (Kristo dkk, 2021).

f. Fase Rekomendasi

Tahap rekomendasi berisi usulan terbaik dari beberapa alternatif desain yang ada, sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam diskusi untuk menentukan alternatif desain terbaik dari segi fungsi sampai dengan manfaat biaya tertinggi

Pada *Value Engineering* dilakukan perhitungan Cost/Worst (C/W) yang menggambarkan perlu atau tidaknya dilakukan *Value Engineering*, jika nilai C/W > 1 berarti pengefisienan dapat dilakukan, sedangkan untuk nilai C/W ≤ 1, tidak layak untuk dilakukan *Value Engineering* atau tidak ketahap selanjutnya (Irfanto, 2023)

C. APAR

Pada penelitian Ramadhan dkk (2022) Perhitungan APAR didapatkan pada NFPA 10 Tahun 2022. Pemenuhan APAR dilakukan berdasarkan luas lantai bangunan dan dijangkau maksimum APAR. perhitungan kebutuhan APAR dilakukan berdasarkan rumus berikut

$$\text{Jumlah APAR} = \frac{\text{Luas Lantai Bangunan (M}^2\text{)}}{\text{Luasan Area Terproteksi (M}^2\text{)}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan metode *Value Engineering* pada penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi alternatif desain sistem Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang dirancang untuk gedung perkantoran yang mampu memberikan fungsi proteksi kebakaran secara optimal dengan biaya yang lebih efisien tanpa mengurangi kinerja maupun tingkat keselamatan yang dipersyaratkan. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi alternatif yang mampu memenuhi fungsi proteksi kebakaran dengan biaya yang lebih efisien tanpa mengurangi tingkat kinerja dan keselamatan yang dipersyaratkan. Dimana penelitian ini menggunakan standart NFPA 10 (*Standart for Portable Fire Estiguishers*) Hasil analisis meliputi identifikasi fungsi, evaluasi biaya, pengembangan alternatif, serta perbandingan nilai (value) dari setiap alternatif yang diusulkan.

A. Fase Informasi

Pada tahap informasi dilakukan pengumpulan dan analisis data yang berkaitan dengan kondisi bangunan serta potensi bahaya kebakaran melalui metode *Fire Risk Assessment* (FRA). Penilaian risiko kebakaran dilakukan untuk mengidentifikasi sumber bahaya, tingkat kemungkinan terjadinya kebakaran, serta dampak yang dapat ditimbulkan terhadap aset, operasional, dan keselamatan penghuni gedung. Hasil *Fire Risk Assessment* digunakan untuk menentukan tingkat risiko kebakaran pada area yang ditinjau sehingga dapat menjadi dasar dalam penentuan kebutuhan sistem proteksi kebakaran, khususnya Alat Pemadam Api Ringan (APAR), sesuai dengan ketentuan NFPA 10.

Berdasarkan hasil *Fire Risk Assessment* (FRA), diketahui bahwa gedung baru perkantoran memiliki

beberapa potensi bahaya kebakaran. Hasil penilaian menunjukkan bahwa 92,1% risiko berada pada kategori rendah (*Low Risk*), 3,6% berada pada kategori sedang (*Moderate Risk*), dan 4,3% pada kategori dapat diabaikan (*Negligible*). Berdasarkan hasil diskusi dengan *Safety Officer*, risiko pada kategori *Low Risk* tetap memerlukan tindakan pengendalian. Selain itu, sesuai dengan Undang – Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, setiap bangunan gedung wajib memenuhi persyaratan keselamatan melalui penyediaan sistem proteksi kebakaran yang memadai. Oleh karena itu, hasil penilaian risiko ini menjadi dasar dalam perencanaan sistem proteksi kebakaran aktif pada gedung baru perkantoran.

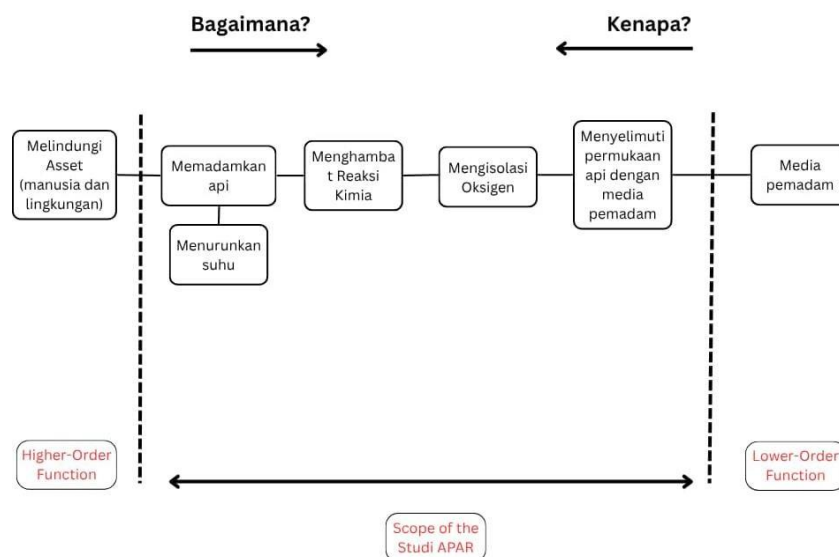
B. Fase Analisis Fungsi

Tahap analisis fungsi dilakukan menggunakan *Function Analysis System Technique* (FAST) untuk mengidentifikasi hubungan antar fungsi pada sistem proteksi kebakaran yaitu APAR. *FAST diagram* digunakan untuk membedakan fungsi dasar dan fungsi pendukung serta menggambarkan hubungan logis antar fungsi, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengembangan alternatif yang tetap memenuhi kebutuhan sistem dengan nilai yang optimal. Berikut merupakan fungsi dari APAR yang dikelompokkan menjadi kata kerja, kata benda dan jenis fungsi

Tabel 5. Analisis Fungsi dari APAR

Kata kerja	Kata benda	Jenis Fungsi
Melindungi	Asset	<i>High Order Function</i>
Memadamkan	Api	<i>Basic Function</i>
Menurunkan	Suhu	<i>simultaneous function</i>
Menghambat	Reaksi Kimia	<i>Secondary Function</i>
Mengisolasi	Oksigen	<i>Secondary Function</i>
Menyelimuti	Api	<i>Secondary Function</i>

APAR (Alat Pemadam Api Ringan) berfungsi sebagai sarana pemadaman awal untuk melindungi aset dan keselamatan penghuni dari bahaya kebakaran. Fungsi dasar APAR adalah memadamkan api pada tahap awal kebakaran. Fungsi dasar didukung oleh beberapa fungsi sekunder yaitu, menghambat reaksi kimia, mengisolasi Oksigen, dan menyelimuti Api. Berikut merupakan hasil dari *FAST diagram* dengan analisis fungsi diatas



Gambar 4 FAST diagram APAR

Berdasarkan hasil *FAST diagram* seluruh fungsi tersebut bekerja secara terintegrasi, dengan media pemadam berperan sebagai *lower order function* yang memungkinkan terlaksananya fungsi – fungsi pendukung dalam proses pemadaman. Sebagai *Lower Order Function*, media pemadam menjadi fokus pengembangan alternatif pada tahap *Value Engineering* untuk memperoleh solusi yang tetap memenuhi kebutuhan fungsi dengan nilai yang lebih optimal.

C. Fase Alternatif Desain

Pada Tahap ini akan dilakukan perancangan APAR untuk memperoleh sistem proteksi kebakaran yang sesuai dengan kebutuhan objek penelitian. Perancangan diawali dengan perhitungan kebutuhan APAR berdasarkan standart NFPA 10 untuk menentukan jumlah, kapasitas dan penempatan APAR yang diperlukan. Selanjutnya dilakukan penentuan media pemadam APAR berdasarkan hasil analisis *FAST diagram* yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Media pemadam yang terpilih kemudian dikemangkan ke dalam alternatif desain APAR yang selanjutnya dievaluasi melalui perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pengadaan dan nilai *value* guna memperoleh alternatif dengan tingkat fungsi terbaik.

Perhitungan APAR lantai 1

$$\sum APAR = \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{Luas area perlindungan}}$$

$$\sum APAR = \frac{1296}{557}$$

$$\sum APAR = 2,326750449 \sim 3$$

Berikut juga merupakan perhitungan apar pada lantai yang lainnya

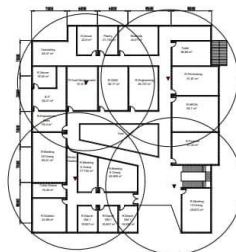
Tabel 6. Perhitungan Apar berdasarkan NFPA 10

Lantai	Jenis bahaya	Luas (m2)	Rating	Luas area perlindungan	hasil	Pembulatan
2	ringan	1296	2-A	557	2.3	3
3	ringan	1296	2-A	557	2.3	3

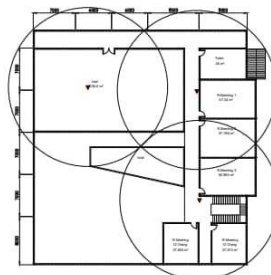
Berikut merupakan layout penempatan dari desain APAR dan *overlapping*



Gambar 5 Penempatan APAR lantai 1



Gambar 6 penempatan APAR lantai 2



Gambar 7 penempatan APAR lantai 3

Setelah dilakukan *overlapping* didapatkan hasil bahwa terdapat tambahan dari lantai satu dan dua menjadi masing masing 4 apar dengan total sebagai berikut

Tabel 7. Perhitungan Apar *Overlapping*

Lantai	Jumlah APAR
1	4
2	4
3	3

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan APAR berdasarkan *Standart* NFPA 10. Berikut merupakan alternatif yang dipakai untuk perancangan APAR. Perhitungan *Cost* didapat dari harga yang akan digunakan perusahaan. Sedangkan untuk worst diambil dari harga yang dikeluarkan dari alternatif berikut.

1. Alternatif APAR 1

Tabel 8. Alternatif APAR 1

Alternatif 1		
Lantai	Jumlah APAR	Media APAR
1	4	1 Water Mist
		3 Dry Chemical Powder
2	4	1 Water Mist
		3 Dry Chemical Powder
3	3	1 Water Mist
		2 Dry Chemical Powder

Berdasarkan alternatif 1, diperoleh 3 APAR Water Mist dan 8 APAR Dry Chemical Powder. Selanjutnya, dilakukan penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pengadaan APAR berdasarkan alternatif tersebut. Berikut merupakan perhitungan alternative biaya dari alternatif 1.

Tabel 9. Biaya Pengadaan dari Alternatif 1

Alternatif 1				
Media APAR	Merk	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
Water mist	Amerex	3	Rp 3.549.961	Rp10.649.883
Dry Chemical Powder	FireFix	8	Rp 240.094	Rp 1.920.752
Total biaya pengadaan alternatif 1				Rp12.570.635

Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya pengadaan APAR pada alternatif 1 sebesar Rp12.570.635. Nilai biaya tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan nilai (*Value*) pada alternatif yang diusulkan. Berikut merupakan perhitungan untuk nilai *Value*

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Cost Worst}}{\text{Biaya desain Existing}}$$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Biaya pengadaan}}{21.924.883}$$

$$\text{Nilai} = \frac{12.570.635}{12.570.635}$$

$$\text{Nilai} = 1,74$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *value* alternatif APAR 1 sebesar 1,74 . Nilai *value* lebih dari 1 menunjukkan bahwa alternatif tersebut memiliki tingkat efisiensi yang baik, sehingga memenuhi fungsi yang diharapkan dengan biaya yang lebih optimal.

2. Alternatif APAR 2

Tabel 10. Alternatif APAR 2

Alternatif 2		
Lantai	Jumlah APAR	Media APAR
1	4	1 Clean Agent
		3 Dry Chemical Powder
2	4	1 Clean Agent
		3 Dry Chemical Powder
3	3	1 Clean Agent
		2 Dry Chemical Powder

Berdasarkan alternatif 2, diperoleh 3 APAR Clean Agent dan 8 APAR Dry Chemical Powder. Selanjutnya, dilakukan penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pengadaan APAR berdasarkan alternatif tersebut. Berikut merupakan perhitungan alternatif biaya dari alternatif 2

Tabel 11. Biaya Pengadaan dari Alternatif 2

Alternatif 2				
Media APAR	Merk	Satuan	Harga	Total Harga
Clean Agent	Tonata	3	Rp 1.119.000	Rp 3.357.000
Dry Chemical Powder	FireFix	8	Rp 240.094	Rp 1.920.752
Total biaya pengadaan alternatif 2				Rp 5.277.752

Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya pengadaan APAR pada alternatif 2 sebesar Rp5.277.752.. Nilai biaya tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan nilai (*Value*) pada alternatif yang diusulkan. Berikut merupakan perhitungan untuk nilai (*Value*). Berikut merupakan perhitungan untuk nilai *Value*

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worst}}$$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Biaya desain Existing}}{\text{Biaya pengadaan}}$$

$$\text{Nilai} = \frac{21.924.883}{5.277.752}$$

$$\text{Nilai} = 4,1$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *value* alternatif APAR 2 sebesar 4,1. Nilai *value* lebih dari 1 menunjukkan bahwa alternatif tersebut memiliki tingkat efisiensi yang baik, sehingga memenuhi fungsi yang diharapkan dengan biaya yang lebih optimal.

D. Fase Evaluasi

Pada tahap ini, pemilihan alternatif dilakukan berdasarkan nilai (*Value*) yang diperoleh dari perbandingan fungsi terhadap Biaya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa alternatif 2 memiliki nilai *Value* sebesar 4,1, dimana lebih tinggi dibandingkan dengan alternatif 1 sebesar 1,74. Nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif 2 memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik karena mampu memberikan fungsi proteksi kebakaran yang sama dengan biaya yang lebih optimal. Oleh karena itu, alternatif 2 dipilih sebagai alternatif terbaik untuk diterapkan pada sistem APAR yang direncanakan.

E. Fase Rekomendasi

Berdasarkan hasil rekayasa nilai, alternatif terpilih memiliki nilai *Value* 4.1 serta memberikan penghematan biaya sebesar 75,92% dibandingkan desain existing. Hal ini menunjukkan bahwa alternatif tersebut lebih efisien tanpa mengurangi fungsi proteksi kebakaran. Oleh karena itu, alternatif ini direkomendasikan untuk diterapkan karena memberikan keseimbangan terbaik antara fungsi dan biaya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa gedung baru perkantoran memiliki tingkat risiko kebakaran sebagai berikut 92,1% risiko berada pada kategori rendah (Low Risk), 3,6% berada pada kategori sedang (Moderate Risk), dan 4,3% pada kategori dapat diabaikan (negligible). Kondisi pada penelitian ini masih tetap dilakukan perancangan dikarenakan untuk memenuhi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008. Penerapan Value Engineering terhadap dua alternatif media pemadam menghasilkan alternatif 2, yaitu kombinasi Clean Agent sebanyak 3 unit dan Dry Chemical Powder sebanyak 8 unit, sebagai alternatif terbaik dengan nilai (*value*) sebesar 4,1, lebih tinggi dibandingkan alternatif 1 (Water Mist dan Dry Chemical Powder) yang hanya memperoleh nilai 1,74. Alternatif terpilih tersebut mampu memberikan penghematan biaya sebesar 75,92% dibandingkan biaya desain existing, yaitu dari Rp21.924.883, tanpa mengurangi fungsi maupun tingkat keselamatan sistem proteksi kebakaran yang dipersyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghamdi, M.A., 2022. *Challenges Encountered by University Students When Constructing FAST Diagrams. SAVE International 2022 Value Summit Proceedings: Turning Up the Heat on Value*, 101–111.
- Andriani Rizki Mega, Sugiyarto, & Setyawan, A., 2019. Penerapan *Value Engineering* pada Struktur Bangunan Gedung (Studi Kasus: Proyek Universitas Negeri Yogyakarta).
- Amelia, H., & Sulistio, H. (2019). Analisis *Value Engineering* pada Proyek Perumahan Djajakusumah Residence. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3).
- Astra Juni, P., Prabowo, A. W., Setiawati, K., & Dharma, D. A. M., 2025. Efisiensi Penggunaan Sprinkler pada Bangunan Apartemen (Studi Kasus Pada Proyek Apartemen X Jakarta Selatan). *Technologic*, 16(1).
- Divar, U. B., 2025. *Value Engineering in the Selection of Fire Proof Facade Materials for the Transjakarta Bus Stop Building at Roundabout Hi Jakarta. Journal of Architecture and Civil Engineering*, 10(8), 85–95.
- Hidayat, I., & Wibowo, K., 2024. Aplikasi Value Engineering pada Pekerjaan Tambah Kurang untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Kontraktor (Studi Kasus: Gedung D BPOM Jakarta).
- Indonesia, 2002. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Irfanto, R., W, I. S. N., & Dermawan, H., 2023. Penerapan Konsep *Value Engineering* pada Proyek Bangunan Gedung Sekolah. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 98–111.
- Kristo Ngantung, R., Manoppo, F. J., E Kandou, C. D., Teknik Prospero Karya Manado, S. C., Prodi Teknik Sipil, P., & Sam Ratulangi Manado., 2021. Penerapan *Value Engineering* Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek pada Pembangunan Gedung DPRD Sulawesi Utara. *In Jurnal Ilmiah Media Engineering* (Vol. 11, Number 1).
- Kementerian Pekerjaan Umum., 2008. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Maulana, F., Ashari, M. L., & Anindita, G., 2024. *Fire Risk Assessment* dan Perencanaan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif pada Gedung Perkuliahan Di Jakarta. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*, 2(1), 38–50.
- Nandito, A., & Huda, M. (2020). Penerapan *Value Engineering* pada proyek pembangunan Puskesmas Rego Manggarai Barat NTT. *Jurnal Konstruksia*, 8(3), 171–186.
- Manurung, J., & Sutanto, H., 2024. Evaluasi Sistem Pemadam Kebakaran (*Fire Protection*) di Gedung Perkantoran Cengkareng *Business City* (CBC) Tangerang. *In Jurnal Praktik Keinsinyuran* (Vol. 1, Number 2).
- National Fire Protection Association., 2022. *NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers*. Quincy, MA: NFPA.
- National Fire Protection Association., 2022. *NFPA 551: Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments*. Quincy, MA: NFPA.
- Ramadhan, D. G., Mangada, A., & Illahi, A. N., 2022. Perancangan Layout Pemasangan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dengan Metode *Fire Risk Assessment* (FRA) (Studi Kasus: Gedung Kantor PT. Pelindo TPK Makassar New Port). Bidang: Teknik industri agro topik: Manajemen industri dan kerekayasaan proses. Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX.
- Setiawan, E., Nugroho, A., & Zaman, B., 2022. Analisis Sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Lingkungan Area Berbahaya. *In JPPII* (Vol. 1, Number 1).
- Shonata, M., Rifai, M., & Handayani, F. S., 2024. Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Gedung Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(3), 10.