

**KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN
BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH
TERJADINYA KOROSI**

TUGAS AKHIR

Oleh:

BURHANNUDIN PRAYITNO
NIT. 55232210029



**PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM
KEBAKARAN PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

JULI 2025

**KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN
BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH
TERJADINYA KOROSI**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan
Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan dan
Pemadam Kebakaran Penerbangan

Oleh:

BURHANNUDIN PRAYITNO
NIT. 55232210029



**PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM
KEBAKARAN PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

JULI 2025

ABSTRAK
KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN
BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH
TERJADINYA KOROSI

Oleh:

BURHANNUDIN PRAYITNO
NIT. 55232210029

PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM
KEBAKARAN PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

JULI 2025

Alat Pemadam Api Ringan (APAR) merupakan komponen utama dalam penanggulangan keadaan darurat, terutama dalam situasi kebakaran. Namun, keberadaan APAR di luar ruangan dapat menimbulkan tantangan tersendiri, terutama terkait dengan korosi akibat faktor lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pelindung alat pemadam api ringan berbahan poliester yang dapat mencegah terjadinya korosi pada APAR di Bandar Udara Internasional Yogyakarta. Metode penelitian ini menggunakan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara mendalam dengan personel PKP-PK yang terlibat langsung dalam pemeliharaan APAR pada studi kasus di lingkungan operasional Bandar Udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelindung berbahan poliester berpotensi memberikan perlindungan yang baik terhadap pemeliharaan apar dalam mencegah korosi, khususnya pada APAR yang ditempatkan di area terbuka. Poliester memiliki sifat yang menguntungkan seperti tahan lama, tahan terhadap cuaca, dan ekonomis, sehingga menjadikannya pilihan yang layak untuk produksi massal. Serat poliester merupakan serat sintetis yang bersifat termoplastik, menjadikannya material yang sempurna dan menjanjikan untuk aplikasi sebagai pelindung yang baik.

Kata kunci: Alat pemadam kebakaran, korosi, perlindungan poliester, keselamatan kebakaran, bandara.

ABSTRACT
STUDY OF POLYESTER-BASED PROTECTIVE COVERS FOR
FIRE EXTINGUISHERS IN AN EFFORT TO PREVENT
CORROSION

By:

BURHANNUDIN PRAYITNO
NIT. 55232210029

AVIATION RESCUE AND FIRE FIGHTING
STUDY PROGRAM

JULY 2025

Fire Extinguishers (APAR) are critical components in emergency response, particularly during fire incidents. However, the placement of APAR units in outdoor environments presents specific challenges, primarily related to corrosion caused by environmental factors. This study aims to examine the use of polyester-based protective covers to prevent corrosion on APAR units at Yogyakarta International Airport. A descriptive qualitative method was employed, with data collected through observation and in-depth interviews with ARFF (Aircraft Rescue and Fire Fighting) personnel directly involved in APAR maintenance within the airport's operational setting. The findings indicate that polyester-based covers have significant potential in providing effective protection against corrosion, especially for APAR units placed in open areas. Polyester offers advantageous properties such as durability, weather resistance, and cost-efficiency, making it a suitable option for mass production. As a synthetic and thermoplastic fiber, polyester presents itself as a promising and reliable material for protective applications.

Keywords: *Fire extinguisher, corrosion, polyester cover, fire safety, airport*

PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR : "KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH TERJADINYA KOROSI" telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan Program Diploma Tiga Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : BURHANNUDIN PRAYITNO

NIT : 55232210029

PEMBIMBING I



Dr. ANTON ABDULLAH, S.T., M.M.

Pembina (IV/a)

NIP. 19781025 200003 1 001

PEMBIMBING II



M. SYUKRI PESILLETE, S.T., M.M.

Pembina Tk.1 (IV/b)

NIP. 19720908 199803 1 002

KETUA PROGRAM STUDI

Program Studi Penyelamatan Dan Pemadam Kebakaran Penerbangan
Program Diploma Tiga Politeknik Penerbangan Palembang



SUTIYO, S.Sos., M. Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19681011 199112 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR : " KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH TERJADINYA KOROSI" telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan Program Diploma Tiga Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Diploma Tiga Pada Tanggal 17 Juli 2025.

KETUA



WAHYUDI SAPUTRA, S.Si. T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19821107 200502 1 001

SEKRETARIS



M. SYUKRI PESILLETE, S.T., M.M.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 19720908 199803 1 002

ANGGOTA



YAYUK SUPRIHARTINI, S.Si. T., M.A.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19830725 200812 2 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : BURHANNUDIN PRAYITNO

NIT : 55232210029

Program Studi : Penyelamatan dan Pemadaman Kebakaran
Penerbangan Program Diploma Tiga

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH TERJADINYA KOROSI” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benar dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 17 Juli 2025
Yang Membuat Pernyataan



Burhannudin Prayitno
NIT.55232210029

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Diploma Tiga yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Burhannudin P, (2025): KAJIAN PELINDUNG ALAT PEMADAM API RINGAN BERBAHAN POLIESTER DALAM USAHA MENCEGAH TERJADINYA KOROSI, Tugas Akhir Program Diploma III, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan, Politeknik Penerbangan Palembang.

*Kupersembahkan Karya ini dengan segenap Cinta dan Rasa Syukur
Kepada Ayahanda Sunarto dan Ibunda Yapliha
Beserta Adikku Hanif Lionel M.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan hidayahNya, Semoga Tugas Akhir yang berjudul “Kajian Pelindung Alat Pemadam Api Ringan Berbahan Poliester dalam usaha mencegah Korosi.” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyelesaian Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai satu prasyarat untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi penerbang Politeknik Penerbangan Palembang untuk memperoleh Ahli Madya (A.Md.). Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini, khususnya:

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan anugerah dan lindungan pada hamba-Nya.
2. Kedua Orang Tua, atas doa, semangat dan dukungan berupa materi serta moral.
3. Keluarga dan saudara atas doa, semangat, dan dukungan yang diberikan.
4. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si., Selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Bapak Sutiyo, S.Sos., M.Si., Selaku Ketua Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan (PPKP).
6. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan (PPKP).
7. Bapak Dr. Anton Abdullah, S.T., M.M., selaku dosen pembimbing I penulis selama pelaksanaan proposal tugas akhir.
8. Bapak M. Syukri Pesilette, S.T., M.M., selaku dosen pembimbing II penulis selama pelaksanaan proposal tugas akhir
9. Seluruh Personel Airport Rescue and Fire Fighting Bandar Udara Internasional Yogyakarta.
10. Pasangan saya Tasya Aulia Dita yang Senantiasa Membantu dan Memberikan Semangat.

11. Rekan-rekan Taruna Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan, atas kebersamaan dan kerjasamanya (PPKP).

Tidak ada gading yang tak retak. Tentu saja, pekerjaan ini masih jauh dari sempurna. Mohon maaf atas segala kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk karya yang lebih baik di masa yang akan datang.

Palembang, 17 Juli 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Burhannudin Prayitno

NIT. 55232210029

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN PENGUJI	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penelitian	5
BAB II	6
A. Teori Penunjang	6
B. Kajian Penelitian terdahulu yang relevan	35
BAB III	38
A. Desain penelitian	38
B. Subjek dan Objek Penelitian	39
C. Teknik Pengumpulan Data	39
D. Teknik Analisis Data	41
E. Tempat dan Waktu Penelitian.....	42
BAB IV	43

A. Hasil penelitian.....	43
B. Pembahasan.....	53
BAB V.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	59
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbandingan Polikarbonat dan Akrilik.....	34
Tabel II. 2 Kajian penelitian.....	36
Tabel III. 1 Indikator Instrument.....	40
Tabel III. 2 Tabel Penelitian	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Inspeksi APAR.....	11
Gambar II. 2 Cara Penggunaan APAR.....	12
Gambar II. 3 APAR yang terkena dampak Korosi.....	20
Gambar II. 4 Hasil uji Coba Poliester.....	28
Gambar II. 5 Kurva kekuatan dan mulur pada serat poliester.....	28
Gambar II. 6 Hasil Uji daya Serap.....	29
Gambar III. 1 Tahapan Penelitian.....	38
Gambar IV. 1 Pelindung APAR berbahan Poliester.....	56
Gambar IV. 2 Design Pelindung APAR.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri penerbangan di seluruh dunia yang semakin pesat memberikan dampak positif bagi Indonesia. Melalui Kementerian Perencanaan dan Pembangunan Nasional, pemerintah Indonesia telah menentukan dan mengutamakan beberapa misi yang bisa mendorong pertumbuhan industri penerbangan lokal, seperti memperbaiki kualitas infrastruktur penerbangan, meningkatkan investasi serta kerjasama baik di tingkat nasional maupun internasional, dan memperkuat efektivitas peraturan pengelolaan institusi yang lebih terstruktur (Nurchahyo *et al.*, 2023).

Penerbangan adalah salah satu industri yang sangat bergantung pada teknologi (Biringkanae and Bunahri, 2023). Di Indonesia, sektor penerbangan terus berkembang dari waktu ke waktu, yang terlihat dari banyaknya pembangunan fasilitas penerbangan. Perkembangan ini mendorong berdirinya bandara-bandara yang berukuran besar sampai kecil, mulai dari lokasi yang memiliki akses yang baik hingga yang memerlukan akses khusus. Karena itu, demi menyokong perkembangan tersebut, Pemerintah Republik Indonesia perlu menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten. Salah satu tenaga yang disiapkan oleh bandara adalah unit ARFF.

Setiap bandara harus mempunyai Unit ARFF sebagai langkah pencegahan terhadap kemungkinan kecelakaan pesawat. Sesuai dengan PR 30 Tahun 2022, dijelaskan bahwa Bantuan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) yang selanjutnya dikenal sebagai PKP-PK adalah sebuah unit yang termasuk dalam upaya penanganan situasi darurat. (Jenderal Perhubungan Udara, 2022).

Menurut (Jenderal Perhubungan Udara, 2022) Tugas utama personel PKP-PK adalah menyelamatkan nyawa dan harta benda dari kejadian serta kecelakaan yang berlangsung di bandara dan daerah sekitarnya. Selain itu, tugas inti personel PKP-PK mencakup berbagai kegiatan operasional yang meliputi urusan administrasi, persiapan, penyelamatan, pencegahan dan pemadaman api, pelatihan, serta pemeliharaan.

Sementara itu, tanggung jawab utama anggota PKP-PK mencakup aktivitas operasional, termasuk pengelolaan administrasi, persiapan, penyelamatan, pencegahan dan pemadaman api, pelatihan, serta perawatan. Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang tidak terjaga dan tidak diperbaharui dapat mengakibatkan keterlambatan dalam menangani keadaan darurat dan meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Setiap pengelola bandara harus melakukan perawatan pada kendaraan dan alat yang mendukung operasi agar kinerja maksimal dapat tercapai sesuai dengan kategori bandara untuk PKP-PK. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, peralatan PKP-PK harus selalu berada dalam kondisi prima dan dapat digunakan setiap saat, karena kecelakaan dapat terjadi sewaktu-waktu tanpa peringatan. Agar peralatan tersebut berfungsi dengan baik saat diperlukan, maka perawatan rutin dan penjagaan harus dilakukan secara teratur. Pemeliharaan alat ini tidak boleh dilakukan sembarangan, melainkan harus mengikuti prosedur yang ditetapkan dan dilakukan oleh individu yang telah mendapatkan pelatihan untuk melakukan pemeliharaan peralatan PKP-PK ini (Anton Abdullah *et al.*, 2021).

Di setiap bandara tentu saja mengutamakan keselamatan dan keamanan penerbangan. Sebagai contoh, jika terjadi kecelakaan pesawat, seperti pesawat yang mengalami masalah saat mendarat atau lepas landas, serta insiden kebakaran di bandara, situasi tersebut harus segera ditangani agar pelaksanaan operasi penerbangan di bandara tersebut tidak terhambat. (Nugraha *et al.*, 2021). Maka dari itu setiap bandara wajib menyediakan Alat pemadam Api ringan untuk mengantisipasi terjadinya bahaya kebakaran di bandara tersebut.

Alat Pemadam Api Ringan (APAR) merupakan komponen utama dalam penanggulangan keadaan darurat, terutama dalam situasi kebakaran. Namun, Penempatan APAR di lingkungan luar ruangan Selama pelaksanaan *On Job Training* (OJT) menimbulkan tantangan tersendiri, terutama terkait dengan korosi akibat faktor lingkungan.

Selama pelaksanaan *On Job Training* (OJT) di Bandara Udara Internasional Yogyakarta, penulis mengamati bahwa beberapa APAR yang terletak di luar ruangan mengalami korosi. Hal ini disebabkan oleh lokasi bandara yang berdekatan dengan laut, di mana udara yang lembab dan mengandung uap air dapat mempercepat proses korosi. Selain itu, APAR yang terpapar langsung oleh air hujan juga rentan terhadap korosi, karena air hujan mengandung asam, sementara udara laut membawa partikel garam yang semakin mempercepat degradasi material logam (Saraf and Valia, 2021).

Kelembapan tinggi akibat hujan dan paparan angin laut dapat menyebabkan lapisan pelindung APAR terkikis, sehingga logam lebih cepat berkarat dan kehilangan fungsinya.

Menurut (Sumanto and Maghfiroh, 2019) korosi merupakan proses degradasi material logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Faktor-faktor seperti karbondioksida, kelembapan, dan oksigen, baik pada suhu rendah maupun tinggi, dapat mempercepat proses ini.

Oleh karena itu, pemeliharaan rutin serta penggunaan pelindung atau penutup APAR menjadi langkah krusial dalam memastikan APAR tetap berfungsi secara optimal di lingkungan yang penuh tantangan, seperti bandara.

Menurut Permen PU No. 26/PRT/M/2008 dalam mencegah kerusakan akibat korosi, diperlukan perlindungan yang sesuai dengan ketentuan yaitu, APAR yang dipasang di lokasi rentan terhadap kerusakan fisik seperti benturan, getaran, dan faktor lingkungan harus diproteksi dengan baik (Menteri and Umum, 2008).

Sesuai dengan masalah yang ada, studi ini ditujukan untuk mengkaji Pelindung Alat Pemadam Api Ringan berbahan Poliester dalam usaha mencegah Korosi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis merumuskan yaitu Apakah pelindung alat pemadam api ringan berbahan poliester dapat mencegah terjadinya korosi pada APAR di Bandar Udara Internasional Yogyakarta?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah Tugas Akhir pada kajian pelindung APAR berbahan poliester dalam usaha mencegah terjadinya korosi yang digunakan dilingkungan gedung. Fokus utama penelitian ini adalah penutup fisik yang digunakan untuk melindungi APAR dari kerusakan akibat paparan debu, kelembapan, dan faktor lingkungan yang dapat menyebabkan korosi.

D. Tujuan Masalah

Tugas akhir ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji pelindung alat pemadam api ringan berbahan poliester dalam upaya mencegah terjadinya korosi pada APAR di Bandar Udara Internasional Yogyakarta.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

a. Bagi peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman berharga dalam pelaksanaan kegiatan penelitian serta menambah wawasan penulis mengenai penyebab dan dampak korosi pada Alat Pemadam Api Ringan (APAR).

b. Bagi Prodi PKP-PK

Menyediakan data yang berguna untuk pengetahuan di sektor keselamatan penerbangan dalam mengatasi risiko kebakaran di bandara.

c. Bagi Peneliti lain

Sebagai ilmu pengetahuan tambahan bagi peneliti selanjutnya dan sebelumnya pada bidang bahasan yang sama.

2. Manfaat praktis

a. Bagi Personel PKP-PK

Sebagai tambahan informasi bagi personel guna meningkatkan keaktifan dalam mengantisipasi serta mencegah terjadinya korosi pada APAR.

b. Bagi instansi terkait

Sebagai saran dalam upaya peningkatan perawatan dan pemeliharaan pada APAR yang mengalami korosi.

F. Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penelitian yang terdapat pada penelitian ini, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi teori penunjang dan kajian penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi desain penelitian, variabel penelitian, populasi, sampel, dan objek penelitian, teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian, teknik analisis data, tempat dan waktu penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN SERTA DISKUSI

Berisikan hasil-hasil yang terkait dengan parameter studi dan tujuan dari TA serta analisis-analisis lebih lanjut terhadap hasil-hasil tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan menyeluruh dari hasil dan pembahasan isinya harus sesuai tujuan pada bab pendahuluan dan analisis serta diskusi yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya serta saran-saran untuk perbaikan atau aspek lain yang perlu dikaji lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Teori penunjang memiliki peran penting dalam memberikan dasar bagi topik permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, serta menjadi landasan yang memperkuat setiap jenis penelitian yang dilakukan. Adapun teori yang mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut.:

1. Alat Pemadam Api Ringan

Menurut (Kepmenakertrans, 1980) Alat Pemadam Api Ringan merupakan perangkat yang berukuran ringan dan dirancang agar dapat dioperasikan oleh satu orang untuk memadamkan api pada tahap awal terjadinya kebakaran.

Menurut (NFPA, 2022) Alat Pemadam Api Ringan adalah Alat yang dapat dipindahkan atau ditarik menggunakan roda dan dioperasikan secara manual, berisi bahan pemadam yang disemprotkan dengan tekanan untuk tujuan memadamkan api.

Sebagai alat bertekanan tinggi, APAR memerlukan perawatan rutin untuk memastikan alat tersebut berfungsi dengan baik saat terjadi kebakaran (Komalasari, Muzhaffar and Gumay, 2023).

a. Jenis – Jenis Alat Pemadam Api Ringan

Menurut (Kepmenakertrans, 1980) Alat pemadam api (APAR) terbagi menjadi beberapa jenis yang diklasifikasikan berdasarkan media pemadam yang digunakan serta kelas kebakaran yang sesuai. Berikut adalah beberapa jenis APAR yang perlu diketahui:

1) Air

Sifat air saat memadamkan api adalah secara fisik menyerap panas dan sangat efektif untuk memadamkan bahan-bahan padat (kelas A) karena mampu memasuki bagian terdalam. Ada 3 (tiga) macam

APAR air ialah air dengan pompa tangan, air bertekanan dan asam soda/soda acid (Aditya, 2023).

2) Busa (*foam*)

APAR jenis busa merupakan alat pemadam yang mengandung bahan kimia khusus yang mampu menghasilkan busa. Busa AFFF (Aqueous Film Forming Foam) yang dikeluarkan akan membentuk lapisan penutup pada permukaan benda yang terbakar, sehingga menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan dalam proses pembakaran. APAR jenis AFFF ini efektif digunakan untuk memadamkan api akibat bahan padat non-logam seperti kertas, kain, dan karet (Kebakaran Kelas A), serta api yang disebabkan oleh cairan mudah terbakar seperti minyak, alkohol, dan solvent (Aditya, 2023).

3) Tepung Kering (*Dry Chemical Powder*)

APAR jenis serbuk kimia, atau *Dry Chemical Powder Fire Extinguisher*, mengandung serbuk kimia kering yang merupakan campuran dari mono-amonium dan ammonium sulfat. Saat disemprotkan, serbuk ini akan menyelimuti area yang terbakar dan memutus suplai oksigen, salah satu unsur utama dalam proses pembakaran. APAR jenis ini dikenal sebagai alat pemadam serbaguna karena efektif digunakan untuk mengatasi kebakaran pada hampir semua kelas, yaitu kelas A, B, dan C. Namun, penggunaannya tidak direkomendasikan di lingkungan industri karena dapat menyebabkan kontaminasi dan merusak peralatan produksi. Biasanya, APAR jenis Dry Chemical Powder ini digunakan pada kendaraan (Aditya, 2023).

4) Gas (karbondioksida)

APAR jenis Karbon Dioksida (CO₂) merupakan alat pemadam yang menggunakan gas Karbon Dioksida sebagai media pemadam api. Jenis APAR ini sangat efektif digunakan untuk mengatasi kebakaran Kelas B, yaitu kebakaran akibat cairan yang mudah

terbakar, serta Kelas C, yang melibatkan instalasi listrik bertegangan (Aditya, 2023).

b. Klasifikasi kebakaran

Klasifikasi Kebakaran menurut (Menteri and Umum, 2008) yaitu:

1) Kelas A

Bahan padat non-logam umumnya tidak dapat terbakar secara spontan. Kebakaran kelas A terjadi akibat adanya panas dari sumber eksternal yang menyebabkan molekul benda padat terurai dan menghasilkan gas, di mana gas tersebut kemudian terbakar. Contoh bahan yang termasuk dalam kategori kebakaran kelas A antara lain karet, kertas, dan plastik.

2) Kelas B

Kebakaran jenis ini melibatkan bahan cair dan gas seperti minyak bumi, cat, bensin, serta cairan mudah terbakar lainnya. Karena sifatnya yang mudah mengalir, api dapat dengan cepat menyebar ke area lain. Prinsip pemadaman pada jenis kebakaran ini adalah dengan menghilangkan oksigen atau menghalangi nyala api. Media pemadam yang paling efektif untuk situasi ini adalah busa atau foam.

3) Kelas C

Merupakan kebakaran yang disebabkan oleh Listrik yang bertegangan. Jenis media pemadaman yaitu yang tidak menghantarkan Listrik seperti dry chemical powder, CO₂, dan Halon

4) Kelas D

Kebakaran kelas D yaitu disebabkan oleh logam seperti uranium, titanium, lithium, potasium, dan magnesium. Media pemadaman yang digunakan yaitu dengan pengelapisan permukaan logam yang terbakar dan mengisolasi dengan oksigen.

5) Kelas K

Kebakaran Kelas K merupakan kebakaran yang disebabkan oleh bahan-bahan dapur seperti minyak goreng dan mentega. Proses pemadamannya dilakukan dengan menghilangkan oksigen serta menghambat api, menggunakan media pemadam berupa foam atau busa.

c. Pemeliharaan APAR

Menurut (Wiratmani and Irvan, 2017) Pemeliharaan adalah rangkaian segala tindakan yang dibutuhkan untuk memastikan atau melestarikan mutu fasilitas.

Menurut standar (NFPA, 2022) yang mengatur tentang pemeliharaan, pemeriksaan dan penggunaan alat pemadam api ringan yaitu:

Inspeksi APAR harus dilakukan oleh orang yang berkompeten dan terlatih, serta telah menerima pelatihan khusus tentang cara Inspeksi APAR dan perawatannya.

Pengecekan APAR harus dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa alat tersebut selalu dalam kondisi siap pakai.

Langkah terakhir yaitu mendokumentasikan inspeksi APAR untuk memastikan bahwa setiap inspeksi APAR harus dicatat dalam log Inspeksi yang mencakup informasi seperti tanggal pemeriksaan, nama petugas yang melakukan pemeriksaan, hasil pemeriksaan dan tindakan perbaikan yang diperlukan.

Cara Pemeliharaan APAR (NFPA, 2022) yaitu :

1) Memeriksa kondisi fisik

Melakukan pemeriksaan terhadap kondisi fisik tabung, apakah ada tanda-tanda kerusakan seperti penyok, karat atau retakan pada tabung, dengan interval tidak lebih dari 31 hari atau satu kali perbulan kalender.

2) Memeriksa Pressure Gauge

Untuk mengetahui tekanan gas yang ada didalam APAR berada dalam batas aman atau jarum yang ada didalam Pressure Gauge berada di warna hijau.

3) Menimbang APAR

Menimbang APAR biasanya dilakukan pada APAR yang berisi Gas Karbondioksida (CO₂) karna APAR tersebut tidak memiliki indikator atau Pressure Gauge dan dengan cara tersebut bisa mengetahui ketidaksesuaian berat yang tertera pada label, apabila berat tersebut tidak sesuai maka APAR dipastikan terdapat adanya kebocoran.

4) Pemeriksaan Komponen

Periksa Komponen Seperti katub (*valve*), hose, dan *Nozzle*. Pastikan semua bagian dalam kondisi baik, tidak tersumbat dan tidak bocor.

5) Dokumentasi

Setelah melakukan Perawatan diatas maka langkah terakhir yaitu mencatat hasil pemeriksaan dan perawatan dalam log inspeksi untuk melacak riwayat pemeliharaan dan memastikan semua tindakan telah dilakukan sesuai jadwal.



Gambar II. 1 Inspeksi APAR
(Sumber: *Bandar Udara Internasional Yogyakarta, 2024*)

d. Bagian – bagian APAR dan cara penggunaannya

Bagian Alat Pemadam Api Ringan dan cara penggunaannya menurut (Widyantoro, Syakur and Wibowo, 2020) :

- 1) Lepaskan pin pengunci pada tuas APAR/tabung pemadam.
- 2) Pegang selang dan arahkan ke titik pusat nyala api.
- 3) Berdirilah searah dengan angin dan arahkan nozzle ke pusat nyala api.
- 4) Tekan tuas atau lakukan squeezing untuk mengeluarkan isi dari APAR.
- 5) Semprotkan nozzle yang dipegang ke kiri dan kanan nyala api, supaya media yang digunakan dapat tersebar merata hingga api padam.



Gambar II. 2 Cara Penggunaan APAR
(Sumber: *aditya, 2023*)

e. Faktor yang mempengaruhi Kerusakan pada APAR

1) Faktor Internal

a) Manusia

Berdasarkan aspek manusia, penyebab korosi meliputi kurangnya pengawasan atau perawatan dari Tim Pemeliharaan, yang mengakibatkan tidak adanya pembersihan pada APAR dan menyebabkan akumulasi kotoran. Selain itu, kurangnya ketelitian dalam pemeriksaan APAR juga berpengaruh pada tidak dilakukan langkah pencegahan terhadap korosi. (Nugroho, 2024).

b) Kualitas Material

Kekerasan dan ketegangan pada area sambungan las lebih besar dibandingkan dengan kekerasan di dinding tabung, yang menyebabkan terjadinya korosi tegangan. Korosi ini dapat merusak sejumlah bagian dari tabung APAR. Proses korosi

dimulai dari bagian bawah tabung dan kemudian menyebar ke bagian atas tabung APAR.(Rinaldi, Pranoto and Suyitno, 2018).

2) Faktor Eksternal

a) Paparan Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan unsur eksternal yang dipengaruhi oleh kadar oksigen di dalam air atau atmosfer, pH, suhu, komposisi kimia, atau konsentrasi larutan. Dalam melihat reaksi yang terjadi selama proses korosi, air menjadi salah satu elemen krusial untuk terjadinya korosi (Nugroho, 2024). Kelembaban udara yang tinggi dengan kandungan uap air yang banyak akan mempercepat proses korosi. (Rupa Matheus, 2023).

b) Paparan Air Laut dan Garam

Elektrolit, yang bisa berupa asam atau garam, adalah media yang efektif untuk memfasilitasi perpindahan muatan. Akibatnya, elektron dapat lebih mudah terikat dengan oksigen di atmosfer. Air hujan memiliki kandungan asam yang tinggi, sementara air laut kaya akan garam. Maka dari itu, baik air hujan maupun air laut berperan sebagai faktor utama penyebab korosi. (Rupa Matheus, 2023).

c) Kebersihan dan Penanganan yang Tidak Tepat

Menurut (NFPA, 2022), Alat pemadam kebakaran merupakan alat bertekanan tinggi, yang komponennya seal, gasket dan selang dapat rusak jika terdapat debu atau kotoran sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

d) Paparan Radiasi UV dan Sinar Matahari

e) Kondisi iklim tropis di Indonesia yang ditandai dengan perubahan kelembaban dan suhu, serta tingginya curah hujan dan intensitas sinar matahari, ditambah dengan polusi udara berasal dari laut, sungai dan sektor industri, mempercepat

proses korosi pada material besi atau logam. Oleh karena itu, penelitian mengenai korosi besi perlu dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan tersebut. (Rupa Matheus, 2023). Hindari menempatkan tabung di bawah sinar matahari secara langsung dan terkena air hujan, karena jika sering terpapar panas dan hujan, tabung APAR bisa mengalami kerusakan (NFPA, 2022).

Salah satunya di Bandara Internasional Yogyakarta mengalami dampak faktor eksternal tersebut. Karena faktor eksternal tersebut merupakan penyebab terjadinya korosi sehingga mengakibatkan struktur dan peralatan mengalami korosi khususnya pada Alat Pemadam Api Ringan (APAR).

2. Korosi

Korosi adalah proses alami yang terjadi pada logam akibat reaksi redoks antara logam dan bahan-bahan di sekitarnya. Korosi berlangsung ketika logam berinteraksi secara langsung dengan air atau udara (oksigen). (Sumanto and Maghfiroh, 2019). Korosi merupakan suatu proses kerusakan, penurunan kualitas, atau degradasi bahan yang diakibatkan oleh faktor-faktor lingkungan dan kondisi sekitarnya. (Utomo, 2012).

Korosi dapat terjadi karena proses fisik, kimia maupun biologi yang berkaitan dengan interaksi antara ketiganya. Korosi fisik dapat terjadi karena kontak antara logam dengan ion di lingkungan. Korosi kimia terjadi karena adanya senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi, seperti asam ataupun merkuri. Korosi biologi dapat terjadi karena adanya mikrobia penyebab korosi. Mikrobia hadir pada kondisi aerob maupun anaerob. Salah satu mikrobia yang turut berperan dalam proses korosi mikrobiologis adalah Sulphate Reducing Bacteria (SRB) atau bakteri pereduksi sulfat yang hidup secara anaerob dan dapat tumbuh pada kisaran pH 2 sampai pH 9, tetapi optimalnya pada pH 7. Mikrobia ini ditemukan hampir pada semua tanah, dan air, terutama

yang banyak mengandung bahan organik. Penyebab utama terjadinya korosi besi adalah adanya oksigen di udara dan air (Natasya *et al.*, 2022)

a. Upaya – upaya untuk mencegah korosi

- 1) Memilih jenis logam yang sesuai dengan keadaan lingkungan
- 2) Menambahkan pelindung agar logam terjaga dari pengaruh lingkungan
- 3) Menyempurnakan lingkungan agar terhindar dari sifat korosif
- 4) Perlindungan secara elektrokimia menggunakan anoda pengorbanan atau arus balik.

b. Hal – hal yang mempengaruhi terjadinya korosi

1) Air dan Kelembapan Udara

Dilihat dari reaksi yang terjadi pada proses korosi, air merupakan salah satu faktor penting untuk berlangsungnya korosi. Udara lembab yang banyak mengandung uap air akan mempercepat berlangsungnya proses korosi (Rupa Matheus, 2023).

2) Elektrolit (Asam atau Garam)

Merupakan media yang baik untuk terjadinya transfer muatan. Hal ini mengakibatkan elektron lebih mudah untuk diikat oleh oksigen di udara. Air hujan banyak mengandung asam, sedangkan air laut banyak mengandung garam. Oleh karena itu air hujan dan air laut merupakan penyebab korosi yang utama.

3) Permukaan logam yang tidak rata

Permukaan logam yang tidak rata memudahkan terjadinya kutub-kutub muatan, yang akhirnya akan berperan sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang licin dan bersih akan menyebabkan korosi sulit terjadi, sebab kutub-kutub yang akan bertindak sebagai anode dan katode sulit terbentuk.

4) Terbentuknya sel elektrokimia

Apabila dua jenis logam dengan perbedaan potensial elektroda saling bersinggungan dalam lingkungan yang mengandung air

atau kelembapan tinggi, maka secara spontan dapat terbentuk sel elektrokimia. Dalam sistem tersebut, logam dengan potensial elektrokimia lebih rendah akan bertindak sebagai anoda dan melepaskan elektron, sehingga mengalami proses oksidasi akibat reaksi dengan oksigen yang terlarut di udara atau media sekitarnya. Sementara itu, logam dengan potensial lebih tinggi akan berperan sebagai katoda dan relatif terlindungi dari korosi. Kondisi ini menyebabkan korosi galvanik, yaitu percepatan laju korosi pada logam yang berpotensi lebih rendah. Sebagai ilustrasi, penggunaan paku keling dari tembaga pada struktur yang terbuat dari besi dapat mempercepat proses karat (korosi) pada besi di sekitar area sambungan, karena tembaga memiliki potensial yang lebih tinggi dibandingkan besi.

c. Jenis jenis korosi

1. *Uniform attack* (korosi seragam)

Adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil, logam homogen. Korosi jenis ini bisa dicegah dengan cara Diberi lapis lindung yang mengandung inhibitor seperti lemak.

a) Untuk lambung kapal diberi proteksi katodik

b) Pemeliharaan material yang tepat

c) Untuk jangka pemakaian yang lebih panjang diberi logam berpaduan tembaga 0,4% (Utomo, 2012).

2. *Pitting corrosion* (korosi sumur) Adalah korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen yang dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur.

3. Korosi erosi merupakan bentuk degradasi material logam yang terjadi akibat kombinasi antara proses korosi elektrokimia dan keausan mekanis. Fenomena ini umumnya disebabkan oleh

aliran fluida berkecepatan tinggi yang mampu mengikis permukaan logam, termasuk lapisan pasif atau pelindung yang terbentuk secara alami. Pengikisan ini menghasilkan permukaan yang tajam dan kasar, yang selanjutnya menjadi titik awal (initaliasi) terjadinya korosi lebih lanjut. Jenis korosi ini sering ditemukan pada komponen yang mengalami kontak langsung dengan fluida dinamis, seperti pada permukaan bagian dalam pipa, turbin, pompa, dan baling-baling (*propeller*), di mana kecepatan fluida tinggi mempercepat laju kerusakan material. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- a) Pilih bahan yang homogen
 - b) Diberi coating dari zat agresif
 - c) Diberikan inhibitor
 - d) Hindari aliran fluida yang terlalu deras
4. *Galvanic corrosion* (korosi galvanis) Korosi yang terjadi karena adanya 2 logam yang berbeda dalam satu elektrolit sehingga logam yang lebih anodic akan terkorosi. Korosi ini dapat dicegah dengan cara:
- a) Beri isolator yang cukup tebal hingga tidak ada aliran elektrolit
 - b) Pasang proteksi katodik
 - c) Penambahan anti korosi inhibitor pada cairan
5. *Stress corrosion* (korosi tegangan) Terjadi karena butiran logam yang berubah bentuk yang diakibatkan karena logam mengalami perlakuan khusus (seperti diregang, ditekuk dll.) sehingga butiran menjadi tegang dan butiran ini sangat mudah bereaksi dengan lingkungan. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :
- a) Diberi inhibitor
 - b) Apabila ada logam yang mengalami stres maka logam harus direlaksasi.
6. *Crevice corrosion* (korosi celah) Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain diantaranya ada

celah yang dapat menahan kotoran dan air sehingga konsentrasi O₂ pada mulut kaya disbanding pada bagian dalam, sehingga bagian dalam lebih anodic dan bagian mulut jadi katodik korosi.

7. Korosi mikrobiologi Korosi yang terjadi karena mikroba Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa. Korosi ini bertanggung jawab terhadap degradasi material di lingkungan. Pengaruh inisiasi atau laju korosi di suatu area, mikroorganisme umumnya berhubungan dengan permukaan korosi kemudian menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Lapisan film tipis atau biofilm. Pembentukan lapisan tipis saat 2 – 4 jam pencelupan sehingga membentuk lapisan ini terlihat hanya bintik-bintik dibandingkan menyeluruh di permukaan. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara:

- a) Memilih logam yang tepat untuk suatu lingkungan dengan kondisi-kondisinya
- b) Memberi lapisan pelindung agar lapisan logam terlindung dari lingkungannya
- c) Memperbaiki lingkungan supaya tidak korosif
- d) Perlindungan secara elektrokimia dengan anoda korban atau arus tandingan.
- e) Memperbaiki konstruksi agar tidak menyimpan air, lumpur dan zat korosif lainnya.

8. *Fatigue corrosion* (korosi lelah) Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara:

- a) Menggunakan inhibitor
 - b) Memilih bahan yang tepat atau memilih bahan yang kuat korosi.
 - c) Memilih bahan yang tepat atau memilih bahan yang kuat korosi.
- d. Dampak Korosi
- 1) Kerugian Produksi Selama Pekerjaan Terhenti
Kegiatan perbaikan atau penggantian komponen dalam suatu sistem industri seringkali mengharuskan penghentian sementara proses produksi. Meskipun biaya yang diperlukan untuk perbaikan atau penggantian komponen tersebut relatif rendah, dampak ekonomis yang ditimbulkan dapat signifikan. Hal ini disebabkan oleh terhambatnya proses produksi, yang secara langsung mengurangi jumlah output yang dapat dipasarkan. Akumulasi dari waktu henti operasional (*downtime*) ini berpotensi menimbulkan kerugian besar, terutama jika proses produksi bersifat kontinu dan tidak memiliki sistem cadangan operasional. (Teknik, Politeknik and Lhokseumawe, 2024).
 - 2) Tingginya Biaya Perawatan
Pemilihan bahan untuk menghambat laju korosi merupakan suatu faktor utama yang menentukan tinggi rendahnya biaya perawatan. Pemilihan bahan yang tahan terhadap korosi akan mengurangi biaya perawatan yang dibutuhkan selama masa pakai bahan tersebut, walaupun biaya investasi awal yang dikeluarkan cukup tinggi namun biaya keseluruhannya biasanya jauh lebih kecil.
 - 3) Turunnya Mutu Produk Akibat Kontaminasi
Korosi dapat mengakibatkan terikutnya komponen-komponen logam dalam aliran proses produksi sehingga akan membuat produk menjadi tidak sesuai harapan. Kontaminasi produk dapat mengakibatkan kualitas dan harga jual menjadi rendah.

Turunnya Efisiensi Peralatan pada akumulasi produk korosi pada peralatan - peralatan proses dan pendukungnya akan mengakibatkan unjuk kerja peralatan menjadi rendah.



Gambar 2. 3 APAR yang terkena dampak Korosi
(Sumber: *Bandar Udara Internasional Yogyakarta, 2024*)

e. Konsep dasar pengendalian korosi

Ketika suatu logam terpapar di lingkungan terbuka, akan terjadi interaksi elektrokimia antara permukaan logam dan media sekitarnya yang ditandai dengan terjadinya pertukaran ion. Proses ini dipicu oleh perbedaan potensial antara logam dan lingkungannya, yang menjadi penyebab utama terjadinya korosi. Dalam beberapa kondisi, produk korosi seperti karat yang terbentuk secara padat dan kompak dapat bertindak sebagai lapisan pelindung sementara, karena sifatnya yang menghambat difusi ion lebih lanjut, sehingga memperlambat laju korosi lanjutan.

Dengan demikian, prinsip dasar dalam perlindungan logam terhadap korosi adalah meminimalkan atau mencegah terjadinya pertukaran ion antara logam dan lingkungannya. Apabila eliminasi total dari pertukaran ion tidak memungkinkan, maka strategi perlindungan difokuskan pada upaya menurunkan laju pertukaran ion tersebut serendah mungkin. Berdasarkan pendekatan ini, muncul konsep *pengendalian korosi*, yang secara esensial bertujuan untuk mengatur arus ionik agar tidak berlangsung secara cepat atau tidak terkendali. Dalam kerangka teori korosi, pertukaran ion antara logam dan lingkungannya dikenal sebagai arus korosi (*corrosion current*). Besarnya arus korosi inilah yang menentukan tingkat kecepatan korosi; semakin besar arus yang terjadi, semakin tinggi pula laju korosi pada logam tersebut. (azwar, 2018).

f. Metode pengendalian korosi pada logam

Upaya pengendalian korosi yang lazim diterapkan dalam rangka perlindungan terhadap logam yang digunakan adalah sebagai berikut :

Pemilihan bahan yang tepat

- 1) Perancangan konstruksi yang memadai
- 2) Penerapan pelapisan logam
- 3) Penerapan sistem proteksi katodik dan anodik
- 4) Pengondisian lingkungan Beberapa jenis praktek perlindungan yang telah disebutkan diatas jarang bisa berdiri sendiri mengingankan aspek biaya yang terlalu besar sehingga tidak ekonomis.

Upaya pengendalian korosi tersebut akan diuraikan dengan detail dibawah ini :

1. Pemilihan material yang sesuai sangat krusial untuk menjamin keandalan dan keselamatan suatu sistem teknik, serta efisiensi biaya operasional. Penggunaan material yang tidak kompatibel dengan kondisi lingkungan operasional dapat menyebabkan

kegagalan dini, baik dari segi teknis maupun ekonomi. Pemilihan yang tepat mengacu pada pemilihan logam atau paduan logam yang memiliki kestabilan elektrokimia tinggi terhadap lingkungannya, yaitu material yang menunjukkan laju pertukaran ion minimal atau perbedaan potensial elektroda yang kecil terhadap media sekitarnya. Dalam kondisi lingkungan yang bersifat sangat korosif, perancang umumnya akan memilih material dengan ketahanan korosi yang lebih tinggi dibandingkan baja konvensional. Kriteria pemilihan tersebut meliputi kemampuan logam untuk tetap inert terhadap lingkungannya atau membentuk lapisan pasif yang bersifat protektif dan mampu melakukan self-healing apabila terjadi kerusakan lapisan. Namun, dalam penerapan praktis, sistem teknis jarang terdiri dari satu jenis logam saja. Kompleksitas ini menyebabkan pengendalian korosi tidak dapat dilakukan secara sederhana, karena interaksi antar-material dapat menimbulkan perbedaan potensial galvanik. Oleh karena itu, apabila terdapat bagian yang diprediksi akan mengalami degradasi, perancang biasanya memilih komponen dengan bentuk sederhana dan mudah diakses agar dapat diganti dengan efisien. Pemahaman terhadap sifat elektrokimia material dalam konteks lingkungan tertentu menjadi hal yang esensial dalam proses perancangan sistem.

2. Perancangan konstruksi

Perlindungan terhadap korosi pada logam tidak semata-mata bergantung pada pemilihan material yang sesuai, tetapi juga sangat ditentukan oleh pemahaman teknis dalam merancang bentuk dan tipe konstruksi. Berdasarkan tinjauan literatur dan pengalaman empiris, telah banyak ditemukan desain konstruksi yang menunjukkan ketahanan korosi yang baik tanpa

mengesampingkan aspek keselamatan, estetika, serta efisiensi dalam proses pemeliharaan dan perawatan.

Sebaliknya, terdapat pula desain konstruksi yang justru berpotensi mempercepat terjadinya korosi, terutama apabila desain tersebut memungkinkan akumulasi air, debu, atau kontaminan lainnya pada area tertentu yang sulit dijangkau, sehingga memicu korosi lokal dan mengarah pada kegagalan dini sistem. Contoh ketidaksesuaian desain antara material dan lingkungannya antara lain penggunaan aluminium yang bersinggungan langsung dengan beton; interaksi ini dapat menimbulkan korosi pada aluminium akibat tingginya pH (alkalinitas) dari beton. Selain itu, permukaan yang kasar, sudut tajam, dan konfigurasi komponen yang sulit diakses juga termasuk dalam kategori desain yang kurang mendukung ketahanan terhadap korosi.

3. Penerapan pelapisan

Perlindungan terhadap logam dengan cara menerapkan pelapisan pada hakikatnya adalah melindungi logam dari lingkungan sekelilingnya sehingga pertukaran ion antara permukaan logam dengan sekelilingnya dapat dikendalikan. Berdasarkan hal ini maka karakteristik perlindungan korosi dengan menerapkan pelapis dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

- a. Menerapkan hambatan (barrier) untuk memisahkan logam dari lingkungan sekelilingnya.
- b. Menggunakan inhibitor pada permukaan logam untuk mengendalikan reaksi anodik.
- c. Melengkapi permukaan dengan pelapis yang memiliki sifat proteksi katodik melalui perubahan daerah anoda menjadi daerah katoda. Namun apabila ditinjau dari jenis material

yang digunakan sebagai bahan pelapis, maka proses pelapisan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

- 1) Proses pelapisan logam (*metallic coating*)
- 2) Proses pelapisan konversi (*conversion coating*)
- 3) Proses pelapisan non-logam (*non-metallic coating*)

Penerapan hambatan pada permukaan logam pada dasarnya bertujuan untuk menciptakan isolasi elektrik antara logam dan lingkungannya, suatu pendekatan yang dikenal sebagai *barrier protection*. Proses pelapisan logam sendiri melibatkan penerapan lapisan logam lain pada sebagian atau seluruh permukaan substrat logam, dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi atau memperbaiki sifat permukaan. Beberapa metode pelapisan yang umum digunakan meliputi *thermal spraying*, *welding*, serta teknik deposisi uap seperti *physical vapour deposition* (PVD) dan *chemical vapour deposition* (CVD). Selain itu, terdapat pula metode pelapisan konversi, yaitu proses yang menghasilkan lapisan berupa oksida logam—baik dari logam substrat itu sendiri maupun logam lain. Contoh teknik pelapisan konversi meliputi *anodizing*, *chromating*, *phosphatizing*, dan *blackening*. Sementara itu, pelapisan menggunakan bahan non-logam dapat dilakukan melalui aplikasi cat, lak, karet, elastomer, maupun enamel. Keberhasilan proses pelapisan sangat bergantung pada kondisi permukaan logam yang akan dilapisi. Permukaan tersebut harus dalam keadaan bersih, bebas dari kontaminan seperti debu, pelumas, lemak, sisa kerak, produk korosi, residu logam pelapis sebelumnya, maupun cacat fisik pada permukaan. Oleh karena itu, diperlukan tahapan awal berupa penyiapan

permukaan (*surface preparation*), yang umumnya mencakup proses pembersihan dan, bila diperlukan, dilanjutkan dengan proses pengasaran permukaan (*roughening*) guna meningkatkan adhesi lapisan terhadap substrat. Untuk membersihkan permukaan logam dari pengotor-pengotor seperti debu, terak, dsb, dilakukan dengan cara-cara seperti :

- a) Cara mekanik
- b) Menggunakan larutan organik (*solvent cleaning*)
- c) Menggunakan larutan alkali

4. Penerapan Proteksi Katodik dan Anodik

Proteksi katodik adalah sistem perlindungan permukaan logam dengan cara mengalirkan arus searah yang memadai ke permukaan logam untuk mengkonversikan semua daerah anoda di permukaan logam menjadi daerah katodik. Sistem ini hanya efektif untuk sistem-sistem yang terbenam dalam air atau didalam tanah. Sistem perlindungan seperti ini telah berhasil mengendalikan proses korosi untuk kapal-kapal laut, struktur pinggir pantai, instalasi pipa dan tangki bawah tanah atau laut. Cara pemberian arus searah dalam system proteksi katodik ada dua cara seperti ditunjukkan pada gambar 2 yaitu:

- a. Menerapkan anoda korban (*sacrificial anode*)
- b. Menerapkan arus tandingan (*impressed current*)

5. Pengkondisian Lingkungan

Modifikasi lingkungan merupakan salah satu strategi efektif dalam pengendalian korosi, karena mampu menurunkan laju degradasi logam secara signifikan. Dua metode yang paling umum diterapkan dalam pendekatan ini adalah proses dehumidifikasi dan purifikasi atmosfer. Penggunaan sistem pengatur udara yang mampu menurunkan kelembapan

relatif lingkungan secara signifikan terbukti efektif dalam mengurangi kerusakan material logam akibat korosi. Selain itu, kelembapan yang rendah juga dapat memperlambat kerusakan pada perangkat elektronik yang terekspos langsung terhadap atmosfer terbuka. Upaya pengendalian lingkungan juga dapat dilakukan melalui penambahan zat inhibitor, yaitu senyawa kimia yang dimasukkan ke dalam sistem secara periodik maupun kontinyu untuk menekan atau bahkan menghentikan reaksi korosi. Efektivitas inhibitor dalam menurunkan laju korosi dapat disebabkan oleh pembentukan lapisan pasif pada permukaan logam atau dengan menetralkan zat-zat agresif di dalam lingkungan yang berpotensi mempercepat proses korosi. (azwar, 2018).

3. Macam – macam Pelindung Apar

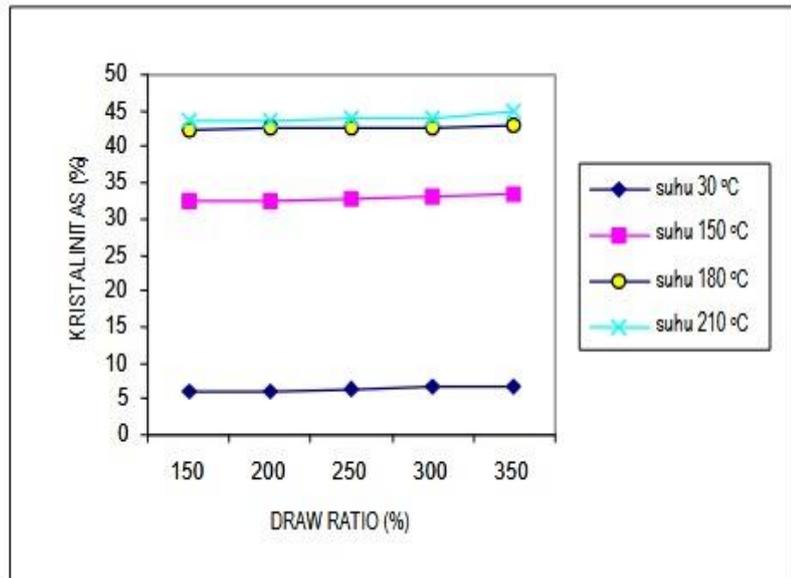
a. Poliester

Polietilena tereftalat merupakan salah satu senyawa dalam kelompok poliester yang memiliki peran penting dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri maupun kebutuhan rumah tangga. Hal ini dibuktikan dengan tingginya ekspor serat poliester berkekuatan tinggi dari sejumlah negara berkembang di Asia. Polyester dikenal memiliki sifat yang cukup baik, dapat diproduksi dalam jumlah besar, dan harganya terjangkau. Serat poliester sendiri merupakan serat sintetis yang memiliki rantai panjang dan bersifat termoplastik. Oleh karena itu, tingkat kristalinitas dan orientasi serat ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Ketika bahan polimer diberikan panas, gerakan Brown—yakni pergerakan atom dan elektron—akan meningkat, menyebabkan molekul-molekul bergerak secara acak. Dalam kondisi ini, struktur supermolekuler menjadi tidak stabil dan memungkinkan terjadinya restrukturisasi. Perubahan tersebut umumnya semakin terdorong oleh perlakuan fisik atau mekanik yang diterapkan.

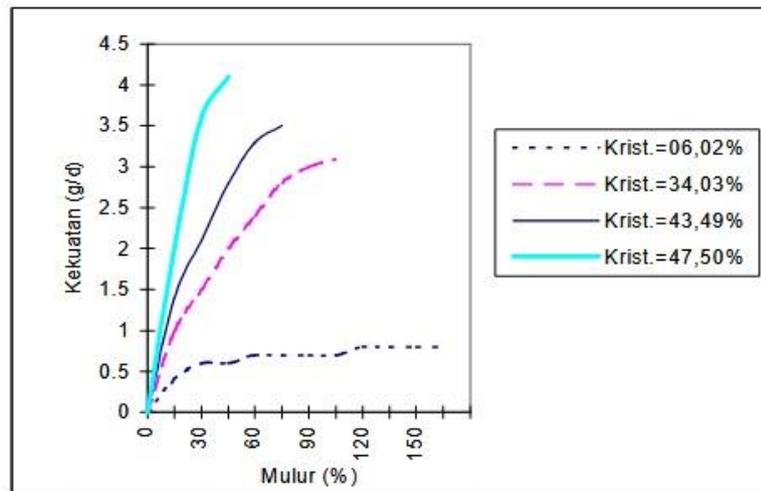
Penutup alat pemadam Api Ringan berbahan poliester berfungsi untuk melindungi perangkat dari berbagai kondisi eksternal yang dapat menyebabkan kerusakan, seperti paparan sinar matahari, hujan, dan kelembapan. Penutup ini dilengkapi dengan jendela transparan yang memungkinkan pengguna melakukan pengecekan terhadap tekanan di dalam tabung tanpa perlu membuka pelindung. Dengan desain slip-on, penutup ini tetap berada pada posisinya baik saat alat pemadam dipasang di dinding maupun saat diletakkan secara mandiri. Penutup tersedia dalam beberapa ukuran, yaitu untuk kapasitas alat pemadam 6–9 kg, 12 kg, 25 kg, dan 50 kg (padtex, 2024)

1) Hasil Uji Polyester

Hasil pengujian terhadap poliester menunjukkan bahwa pembentukan struktur supermolekuler dapat dicapai melalui proses pemanasan, penarikan, pendinginan cepat (quenching), atau kombinasi dari ketiga metode tersebut. Proses ini mampu menghasilkan struktur amorf yang terorientasi, kristalin dan kristalin - terorientasi atau bisa disebut dengan sifat mekanis yang membentuk struktur yang sempurna. Kombinasi dari perlakuan tersebut yang diterapkan secara berulang dan terencana akan membentuk struktur kristalin yang sangat terorientasi, sehingga menghasilkan kekuatan serta stabilitas yang tinggi (Zubaidi, 2018).



Gambar II. 4 Hasil uji Coba Poliester
(Sumber: *Zubaidi, 2018*)

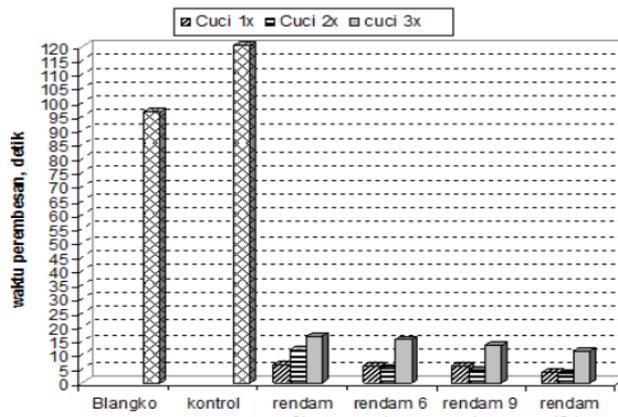


Gambar II. 5 Kurva kekuatan dan mulur pada serat poliester
(Sumber: *Zubaidi, 2018*)

2) Daya serap air polyester

Daya serap air didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menarik dan mengalirkan air ke dalam struktur internalnya melalui mekanisme difusi atau osmosis. Kemampuan penyerapan air pada kain poliester yang telah mengalami pelapisan dengan selulosa bakterial mencerminkan sejauh mana

air dapat meresap ke dalam serat dari permukaan kain, yang diukur berdasarkan kecepatan waktu penyerapan. Informasi ini ditampilkan secara visual pada Gambar dibawah ini.



Gambar II. 6 Hasil Uji daya Serap
(Sumber: *Gustiani, Eriningsih and Tekstil, 2013*)

Molekul air diserap oleh gugus hidrofilik pada serat, kemudian molekul air lainnya membentuk ikatan dengan molekul yang telah terserap tersebut, sehingga tercipta lapisan molekul air. Ketika kain poliester dilapisi oleh selulosa hasil fermentasi bakteri, kemampuan menyerap air meningkat seiring lamanya proses perendaman dalam media *Acetobacter xylinum*. Semakin besar daya serap air, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyerap air menjadi lebih singkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu penyerapan air tercepat—menandakan daya serap tertinggi—terjadi pada kain yang direndam selama 12 hari dalam media *Acetobacter xylinum* dan telah dicuci satu kali menggunakan mesin Lounder O-Meter (setara lima kali pencucian rumahan), dengan waktu penyerapan sebesar 3,2 detik. Sebagai perbandingan, kain poliester tanpa perlakuan (blangko) memiliki waktu serap 96,64 detik, sedangkan kain kontrol menunjukkan waktu 120 detik. Semakin tebal lapisan selulosa bakterial yang meresap hingga ke mikrofibril serat, maka kemampuan menyerap air juga akan

meningkat. Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi perlakuan menghasilkan waktu penyerapan yang relatif cepat, yang menandakan daya serap kain yang baik. (Gustiani, Eriningsih and Tekstil, 2013).

b. Polikarbonat

Polikarbonat merupakan jenis plastik terkemuka dengan lapisan tembus pandang yang bisa mencapai 5 cm. Bahan sintesis ini merupakan hasil reaksi antara *bispheno A* dengan *phosgene* (*carbonyl dichloride, COCl₂*) (Sari, 2008).

Pada dasarnya plastik terbagi menjadi dua Kategori, yaitu:

1) Material termoplastik

Kategori ini akan berubah dari padat menjadi cair saat dipanaskan dan kembali padat saat didinginkan. Dalam kondisi mentah umumnya berbentuk tepung atau butir. Ada 22 jenis plastik yang termasuk kategori ini, salah satunya adalah polikarbonat

2) Material termoset

Kategori ini mengalami perubahan kimia saat dipanaskan atau diberi katalis dan tidak bisa dibentuk kembali. Dalam kondisi mentah umumnya berbentuk tepung dan cair. Ada 9 jenis plastik termasuk kategori ini, yang terkenal seperti epoxy, melamine, dan silicon.

Polikarbonat memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1) Jernih

2) Ringan

polikarbonat setengah lebih ringan dari kaca dan 43% dari aluminium.

3) Kuat dan tahan terhadap bentur.

Polikarbonat sangat sulit untuk patah, kekuatannya mencapai 200 kali kaca dan 10 kali akrilik

4) Transmisi cahaya sangat bagus.

Tergantung dari sifat permukaan dan warna, polikarbonat dapat mentransmisi cahaya dari 42% -83% tanpa menyerap panas. Dan karena material ini bersifat menyebarkan cahaya maka mengurangi silau.

5) Stabil dalam suhu.

Bentuk dan kekuatan polikarbonat stabil dalam rentang suhu 14°C-400°C.

6) Tidak berubah bentuk ketika dibebani.

7) Tidak tembus air.

8) Insulasi listrik bagus.

9) Fleksibel, tahan lama dan dapat didaur ulang.

Keunggulan ini juga dimiliki oleh jenis plastik lain, tapi hanya polikarbonat yang mengandung kombinasi dari semua keunggulan tersebut. Sehingga memungkinkan aplikasi polikarbonat dengan menonjolkan dua atau lebih keunggulan sekaligus dan tidak ada jenis plastik lain yang lebih terjangkau untuk kombinasi seperti ini (Sari, 2008).

Walaupun polikarbonat memiliki banyak keunggulan, namun material ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu :

1) Tidak tahan terhadap bahan kimia dan gores.

Ada sekitar 20 bahan kimia yang dapat merusak polikarbonat, beberapa di antaranya adalah acetone, benzene, dan chloroform.

2) Menguning, retak, dan melemah jika terkena sinar ultraviolet dalam jangka waktu panjang.

Kedua kelemahan ini dapat diatasi dengan memberikan pelapis yang tepat.

3) Lebih mahal dari kaca dan akrilik.

Walaupun harga material ini lebih mahal, tapi pemanfaatannya menghemat biaya karena kuat, tahan lama sehingga tidak butuh banyak perawatan dan konstruksinya ringan sehingga tidak butuh banyak pekerja.

- 4) Memiliki batas stabilitas terhadap kelembaban.

Kelembaban di atas 200°C dapat mengakibatkan permukaan berembun.

Campuran Polyester dan Polikarbonat

Polikarbonat tersedia dalam dua jenis utama, yaitu polikarbonat murni (*virgin polycarbonate*) dan polikarbonat hasil daur ulang atau campuran (*regrind polycarbonate*). Polikarbonat murni merupakan bahan yang sepenuhnya terdiri dari polikarbonat tanpa penambahan material lain. Sementara itu, *regrind polycarbonate* merupakan hasil pengolahan ulang polikarbonat yang dicampur dengan bahan lain untuk membentuk material baru. Proses pencampuran ini dikenal dengan istilah *blending*, yang bertujuan untuk meningkatkan karakteristik material melalui penggabungan sifat-sifat unggul dari bahan asal, seperti ketahanan terhadap api, kestabilan, serta kekuatan mekanis, sehingga diperoleh material dengan performa fungsional yang lebih baik. Campuran polikarbonat dengan polyester bisa menggunakan PBT (*Polybutylene Terephthalate*) atau PET (*Polyethylene Terephthalate*). Beberapa keunggulan dari campuran ini adalah:

- 1) Lebih tahan kimia dan panas dibandingkan polikarbonat biasa.
- 2) Dimensi lebih stabil.
- 3) Mudah dicat dan dibentuk dengan warna dan permukaan yang bagus.

Perbandingan Polikarbonat dengan Jenis Plastik Lain

Plastik memiliki beberapa sifat dasar yaitu ringan, kuat, tahan lama, dapat didaur ulang, dan serba guna. Walaupun sekilas tampak sama, namun setiap jenis plastik memiliki keunggulan yang membuat aplikasi masing-masing berbeda (Sari, 2008). Berikut ini adalah beberapa jenis plastik beserta karakteristik dan aplikasinya :

1. *ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)*
Karakteristik : tahan bahan kimia, mengkilap, tahan terhadap temperatur. Aplikasi interior mobil, peralatan elektronik.
2. *PMMA (PolyMethyl MethAcrylate)*
Karakteristik: jernih, transmisi cahaya bagus.
Aplikasi : akuarium, jendela.
3. *Nylon Polyamide*
Karakteristik: tahan panas, tidak tembus udara, tahan temperatur, tahan karat, insulasi elektrikal bagus.
4. *Polypropylene*
Karakteristik tahan tusuk, tahan panas, tahan bahan kimia, daya lenting bagus.
5. *Polystyrene*
Karakteristik: mudah dibentuk, insulasi panas bagus.
Aplikasi pembungkus, cangkir.
6. *Polyurethane*
Karakteristik: tahan bahan kimia, tahan kikis, tahan bentur.
Aplikasi : bahan tenun, pelapis jok mobil.
7. *PTFE.*
Karakteristik : semi kaku, tahan bahan kimia/jamur/bakteri, stabil dalam berbagai temperatur, tahan cuaca.
Aplikasi peralatan memasak, atap.
8. *PVC*
Karakteristik: serba guna, tahan api, insulasi listrik bagus,
Aplikasi rangka jendela, insulasi kabel, pipa.
9. *Polycarbonate*
Polikarbonat memiliki karakteristik yang sama seperti jenis plastik lain, namun ciri istimewanya adalah sifat tembus pandang. Keunggulan ini juga dimiliki oleh akrilik (Acrylic PMMA), oleh karena itu aplikasi akrilik tidak jauh berbeda dari polikarbonat, yaitu sebagai pengkacaan.

Perbandingan Polikarbonat dengan Akrilik.

Persamaan antara polikarbonat dan akrilik adalah:

1. Tembus pandang.
tapi akrilik memiliki kualitas tembus pandang yang lebih jernih.
2. Transmisi cahaya bagus.
3. Memiliki insulasi panas yang bagus. Tapi dengan ketebalan yang sama, polikarbonat memiliki kualitas insulasi yang lebih baik dari akrilik.
4. Mudah tergores.

Tabel perbedaan antara polikarbonat dengan akrilik.

Tabel II. 1 Perbandingan Polikarbonat dan Akrilik
(Sumber: *Gustiani, Eriningsih and Tekstil, 2013*)

No.	Polikarbonat	Akrilik
1.	Tahan Bentur	Tidak tahan Bentur
2.	Tidak Mudah retak	Mudah Retak
3.	Tahan Temperatur tinggi	Tidak tahann temperatur Tinggi

Berdasarkan sifat kimia, perbedaan utama antar grade polikarbonat terletak pada perbedaan berat molekul, kandungan *polyhydroxy* compound, dan aditif. Polikarbonat dibedakan menjadi beberapa grade karena aplikasi yang menuntut keunggulan yang berbeda dan spesifik. Perbedaan ini dilakukan dengan memberikan aditif atau lapisan. Saat menentukan grade polikarbonat, terlebih dahulu perlu diketahui tuntutan lapangan di mana polikarbonat akan digunakan (Sari, 2008).

Berdasarkan grade, polikarbonat terbagi menjadi :

1. Optical Grade

Material ini menonjolkan sifat transparan yang jernih dan kemungkinan kecil untuk pecah. Diaplikasikan pada kaca mata dan lensa kamera.

2. FDA

Tipe ini aman jika ada kontak dengan makanan atau obat dan memenuhi standar US. Pharmacopoeia. Diterapkan pada peralatan makanan dan kedokteran.

3. *Machine Grade*

Machine grade memiliki banyak keunggulan, yaitu:

- a. Sangat tahan bentur dan bahan kimia.
- b. Kualitas elektrik dan mekanikal yang bagus.
- c. Modulus elastisitas tinggi.

Material ini diterapkan pada peralatan elektrik dan elektronik.

4. *Bullet Resistance*

Jenis ini diberi lapisan anti peluru dan tetap transparan Umumnya diterapkan sebagai pengkacaan pada bidang yang dekat dengan kekerasan, seperti kaca anti peluru pada mobil polisi.

5. *High Heat Resistance*

Jenis ini lebih tahan panas daripada polikarbonat biasa dan memungkinkan sterilisasi pada temperatur 134°C. Karena kemampuan ini, maka diterapkan sebagai lampu mobil dan inkubator.

6. *UV Stabilized*

Jenis ini lebih tahan terhadap sinar ultraviolet daripada polikarbonat biasa. Umumnya diterapkan pada pengkacaan yang terkena cahaya matahari terus menerus seperti atap dan kanopi. Jumlah kecil (0.005%) dari stabilizer seperti *metaphosphoric acid*, *boron phosphate* dan *phenylneopentyl phosphite* dapat digunakan.

B. Kajian Penelitian terdahulu yang relevan

Terdapat beberapa penelitian yang serupa yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan metode studi yang sama. Berikut ini adalah pandangan dari beberapa para ahli mengenai penelitian ini :

Tabel II. 2 Kajian penelitian

No	Nama peneliti	Judul	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1.	(Widjaya and Mahbubah, 2022)	Evaluasi Inspeksi Alat Pemadam Api Ringan Menggunakan Pendekatan <i>Job Safety Analysis</i>	Langkah dalam pemeriksaan APAR harus lebih diperhatikan karena peletakan serta keamanan APAR yang tidak sesuai prosedur dapat menyebabkan kerusakan pada APAR	Membahas APAR dalam perawatan dan keselamatan operasional. Tujuannya untuk memastikan APAR dalam kondisi siap pakai.	Fokus pada evaluasi prosedur pemeriksaan dan penempatan APAR. Dan tidak meneliti bahan pelindung atau faktor lingkungan.
2.	(Saddam <i>et al.</i> , 2024)	Evaluasi pemeriksaan apar di pt lintech dutapratama	Pemeriksaan rutin kondisi fisik APAR menunjukkan adanya beberapa tabung yang mengalami korosi. Selain itu, karat yang ditemukan pada handle dan nozzle dapat secara signifikan menurunkan efektivitas APAR ketika dioperasikan dalam keadaan darurat.	Menyoroti masalah korosi pada APAR dan pentingnya pemeliharaan rutin, dan juga sama-sama menekankan pada pencegahan kerusakan fisik.	Penelitian ini hanya sebatas pada identifikasi kondisi korosi, tanpa memberikan perlindungan.
3.	(Lambert, De Waele and Van De Vijver, 2011)	Material selection for a new type of Fire Extinguisher	Pengembangan jenis alat pemadam kebakaran baru dapat mengurangi	Membahas pentingnya pemilihan bahan material untuk	Pengembangan desain dan pemilihan tabung APAR, bukan perlindungan

			<p>risiko kerusakan akibat kebakaran di area perumahan dan komersial. Desainnya harus mematuhi peraturan dan standar (PED dan EN3). Prosedur pemilihan ditetapkan dengan menggunakan bahan pemilihan material dan indeks kinerja. Tiga indeks kinerja yang mengukur kinerja material terkait berat, biaya, dan dampak produksi terhadap lingkungan telah ditetapkan dan dievaluasi.</p>	<p>mencegah kerusakan pada APAR. Pada aspek material yang berdampak pada performa dan daya tahan.</p>	<p>luar (cover). Dan tidak membahas faktor lingkungan atau korosi akibat cuaca.</p>
--	--	--	---	---	---