

Instalasi Proteksi Kebakaran pada Gedung Laboratorium Menggunakan Detektor Panas dan Detektor Asap

Gaspar Pereira Maia Pinto¹, Djoko Setyanto², Arka Dwinanda Soewono^{3✉}

^{1, 2, 3} Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 30-04-2024

Direvisi : 05-05-2024

Diterima : 08-05-2024

Kata Kunci:

Detektor; Fire Alarm System; kebakaran

Keywords :

Detector; Fire; Fire Alarm System

ABSTRAK

Tanpa adanya instalasi perangkat proteksi kebakaran di gedung laboratorium dapat menimbulkan berbagai masalah serius, seperti keterlambatan deteksi kebakaran, kerugian nyawa, kerugian materi dan peralatan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki implementasi dan efektivitas instalasi proteksi kebakaran menggunakan detektor panas dan detektor asap dalam gedung laboratorium. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif. Data-data yang diperoleh lalu digunakan untuk merencanakan desain sistem peringatan kebakaran. Pada penelitian ini berhasil menghitung dan menentukan titik detektor sesuai dengan Regulasi Indonesia dan Standard Nasional Indonesia (SNI), perhitungan jumlah detektor yang diperoleh 44 buah, terbagi atas 22 detektor panas dan 22 detektor asap, untuk lantai 1 terinstal 8 detektor asap dan 8 detektor panas, lantai 2 terinstal 8 detektor panas dan 8 detektor asap sedangkan lantai 3 terinstal 6 detektor panas dan 6 detektor asap, dari hasil test and commissioning menunjukkan bahwa sistem deteksi panas dan deteksi asap yang telah terinstalasi beroperasi dengan baik.

ABSTRACT

Without the installation of fire protection devices in laboratory buildings can cause various serious problems, such as delays in fire detection, loss of life, material and equipment losses. This study aims to investigate the implementation and effectiveness of fire protection installations using heat detectors and smoke detectors in laboratory buildings. The method used in this research is a qualitative method. The data obtained were then used to plan the design of the fire warning system. In this study successfully calculated and determined the detector points in accordance with Indonesian Regulations and Indonesian National Standards (SNI), the calculation of the number of detectors obtained was 44 pieces, divided into 22 heat detectors and 22 smoke detectors, for the 1st floor installed 8 smoke detectors and 8 heat detectors, the 2nd floor installed 8 heat detectors and 8 smoke detectors while the 3rd floor installed 6 heat detectors and 6 smoke detectors, from the test and commissioning results showed that the installed heat detection and smoke detection systems were operating properly.

Corresponding Author :

Arka Dwinanda Soewono

Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia
Jl. Jenderal Sudirman 51, Jakarta 12930, Indonesia

Email: arka.soewono@atmajaya.ac.id

PENDAHULUAN

Kebakaran adalah fenomena yang marak terjadi kapan dan dimana saja, ketika bahan mencapai suhu tertentu dan bereaksi dengan oksigen secara kimia menghasilkan berbagai produk seperti panas, asap, nyala api, cahaya, karbon monoksida, uap udara, karbon dioksida atau produk lainnya. Kebakaran dapat mengakibatkan korban jiwa, kerusakan harta benda hingga kerugian finansial. Untuk itu, kesadaran akan kebakaran perlu ditingkatkan. Penyebab kebakaran sangat beragam, umumnya terjadi karena faktor manusia dan faktor teknis (Nugroho & Purwo, 2010). Data menunjukkan bahwa persentase kebakaran akibat korsleting atau arus listrik di Indonesia sebesar 62,8%. Kurangnya infrastruktur penanggulangan kebakaran dan tata ruang yang buruk meningkatkan potensi kebakaran, seperti kebakaran perumahan, konstruksi dan industri (26/PRT/M/2008, 2008).

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 menyebutkan bahwa persyaratan teknis sistem keselamatan kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan adalah suatu sistem yang terdiri atas peralatan, perlengkapan dan instalasi, baik yang terpasang maupun yang terpasang pada bangunan gedung yang menggunakan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif atau metode pengendalian untuk melindungi bangunan dan sekitarnya dari resiko kebakaran (26/PRT/M/2008, 2008). Sistem proteksi kebakaran dilengkapi dengan peralatan yang digerakkan secara manual maupun otomatis untuk mendeteksi dan menjamin terjadinya kebakaran sedini mungkin [2]. Deteksi keberadaan asap dan suhu diikuti dengan memberikan peringatan bahaya kebakaran dan respon dini pemadaman api dapat menjadi langkah yang tepat mengatasi suatu kasus kebakaran. Untuk itu diperlukan suatu alat pendeteksi kebakaran menggunakan alarm sebagai tanda peringatan potensi kebakaran bagi setiap orang yang berada dalam bangunan tertentu.

Sistem alarm kebakaran merupakan suatu sistem terpadu yang dirancang dan dibangun untuk mendeteksi tanda-tanda kebakaran, lalu memberikan peringatan dan menindaklanjutinya secara manual atau otomatis dengan sistem pemadam kebakaran. Instalasi alarm kebakaran diterapkan untuk sistem proteksi pasif, sistem proteksi aktif, serta metode manajemen perlindungan bangunan dan lingkungannya dari bahaya kebakaran [5]. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No.PER.02/MEN/1983 tentang Instalasi Alarm Kebakaran Otomatis disebutkan: detektor merupakan suatu alat deteksi timbulnya kebakaran yang ditandai dengan alarm dalam suatu sistem, sedangkan sensor adalah perangkat yang mengubah fenomena fisik menjadi sinyal listrik (Soehatman & Ramli, 2010). Dalam rangka menjaga keselamatan dan melindungi aset, nyawa, dan lingkungan, sangat penting untuk memasang perangkat proteksi kebakaran di laboratorium dan mematuhi peraturan keselamatan yang berlaku. Tanpa adanya instalasi perangkat proteksi kebakaran di gedung laboratorium dapat menimbulkan berbagai masalah serius, seperti keterlambatan deteksi kebakaran, kecelakaan dan kerugian nyawa, kerugian materi dan peralatan.

Irwanto pernah melakukan penelitian “Analisis Instalasi Fire Alarm Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Metode Detektor Asap dan Panas” (Irwanto, 2020) dimana pengenalan karya penelitian yang dilakukan bertujuan untuk (1) mengetahui prinsip kerja sistem fire alarm PT. LG Indonesia dan (2) mengetahui komponen utama penyusun sistem fire alarm PT. LG Indonesia, dengan hasil penelitian yang diperoleh (1) Fire alarm PT. LG Indonesia bekerja dengan konsep *addressable* dimana detektor yang dipasang adalah sensor asap dan suhu dalam kelompok kecil sebanyak 20 detektor. Prinsip pengoperasiannya adalah memberikan alamat pada kelompok detektor yang ada, sehingga pada saat terjadi kebakaran akan lebih mudah untuk mencari tempat terjadinya kebakaran dan alarm kebakaran telah digunakan sebagai alat pendeteksi kebakaran sejak dini. Penempatan sensor pada atap gedung PT. LG Electronics Indonesia sendiri memiliki detektor asap dengan jarak 10 sensor dan sensor suhu dengan jarak 6 meter. Jarak yang digunakan telah sesuai dengan peraturan Menteri Tenaga Kerja tentang pemasangan alarm kebakaran. Komponen utama sistem alarm kebakaran PT. LG Electronics Indonesia dilengkapi dengan panel kontrol, tombol alarm manual, modul detektor, sensor suhu dan detektor asap (Irwanto, 2020).

Dalam penelitian tentang “Perencanaan Sistem Kerja Deteksi dan Alarm Kebakaran Pada Gedung” menjelaskan bahwa perlu adanya proteksi terhadap kebakaran pada gedung, salah satunya adalah deteksi dan alarm kebakaran, karena berfungsi sebagai sistem peringatan yang memberitahukan kepada seluruh penghuni gedung, baik karyawan maupun pengunjung, jika terjadi keadaan darurat, dapat mengambil tindakan darurat penanganan kebakaran sesegera mungkin agar area yang terbakar tidak meluas. Sistem ini memerlukan perhatian khusus dari tuan rumah, seperti pemeliharaan dan simulasi sistem, karena jika terjadi bencana, sistem ini harus dapat berfungsi sebagaimana mestinya tanpa hambatan. Detektor yang digunakan pada gedung eksisting berjumlah 99 buah dimana detektor tersebut terdiri dari 3 buah detektor panas tipe fixed temperatur, 5 buah detektor panas rate of rise, dan 91 buah detektor kebakaran. Sedangkan untuk alarm dan TPM (*Manual Call Point*) terdapat 3 unit (Wiharja & Hidayat, 2014).

Berdasarkan penelitian terdahulu diatas, proteksi kebakaran aktif sangat dibutuhkan pada setiap bangunan, dengan memanfaatkan sensor atau detektor tertentu. Penerapan instalasi proteksi kebakaran yang tidak sesuai dengan regulasi mengakibatkan presentase proteksi kebakaran tidak maksimal.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki implementasi dan efektivitas instalasi proteksi kebakaran menggunakan detektor panas dan detektor asap dalam gedung laboratorium. Dengan memperhatikan karakteristik khusus dari lingkungan laboratorium, penelitian ini akan mengidentifikasi lokasi optimal pemasangan detektor, merancang sistem proteksi kebakaran yang sesuai, dan menguji kinerja sistem dalam mendeteksi dan merespons kebakaran. Dalam penelitian ini akan dilakukan instalasi proteksi kebakaran pada gedung laboratorium menggunakan detektor panas dan detektor asap, dimana jumlah dan titik detektor akan dirancang sesuai standar yang berlaku. Penelitian ini diharapkan menjadi sarana kepatuhan terhadap peraturan, serta menjadi inovasi untuk dapat mengintegrasikan perangkat pemadam otomatis yang merespons kebakaran secara cepat sehingga meningkatkan keselamatan dan perlindungan dalam lingkungan laboratorium.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur berupa buku, makalah penelitian, panduan teknis dan dokumen yang diterbitkan oleh organisasi seperti National Fire Protection Association (NFPA) mengenai sistem peringatan kebakaran, teknologi terbaru, standar, dan praktik terbaik dalam industri, wawancara dengan ahli keamanan dan insinyur kebakaran serta melalui survei agar memahami kebutuhan spesifik gedung. Data-data yang diperoleh lalu digunakan untuk merencanakan desain sistem peringatan kebakaran yang dilanjutkan dengan pemilihan teknologi dan peralatan sesuai kebutuhan gedung tersebut. Desain dan instalasi dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia, No: Per.02/Men/1983 tentang Instalasi Alarm Kebakaran Otomatik, aturan NFPA dan SNI (Standar Nasional Indonesia) 03-3985-2000. Penentuan jumlah dan titik detektor dihitung menggunakan persamaan :

$$N \text{ memanjang} = \frac{\text{Panjang}}{S} \quad (1)$$

$$N \text{ melebar} = \frac{\text{Lebar}}{S} \quad (2)$$

$$S = \text{jarak maksimal} \times \text{faktor pengali} \quad (3)$$

$$\text{Jarak detektor ke dinding} = \frac{1}{2} \times S \quad (4)$$

$$\text{Total jumlah detektor} = N \text{ memanjang} \times N \text{ melebar} \quad (5)$$

Keterangan :

N : Jumlah detektor

Faktor pengali terlampir dalam dokumen SNI 03-3985-2000

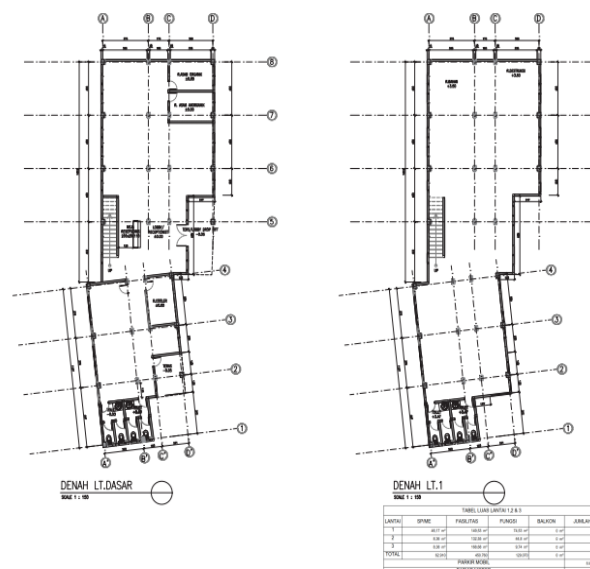
R. efektif untuk detektor asap : 12 terlampir dalam dokumen SNI 03-3985-2000

R. efektif untuk detektor panas : 7 terlampir dalam dokumen SNI 03-3985-2000

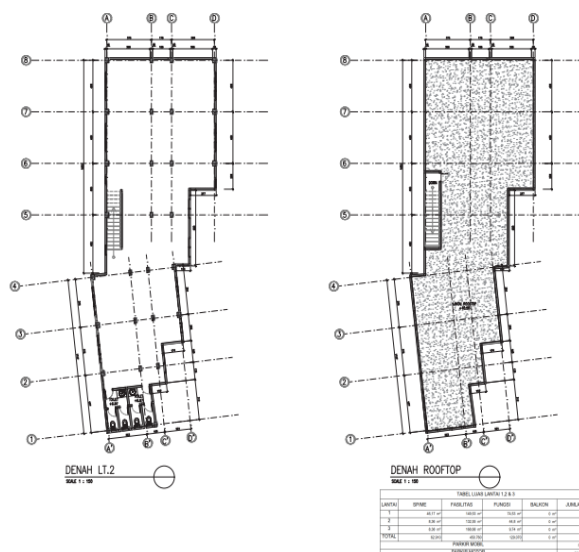
Selain desain, instalasi, dan penentuan jumlah detektor, SNI 03-3985-2000 juga menjadi acuan adanya rencana pemeliharaan dan perawatan berkala sistem setelah instalasi, pelatihan bagi pengguna gedung agar sistem dapat digunakan dengan benar, proses audit secara berkala serta revisi jika diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan baru yang telah dibangun akan digunakan sebagai Gedung Laboratorium yang memfasilitasi penelitian dan pengujian terkait lingkungan hidup. Gedung ini akan dilengkapi dengan peralatan dan teknologi canggih untuk mengumpulkan data, menguji sampel air, udara, tanah, dan organisme hidup, serta melakukan analisis kimia dan biologi yang berkaitan dengan masalah lingkungan. Denah gedung laboratorium ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Denah Bangunan Lantai Dasar dan Lantai 1



Gambar 2. Denah Bangunan Lantai 2 dan Rooftop

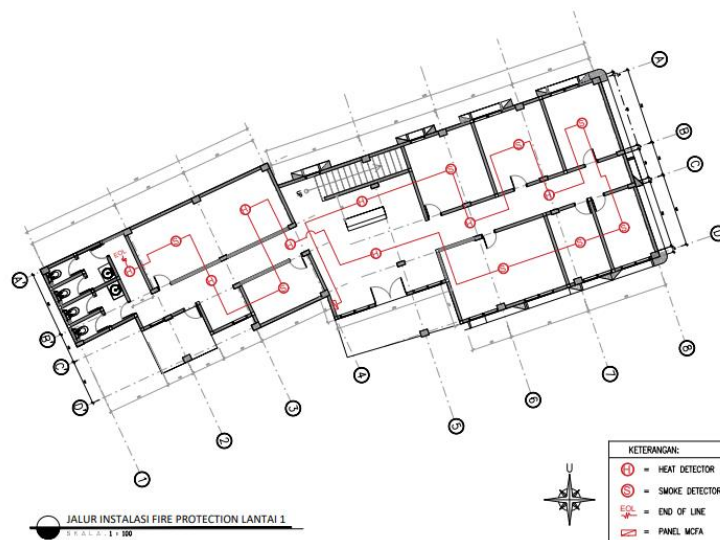
Perhitungan Jumlah Detektor dan Penentuan Titik Detektor

Jumlah detektor asap yang diperlukan untuk lantai 1, lantai 2 dan lantai 3 dihitung dengan menggunakan standar SNI 03-3985-2000. Jumlah detektor asap ditentukan dengan mengukur panjang, lebar, dan tinggi setiap ruangan yang akan dipasang detektor, kemudian ukur jarak antar detektor. Hasil pengukuran dimasukkan dalam persamaan (1), (2), (3), (4) dan (5). Berdasarkan perhitungan, jumlah detektor disajikan dalam tabel 1.

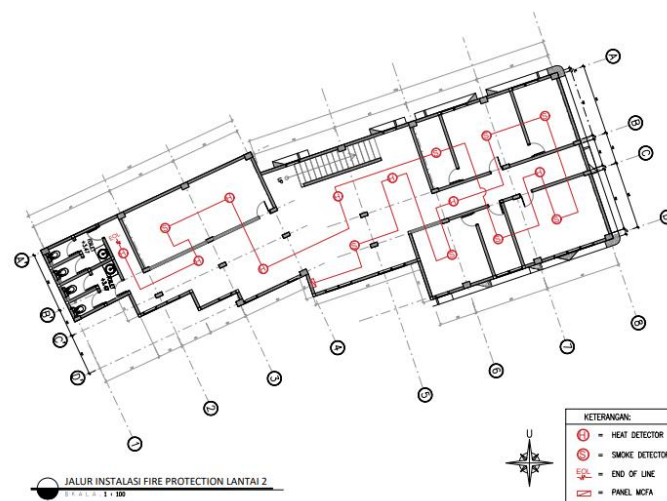
Tabel 1. Jumlah Detektor pada Gedung Laboratorium

Lantai Bangunan	Detektor Asap	Detektor Panas	Total
Lantai 1	8	8	16
Lantai 2	8	8	16
Lantai 3	6	6	12
Lantai 4 (Rooftop)	-	-	-
Total	22	22	44

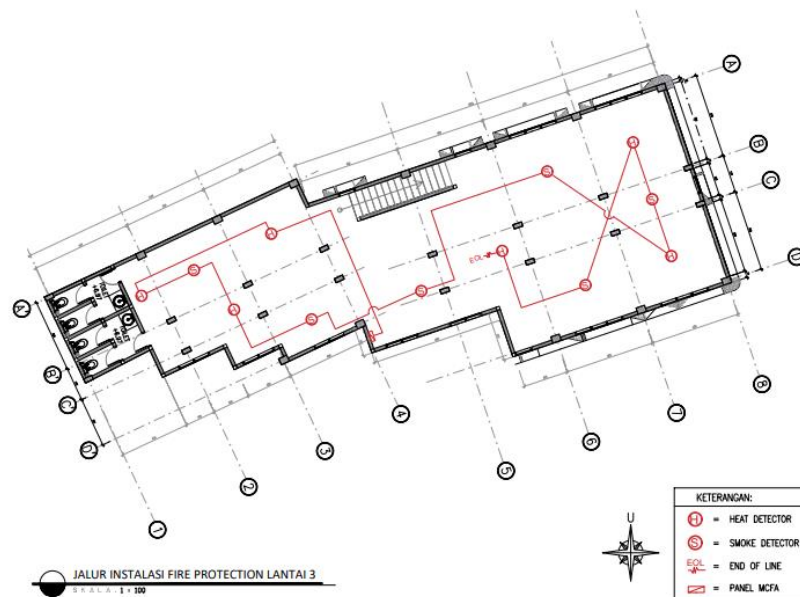
Berdasarkan tabel 1. Jumlah detektor yang diperlukan telah diketahui maka desain penentuan titik detektor untuk masing masing ruangan Gedung Laboratorium sebagai berikut.



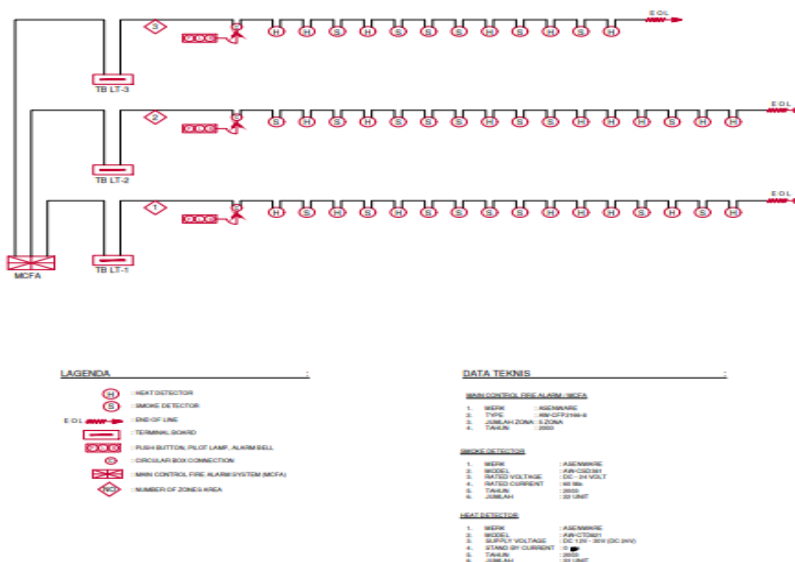
Gambar 3. Denah Titik Detektor Lantai 1



Gambar 4. Denah Titik Detektor Lantai 2



Gambar 5. Denah Titik Detektor Lantai 3



Gambar 6. Single Line Diagram Gedung Laboratorium

Pemasangan Detektor Asap, Detektor Panas dan Panel Kontrol

Detektor asap yang dipasang sebanyak 22 unit, bermerek ASENWARE, tipe AW-CSD381, dengan *rated voltage* DC-24 volt, model tahun 2003. Detektor panas dipasang sejumlah 22 unit, bermerek ASENWARE, tipe AW-CTD821, dengan *rated voltage* DC 12V-30V (DC 24), model tahun 2003. *Main Control Fire Alarm* (MCFA) bermerek ASENWARE, tipe AW-CFP2166-8, model tahun 2003, dipasang pada 3 zona. Detektor asap, detektor panas dan panel kontrol ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Data Teknis MCFA, Detektor Panas dan Detektor Asap

Alur kerja pemasangan detektor panas dan detektor asap

- Pasang detektor asap dan detektor panas sesuai dengan rencana yang telah dibuat
- Hubungkan kabel detektor ke panel kontrol dengan hati-hati. Pastikan kabel terpasang dengan aman dan sesuai dengan standar kelistrikan yang berlaku.
- Pasang detektor asap dan detektor panas sesuai dengan rencana pemasangan yang telah dibuat pada langkah perencanaan.
- Setiap detektor harus dipasang pada lokasi yang optimal untuk mendeteksi asap atau perubahan suhu yang tinggi dengan cepat.
- Saat memasang detektor, memperhatikan panduan produsen terkait ketinggian pemasangan yang disarankan.
- Pastikan ada tumpang tindih cakupan antar detektor asap untuk memastikan bahwa tidak ada area yang terlewatkan.
- Pasang detektor dengan aman dan pastikan mereka tidak mudah terlepas atau terganggu oleh gangguan eksternal.
- Pastikan bahwa baut atau perangkat pemasangan yang digunakan sesuai dengan panduan produsen.
- Hubungkan kabel detektor asap dan detektor panas dengan benar ke panel kontrol atau sistem listrik bangunan.
- Pastikan bahwa kabel-kabel terpasang dengan aman dan sesuai dengan standar kelistrikan yang berlaku.

Alur kerja pemasangan Panel kontrol.

- Panel kontrol biasanya dipasang loby kantor agar dapat terdeteksi dan mudah diakses oleh petugas pemeliharaan atau pengguna.
- Pastikan bahwa panel kontrol terpasang dengan aman di dinding atau permukaan yang kokoh. Perhatikan petunjuk pemasangan yang diberikan oleh produsen.
- Sambungkan semua kabel yang datang dari detektor asap, detektor panas, dan peralatan lainnya ke panel kontrol. Pastikan koneksi kabel tersebut kuat dan sesuai dengan petunjuk produsen.
- Hubungkan panel kontrol ke sumber daya listrik yang sesuai. Pastikan bahwa panel kontrol memiliki pasokan daya yang andal untuk beroperasi.
- Konfigurasi panel kontrol sesuai dengan kebutuhan sistem. Ini mencakup pengaturan ambang batas deteksi, waktu tunda alarm, dan pengaturan lainnya sesuai dengan panduan produsen.

Pengujian dan Pemeriksaan

Pengujian kinerja sistem proteksi kebakaran yang diusulkan merupakan langkah kunci dalam memvalidasi efektivitas sistem dalam mendeteksi, memberi peringatan, dan menanggulangi kebakaran dalam gedung laboratorium. Berikut adalah rangkuman dari pengujian dan evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Pengujian Keandalan Detektor

Detektor panas dan detektor asap yang diusulkan telah diuji untuk mengukur keandalan dan sensitivitas mereka terhadap berbagai jenis kebakaran yang mungkin terjadi dalam lingkungan laboratorium.



Gambar 7. Pengujian Detektor

2. Pengujian Respons Sistem Terhadap Kebakaran Simulasi

sistem proteksi kebakaran yang diusulkan telah diuji dalam situasi kebakaran simulasi di laboratorium sesungguhnya. Pengujian ini mencakup pengaktifan detektor panas dan detektor asap, respons sistem peringatan.

3. Evaluasi Kinerja Keseluruhan Sistem

Hasil dari pengujian dan evaluasi ini menunjukkan bahwa respon sistem terhadap pemicu, yakni uji detektor asap menggunakan asap buatan dan detektor panas menggunakan api bersuhu sekitar 50°C - 63°C. Ketika terjadi pemicu, keamanan sistem dipastikan dapat merespon dan memberi peringatan berupa bunyi alarm yang terdengar di seluruh area gedung. Selanjutnya dilakukan commissioning atau pengoperasian dengan melatih para pengguna menghadapi situasi darurat hingga proses evakuasi, membuat dokumentasi lengkap terkait lokasi, skema jaringan listrik, dan panduan penggunaan serta melakukan sertifikasi dan pengecekan kepatuhan.

Instalasi proteksi kebakaran yang mengacu pada standar SNI (Standar Nasional Indonesia) dan menggunakan Full Addressable Fire Alarm Control Panel memiliki sejumlah keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan pendekatan konvensional atau tanpa mengacu pada standar SNI, sistem yang menggunakan standar SNI dan teknologi Full Addressable Fire Alarm Control Panel menawarkan keakuratan yang lebih tinggi dalam menentukan lokasi kebakaran. Melalui teknologi canggih ini, alarm dapat langsung menunjukkan lokasi tepat dari titik bahaya. Kecepatan dan keakuratan ini memungkinkan respons yang lebih cepat dan tepat sasaran dari petugas pemadam kebakaran atau personel yang bertanggung jawab. Selain itu, dengan kemampuan deteksi dini yang dimiliki oleh sistem ini, kebakaran dapat diidentifikasi pada tahap awalnya, bahkan sebelum api berkembang secara signifikan. Ini memberikan waktu tambahan bagi penghuni atau pengguna bangunan untuk evakuasi dan untuk langkah-langkah mitigasi risiko lainnya. Selanjutnya, penggunaan Full Addressable Fire Alarm Control Panel memungkinkan pemantauan kondisi sistem secara real-time, baik dari jarak jauh maupun secara

lokal. Ini tidak hanya meningkatkan pemeliharaan yang terjadwal, tetapi juga memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap masalah atau kejadian darurat.

Pentingnya kepatuhan terhadap standar SNI. Menggunakan standar tersebut sebagai acuan perencanaan memastikan bahwa instalasi proteksi kebakaran memenuhi persyaratan dan rekomendasi yang ditetapkan oleh otoritas yang berwenang. Ini krusial untuk menjaga keamanan dan keselamatan penghuni atau pengguna bangunan. Secara keseluruhan, instalasi proteksi kebakaran yang mengacu pada standar SNI dan menggunakan Full Addressable Fire Alarm Control Panel tidak hanya meningkatkan keefektifan proteksi kebakaran secara keseluruhan, tetapi juga memberikan jaminan terhadap kepatuhan terhadap standar keamanan yang ditetapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada penelitian ini berhasil menghitung dan menentukan titik detektor sistem proteksi kebakaran gedung laboratorium sesuai dengan Peraturan Indonesia dan Standard Nasional Indonesia (SNI), berdasarkan SNI perhitungan jumlah detektor yang diperoleh 44 buah, terbagi atas 22 detektor panas dan 22 detektor asap, untuk lantai 1 terinstal 16 detektor, 8 detektor asap dan 8 detektor panas, lantai 2 terinstal 16 buah terdiri dari 8 detektor panas dan 8 detektor asap sedangkan lantai 3 terinstal 12 buah dimana 6 detektor panas dan 6 detektor asap, dari hasil test and commissioning yang dilaksanakan menunjukkan bahwa sistem deteksi panas dan deteksi asap yang telah dirancang dan terinstalasi dengan Spesifikasi:

Main Control Fire Alarm/MCFA

- Merk : ASENWARE
- Type : AW-CFP2166-8
- Jumlah Zona : 3 Zona
- Tahun : 2003

Detektor Asap

- Merk : ASENWARE
- Model : AW-CSD381
- Rated Voltage : DC – 24 Volt
- Rated Current : 60 Mpa
- Tahun : 2003

Detektor Panas

- Merk : ASENWARE
- Model : AW-CTD821
- Rated Voltage : DC 12V-30V (DC 24)
- Rated Current : 60 Mpa
- Tahun : 2003

Mampu mendeteksi potensi kebakaran dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Hal ini dapat meningkatkan tingkat keamanan laboratorium dan mengurangi risiko kebakaran namun Penting untuk mempertimbangkan rencana pemeliharaan dan pemantauan berkala sistem proteksi kebakaran ini agar tetap beroperasi dengan baik.

Saran

Berdasarkan penelitian ini, Meskipun sistem ini efektif, ada beberapa situasi yang masih memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kebakaran, seperti kebakaran yang muncul tanpa adanya asap atau panas yang signifikan. Oleh karena itu, perlu terus melakukan pembaruan dan peningkatan system, Dalam penelitian mendatang, dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kemampuan deteksi dalam berbagai situasi, seperti deteksi awal api yang sangat kecil atau

deteksi gas berbahaya yang dapat memicu kebakaran. Mempertimbangkan integrasi sistem ini dengan sistem keamanan yang lebih luas, seperti sistem pemadam kebakaran otomatis atau sistem peringatan kepada petugas keamanan. Melakukan uji coba lebih lanjut dalam berbagai skenario yang mungkin terjadi di gedung laboratorium, sehingga dapat memvalidasi kehandalan sistem ini dalam berbagai situasi dan selalu Berkoordinasi dengan pihak terkait di gedung laboratorium untuk memastikan pemahaman dan implementasi yang tepat terhadap sistem proteksi kebakaran ini, Serta Membuat rencana pemeliharaan rutin untuk sistem proteksi kebakaran ini agar tetap berfungsi dengan baik seiring berjalannya waktu.

REFERENSI

- 03--3985-2000, S. (2000). *Tata cara perencanaan, pemasangan dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran pada bangunan gedung*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional., 2000
- 26/PRT/M/2008, P. M. (2008). *Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. Indonesia: Menteri Pekerjaan Umum.
- Abdullah, A., & Kuntadi, C. (2023). The Influence of the Conformity Level of Fire Alarm Installations, Fire Detectors, and Portable Fire Extinguishers on the Fire Protection System. *Dinasti Internasional Jurnal Of Education Management and Sosial Science*, 4(4), 517-525.
- Association, N. F. (2008). Fire Protection Handbook 12th ed. In *National Fire Protection Association*. US.
https://www.researchgate.net/publication/40932394_NFPA's_Fire_Protection_Handbook.
- Hafidz, M., Hidayat, F., & Sitompul, Z. B. (2012). STUDI SISTEM PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN KEBAKARAN PADA PABRIK PEMBUATAN PESAWAT TERBANG. *Jurnal Teknik Sipil*, XI(2), 135-147.
- Herlambang, R., & Nurpulaela, L. (2023). Analisis Penggunaan Fire Alarm System Di Bandara Internasional Jawa Barat Kertajati. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, IX(15), 570-580.
- Irwanto. (2020, Desember). Analisis Instalasi Fire Alarm Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran dengan Metode Smoke dan Heat Detector. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 12*.
- Irwanto, & Anam, A. F. (2023). Analisis Sistem Instalasi Fire Fighting Pada Gedung Control Building SCBD di PT. Jaga Citra Inti Jakarta. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, II(1), 240-261.
- Kowara, Martiana, & Tri. (April 2017). Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Sebagai paya Pencegahan Dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran. *Jurnal Manajemen Kesehatan, Yayasan RS Dr Soetomo*, 3, 8-9.
- Kurniawati, D. (2013). *Taktis Memahami Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Teknologi Informasi* (ed.1 ed.). Surakarta: Surakarta Aksara Sinergi Media.
- M, K., B, K., & Sunoto. (2016). Analisa upaya penanggulangan kebakaran digedung Bougenville Rumah Sakit Tologerajo Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*(4), 698-706.
- Nugroho, & Purwo, S. (2010). karakteristik Bencana Gagal Teknologi di Indonesia. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, I(1).
- PER.02/MEN/1983, P. M. (1983). *INSTALASI ALARM KEBAKARAN OTOMATIK* . JAKARTA : Menteri Tenaga Kerja

- PER.04/MEN/1980, P. M. (1980). *Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan*. INDONESIA: MENTERI KETENAGA KERJAAN DAN TRANSMIGRASI.
- Qisthi, S. E., & Mutiari, D. (2022). SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA BANGUNAN KOMERSIL PASAR JOHAR SELATAN SEMARANG JAWA TENGAH. *Seminar Ilmiah Arsitektur III*, 632-639.
- Ratnayanti, K. R., Hajati, N. L., & Utama, M. I. (2019). Evaluasi Sistem Proteksi Aktif dan Pasif sebagai Upaya Penanggulangan Bahaya Kebakaran Pada Gedung X Mall. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 3(1), 1-16.
- Reza, M., Sasmito, A., & Sadewo, E. L. (2020). Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Gedung Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(1), 22-28.
- Rosanti, E., Irawan, S. U., Diannita, R., & Taufik, M. R. (2021). Analisis Model Pemetaan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Di Gedung Asrama Universitas X. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 10(2), 240-246.
- Ruslan, M., Amin, M. A., & Emidiana. (2021). Perancangan Sistem Fire Alarm Kebakaran Pada Gedung Laboratorium XXX. *Jurnal Tekno*, 18(2).
- Siwi, R. M., & Mardiana. (2018). PENERAPAN SISTEM PROTEKSI AKTIF DAN SARANA PENYELAMATAN JIWA SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN KEBAKARAN. *HIGEIA JOURNAL OF PUBLIC HEALTH RESEARCH AND DEVELOPMENT*, 2(1), 12-22.
- Soehatman, & Ramli. (2010). *Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Taufiq, M., & Bangsa, I. A. (2023). ANALISIS INSTALASI FIRE ALARM PADA BASEMENT APARTEMEN SEBAGAI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 5(1), 58-66.
- Ush Soleh, M. A., Suroto, & Wahyuni, I. (2021). ANALISIS SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF PADA RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT X DI KOTA BANDUNG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 51-57.
- Wiharja, U., & Hidayat, M. A. (2014). Perencanaan Sistem Kerja Deteksi Dan Alarm Kebakaran Pada Bangunan Gedung. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 3(1), 32-37.
- Yamauchi, Y., Mammoto, A., Dohi, M., & Ebara, H. (2005). A Calculation Method for Predicting Heat and Smoke Detector's Response. *Fire Science and Technology*, 24(4), 179-210.
- Zain, A. (2016). Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Smoke dan Heat Detector. *Jurnal Intek*, 3(1), 36-42.
- Zulfiar, M. H., & Gunawan, A. (2018). Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Hotel UNY 5 Lantai di Yogyakarta. *Semeste Teknika*, 21(1), 65-71.