

Perencanaan Mitigasi Bencana Kebakaran (Studi Kasus : Pembangunan Rusun Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Sorong)

Fire Disaster Mitigation Planning (Case Study 41d: Construction Of Flats On Campus 2 Of Muhammadiyah Universitas Sorong)

Sakina Marwa Salihin¹, Slamet Widodo², Muhammad Nur Fajar³, Herlina Arifin⁴, Alfina Maysyurah⁵
(1,2,3,4,5)Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong

Abstrak

Kebakaran gedung dapat terjadi disetiap jenis peruntukan bangunan baik hunian-pemukiman maupun fasilitas pendidikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menanggulangi resiko kebakaran dengan merencanakan mitigasi kebakaran serta menerapkan kelengkapan infrastruktur bangunan. Data primer dikumpulkan langsung di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh melalui artikel otoritas terkait, termasuk rusun kampus 2 UNAMIN sorong. Hasil penelitian Rusun Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Sorong memerlukan instalasi sistem proteksi kebakaran yang mencakup detektor asap, sprinkler, dan sistem hidrant. Total 51 detektor asap diperlukan untuk ketiga lantai, serta 96 unit sprinkler yang terdistribusi dengan jumlah yang sama di setiap lantai. Sistem hidrant terdiri dari 2 box hydrant dan 2 pillar hydrant yang dirancang untuk menyuplai air dalam jumlah total 245 m³, dengan bak penampungan air yang dirancang berkapasitas 256 m³ untuk mendukung operasi pemadam kebakaran secara efektif. 2. Untuk memastikan keselamatan penghuni selama keadaan darurat, telah disiapkan tiga jalur evakuasi utama yang mengarah ke titik kumpul yang terletak di halaman depan rusun. Jalur-jalur evakuasi tersebut meliputi pintu lobby, pintu sebelah kiri, dan pintu sebelah kanan yang semuanya mengarah ke titik kumpul dengan aman. Berdasarkan simulasi, jarak evakuasi terpanjang dari titik-titik di lantai 1, 2, dan 3 telah dihitung beserta waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi. Di lantai 1, jarak evakuasi adalah 45,85 meter dengan waktu 18,79 detik; di lantai 2, jarak mencapai 68,7 meter dengan waktu 28,15 detik; dan di lantai 3, jarak 70,25 meter dengan waktu 28,79 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa evakuasi dapat dilakukan dengan efisien dan aman.

Kata Kunci: Mitigasi Kebakaran, Sistem Proteksi Kebakaran, Evakuasi

Building fires can occur in any type of building designation, both residential and educational facilities. The purpose of this study is to overcome the risk of fire by planning fire mitigation and implementing complete building infrastructure. Primary data was collected directly in the field, while secondary data was obtained through articles, related authorities, including the UNAMIN Sorong Campus 2 Flats. The results of the study showed that the Campus 2 Flats of the Muhammadiyah University of Sorong required the installation of a fire protection system that included smoke detectors, sprinklers, and a hydrant system. A total of 51 smoke detectors were required for the three floors, as well as 96 sprinkler units distributed in equal numbers on each floor. The hydrant system consists of 2 hydrant boxes and 2 hydrant pillars designed to supply a total of 245 m³ of water, with a water reservoir designed with a capacity of 256 m³ to support firefighting operations effectively. 2. To ensure the safety of occupants during an emergency, three main evacuation routes have been prepared leading to the assembly point located in the front yard of the flats. The evacuation routes include the lobby door, the left door, and the right door, all of which lead to the assembly point safely. Based on the simulation, the longest evacuation distance from points on floors 1, 2, and 3 has been calculated along with the time required for evacuation. On the 1st floor, the evacuation distance is 45.85 meters with a time of 18.79 seconds; on the 2nd floor, the distance reaches 68.7 meters with a time of 28.15 seconds; and on the 3rd floor, the distance is 70.25 meters with a time of 28.79 seconds. These results indicate that evacuation can be carried out efficiently and safely.

Keywords: Mitigation Of Fire Risk, Fire Protection Sytem, Evacuation

PENDAHULUAN

Kebakaran gedung dapat terjadi pada setiap jenis peruntukan bangunan, baik hunian-permukiman, perkantoran maupun fasilitas pendidikan. Di Indonesia, beberapa bangunan kampus (pendidikan) pernah juga terjadi kebakaran yang mengakibatkan bangunan hancur. Penyebab kebakaran dapat beragam, namun dapat di kategorikan kedalam dua aspek yaitu kecerobohan manusia dan gagalmya sistem 'engineering' bangunan. Kedua aspek tersebut bekerja baik pada saat perencanaan, pelaksanaan konstruksi maupun operasional bangunan. (Sufianto et al., 2018.)

Dalam upaya mencegah atau meminimalkan potensi dampak bencana kebakaran pada masa mendatang diperlukan perencanaan program pelaksanaan mitigasi dan kesiagaan terhadap bencana kebakaran. Pelaksanaan mitigasi adalah upaya menurunkan/meminimalkan resiko bahaya bencana. Fokus pelaksanaan mitigasi adalah mengeliminasi atau membatasi kemungkinan kejadian bencana, dan menurunkan kerentanan populasi. (Asiri, 2020)

(*)Corresponding author

Telp :
E-mail : sakinasalihin@gmail.com

<http://doi.org/xxx>

Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun

E-ISSN:

(Silahuddin et al., 2019) “Perencanaan Ulang Sistem Proteksi Kebakaran Pada Gedung Serbaguna Tekmira Jend. Sudirman No. 623 Bandung” Gedung Serbaguna Tekmira ini berdasarkan hasil evaluasi sistem proteksi kebakaran yang telah dilakukan sebelumnya belum memenuhi persyaratan secara penuh sesuai dengan Undang-undang No. 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Perencanaan ulang sistem proteksi kebakaran gedung Serbaguna Tekmira ini meliputi, perencanaan sistem sprinkler, hydrant gedung, detector kebakaran dan penambahan tangga darurat sebagai jalur evakuasi ketika terjadi kebakaran. Hasil dari perencanaan sistem proteksi kebakaran ini adalah 294 titik sprinkler dengan Wet Pipe System, 16 titik hydrant gedung, 49 titik detector kebakaran dan pembuatan tangga melingkar.

TINJAUAN PUSTAKA

Kebakaran

Menurut (Cleop et al., 2024) Kebakaran merupakan kejadian atau peristiwa terbakarnya bahan-bahan yang mudah terbakar. Proses kebakaran terjadi karena reaksi kimia antara oksigen dengan materi yang dapat terbakar, disertai pelepasan panas, cahaya, karbon dioksida, dan karbon monoksida. Kebakaran dapat terjadi di berbagai lokasi seperti gedung perkantoran, tempat tinggal, atau fasilitas publik. Pengelolaan sistem pengaman kebakaran merupakan upaya pencegahan terjadinya kebakaran atau penyebaran kebakaran ke seluruh bagian bangunan, termasuk ke bangunan lainnya, dengan mengeliminasi atau meminimalkan risiko bahaya kebakaran. Berikut golongan kebakaran yaitu:

1. Kebakaran Golongan A, Kebakaran bahan pada kecuali logam yang kebanyakan tidak dapat terbakar dengann sendirinya.
2. Kebakaran Golongan B, Kebakaran bahan cair atau gas yang mudah terbakar
3. Kebakaran Golongan C, Kebakaran dari intalasi listrik dan listrik iu sendiri bertegangan.
4. Kebakaran Golongan D, Kebakaran logam seperti magnesium, titanium dan potassium.

Faktor Penyebab Kebakaran secara umum, faktor penyebab terjadinya kebakaran disebabkan karena 3 faktor, yaitu faktor manusia, faktor teknis, dan faktor alam (sabilillah 2023).

Ada tahap-tahapan kebakaran pada Gedung atau ruang tertutup terbagi menjadi 5 (subagyo 2015), tahap penyalaan adalah tahap awal. Proses timbulnya api dalam ruangan ini disebabkan oleh adanya energi yang mengena material yang dapat terbakar dalam ruangan.

Tahap kedua adalah taha pertumbuhan atau *growth period*. Setelah tahap penyalaan, api mulai berkembang sebagai fungsi dari bahan bakar, dengan sedikit atau tanpa pengaruh dari ruangan. Tahap ketiga adalah tahap *flashover* atau didefinisikan sebagai masa transisi antara tahap pertumbuhan dengan tahap pembakaran penuh. Ketika *flashover* tercapai, yang sebelumnya terbakar Sebagian mendadak serentak terbakar seluruhnya. Jadi *flashover* adalah kondisi batas dimulainya kebakaran total dalam ruangan.

Tahap ke-empat adalah tahap pembakaran penuh atau *fully Developed Fire*, pada tahap ini kalor yang dilepaskan adalah yang paling besar, karena kebakaran terjadi di seluruh ruangan. Seluruh maerial dalam ruangan terbakar.

Dan tahap terakhir adalah tahap surut atau *decay*, tahap ini tercapai bila material terbakar sudah habis temperature ruangan berangsur turun.

Bangunan Gedung

(Menteri & Umum, 2008) Bangunan merupakan tempat bagi individu untuk melangsungkan berbagai aktivitas, seperti perumahan atau hunian, bisnis, keagamaan, sosial budaya, atau kegiatan unik. Bangunan merupakan bentuk konstruksi fisik yang terintegrasi dengan lokasinya, baik sebagian maupun sepenuhnya berada di atas maupun di dalam tanah atau udara.

Bangunan gedung adalah bentuk fisik yang dihasilkan dari kegiatan konstruksi dan digunakan untuk aktivitas tertentu. Bangunan gedung yang dipakai oleh banyak orang secara bersamaan tergolong dalam kategori bangunan publik. (Seftyarizki et al., 2019)

Sistem Proteksi Kebakaran

Menurut Permen PU No.26/PRT/M/2008, Sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan adalah sistem yang terdiri atas peralatan, kelengkapan dan sarana, baik yang terpasang maupun terbangun pada bangunan yang digunakan baik untuk tujuan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif maupun cara-cara pengelolaan dalam rangka melindungi bangunan dan lingkungannya terhadap bahaya kebakaran.

Agar dapat mandiri dalam hal pencegahan kebakaran sistem proteksi kebakaran aktif mengharuskan gaedung tempat kerja memiliki sistem atau instalasi pendeteksi kebakaran, alarm, dan pemadam kebakaran yang

sesuai dan dapat diandalkan. Sistem keselamatan kebakaran aktif dapat diatur secara manual. (alat pemadam kebakaran) atau dioperasikan secara otomatis (alat penyiram otomatis). Tugas sistem proteksi kebakaran antara lain memadamkan api, mengontrol api, atau membatasi paparan untuk meminimalkan dampaknya (Damkar 2022).

Tujuan sistem perlindungan kebakaran aktif ialah sebagai berikut: deteksi kebakaran manual atau otomatis, sistem pemadam kebakaran yang dioperasikan dengan air seperti sprinkler, pipa vertical, dan selang pemadam, dan sistem pemadam kebakaran yang berbasis bahan kimia seperti APAR dan pemadam khusus.

Detektor

Detektor adalah alat untuk mendeteksi awal terjadinya kebakaran yang dapat menghidupkan alarm pada sistem sedangkan, detektor kebakaran merupakan alat yang dibuat untuk melacak kebakaran, lalu mulai melakukan suatu tindakan. Menurut SNI 03-3985-2000 Alarm kebakaran adalah komponen dari suatu sistem yang memberikan sinyal atau tanda setelah mendeteksi api. Sistem kebakaran alarm digunakan untuk memberi tahu pekerja atau penghuni di mana suhu bahan kebakaran dimulai. (Ruslan et al., 2021). Jenis detektor kebakaran yaitu Smoke Detector (Detektor Asap), Heat Detector (Detektor Panas), Flame Detektor (Detektor Nyala Api) dan Gas Detektor. Menentukan jumlah detektor berdasarkan luas ruangan Penentuan jumlah detektor pada setiap ruangan dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Jumlah Detektor Panjang (JDP)

$$JDP = \frac{\text{Panjang Ruang}}{\text{Jarak antar Detektor}} \dots\dots\dots (1)$$

2. Jumlah Detector Lebar (JDL)

$$JDL = \frac{\text{Lebar Ruang}}{\text{Jarak antar Detektor}} \dots\dots\dots (2)$$

3. Jumlah Total Detektor (JTD)

$$JTD = JDP \times JDL \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- S = Jarak antar detektor
- JDP = Jumlah Detektor Panjang
- JDL = Jumlah Detector Lebar
- TJD = Total Jumlah Detektor Efisiensi Daya Motor Listrik

Sistem Sprinkler

Menurut (Cleo A P et al., 2024) Sistem Sprinkler merupakan sistem pemadam yang bekerja secara otomatis untuk memadamkan api dengan menyemprotkan air yang diberi tekanan ke segala arah. Tujuan dari sistem Sprinkler ini adalah untuk menghindari penyebaran kebakaran secara luas dan meminimalisir kerusakan yang ditimbulkan oleh api.

1. Menentukan jumlah sprinkler

X = Jarak maksimum titik sprinkler (1/4 x jarak maksimum)

L = (X²)

$$\text{Jumlah sprinkler} = \frac{P \times L}{\pi r^2} \dots\dots\dots(4)$$

P = Panjang ruangan

L = lebar ruangan

R = 2,4 m

2. Menentukan pancaran air sprinkler

Untuk menentukan kapasitas pancaran air pada kepala sprinkler, maka digunakan persamaan berikut :

$$Q = k \cdot \sqrt{P} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan

Q = Kapasitas pancaran tiap kepala sprinkler dalam liter/menit

k = konstanta yang ditentukan oleh ukuran nominal lubang kepala sprinkler

p = tekanan air di kepala sprinkler dalam kg/cm²

Menurut SNI 03-3989-2000, ukuran nominal lubang kepala springkler yang diperbolehkan untuk setiap sistem bahay kebakaran adalah :

Tabel 1 klasifikasi nominal lubang kepala *springkler*

No	Klasifikasi bahaya kebakaran	Ukuran Nominal Kepala springkler (mm)
1	Sistem bahaya ringan	10
2	Sistem bahaya sedang	15
3	Sistem bahaya kebakaran berat	20

Konstanta “k” untuk ketiga ukuran kepala springkler tersebut diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 2. klasifikasi kontanta

No	Ukuran lubang kepala springkler (mm)	Konstanta
1	10	57 ±5%
2	15	80±5%
3	20	115±5%

3. Menentukan kebutuhan air

Dalam proses pemadaman, air dipancarkan melalui Sprinkler untuk memadamkan api. Volume air yang dibutuhkan Sprinkler harus dipertimbangkan sehingga tidak menyebabkan kelebihan air di Sprinkler. Perhitungan volume kebutuhan air Sprinkler dapat menggunakan rumus:

$$V = Q \times T \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan

V = Volume kebutuhan air (m³)

Q = Kapasitas air spribgkler 88,86 [dm] ^{^3}/ menit

T = Durasi pemadaman = 45 menit

4. Menentukan bak reservoir

Saat merancang reservoir (tangki air), sebaiknya tidak mengisinya sepenuhnya dengan air. Untuk itu perlu dilakukan penentuan volume air yang diperoleh agar memenuhi faktor keamanan. Desain tangki air dapat ditentukan dengan menggunakan rumus

$$V_{reservoir} = P \times L \times T \dots\dots\dots(7)$$

$$\Delta V_{(selisih\ volume)} = V_{reservoir} - V_{Kebutuhan\ air} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

P = panjang (m)

L = lebar (m)

k = kedalaman (m)

Sistem Protekrif Pasif Kebakaran

Sistem perlindungan pasif untuk menjaga Anda tetap aman dari potensi ancaman. Spesifikasi yang dibutuhkan untuk penggunaan sistem perlindungan pasif harus dipenuhi. Pintu darurat, lorong, pintu, tangga, rambu arah keluar, lampu darurat, dan area pertemuan adalah contoh sistem perlindungan pasif. Membangun dinding pemisah yang tahan api, menjaga jarak aman antar bangunan, dan menutup setiap bukaan dengan bahan atau peralatan tahan api, tempat kerja dapat menahan atau mencegah penyebaran panas, gas, dan api secara vertikal dan horizontal dengan lebih baik. Menurut UU Konstruksi Bangunan Gedung Nomor 28 Tahun 2002

Jalur Evakuasi

Menurut (Safutra et al., 2024) Jalur evakuasi adalah jalur khusus yang penting saat terjadi situasi darurat di dalam bangunan. Pintu keluar harus memenuhi persyaratan tertentu, seperti tahan api dilengkapi dengan engsel dan penutup pintu otomatis, serta memiliki tanda peringatan. Koridor dan jalan keluar harus memiliki tanda arah yang mengarahkan ke pintu keluar, dengan lebar minimal koridor 1,2 meter dan jalur keluar 2 meter.

Menurut (Suyono AM, 2011) Jalur evakuasi pada sebuah gedung harus berfungsi berdasarkan prosedur evakuasi dengan memberikan kemudahan pada orang yang membacanya agar dapat memahami informasi yang tertera pada jalur evakuasi tersebut. Kebanyakan orang tidak mengetahui dan memahami apa informasi yang diberikan dari adanya jalur evakuasi. Maka dari itu, perancangan jalur evakuasi harus dibuat semenarik mungkin agar mudah dibaca dengan tidak mengurangi kelengkapan informasi yang terdapat didalamnya.

Algoritma Dijkstra

Menurut (Siregar E et al., 2015) Algoritma djikstra menyediakan dasar untuk algoritma yang paling efisien untuk memecahkan masalah penentuan jalur terpendek. Kebanyakan perbaikan komputasi untuk memecahkan masalah jalur terpendek telah dihasilkan dari peningkatan struktur data yang digunakan untuk mengimplementasikan algoritma Dijkstra ini. Metode algoritma Dijkstra umumnya digunakan dalam menyelesaikan masalah pencarian jalur atau lintasan terpendek. Algoritma Dijkstra adalah algoritma group search yang dapat menyelesaikan permasalahan pemilihan jalur terpendek dengan single source. Sebagai contoh, jika simpul grafik mewakili kota dan biaya jalur tepi mewakili jarak mengemudi antara pasang kota yang terhubung dengan jalan langsung, algoritma Dijkstra bisa digunakan untuk menemukan rute terpendek antara satu kota dan kota lainnya (C. Yi-zhou, 2014).

Simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan perhitungan dengan pendekatan algoritma djikstra. Lintasan kritis terpanjang pada ruangan menuju *assembly pont*. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Move logic} = \frac{\text{Rute 1}}{\text{Kecepatan rata-rata}} \dots\dots\dots(9)$$

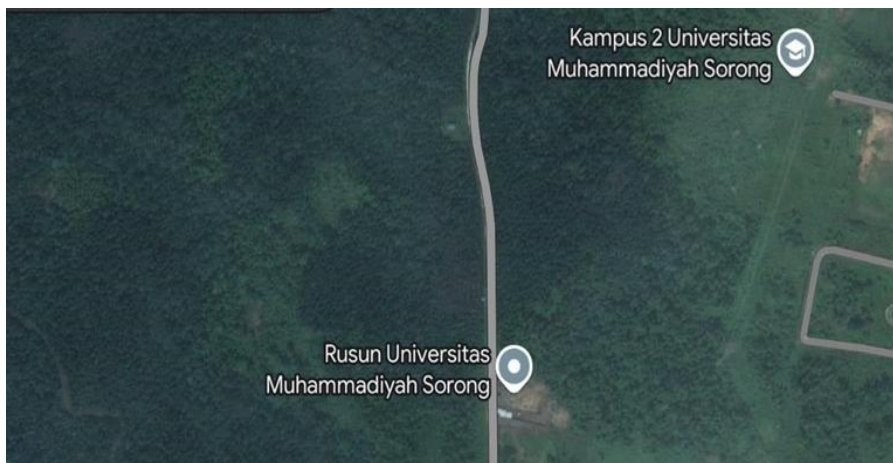
Keterangan:

- Rute 1 = jarak lintasan pertama
- Kecepatan rata-rata = 8 fit/m = 2,44 s

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kampus 1 Universitas Muhammadiyah Sorong yang terletak di jalan pendidikan, Papua Barat Daya.



Gambar 1. Lokasi penelitian
(Sumber: *Google Maps*)

Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan juni 2024 – agustus 2024 penelitian ini dilakukan sejak tanggal diterbitkan ijin penelitian dalam rangka waktu yang telah ditentukan, meliputi proses pengumpulan data.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, langkah-langkah penelitian ini adalah Studi literatur, identifikasi masalah, rumusan masalah, pengambilan data, Identifikasi sistem kebakaran yang tersedia dan menentukan kebutuhan sistem proteksi kebakaran lainnya, pengolahan data, hasil dan kesimpulan.

Pengambilan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data penelitian terdiri dari data sekunder dan data primer sebagai berikut :

Data Sekunder

Peneliti mengumpulkan data sekunder studi literature. Beberapa data yang dikumpulkan antara lain gambar tata letak (layout) gedung dan Data Spesifikasi peralatan sistem proteksi yang ada pada gedung. Perencanaan mitigasi kebakaran berupa pemasangan alarm detector berdasarkan SNI 03-1735-2000, serta SNI terkait sistem proteksi kebakaran dan studi terdahulu.

Data Primer

Peneliti mengumpulkan data-data primer dengan melakukan survey dan wawancara dengan meliputi kamera untuk mendokumentasikan, alat tulis untuk mencatat hasil tinjauan sedangkan wawancara dilakukan secara informal untuk mengetahui informasi seperti sistem kebakaran yang tersedia dan yang dibutuhkan.

Analisis Data

Setelah menentukan kebutuhan sistem proteksi kebakaran dan kriteria bangunan penulis mulai merencanakan sebagai berikut

1. Merencanakan sistem detector seperti menentukan jenis detector yang dibutuhkan di setiap ruangan dan melakukan perhitungan dan pastikan sistem alarm kebakaran dapat memberi peringatan kepada seluruh gedung
2. Menentukan titik springkler yang di pasang pada setiap ruang dan kapasitas springkler
3. Menghitung kebutuhan hydrant box dan hydrant pillar pada gedung
4. Menghitung kebutuhan air hydran dan springkler lalu merancang bak air.
5. Merancang jalur evakuasi yang aman bagi penghuni gedung menggunakan metode algoritma djikstra

HASIL DAN DISKUSI

Gambaran Umum Rusun Kampus 2 UNAMIN Sorong

Universitas Muhamadiyah Sorong merealisasikan pembangunan gedung asrama mahasiswa pada tanggal 9 november 2022. Rusunawa Universitas Muhamadiyah Sorong ini dibangun dengan skema *Multi Year Control* (MYC) satu tower tipe 24 pendek dengan unit hunian sebanyak 43 kamar dan mampu menampung sebanyak 166 mahasiswa. Rusun ini memiliki 3 lantai dan di lengkapi dengan hunian seperti meubelair yang meliputi tempat tidur, lemari pakaian, meja dan kursi. Berdasarkan informasi yang didapatkan sistem proteksi kebakaran pada rusun ini masih belum menghambat dan memadamkan api agar tidak menyebar. Sistem pemadam kebakaran yang tersedia hanya alat pemadam api ringan. Kebakaran sering terjadi tanpa diperkirakan dan dapat terjadi sewaktu- waktu yang menimbulkan banyak kerugian material, korban jiwa dan kerusakan lingkungan oleh karena itu penelitian ini diharapkan bisa meminimalisir kejadian tersebut. hasil evaluasi sistem proteksi kebakaran yang telah dilakukan sebelumnya belum memenuhi persyaratan secara penuh sesuai dengan Undang -undang No. 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Penulis merencanakan ulang sistem proteksi kebakaran rusun kampus 2 UNAMIN Sorong meliputi sistem springkler, detector asap, hydrant dan jalur evakuasi.

Perhitungan Jumlah Detektor

Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka jumlah detector yang terpasang pada lantai 1 ruang hunian A sesuai dengan standar yang berlaku direncanakan menggunakan detector asap. Dengan ukuran ruangan 4,25 m x 5,4 m, dan ketinggian langit-langit 4 m maka :

$$S = 12 \times 1 = 12 \text{ m}$$

$$JDP = \frac{4,25}{12} = 0,35 \text{ (1 buah)}$$

$$JDL = \frac{5,4}{12} = 0,45 \text{ (1 buah)}$$

$$TJD = 1 \times 1 = 1 \text{ buah}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka jumlah detector yang terpasang pada lantai 1 sampai dengan lantai 3 sesuai standar yang berlaku. Untuk hasil lengkap perhitungan jumlah titik detector dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3. Perhitungan Jumlah Detektor lantai 1

Lantai	Nama Ruangan	P x L	Jenis Detektor	Jumlah Titik Detektor	Keterangan
1	Ruang Hunian A	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian B	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian C	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian D	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian E	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian F	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian G	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian H	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian I	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian J	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian K	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Serbaguna	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Pengelola	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian N	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian O	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Pantry	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar

Dari hasil pengukuran ruangan dan perhitungan data yang dilakukan pada lantai 1 di rusun kampus 2 unamin sorong, maka jumlah detektor yang dibutuhkan adalah 17 detektor.

Tabel 4. Perhitungan Jumlah Detektor lantai 2

Lantai	Nama Ruangan	P x L	Jenis Detektor	Jumlah Titik Detektor	Keterangan
2	Ruang Hunian A	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian B	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian C	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian D	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian E	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian F	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian G	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian H	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian I	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian J	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang	4,25 m x 5,4 m	Smoke	1	memenuhi standar

Lantai	Nama Ruangan	P x L	Jenis Detektor	Jumlah Titik Detektor	Keterangan
	Hunian K	m	Detector		
	Ruang Serbaguna	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Pengelola	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian N	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian O	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Pantry	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar

Dari hasil pengukuran ruangan dan perhitungan data yang dilakukan pada lantai 2 di rusun kampus 2 unamin sorong, maka jumlah detektor yang dibutuhkan adalah 17 detektor.

Tabel 5. Perhitungan Jumlah Detektor lantai 3

Lantai	Nama Ruangan	P x L	Jenis Detektor	Jumlah Titik Detektor	Keterangan
3	Ruang Hunian A	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian B	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian C	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian D	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian E	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian F	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian G	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian H	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian I	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian J	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian K	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Serbaguna	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Pengelola	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian N	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Ruang Hunian O	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar
	Pantry	4,25 m x 5,4 m	Smoke Detector	1	memenuhi standar

Dari hasil pengukuran ruangan dan perhitungan data yang dilakukan pada lantai 3 di rusun kampus 2 unamin sorong, maka jumlah detektor yang dibutuhkan adalah 17 detektor.

Perhitungan Jumlah Springkler

Tabel 6 Jumlah Head springkler lantai 1

No	Peruntukan Ruang	Luas m^2	Coverage Area Springkler Luas $m^2/11.9^2$	Jumlah Head Springkler
1	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
2	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
3	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
4	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
5	Ruang Hunian	22.95	1.93	2

No	Peruntukan Ruang	Luas m^2	Coverage Area Springkler Luas $m^2/11.9^2$	Jumlah Head Springkler
6	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
7	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
8	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
9	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
10	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
11	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
12	Ruang Serba guna	22.95	1.93	2
13	Ruang Pengelola	22.95	1.93	2
14	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
15	Ruang Hunian	22.95	1.93	2
16	Pantry	22.95	1.93	1
Total				31

Tabel 7 Jumlah Head springkler lantai 2

No	Peruntukan Ruang	Luas m^2	Coverage Area Springkler Luas $m^2/11.9^2$	Jumlah Head Springkler
1	Ruang Hunian A	22.95	1.93	2
2	Ruang Hunian B	22.95	1.93	2
3	Ruang Hunian C	22.95	1.93	2
4	Ruang Hunian D	22.95	1.93	2
5	Ruang Hunian E	22.95	1.93	2
6	Ruang Hunian F	22.95	1.93	2
7	Ruang Hunian G	22.95	1.93	2
8	Ruang Hunian H	22.95	1.93	2
9	Ruang Hunian I	22.95	1.93	2
10	Ruang Hunian J	22.95	1.93	2
11	Ruang Hunian K	22.95	1.93	2
12	Ruang Serba guna	22.95	1.93	2
13	Ruang Pengelola	22.95	1.93	2
14	Ruang Hunian N	22.95	1.93	2
15	Ruang Hunian O	22.95	1.93	2
16	Pantry	22.95	1.93	1
Total				31

Tabel 8 Jumlah Head springkler lantai 3

No	Peruntukan Ruang	Luas m^2	Coverage Area Springkler Luas $m^2/11.9^2$	Jumlah Head Springkler
1	Ruang Hunian A	22.95	1.93	2
2	Ruang Hunian B	22.95	1.93	2
3	Ruang Hunian C	22.95	1.93	2
4	Ruang Hunian D	22.95	1.93	2
5	Ruang Hunian E	22.95	1.93	2
6	Ruang Hunian F	22.95	1.93	2
7	Ruang Hunian G	22.95	1.93	2
8	Ruang Hunian H	22.95	1.93	2
9	Ruang Hunian I	22.95	1.93	2
10	Ruang Hunian J	22.95	1.93	2
11	Ruang Hunian K	22.95	1.93	2
12	Ruang Serba guna	22.95	1.93	2
13	Ruang Pengelola	22.95	1.93	2
14	Ruang Hunian N	22.95	1.93	2
15	Ruang Hunian O	22.95	1.93	2
16	Pantry	22.95	1.93	1
Total				31

Perhitungan Kebutuhan Air Pada Hydrant Dan Springkler

Klasifikasi bangunan termasuk hunian sementara seperti asrama mahasiswa. Kemudian kategori risiko kebakaran yaitu risiko sedang dengan jumlah lantai 3 (bangunan rendah). Kapasitas kebutuhan air pada *hydrant pillar* adalah sekurang-kurangnya 2400 liter/menit untuk 2 unit *hydrant pillar* untuk luas kurang atau sama dengan 1000 meter² selanjutnya dengan waktu 45 menit. Sedangkan kebutuhan air pada *inside hydrant*

box adalah sekurang-kurangnya 400 liter/menit dengan waktu operasional selama 30 menit. Kebutuhan air system hydrant dari hasil perencanaan adalah :—

$$\begin{aligned}
 V_{HP} &= Q \times t \\
 &= 1200 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 45 \text{ menit} \\
 &= 54.000 \text{ dm}^3 \text{ atau } 54 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{HP} &= Q \times t \\
 &= 400 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 30 \text{ menit} \\
 &= 12.000 \text{ dm}^3 \text{ atau } 12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah mengukur luasan ruang dan mendapatkan banyaknya springkler untuk setiap lantai yaitu lantai 1 2 dan 3 masing-masing 30 head springkler maka selanjutnya menentukan kebutuhan air pada springkler langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut :

- Menghitung pancaran air springkler

$$\begin{aligned}
 Q &= k \cdot \sqrt{P} \\
 Q &= 59.85 \cdot \sqrt{2.2} \\
 &= 88,86 \text{ dm}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

- Menentukan kebutuhan air

$$\begin{aligned}
 V &= Q \times T \\
 V &= 88,86 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 45 \text{ menit} \\
 &= 3998.7 \text{ dm}^3 \text{ atau } 3,9987 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{Kebutuhan\ air} &= V_{HP}(3 \text{ unit}) + V_{HP}(2 \text{ unit}) + V \\
 &= 162 \text{ m}^3 + 24 \text{ m}^3 + 3,9987 \text{ m}^3 \\
 &= 190 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume untuk reservoir atau bak air tidak boleh diisi dengan penuh karena dari hasil volume air yang dibutuhkan dalam menjaga factor kemanaannya, dapat ditentukan dimensi reservoir yaitu:

$$\begin{aligned}
 V_{reservoir} &= P \times L \times T \\
 &= 7 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 7 \text{ m} \\
 &= 196 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

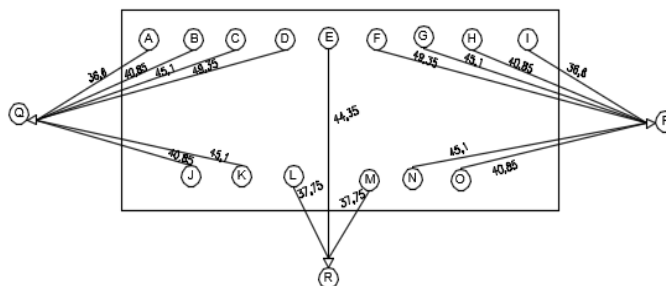
$$\begin{aligned}
 \Delta V_{(selisih\ volume)} &= V_{reservoir} - V_{Kebutuhan\ air} \\
 &= 196 \text{ m}^3 - 190 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$= 6 \text{ m}^3$$

Perancangan Jalur Evakuasi Dengan Algoritma Dijkstra

1). Lantai 1

Pembuatan denah dilakukan untuk mengetahui letak dan ukuran masing-masing ruang dan jalur yang ada berikut gambar 2D pada lantai 1 Rusun Kampus Unamin Sorong.



Gambar 2. Perancangan Algoritma Dijkstra lantai 1

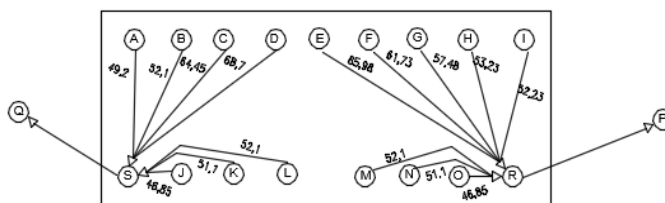
Tabel 9 Lintasan Terpendek Lantai 1

Ruangan	Lintasan terpendek	Jarak (meter)
Ruang Hunian	A-Q	36,6
Ruang Hunian	B-Q	40,85
Ruang Hunian	C-Q	45,1
Ruang Hunian	D-R	49,35
Ruang Hunian	E-R	44,35

Ruangan	Lintasan terpendek	Jarak (meter)
Ruang Hunian	F-P	49,35
Ruang Hunian	G-P	45,1
Ruang Hunian	H-P	40,85
Ruang Hunian	I-P	36,6
Ruang Hunian	J-Q	40,85
Ruang Hunian	K-Q	45,1
Ruang Hunian	M-R	37,75
Ruang Hunian	N-P	45,1
Ruang Hunian	O-P	40,85

2). Lantai 2

Pembuatan denah dilakukan untuk mengetahui letak dan ukuran masing-masing ruang dan jalur yang ada berikut gambar 2D pada lantai 2 Rusun Kampus Unamin Sorong.



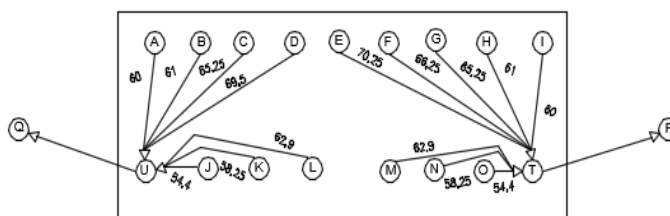
Gambar 3. Perancangan Algoritma Dijkstra lantai 2

Tabel 10. Lintasan Terpendek Lantai 2

Ruangan	Lintasan terpendek	Jarak (meter)
Ruang Hunian	A-S-Q	49,2
Ruang Hunian	B-S-Q	52,1
Ruang Hunian	C-S-Q	64,45
Ruang Hunian	D-S-Q	68,7
Ruang Hunian	E-R-P	65,98
Ruang Hunian	F-R-P	61,73
Ruang Hunian	G-R-P	57,48
Ruang Hunian	H-R-P	53,23
Ruang Hunian	I-R-P	52,23
Ruang Hunian	J-S-Q	46,85
Ruang Hunian	K-S-Q	51,1
Ruang Hunian	L-S-Q	52,1
Ruang Hunian	M-R-P	52,1
Ruang Hunian	N-R-P	51,1
Ruang Hunian	O-R-P	46,85

3). Lantai 3

Pembuatan denah dilakukan untuk mengetahui letak dan ukuran masing-masing ruang dan jalur yang ada berikut gambar 2D pada lantai 2 Rusun Kampus Unamin Sorong.



Gambar 4. Perancangan Algoritma Dijkstra lantai 3

Tabel 11. Lintasan Terpendek Lantai 3

Ruangan	Lintasan terpendek	Jarak (meter)
Ruang Hunian	A-U-Q	60
Ruang Hunian	B-U-Q	61
Ruang Hunian	C-U-Q	65,25
Ruang Hunian	D-U-Q	69,5
Ruang Hunian	E-T-P	70,25
Ruang Hunian	F-TP	66,25
Ruang Hunian	G-T-P	65,25
Ruang Hunian	H-T-P	61
Ruang Hunian	I-I-P	60
Ruang Hunian	J-U-Q	54,4
Ruang Hunian	K-U-Q	58,25
Ruang Hunian	L-U-Q	62,9
Ruang Hunian	M-T-P	62,9
Ruang Hunian	N-T-P	58,25
Ruang Hunian	O-T-P	54,4

Kesimpulan

1. Rusun Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Sorong memerlukan instalasi sistem proteksi kebakaran yang mencakup detektor asap, sprinkler, dan sistem hidrant. Total 45 detektor asap diperlukan untuk ketiga lantai (15 detektor per lantai), serta 90 unit sprinkler yang terdistribusi dengan jumlah yang sama di setiap lantai. Sistem hidrant terdiri dari 1 box hydrant dan 2 pillar hydrant yang dirancang untuk menyuplai air dalam jumlah total 190 m³, dengan bak penampungan air yang dirancang berkapasitas 196 m³ untuk mendukung operasi pemadam kebakaran secara efektif. Instalasi ini diharapkan mampu mengatasi kebakaran dengan memberikan proteksi secara menyeluruh di setiap lantai dan area penting.
2. Untuk memastikan keselamatan penghuni selama keadaan darurat, telah disiapkan tiga jalur evakuasi utama yang mengarah ke titik kumpul yang terletak di halaman depan rusun. Jalur-jalur evakuasi tersebut meliputi pintu lobby, pintu sebelah kiri, dan pintu sebelah kanan yang semuanya mengarah ke titik kumpul dengan aman. Berdasarkan simulasi, jarak evakuasi terpanjang dari titik-titik di lantai 1, 2, dan 3 telah dihitung beserta waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi. Di lantai 1, jarak evakuasi adalah 45,85 meter dengan waktu 18,79 detik; di lantai 2, jarak mencapai 68,7 meter dengan waktu 28,15 detik; dan di lantai 3, jarak 70,25 meter dengan waktu 28,79 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa evakuasi dapat dilakukan dengan efisien dan aman, meskipun jarak di lantai 2 dan 3 sedikit lebih

REFERENSI

- Asiri, L. (2020). Pelaksanaan Mitigasi Bencana Kebakaran Pada Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Buton. *Kybernan: Jurnal Studi Kepemerintahan*, 3(2), 28–40. <https://doi.org/10.35326/kybernan.v3i2.843>
- Azis, R., Nugrahadi, B., Devi, A. O. T., & Primasanti, Y. (2024). Perancangan Jalur Evakuasi Kebakaran PT. PCC dengan Metode Algoritma Dijkstra. *Jurnal Teknik Mesin, Industri Dan Informatika*, 3(3), 199–212.
- Dijkstra, M. A., Siregar, E. S., & Desrianty, A. (2015). *Usulan Perancangan Jalur Evakuasi*. 03(01), 73–84.
- Ivana Patricia Lilipaly, Ririn Endah Badriani, & Yeny Dhokhikah. (2021). Perencanaan Sistem Plambing Dan Hidran Kebakaran Pada Proyek Pembangunan Hotel Pesona Alam. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(2), 266–279. <https://doi.org/10.22225/pd.10.2.2818.266-279>
- Mandela, W., & Torang, D. (2022). Desain Jalur Evakuasi Gedung Politeknik Katolik Saint Paul Kota Sorong Papua Barat. *Jurnal Karkasa*, 8(1), 34–42.
- Marwan, M. A. S., & Lammada, I. (2023). Proses Pemasangan Instalasi Fire Alarm Pada Proyek Apartement

Menara Jakarta. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, 5(2), 164–172. <https://doi.org/10.30604/jti.v5i2.144>

- Menteri, P., & Umum, P. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*.
- Nussbickel, P. (1989). Fire hydrant. *Fire Engineering*, 142(1), 41–46.
- P, V. C. D. A., Fatkhurrozi, B., & Nisworo, S. (2024). Perencanaan Sistem Fire Alarm Semi-Addressable dan Sprinkler pada Bangunan Gedung Fakultas Teknik 3 Universitas Tidar. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(2), 458–470.
- Pendidikan, I., Elektro, V. T., Keguruan, F., & Pendidikan, I. (2020). Analisis Instalasi Fire Alarm Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran Dengan Metode Smoke Dan Heat Detector. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI)*, 26, 2579–5406.
- Ruslan, M., Al-Amin, M. S., & Emidiana, E. (2021). Perancangan Sistem Fire Alarm Kebakaran Pada Gedung Laboratorium XXX. *Jurnal Tekno*, 18(2), 51–61. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v18i2.1412>
- Safutra, N. I., Fole, A., Gunawan, A., Hafid, M. F., Ahmad, A., & Herdianzah, Y. (2024). Perencanaan Jalur Evakuasi Kebakaran Yang Efisien Untuk Fasilitas Perawatan Rumah Sakit Dengan Menggunakan Algoritma Dijkstra. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(2), 44–58. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v9i2.8794>
- Sari Nurwulandari, F. (2016). *Kajian Mitigasi Bencana Kebakaran Di permukaan Padat (Studi Kasus: Kelurahan Tam sari, (Kota Bandung)* (Vol. 18).
- Seftyarizki, D., Ramawangsa, P. A., & Saputri, D. O. (2019). Evaluasi Jalur Evakuasi Bencana Kebakaran Pada Sirkulasi Gedung Serbaguna UNIB Evaluation of the Fire Disaster Evacuation Path in the UNIB Multipurpose Building Circulation. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(1), 1–10.
- Silahuddin, I., Efendi, T., Sutrisno, M., & Ambat, R. E. (2019). Perencanaan Ulang Sistem Proteksi Kebakaran Pada Gedung Serbaguna Tekmira Jend. Sudirman No. 623 Bandung. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 21(1), 19. <https://doi.org/10.35313/potensi.v21i1.1312>
- Sufianto, H., Murti, A., Satya Aditama, N. M., Cetak, E., Nugroho, A. M., & Aditama, M. S. (n.d.). *Framework Tanggap Bencana Kebakaran Gedung Kampus*.
- Suyono AM, F. O. (2011). Evaluasi Jalur Evakuasi Pada Gedung Bertingkat 7 (Tujuh) Lantai (Studi Kasus Di Gedung Graha Universitas WidyatamaBandung). *Workplace Safety and Health.*, 7(28), 1–247.
- Vivi Ditria Turnip, B., Kurniawan, B., Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja FKM UNDIP, M., Bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja FKM UNDIP, D., & Bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja, D. (2016). *Implementasi Sistem Penanggulangan Kebakaran Di UPT Perpustakaan Universitas Diponegoro Semarang Tahun 2016* (Vol. 4).
- Widodo, S., Desembardi, F., Sutiyono, W., & Arifin, H. (2023). Rancang Bangun Evaluasi Pencegahan Kebakaran Gedung Pada Kantor Kanwil Bea Dan Cukai Kota Sorong Evaluation of Building Fire Prevention in At the Sorong City Customs and Exercise Regional Office. *Jurnal Teknik Sipil*, 09(01), 25-32jurna. <http://doi.org/xxxWebsite:https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun>