

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) merupakan salah satu infrastruktur kritis yang berperan dalam menyediakan pasokan energi nasional. Keandalan dan keamanan operasional fasilitas ini sangat bergantung pada berbagai sistem teknologi canggih, termasuk Computer Control Building (CCB), yang berfungsi sebagai pusat kendali utama. CCB memantau dan mengontrol proses-proses penting dalam pembangkitan listrik, sehingga setiap gangguan yang terjadi pada gedung ini, khususnya akibat kebakaran, dapat berdampak serius pada kelangsungan operasi pembangkit.

Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat beberapa insiden kebakaran di sektor pembangkit listrik yang menggaris bawahi risiko serius yang dihadapi oleh industri ini. Kebakaran yang terjadi di Pembangkit Listrik Suralaya pada 2013 menyebabkan kerusakan besar pada beberapa unit pembangkit dan mengganggu distribusi listrik di wilayah tersebut [1]. Begitu pula dengan insiden kebakaran di PLTG Borang Sumatera Selatan pada tahun 2021, di mana peralatan penting hancur dan membutuhkan waktu perbaikan yang panjang. Diduga kejadian kebakaran pada kedua tempat pembangkit listrik tersebut dikarenakan arus pendek yang terjadi pada traffo yang menyebabkan lumpuhnya kestabilan pemasok tenaga listrik.

Salah satu insiden kebakaran lainnya yang menyoroti pentingnya sistem proteksi kebakaran di ruang kontrol komputer adalah peristiwa di Gedung Cyber 1, Jakarta Selatan, pada 2 Desember 2021. Kebakaran ini terjadi di ruang server lantai dua dan diduga dipicu oleh hubungan pendek arus listrik (korsleting) pada kabel server. Akibatnya, asap tebal memenuhi ruangan yang tertutup tanpa jendela, menyebabkan dua teknisi muda berusia 17 dan 18 tahun meninggal dunia karena menghirup asap beracun. Insiden ini menunjukkan bahwa meskipun api

berhasil dipadamkan dalam waktu 30 menit, kurangnya sistem deteksi dini dapat berakibat fatal [2].

Kasus ini menegaskan bahwa ruang kontrol dan server yang berisi perangkat elektronik beroperasi terus-menerus sangat rentan terhadap kebakaran. Faktor seperti overheating, korsleting, dan akumulasi material mudah terbakar dapat memperparah situasi jika tidak ditangani dengan sistem proteksi kebakaran yang memadai. Selain deteksi dini, diperlukan pula sistem pemadamkan otomatis menggunakan agen gas bersih (clean agent fire suppression system) yang dapat segera merespons kebakaran tanpa merusak perangkat elektronik. Sistem gas suppression yang diatur dalam NFPA 2001, sangat ideal untuk digunakan di ruang seperti CCB karena mampu memadamkan api secara cepat tanpa meninggalkan residu dan aman bagi peralatan teknologi informasi.

Berdasarkan ketentuan pokok yang berkaitan dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), penanggulangan kebakaran diatur dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970. Hal ini tercantum pada konsideran UU tersebut, yang menjelaskan tujuan umum K3, termasuk penanggulangan kebakaran. Tujuannya adalah untuk melindungi tenaga kerja, pihak lain yang berada di lingkungan kerja, aset perusahaan, serta masyarakat sekitar [3].

Ketentuan lebih lanjut terdapat pada Pasal 3 ayat (1) huruf b, d, dan q, yang menyatakan bahwa penanggulangan kebakaran mencakup:

1. Pencegahan, pengurangan, dan pemadaman kebakaran.
2. Memberikan akses atau jalur evakuasi yang memungkinkan orang menyelamatkan diri saat terjadi kebakaran.
3. Pengendalian penyebaran panas, asap, dan gas akibat kebakaran.

Pada kondisi eksisting, Gedung CCB PLTGU Muara Tawar telah dilengkapi dengan sistem deteksi kebakaran dan sistem pemadamkan kebakaran otomatis berbasis gas. Keberadaan sistem tersebut menunjukkan bahwa aspek proteksi kebakaran telah menjadi perhatian dalam pengelolaan gedung. Namun demikian, seiring dengan perkembangan standar dan teknologi proteksi kebakaran,

diperlukan kajian lebih lanjut untuk menilai kesesuaian sistem yang terpasang terhadap karakteristik risiko masing-masing ruangan.

Beberapa area, khususnya ruang elektronik, ruang kontrol, dan panel UPS, memiliki potensi kebakaran dengan karakteristik khusus yang memerlukan perancangan sistem deteksi dan pemadaman kebakaran yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan kajian desain sistem proteksi kebakaran yang meninjau kesesuaian pemilihan jenis detektor serta metode pemadaman terhadap karakteristik ruang dengan peralatan elektronik tertutup. Kajian ini difokuskan pada penyusunan alternatif perancangan sistem proteksi kebakaran yang mempertimbangkan aspek keselamatan pekerja, perlindungan peralatan elektronik, serta keberlanjutan sistem, tanpa dimaksudkan untuk mengevaluasi atau menggantikan sistem eksisting.

1.2. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah berdasarkan latar belakang penelitian ini adalah :

1. Perangkat elektronik seperti server, komputer, dan panel kontrol yang terus bekerja dalam waktu lama berpotensi mengalami overheating, yang dapat memicu kebakaran melalui pembakaran lambat komponen dalam seperti PCB atau kabel.
2. Hubungan arus pendek (korsleting) masih menjadi penyebab utama kebakaran di instalasi listrik, terutama pada titik-titik panel distribusi, konektor kabel, dan stopkontak yang digunakan secara intensif di ruang kontrol dan ruang teknis.
3. Kebakaran yang terjadi di ruang kontrol berpotensi menghasilkan gas-gas beracun, seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan hidrogen sianida (HCN), terutama dari pembakaran bahan elektronik seperti plastik isolator kabel, PCB (Printed Circuit Board), dan pelapis busa. Gas-gas ini dapat membahayakan personel yang berada di lokasi, mengganggu evakuasi, serta mengakibatkan korban jiwa apabila tidak ada sistem deteksi dan pemadaman yang memadai.

4. Suhu tinggi yang dihasilkan saat kebakaran (dapat mencapai $>1000^{\circ}\text{C}$ pada tahap pembakaran penuh) berpotensi menyebabkan kerusakan permanen pada perangkat elektronik kritis seperti server, panel SCADA, dan sistem PLC.
5. Ruang CCB pada PLTGU Muara Tawar dipenuhi peralatan elektronik sensitif seperti server, panel kontrol, PLC, dan perangkat komunikasi yang tidak boleh terkena air atau bahan pemadam konvensional, sehingga memerlukan sistem pemadaman kebakaran berbasis clean agent yang tidak merusak peralatan.
6. Sistem deteksi kebakaran eksisting telah terpasang, namun pemilihan jenis detektor pada beberapa ruang berisiko tinggi, khususnya ruang elektronik dan panel UPS, belum secara spesifik mempertimbangkan karakteristik potensi kebakaran dan kebutuhan deteksi dini.
7. Sistem pemadaman kebakaran otomatis eksisting menggunakan media FM-200, yang memerlukan kajian lebih lanjut terkait kesesuaian karakteristik media pemadam terhadap perlindungan peralatan elektronik sensitif serta aspek keselamatan pekerja.

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian ini tidak terlalu luas, maka penulis membatasi pembahasan dalam penelitian ini agar tetap fokus pada permasalahan yang diangkat. Berikut beberapa batasan masalah tersebut :

1. Penelitian berfokus pada desain sistem deteksi kebakaran dan pemadaman otomatis berbasis gas (clean agent) menggunakan standar NFPA 72 untuk deteksi dan NFPA 2001 untuk sistem gas suppression, tanpa mencakup sistem pemadaman berbasis air seperti sprinkler, hydrant, maupun foam.
2. Penelitian meliputi perancangan sistem detektor kebakaran dan menyesuaikan dengan kondisi, material dan benda didalam yang ada pada setiap ruangan.
3. Penempatan detektor dan nozzle clean agent dirancang berdasarkan standar NFPA 72 dan NFPA 2001, tanpa melibatkan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) atau pemodelan visual aliran asap dan gas.
4. Perancangan hanya dilakukan untuk bangunan Central Control Building (CCB) pada PLTGU Muara Tawar, dan tidak mencakup gedung lainnya dalam kompleks pembangkit.

5. Distribusi sistem wiring dan panel kontrol dibahas secara konseptual, tanpa mencakup detail desain listrik secara penuh (misalnya: ukuran kabel, beban panel, grounding, dsb).
6. Penelitian ini tidak akan membahas sistem pemipaan, ukuran pipa dll
7. Penelitian ini hanya menyusun perancangan sistem alternatif berdasarkan standar yang sesuai.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka terdapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem deteksi kebakaran pada Gedung Computer Control Building (CCB) PLTGU Muara Tawar yang sesuai dengan standar NFPA 72 dengan mempertimbangkan kondisi sistem eksisting dan karakteristik risiko ruang?
2. Bagaimana perancangan sistem deteksi kebakaran dapat mengoptimalkan kemampuan deteksi dini (incipient stage) terhadap potensi kebakaran akibat overheating peralatan elektronik dan gangguan kelistrikan pada ruang kontrol, ruang elektronik, dan panel UPS?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem pemadaman otomatis berbasis gas (clean agent) sesuai standar NFPA 2001 yang aman untuk perangkat elektronik dan sesuai untuk lingkungan tertutup seperti ruang CCB?
4. Bagaimana konfigurasi dan penempatan detektor dan perangkat pendukung lainnya agar sistem deteksi dan pemadaman dapat berfungsi optimal ?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan atas diadakan penelitian ini berdasarkan perumusan masalah dan batasan masalah yang ada, yaitu :

1. Mengidentifikasi titik-titik rawan kebakaran di area ruang kontrol, ruang teknis, serta menentukan karakteristik risiko pada setiap area tersebut.
2. Menyusun perancangan sistem deteksi kebakaran yang mengacu pada NFPA 72, termasuk pemilihan jenis dan teknologi detektor yang sesuai dengan karakteristik lingkungan dan risiko kebakaran pada Gedung CCB PLTGU Muara Tawar.

3. Merancang sistem pemadaman otomatis berbasis clean agent (gas suppression system) yang sesuai dengan standar NFPA 2001, serta aman digunakan di ruang dengan peralatan elektronik aktif tanpa menimbulkan kerusakan.
4. Mengintegrasikan sistem deteksi dan sistem pemadaman gas secara optimal, termasuk penempatan komponen detektor, panel kontrol, dan nozel, agar sistem dapat berfungsi secara responsif dan tidak mengganggu operasional CCB.
5. Menganalisis perbedaan penerapan sistem deteksi dan sistem pemadaman kebakaran antara desain hasil penelitian dan sistem eksisting di Gedung CCB PLTGU Muara Tawar sesuai standar NFPA 72 dan NFPA 2001.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat diharapkan menjadi manfaat sebagai berikut

1. Bagi Mahasiswa

- Penelitian ini memberikan wawasan mengenai perancangan instalasi sistem deteksi dan alarm, serta integrasi dengan sistem gas suppression, dalam upaya mengurangi risiko kebakaran di industri pembangkit listrik, sehingga dapat menjadi referensi untuk penelitian lanjutan di bidang manajemen risiko atau teknik keselamatan industri.
- Hasil penelitian dapat memperkaya literatur terkait mitigasi risiko kebakaran, proteksi aset elektronik, dan pemilihan sistem pemadaman yang sesuai dengan karakteristik fasilitas industri, serta membantu mahasiswa memahami aplikasi nyata dari standar internasional seperti NFPA 72 dan NFPA 2001.

2. Bagi Program Studi

- Memberikan bahan informasi dan gambaran mengenai perancangan sistem proteksi kebakaran pada ruang control, electronic, dan computer di fasilitas pembangkit listrik.
- Menjadi referensi bagi civitas akademika Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta dalam mempelajari bidang sistem proteksi kebakaran, khususnya sistem fire suppression berbasis clean agent