

Peran *Sprinkler Water* dalam Rencana Darurat Kebakaran Bandara: Evaluasi Protokol dan Langkah-langkah Mitigasi Risiko

Muhammad Satria Adinnagara¹, Shauqi Nazla Wardhani², Surya Tri Saputra³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug (PPI) Curug
Email : shauqinazla@gmail.com

Received :
13 Mei 2024

Revised :
31 Mei 2024

Accepted :
30 Juni 2024

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi peran sistem sprinkler water dalam rencana darurat kebakaran di bandara, serta protokol dan langkah-langkah mitigasi risiko yang terkait. Bandara memiliki risiko tinggi terhadap kebakaran karena keberadaan bahan bakar pesawat dan peralatan pengisian bahan bakar. Sistem sprinkler water merupakan komponen kunci dalam sistem pemadam kebakaran yang bekerja secara otomatis untuk mendeteksi dan memadamkan api. Penelitian ini menggunakan metode analisis literatur untuk mengevaluasi efektivitas, keandalan, dan efisiensi sistem sprinkler dalam melindungi infrastruktur dan penumpang di bandara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem sprinkler water sangat efektif dalam mendeteksi kebakaran dini, mencegah penyebaran api, dan melindungi aset bandara. Evaluasi protokol menggarisbawahi pentingnya kepatuhan terhadap standar keselamatan, desain dan instalasi yang tepat, serta pengujian dan pemeliharaan rutin. Langkah-langkah mitigasi risiko meliputi inspeksi berkala, penggunaan sistem deteksi kebakaran cadangan, prosedur darurat yang jelas, dan kolaborasi dengan petugas pemadam kebakaran. Kesimpulannya, sistem sprinkler water, jika dipasang dan dikelola dengan baik, dapat secara signifikan meningkatkan keselamatan dan melindungi aset bandara dari ancaman kebakaran. **Kata kunci:** *Sistem sprinkler water, rencana darurat kebakaran, bandara, mitigasi risiko, deteksi kebakaran*

ABSTRACT

This study evaluates the role of water sprinkler systems in airport fire emergency plans, as well as the related protocols and risk mitigation measures. Airports have a high risk of fire due to the presence of aircraft fuel and refueling equipment. The water sprinkler system is a key component of the fire suppression system that works automatically to detect and extinguish fires. This study uses a literature analysis method to evaluate the effectiveness, reliability, and efficiency of sprinkler systems in protecting airport infrastructure and passengers. The results show that water sprinkler systems are highly effective in early fire detection, preventing fire spread, and protecting airport assets. The protocol evaluation emphasizes the importance of compliance with safety standards, proper design and installation, and regular testing and maintenance. Risk mitigation measures include regular inspections, the use of backup fire detection systems, clear emergency procedures,

and collaboration with firefighting personnel. In conclusion, if properly installed and managed, water sprinkler systems can significantly enhance safety and protect airport assets from fire threats.

Keywords: *Water sprinkler system, fire emergency plan, airport, risk mitigation, fire detection*

PENDAHULUAN

Era modernisasi melahirkan kemajuan teknologi yang memudahkan manusia dalam melakukan mobilitas antar kota, pulau, maupun negara. Salah satu jenis alat transportasi yang mempunyai efisiensi waktu dalam melakukan mobilitas dan mampu menampung hingga ratusan penumpang adalah pesawat terbang. Keberadaan pesawat terbang ini tidak terlepas dari adanya bandara. (Fitriyana & Kurniawan, 2016).

Menurut UU NO 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. Bandar udara merupakan salah satu tempat kerja yang berpotensi mengalami kebakaran. Kebakaran di bandar udara disebabkan karena dalam proses hasilnya berupa jasa, bandar udara menggunakan jenis bahan dan tenaga yang berpotensi kebakaran seperti penggunaan tenaga listrik. Padatnya aktivitas penumpang, tenaga kerja, serta alat yang digunakan dapat berisiko tidak lepas dari potensi bahaya kebakaran. (Bandar et al., 2023)

Kebakaran adalah fenomena yang terjadi ketika suatu bahan mencapai suhu kritis dan bereaksi secara kimiawi dengan (misalnya) oksigen, menghasilkan nyala api, panas, cahaya, kelembapan, asap, karbon dioksida, karbon monoksida, atau produk dan efek lainnya. Kebakaran dapat dimulai di mana saja baik di gedung perkantoran, apartemen atau tempat umum. Seperti di tempat umum sering terjadi kebakaran, baik itu di ruangan maupun laboratorium, penyalanya hampir sama akibat dari kecerobohan dan kelalaian dalam penggunaan alat-alat yang mudah terbakar. (Ilmiah & Pendidikan, 2023). Kebakaran merupakan ancaman serius di lingkungan bandara yang membutuhkan perencanaan dan tindakan mitigasi yang efektif. Bandara adalah tempat dengan risiko tinggi terjadinya kebakaran, karena keberadaan bahan bakar pesawat, peralatan pengisian bahan bakar, dan jumlah penumpang yang besar. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem pemadam kebakaran yang andal dan efisien untuk melindungi nyawa dan aset di bandara.

Salah satu komponen penting dalam sistem pemadam kebakaran bandara adalah *sprinkler water*. *Sprinkler* adalah suatu sistem pemancar air pada sistem pemadam kebakaran yang bekerja secara otomatis bilamana suhu ruang mencapai suhu tertentu. (Agusri et al., 2018). Sistem *sprinkler* adalah suatu system yang bekerja secara otomatis dengan memancarkan air bertekanan kesegala arah untuk memadamkan kebakaran atau mencegah meluasnya kebakaran. Instalasi *sprinkler* ini dipasang secara tetap atau permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyemprotkan ruangan atau tempat terjadinya kebakaran.

Dalam penelitian ini, kami akan mengevaluasi peran sistem sprinkler water dalam rencana darurat kebakaran di bandara. Kami akan mengidentifikasi dan menganalisis protokol yang

ada, serta langkah-langkah mitigasi risiko yang terkait dengan penerapan sistem sprinkler water. Evaluasi ini bertujuan untuk memahami sejauh mana sistem ini dapat memberikan perlindungan yang efektif terhadap kebakaran di lingkungan bandara, serta untuk mengidentifikasi area-area di mana perbaikan atau peningkatan mungkin diperlukan. Dengan memahami peran dan efektivitas sprinkler water dalam rencana darurat kebakaran di bandara, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pihak-pihak terkait dalam meningkatkan keselamatan penerbangan dan perlindungan terhadap aset-aset bandara dari ancaman kebakaran.

METODE

Metode penelitian ini melibatkan pencarian dan analisis terhadap artikel-artikel, jurnal, dan publikasi lainnya yang membahas tentang penggunaan sprinkler water dalam situasi kebakaran di suatu bandara. Data yang diperoleh dari tinjauan literatur tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas, kehandalan, dan efisiensi sprinkler air dalam memadamkan kebakaran dan melindungi infrastruktur serta penumpang di suatu bandara. Selain itu, penelitian ini juga mencakup langkah-langkah untuk memitigasi risiko dalam penggunaan sprinkler water dalam keadaan darurat. Langkah-langkah tersebut meliputi pengembangan prosedur darurat yang lebih baik, peningkatan pelatihan staf, serta penggunaan teknologi dan peralatan pemadam kebakaran yang lebih canggih. Studi ini juga mempertimbangkan pengalaman empiris dari berbagai bandara di seluruh dunia untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang praktik terbaik dan tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem sprinkler water. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan penilaian teoretis tetapi juga memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan keselamatan kebakaran di bandara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PERAN & CARA KERJA SPRINKLE WATER

Dalam kasus kebakaran di area secukupnya, sistem sprinkler kebakaran otomatis dirancang untuk aktif, membatasi atau menekan penyebaran api. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami seberapa efektif sistem sprinkler dalam mengurangi risiko kebakaran saat menilai desain bangunan yang menggunakan sprinkler untuk perlindungan kebakaran. Pengembangan metode yang terdefinisi untuk desain sistem, seperti standar sprinkler, juga mendapatkan manfaat dari pemahaman tentang kinerja sistem yang ada. Adapun menurut (Frank et al., 2013). Sistem sprinkler kebakaran bekerja dengan prinsip deteksi panas dan respons otomatis untuk memadamkan api. Berikut adalah tahapan cara kerja sistem ini:

1. Setiap kepala sprinkler dilengkapi dengan elemen pelepas panas seperti link logam atau ampul kaca berisi cairan. Ketika suhu sekitar mencapai titik tertentu (biasanya sekitar 68°C untuk ampul kaca merah), elemen ini akan aktif. Pada link logam, ini meleleh, sementara pada ampul kaca, cairan mengembang hingga memecahkan kaca. Elemen pelepas panas ini berfungsi sebagai sensor suhu yang merespons perubahan suhu sekitar. Ketika suhu mencapai ambang tertentu, mereka memicu pelepasan kepala sprinkler untuk mengaktifkan sistem penyiramannya.
2. Ketika elemen pelepas panas aktif, mekanisme pemblokir air di dalam kepala sprinkler dilepaskan, memungkinkan air mengalir dari pipa ke nozzle sprinkler. Nozzle ini dirancang untuk mendistribusikan air secara merata ke area yang terbakar. Dalam konteks elemen pelepas panas pada kepala sprinkler, ketika elemen tersebut aktif, itu

menandakan bahwa suhu di sekitarnya telah mencapai titik tertentu yang ditentukan, misalnya sekitar 68°C. Pada saat itu, mekanisme pemblokir air di dalam kepala sprinkler akan dilepaskan.

3. Air yang disemprotkan membantu menurunkan suhu dan memadamkan api. Sistem ini tidak hanya memadamkan api tetapi juga mengurangi penyebarannya dengan mendinginkan area sekitarnya. selain memadamkan api secara langsung dengan air, sistem sprinkler juga membantu mengendalikan kebakaran dengan menurunkan suhu di sekitar area terbakar dan mengurangi kemungkinan api menyebar lebih jauh.
4. Aktivasi sprinkler juga memicu sistem alarm yang memberi tahu penghuni bangunan tentang kebakaran, sehingga mereka bisa melakukan evakuasi. Jika api terus menyebar, lebih banyak kepala sprinkler akan diaktifkan, memastikan pemadaman api yang lebih luas



Gambar 1.
Contoh *Sprinkle Water Fire*

Sumber : <https://www.sprinklersdirect.co.uk/wp-content/uploads/2018/07/Fire-Soprinkler-780x585.jpg>



Gambar 2.
Instalasi *Sprinkle Water Fire*

Sumber : <https://firecek.com/sistem-proteksi-kebakaran-gudang/>

Sistem ini juga melibatkan berbagai komponen penting lainnya, termasuk pipa untuk mendistribusikan air, pompa untuk menjaga tekanan air yang memadai, dan sumber air yang cukup seperti tangki atau saluran air utama. Keuntungan utama dari sistem sprinkler adalah kecepatan responsnya yang otomatis, yang tidak memerlukan campur tangan manusia dan mampu memberikan perlindungan 24/7. Dengan pemasangan dan perawatan yang tepat, sistem ini efektif dalam memadamkan kebakaran pada tahap awal, mengurangi kerusakan properti, dan melindungi nyawa.

Sistem sprinkler water memiliki peran penting dalam mencegah dan merespons kebakaran di bandara. Berikut adalah beberapa peran kunci yang dimainkan oleh sistem sprinkler water dalam lingkungan bandara:

1. Sebagai pendeteksi dini kebakaran
Sistem sprinkler water sering kali terintegrasi dengan sistem deteksi kebakaran yang canggih. Ketika sensor deteksi kebakaran mendeteksi asap atau suhu yang meningkat, sistem dapat secara otomatis mengaktifkan sprinkler water untuk menanggulangi kebakaran secara cepat. (Sutantyo & Susanti, 2022)
2. Pencegahan penyebaran kebakaran
Sistem sprinkler water membantu mencegah penyebaran kebakaran dengan memadamkan titik api secara cepat. Dengan menyiramkan air pada sumber api, sistem ini membantu mengendalikan kebakaran sebelum dapat menyebar ke area yang lebih luas di bandara. (Moinuddin & Thomas, 2014)
3. Pengamanan fasilitas dan asset di bandara
Sistem sprinkler water juga melindungi infrastruktur penting di bandara, seperti bangunan terminal, hangar, dan fasilitas logistik. Dengan memadamkan kebakaran secara cepat, sistem ini membantu mencegah kerusakan yang signifikan pada aset bandara dan mengurangi potensi gangguan operasional. (Wieczorek et al., 2010)
4. Pencegahan ulang kebakaran (fire burn)
Fire Sprinkler juga berfungsi sebagai langkah pencegahan untuk kebakaran ulang. Dengan memastikan bahwa area yang terpengaruh sudah dibanjiri dengan air Sistem ini membantu mencegah re-ignition atau kembalinya kebakaran setelah pemadaman awal. Hal ini memberikan keamanan tambahan bagi penumpang dan properti bandara. (Sobral & Ferreira, 2016)

B. EVALUASI PROTOKOL

Evaluasi protokol adalah pemeriksaan dan studi sistematis terhadap praktek dan kebijakan saat ini untuk memastikan bahwa mereka efektif dan efisien. Dalam konteks bandara, evaluasi protokol melibatkan pemeriksaan berbagai sistem dan praktek operasional, termasuk manajemen risiko, protokol evakuasi, dan sistem pemadam kebakaran (sprinkle water). Tujuannya adalah untuk menilai kekuatan dan kelemahan, menjamin kepatuhan terhadap pedoman dan standar keselamatan, serta melaksanakan peningkatan berkelanjutan untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi operasional, dan pengalaman pengguna.

Untuk menjamin kualitas dan keandalannya, sistem sprinkler perlu memenuhi persyaratan tertentu. Menggunakan standar Inggris sebagai panduan, persyaratan tersebut meliputi:

1. CP 402.201 (1952) British Standard Code of Practice
2. The Fire Offices Committee's Rules Regarding Automatic Sprinkler Installations

Kode praktik berfungsi sebagai saran untuk merencanakan bagian-bagian komponen individu, memilih bahan, melakukan inspeksi, dan melaksanakan pemeliharaan. Pedoman dari Komite Kantor Pemadam Kebakaran harus diikuti untuk instalasi dan pemeliharaan jika perusahaan asuransi terlibat.

Dengan memastikan bahwa sistem sprinkler dipasang sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh Komite Kantor Pemadam Kebakaran dan kode praktik, kemungkinan kerusakan sistem atau ketidakandalannya akan berkurang. Ketika sprinkler otomatis

mengalami kerusakan, biasanya disebabkan oleh prosedur pemeliharaan yang tidak benar, perubahan struktural, renovasi, pengubahan tujuan penggunaan bangunan, atau kerusakan mekanis pada sistem.

Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengevaluasi protokol tersebut:

1. Penilaian terhadap risiko dan kebutuhan mencakup analisis risiko dan kebutuhan sistem. Penilaian ini membutuhkan analisis identifikasi terhadap area-area yang berisiko tinggi terhadap kebakaran seperti hangar pesawat, ruang penyimpanan bahan bakar, dan area kargo. Sedangkan penilaian terhadap kebutuhan sistem untuk menentukan kebutuhan spesifik dari sprinkle water berdasarkan ukuran dan tipe bangunan, jumlah orang yang menggunakan fasilitas, dan jenis bahan yang disimpan di area tersebut.
2. Kepatuhan regulasi nasional maupun internal maupun internasional yaitu memastikan sistem sprinkle water memenuhi standar keselamatan kebakaran yang ditetapkan oleh badan regulasi seperti NFPA (National Fire Protection Association) atau standar lokal yang berlaku. Dan melakukan pemeriksaan berkala dengan cara melakukan inspeksi rutin untuk memastikan sistem sprinkle water berfungsi sesuai dengan spesifikasi.
3. Menyediakan cakupan air yang cukup untuk mengendalikan kebakaran dan memasang kontraktor yang berpengalaman dan tersertifikasi dalam instalasi sistem pemadam kebakaran.
4. Melakukan pengujian sistem sprinkle water secara berkala untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Ini termasuk tes tekanan air, respon waktu sistem, dan verifikasi aliran air. Mengimplementasikan jadwal pemeliharaan preventif untuk memastikan bahwa semua pihak mengetahui tindakan yang harus diambil dan bahwa sistem sprinkle water berfungsi dengan baik.
5. Menganalisis data dari pengujian dan insiden nyata untuk mengevaluasi kinerja sistem sprinkle water dan melakukan perbaikan serta peningkatan pada sistem sesuai dengan prosedur yang ada
6. Memastikan semua inspeksi, pemeliharaan, dan pengujian didokumentasi melakukan pelaporan rutin dengan baik kepada manajemen bandara dan otoritas terkait tentang status dan kinerja sistem sprinkle water.
7. Bekerja sama dengan tim pemadam kebakaran lokal memastikan bahwa mereka familiar dengan sistem yang ada dan prosedur darurat di bandara serta mempertimbangkan untuk melakukan audit eksternal oleh pihak ketiga untuk mendapatkan evaluasi objektif mengenai sistem sprinkle water

C. MITIGASI RISIKO

Proses pengenalan, evaluasi, dan pengambilan tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan efek negatif dari risiko yang mungkin dihadapi oleh sebuah organisasi atau proyek dikenal sebagai mitigasi risiko. Mengurangi probabilitas risiko terjadi atau

mengurangi dampaknya jika risiko tersebut terjadi adalah tujuannya.(Myers & Marshall, 2016). Mengidentifikasi risiko, mengevaluasi kemungkinan dan dampaknya, membuat rencana mitigasi, melaksanakan rencana tersebut, serta mengawasi dan mengevaluasi efektivitas tindakan yang dilakukan adalah tahap-tahap standar dalam mitigasi risiko. Berikut adalah langkah-langkah mitigasi risiko yang dapat diambil yaitu:

1. Suatu bandara wajib melakukan inspeksi rutin terhadap seluruh komponen sistem sprinkler untuk memastikan tidak ada kerusakan atau kebocoran. Dan melakukan uji sistem secara berkala untuk memastikan semua sprinklers berfungsi dengan baik dan sesuai standar keselamatan
2. Adanya distem deteksi kebakaran cadangan yang dimaksud seperti alarm kebakaran maupun sensor panas dan asap agar dapat memberikan peringatan dini jika ada kebakaran dan mendekteksi kebakaran secara cepat
3. Prosedur darurat yang jelas dapat melakukan pelatihan dan dril staf personil pkp-pk, menyediakan panduan evakuasi, dan membentuk tim darurat yang sudah terlatih menangani situasi darurat.
4. Menyediakan sistem pemadam kebakaran alternative, Seperti APAR (Alat Pemadam Api Ringan), Hydrant, Dll.
5. Bekerja sama dengan pemadam kebakaran lokal, melakukan latihan bersama dengan petugas pemadam kebakaran luar

KESIMPULAN

Sistem sprinkler water memainkan peran penting dalam mendeteksi kebakaran sejak dini dan memadamkan api dengan cepat, mencegah penyebaran kebakaran lebih lanjut. Selain itu, sistem ini melindungi infrastruktur penting di bandara dan mencegah kebakaran ulang setelah pemadaman awal, yang memberikan keamanan tambahan bagi penumpang dan properti bandara. Evaluasi protokol yang ada menunjukkan bahwa penting untuk memastikan efektivitas dan efisiensi sistem pemadam kebakaran. Kepatuhan terhadap standar dan regulasi, desain dan instalasi yang tepat, serta pengujian dan pemeliharaan rutin adalah langkah-langkah penting dalam memastikan sistem berfungsi dengan baik. Dokumentasi dan pelaporan yang baik serta kerjasama dengan pihak ketiga juga diperlukan untuk menjaga keandalan sistem. Langkah-langkah mitigasi risiko mencakup inspeksi dan pemeliharaan rutin terhadap komponen sistem sprinkler, penggunaan sistem deteksi kebakaran cadangan seperti alarm kebakaran dan sensor asap, serta penerapan prosedur darurat yang jelas dan pelatihan staf secara rutin. Selain itu, penyediaan sistem pemadam kebakaran alternatif seperti APAR dan hydrant serta kolaborasi dengan petugas pemadam kebakaran lokal untuk latihan bersama dan audit eksternal sangat penting. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem sprinkler water adalah komponen kunci dalam rencana darurat kebakaran di bandara, yang efektif dalam melindungi nyawa dan aset dari ancaman kebakaran jika dipasang, dikelola, dan dipelihara dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusri, E., Kimi, S., Sipil, J. T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2018). *ANALISA KEBUTUHAN AIR UNTUK HYDRANT DAN SPRINKLER DI TRANSMART MALL PALEMBANG*. 5(4), 274–282.
- Bandar, D. I., Internasional, U., Ngurah, I. G., & Bali, R. A. I. (2023). *Faktor yang berhubungan dengan kesiapsiagaan kebakaran pada pekerja di bandar udara internasional i gusti ngurah rai bali*. 10(1), 29–44.
- Fitriyana, I., & Kurniawan, B. (2016). *FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN SECURITY TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN DI*. 4.
- Frank, K., Gravestock, N., Spearpoint, M., & Fleischmann, C. (2013). A review of sprinkler system effectiveness studies. *Fire Science Reviews*, 2(1), 6. <https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-6>
- Ilmiah, J., & Pendidikan, W. (2023). 1, 2 1,2. 9(15), 570–580.
- Moinuddin, K. A. M., & Thomas, I. R. (2014). Reliability of sprinkler system in Australian high rise office buildings. *Fire Safety Journal*, 63(January 2014), 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.11.009>
- Myers, T. M., & Marshall, A. W. (2016). A description of the initial fire sprinkler spray. *Fire Safety Journal*, 84, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2016.05.004>
- Sobral, J., & Ferreira, L. (2016). Maintenance of fire sprinkler systems based on the dynamic assessment of its condition. *Process Safety Progress*, 35(1), 84–91. <https://doi.org/10.1002/prs.11740>
- Sutantyo, E., & Susanti, S. (2022). Peranan Alat Deteksi Kebakaran Dalam Menunjang Keselamatan di Kapal MT. Mabrouk. *Jurnal Maritim Polimarin*, 8(1), 88–95. <https://doi.org/10.52492/jmp.v8i1.53>
- Wieczorek, C. J., Ditch, B., & Bill, R. G. (2010). *Environmental Impact of Automatic Fire Sprinklers*. 109. <http://www.iccsafe.org/gr/Documents/AdoptionToolkit/FM-Global-EnvironmenmtalImpactAutomaticFireSprinklers.pdf>