

Redesign Sistem Pemadam Kebakaran Jenis *Sprinkler* Dan *Hydrant* Pada Proyek DPPU Dhoho Kediri Evaluasi Sistem Proteksi Aktif Pada Area Shelter

Mohammad Afiqu Rohman^{1*}, Heroe Poernomo², Emy Sofia³

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1}*

Email: afiqrohman22@gmail.com^{1}; hero_poernomoe@ppns.ac.id^{2*}; emysofia@ppns.ac.id^{3*}*

Abstract - The Aircraft Refueling Depot (DPPU) is a facility that has various operational support systems, one of which is a fire protection system. In the shelter pump area, the only fire protection system currently available is a sprinkler system. This condition poses a potential risk if a fire spreads to the area around the pump shelter, considering that there is no additional fire extinguishing system in accordance with the provisions of the Decree of the Minister of Manpower of the Republic of Indonesia No. KEP.186/MEN/1999. Therefore, it is necessary to add a fire extinguishing system in the form of a hydrant pillar to increase the effectiveness of firefighting and strengthen protection for the area. The scope of this study includes the redesign of the fire extinguishing system piping in accordance with NFPA 13, NFPA 14, NFPA 20, and NFPA 24 standards. In addition, an analysis was conducted on the calculation of water capacity requirements, pump pressure (head pump), and pump power, both manually and with the aid of technical software. Based on data processing, 14 pillar hydrant points and 32 sprinkler head points were obtained. The total water requirement for the fire extinguishing system is 593 m³. The total head calculation manually is 135.125 m, while the calculation using software shows 139.407 m. Translated with DeepL.com (free version) This design is expected to significantly increase the effectiveness and coverage of the fire protection system.

Keyword: fire protection system, hydrant, sprinkler, NFPA

Nomenclature

Nomenclature menyatakan simbol dan keterangan yang kita tampilkan dalam paper

Q_h	debit <i>hydrant</i> (m ³ /s)
Q_t	debit <i>hydrant</i> per pillar (m ³ /s)
V	kebutuhan air sistem (m ³)
ID	<i>inside</i> diameter (inch)
OD	<i>outside</i> diameter (inch)
Q	debit (m ³ /s)
v	kecepatan (m/s ²)
t	<i>thickness</i> (inch)
hl_{mayor}	<i>headloss</i> mayor (m)
hl_{minor}	<i>headloss</i> minor (m)
ΔZ	<i>head</i> ketinggian (m)
hP	<i>head</i> tekanan (m)
h_v	<i>head</i> kecepatan (m)

1. PENDAHULUAN

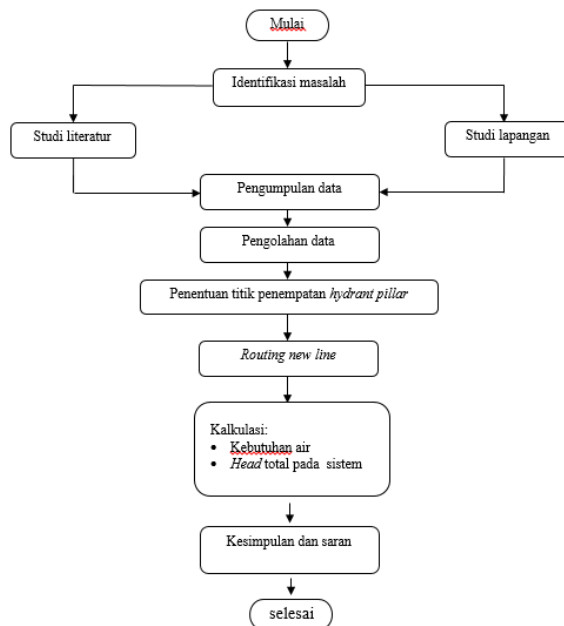
Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) di Bandara Dhoho Kediri merupakan fasilitas penting untuk suplai bahan bakar avtur, dengan sistem pemadam kebakaran yang sebelumnya hanya mengandalkan sprinkler pada area shelter pump. Kondisi ini belum memenuhi standar proteksi aktif, terutama jika terjadi kebakaran yang meluas ke area sekitar shelter.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang sistem pemadam kebakaran dengan

menambahkan titik hydrant pillar untuk meningkatkan jangkauan dan efektivitas pemadaman. Proses redesain mencakup penentuan titik proteksi kebakaran, analisis head loss, dan pemodelan jalur pipa dengan bantuan software. Batasan penelitian difokuskan pada media pemadam berupa air, tanpa mencakup sistem alarm dan deteksi. Evaluasi dilakukan berdasarkan standar NFPA 13, NFPA 14, NFPA 20, dan NFPA 24 guna memastikan kesesuaian teknis dan keandalan sistem.

2. METODOLOGI .

Metodologi penelitian merupakan tahapan tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam menjawab pertanyaan dari rumusan masalah supaya tercapai tujuan dengan tepat waktu sesuai perencanaan awal. Metodologi dalam penelitian ini meliputi tahap identifikasi masalah, pengumpulan data, serta tahap pengolahan data. Penelitian ini dilakukan secara terstruktur guna mencapai hasil yang optimal dan menyeluruh seperti pada gambar diagram alir berikut.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi masalah utama pada sistem proteksi kebakaran di area shelter proyek DPPU Bandara Dhoho Kediri, yakni tidak adanya sistem hydrant pillar sebagai pelengkap dari sistem sprinkler yang telah terpasang. Identifikasi ini dilakukan selama pelaksanaan on the job training di lokasi proyek. Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan: data primer yang diperoleh dari hasil wawancara dengan *engineer* lapangan dan observasi langsung, serta data sekunder yang berasal dari gambar layout proyek, spesifikasi teknis, dan referensi standar yang relevan seperti NFPA 13, NFPA 14, NFPA 20, dan NFPA 24.

2.2 Perancangan dan Perhitungan Sistem

Setelah dilakukan proses perancangan ulang system pemadam kebakaran. Jumlah dan posisi hydrant serta sprinkler ditentukan berdasarkan ketentuan dalam standar internasional. Debit air system hydrant dihitung menggunakan kapasitas minimum 250 gpm per pilar sesuai NFPA 14, Sementara debit untuk system sprinkler dihitung berdasarkan luas area proteksi dan Intensitas penyemprotan minimum 10,2 lpm/m² Sesuai NFPA 13. Analisa headloss dilakukan dengan menggunakan persamaan *Darcy-Weisbach* baik untuk headloss mayor maupun minor, dengan mempertimbangkan factor gesekan, panjang dan diameter pipa, serta kecepatan aliran.

2.2 Simulasi dan Evaluasi Sistem

Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, simulasi sistem perpipaan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Pipe Flow Expert*. Simulasi ini bertujuan untuk memvalidasi hasil

perhitungan manual dan mengetahui distribusi tekanan pada jaringan pipa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Titik Proteksi Kebakaran

Berdasarkan layout area proyek DPPU Bandara Dhoho Kediri seluas 36.300 m², analisis awal dilakukan untuk menentukan jumlah dan lokasi titik proteksi kebakaran, baik sprinkler maupun hydrant pillar. Penempatan hydrant mengacu pada standar NFPA 14 yang mensyaratkan radius jangkauan maksimum 30,5 meter per unit hydrant pillar. Berdasarkan hasil perhitungan jangkauan dan keterjangkauan seluruh area, diperoleh kebutuhan sebanyak 14 unit hydrant pillar untuk memastikan seluruh zona rawan dapat dijangkau. Sementara itu, sistem sprinkler dirancang untuk tiga area utama, yaitu receiving shelter, supply shelter, dan drain shelter. Dengan memperhitungkan luas masing-masing area dan jarak semprot optimal, ditentukan kebutuhan sebanyak 32 titik sprinkler.

3.2 Perhitungan Debit Air

Perhitungan debit air sistem mengacu pada standar NFPA. Untuk hydrant, debit total dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_h = Q_t \times n$$

$$Q_h = 250 \text{ gpm} \times 14$$

$$Q_h = 3500 \text{ gpm} (0,22 \text{ m}^3/\text{s})$$

Sedangkan debit sistem sprinkler dihitung menggunakan nilai intensitas 10,2 lpm/m². Jumlah nilai debit yang dihasilkan dari 3 area shelter adalah 0,06 m³/s. Dengan menambahkan kebutuhan total dari kedua sistem, diperoleh total debit air sebesar 0,284 m³/s.

Dalam NFPA 30 disebutkan bahwa pasokan air untuk sistem hydrant harus sekurang kurangnya 1893 liter/menit, serta mampu mengalirkan air minimal 30 menit. Maka didapatkan perhitungan jumlah kebutuhan air untuk sistem *fire fighting* berikut;

$$V = Q \times t$$

$$V = 0,284 \text{ m}^3/\text{s} \times 1800\text{s}$$

$$V = 510,69 \text{ m}^3$$

3.3 Penentuan Diameter Pipa

Penentuan diameter pipa untuk *hydrant system* dan *sprinkler system*. Jenis material pipa yang digunakan adalah ASTM A53 grade B atau *carbon steel pipe* (pipa baja karbon). Penentuan diameter pipa berdasarkan kapasitas sistem & rekomendasi standar. Berdasarkan rancangan pedoman perencanaan jaringan irigasi pipa dari kementerian pekerjaan umum kecepatan maksimum untuk pipa baja adalah 6 m/s untuk fluida air, sedangkan untuk kecepatan minimum air dalam pipa 0,3 – 0,6 m/s. Kecepatan maksimum pada penelitian ini dibatasi menjadi 2,5 – 4,5 m/s. Berikut merupakan contoh

perhitungan diameter pipa pada *area header suction*.

$$ID = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$ID = \sqrt{\frac{4 \times 0.284}{3.14 \times 4}}$$

$$ID = 0.301 \text{ m}$$

$$ID = 11.85 \text{ inch}$$

Berdasarkan pada table *material selection* ASTM A53 didapatkan nilai OD sebesar 12,750 inci dan nilai t sebesar 0,375 inch. Untuk p nilai ID ASTM A53 menggunakan persamaan sebagai berikut;

$$ID = OD - (2 \times t)$$

$$ID = 12.750 \text{ inch} - (2 \times 0.375 \text{ inch})$$

$$ID = 12 \text{ inch}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *minimum inside* diameter pipa yang diperlukan adalah 0,301 m atau 11,85 inch. Dengan perbandingan nilai *minimum inside* diameter pipa pada standar ASTM A53 didapatkan nilai 12 inch. Sehingga dapat ditentukan nilai diameter actual pipa yaitu 12 inch weight class STD.

3.4 Perhitungan Headtotal System

Perhitungan head pompa dilakukan dengan menggunakan rumus Darcy-Weisbach untuk menghitung headloss mayor dan minor pada jaringan pipa. Headloss mayor diperoleh dari panjang pipa utama yang digunakan, sedangkan headloss minor dihitung berdasarkan jenis dan jumlah fitting yang digunakan, seperti elbow, tee, valve, dan lainnya. Selain itu, ditambahkan nilai head statik (ketinggian vertikal), head tekanan (sesuai standar minimum tekanan kerja), dan head kecepatan (karena adanya perubahan diameter pipa). Setelah mengetahui headloss mayor, headloss minor, head tekanan, head ketinggian, dan head kecepatan yang telah dilampirkan dalam tabel 1, selanjutnya melakukan perhitungan head total pompa menggunakan persamaan sebagai berikut;

Tabel 1 Perhitungan Headtotal sistem

Kerugian Sistem	Nilai
Headloss mayor	77,339 m
Headloss minor	45,161 m
Head tekanan	8,866 m
Head kecepatan	0 m
Head ketinggian	3,415 m

$$H = h_{l_{mayor}} + h_{l_{minor}} + \Delta Z + h_P + h_v$$

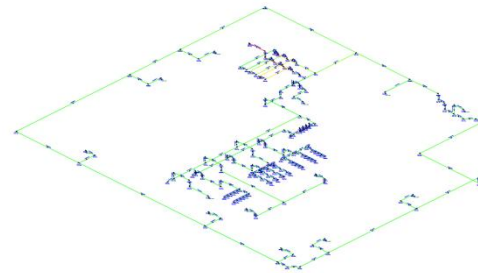
$$H = 77,339\text{m} + 45,161\text{m} + 3,415\text{m} + 8,866\text{m} + 0\text{m}$$

$$H = 135,125 \text{ m}$$

Hasil akhir menunjukkan bahwa total head yang diperlukan untuk mendukung distribusi air di sistem ini adalah sebesar 135,125 meter.

3.5 Perhitungan Head total Software

Setelah melakukan *modelling* menggunakan *software Pipe Flow Expert* maka didapatkan pemodelan dan hasil *running fire fighting system* pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2 Pemodelan Software Pipe Flow Expert

Simulasi sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak Pipe Flow Expert untuk memvalidasi hasil perhitungan manual. Jalur pipa dimodelkan sesuai dengan desain aktual, lengkap dengan fitting dan percabangan. Hasil simulasi menunjukkan distribusi tekanan dan debit yang serupa dengan hasil perhitungan manual, dengan deviasi kurang dari 5%. Ini menunjukkan bahwa perancangan yang dilakukan telah sesuai dan dapat diimplementasikan secara efektif.

4. KESIMPULAN

1. Telah ditentukan peletakkan titik *hydrant* dan *sprinkle*, piperoute desain 3D, dan *isometric drawing* pada Re-design *fire fighting system* dengan menggunakan standar NFPA serta material *piping class* yang sudah sesuai dengan standar ASTM A53. Untuk jumlah pillar hydrant yang digunakan berjumlah 14 unit sedangkan untuk jumlah sprinkler yang dibutuhkan berjumlah 32 unit.
2. Berdasarkan hasil kalkulasi yang telah dilakukan didapatkan jumlah total kebutuhan air untuk *fire fighting hydrant system* pada sistem ini sebesar 511,2 m³. Sehingga, kapasitas tangki air atau *water storage tank* yang menampung kebutuhan air sebesar 1616,648 m³ telah mencukupi kebutuhan air *hydrant system* dan *sprinkler system*.
3. Berdasarkan kalkulasi *head pump* secara manual didapatkan nilai sebesar 135,125 m dan kalkulasi *head pump* menggunakan software didapatkan nilai sebesar 139,407 m. Pemilihan pompa di lakukan terlebih dahulu dengan menggunakan pompa yang sudah tersedia.

5. PUSTAKA

- [1]ASTM A53/A53M. (2018). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless*. ASTM International.

- [2] Liu, H. (2003). Pipeline Engineering. In Pipeline Engineering. <https://doi.org/10.1201/9780203506684>
- [3] NFPA 13. (2019). *standard for the installation of sprinkler systems, 2019*.
- [4] NFPA 14. (n.d.). *standard for the installation of standpipe and hose systems. 2024*.
- [5] NFPA 15. (2022). *Standard for Water Spray for Fire Protection. 6*.
- [6] NFPA 20. (2019). *NFPA 20: Standard Installation of Stationary Pump for Fire Protection*.
- [7] Rahardian, R., Santoso, D., & Prasetyo, B. (2021). "Hydraulic Analysis of Fire Hydrant System Using Pipe Flow Expert Software." *Journal of Mechanical Engineering Research*, 8(2), 45–53.