

Perancangan Jalur Perpipaan *Firefighting Hydrant System* pada *Extension Jetty Holcim*

Indah Suryanti^{1*}, Eko Julianto², dan Pekik Mahardhika³

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*,2}

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³

Email: indahsuryanti@student.ppns.ac.id^{1*}; eko.julianto@ppns.ac.id^{2*}; pekikmahardhika@ppns.ac.id^{3*}

Abstrac - *Holcim Jetty Extension* is a special port located on Jl. Raya Tuban - Semarang, Tuban, East Java. *Jetty*s need a fire extinguishing system as a medium for fire prevention and control. In this final project, we will discuss the design of a firefighting system with a hydrant type based on NFPA to provide fire protection for ports. The design includes a pipe route, 3D design, and isometric drawing with a hydrant pillar extinguisher and hydrant box. The pipe size used is 6" for the main pipe and 4" for the branch pipe. The number of hydrant pillars used is 9 and the number of hydrant boxes used is 9. Based on the calculation of the total head manually, a value of 123.07781 m is obtained and the total head calculation using software has obtained a value of 129,750 m with an error percentage value of 5,142%, and the pump power used is 94.96 kW. The pump selection is done first by using a selection chart and the use of the Ebara-Pumps FS2KA 150x100 pump is obtained. The number of supports for 6" pipes is 146 pieces with the type of clamp shoe support (u-bolt). The estimated cost of materials and equipment needed in this firefighting system is Rp. Rp. 1,994,551,998.33.

Keywords: Design, Firefighting, Head loss, Hydrant, NFPA

Nomenclature

Q	Debit aliran (m ³ /s)
V	Kecepatan aliran (m/s)
D	Diameter dalam pipa (m)
Re	Bilangan Reynold
ρ	Rapat massa fluida (kg/m ³)
μ	Kekentalan mutlak (Pa.s)
ν	Kekentalan kinematik (m ² /s)
f	Friction factor
ε	Kekasaran material (mm)
l	Panjang pipa (m)
H	Head total pompa (m)
h_{lmayor}	Headloss mayor (m)
h_{lminor}	Headloss minor (m)
h_P	Head tekan and (m)
h_K	Head kecepatan (m)
Z	Head statik (m)
P	Tekanan (Pa)
g	Percepatan gravitasi bumi (m/s ²)
Ph	Daya pompa (W)

1. PENDAHULUAN

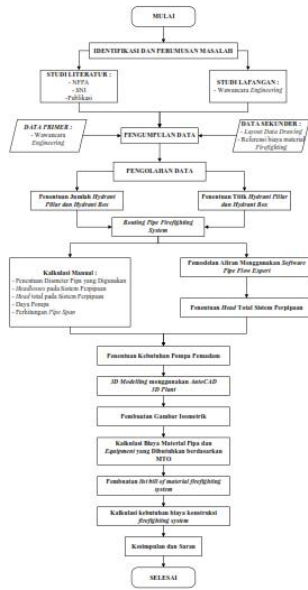
Extension Jetty Holcim merupakan Pelabuhan khusus yang bertempat di Jl. Raya Tuban - Semarang, Tuban, Jawa Timur. Pelabuhan diperlukannya sistem pemadam kebakaran sebagai media untuk pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Seperti yang dijelaskan juga dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK. 2681/AP.005/DRJD/2006 tentang Pengoperasian Pelabuhan Penyeberangan, untuk

pembangunan Pelabuhan diperlukannya fasilitas keselamatan pelayaran yang berada di Pelabuhan yang berupa fasilitas pokok salah satunya adalah fasilitas pemadam kebakaran yang berupa *hydrant*. Dikarenakan di *Extension Jetty Holcim* belum terdapat sistem pemadam kebakaran, sehingga pada Tugas Akhir kali ini difokuskan mendesain sistem pemadam kebakaran (*firefighting*) untuk *hydrant system* yang menggunakan fluida air sebagai media pemadam kebakarannya dan untuk desain *system hydrant*-nya menggunakan *hydrant barrel* basah. Standard yang dapat digunakan sebagai acuan adalah standard NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standart Nasional Indonesia) yang harus dapat dipertanggung jawabkan.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir

Berikut ini adalah sistematika pengerjaan mengenai pemilihan jenis spesifikasi pompa pada desain *system firefighting* jenis *hydrant* pada *extension jetty* yang disajikan berupa diagram alir pengerjaan.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan

2.2 Hydrant

Sistem *hydrant* merupakan sebuah sistem proteksi kebakaran pada gedung yang menggunakan air bertekanan sebagai mediana [5]. Sistem ini biasanya digunakan untuk memadamkan kebakaran skala besar dan dioperasikan secara manual.



Gambar 2. Hydrant Pillar

2.3 Hydrant Box

hydrant box merupakan bagian dari sistem pemadam kebakaran yang berhubungan langsung dengan *operator* dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan perangkat untuk memadamkan api yang harus selalu siap.



Gambar 3. Hydrant Box

2.4 Ketentuan Desain Firefighting

a. Jumlah Pillar Hydrant

$$\text{Jumlah Pillar} = \frac{A}{1000 \text{ m}^2} \quad (1)$$

b. Debit Hydrant

Debit *hydrant* terjauh harus memiliki nilai tidak kurang dari 500 gpm [1].

c. Diameter Pipa Hydrant

Pada table 7.8.2.1 berikut ini, memuat tentang penentuan diameter pipa minimal yang digunakan dalam sistem *hydrant* [1].

Table 7.8.2.1 Pipe Schedule Standpipes and Supply Piping Minimum Nominal Pipe Sizes (in Inches)

Total Accumulated Flow		Total Distance of Piping from Farthest Outlet		
gpm	L/inch	<50 ft (15.2 m)	50-100 ft (15.2-30.5 m)	>100 ft (30.5 m)
100	3/8	2	2 1/2	3
101-500	3/2-1 1/2	4	4	6
500-750	1 1/2-2 1/2	5	5	6
751-1250	2 1/2-4 1/2	6	6	6
1251 and over	4 1/2-6	8	8	8

For 50 units, 1 in. = 25.4 mm.

Gambar 4. Diameter Pipa Hydrant

2.5 Persamaan Pipa Hydrant

2.5.1 Debit Aliran

Persamaan debit (Q) pada aliran seragam dapat ditentukan dengan mengalikan antara kecepatan dan luas basah saluran [3], atau:

$$Q = V \times A \quad (2)$$

2.5.2 Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds bertujuan untuk mengetahui jenis aliran dalam pipa dengan beberapa parameter. Memiliki jenis laminar jika nilai $Re < 2300$, transisi jika $2300 < Re < 4000$, dan turbulen Ketika $Re > 4000$ [3].

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad (3)$$

2.5.3 Koefisien Gesek

Koefisien gesek adalah nilai faktor kerugian yang diakibatkan oleh adanya gesekan antara fluida dan saluran basah pipa. Nilai f berbeda tergantung jenis aliran pada fluida yang dideskripsikan dengan bilangan *Reynolds*-nya [3]. Untuk aliran laminar:

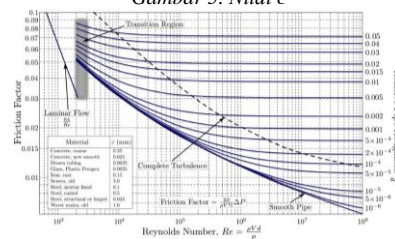
$$f = \frac{64}{Re} \quad (4)$$

Sedangkan untuk aliran turbulen dapat diketahui dengan menggunakan *moody diagram* untuk dapat ditemukan *plot point* antara bilangan *Reynold* dan nilai kekasaran relatifnya.

$$\text{Kekasaran Relatif} = \frac{\epsilon}{D} \quad (5)$$

Pipe	Equivalent Roughness, ϵ	
	Feet	Millimeters
Riveted steel	0.003-0.03	0.9-9.0
Concrete	0.001-0.01	0.3-3.0
Wood stave	0.0006-0.003	0.18-0.9
Cast iron	0.00085	0.26
Galvanized iron	0.0005	0.15
Commercial steel or wrought iron	0.00015	0.045
Drawn tubing	0.000005	0.0015
Plastic, glass	0.0 (smooth)	0.0 (smooth)

Gambar 5. Nilai ϵ



Gambar 6. Moody Diagram

2.6 Persamaan Head Total Pompa

2.6.1 Headloss Mayor

Headloss Mayor dapat didefinisikan sebagai kehilangan energi akibat fluida yang mengalir dalam pipa lurus [3], atau dapat dituliskan:

$$hl_{mayor} = f \frac{L.v^2}{D.2g} \tag{6}$$

2.6.2 Headloss Minor

Headloss Minor adalah kehilangan energi akibat komponen system perpipaan (*fitting*) [3], atau dapat dituliskan:

$$hl_{minor} = \frac{K.v^2}{2g} \tag{7}$$

2.6.3 Head Tekan

Head tekan merupakan kerugian akibat perbedaan tekanan antara sisi *suction* dan *discharge* pompa [3], atau dituliskan sebagai berikut:

$$hP = \frac{P2-P1}{\rho.g} \tag{8}$$

2.6.4 Head Kecepatan

Head kecepatan adalah perbedaan antara kecepatan pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa [3], atau dapat dituliskan:

$$hK = \frac{v2^2-v1^2}{2.g} \tag{9}$$

2.6.5 Head Statik

Head statik adalah kerugian akibat perbedaan ketinggian permukaan air pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa [3], atau dapat dituliskan:

$$Z = Z1 - Z2 \tag{10}$$

2.6.6 Head Total Pompa

Head total pompa adalah total dari *headloss*, *head* tekan, *head* kecepatan, dan *head* static [3]. Dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = hl_{mayor}+hl_{minor}+hP+hK+Z \tag{11}$$

2.7 Daya Pompa

Daya pompa dapat dihitung dengan mengalikan fluida yang mengalir per detik dengan energi H [3], atau dapat dituliskan:

$$Ph = \rho \times g \times Q \times H \tag{12}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Jumlah Alat Pemadam

Jumlah alat pemadam dapat diperoleh setelah membuat gambar desain berdasarkan luasan area yang dilindungi, peletakan serta jangkauan area dari alat pemadam tersebut.

3.2 Penentuan Kebutuhan Debit

Perhitungan kebutuhan debit didasarkan pada beberapa aspek, yaitu area yang memiliki potensi kebakaran paling tinggi dan kemampuan pompa untuk menyuplai air pemadam dengan baik pada titik terjauhnya secara bersamaan ketika beroperasi.

Tabel 1: Debit (gpm) yang dibutuhkan berdasarkan jumlah alat pemadam yang beroperasi.

No	Jenis Alat Pemadam	Jumlah Alat pemadam	Debit (gpm)	Total Debit (gpm)
1	Hydrant 1	1	500	500
2	Hydrant 2 – 9	8	250	2000

3.3 Perhitungan Headloss

Perhitungan *headloss* adalah meliputi *headloss mayor* dan *headloss minor* yang dilakukan menggunakan persamaan (6) dan (7), sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2: Nilai hl_{mayor} (m) dan hl_{minor} (m) berdasarkan jaringan pipa dan debit yang mengalir melalui pipa.

No	Jaringan Pipa	hl mayor (m)	hl minor (m)
1	Suction	0,02	0,29
2	Discharge	0,25	0,14
3	Pipa Utama	60,16	0,55
5	Pipa pembagi	0,07	0,91
Total Headloss		60,50	1,88

3.4 Perhitungan Head Tekan

Hasil perhitungan *head* tekan berdasarkan persamaan (8) adalah $hP = 60,18$ m.

3.5 Perhitungan Head Kecepatan

Hasil perhitungan *head* tekan berdasarkan persamaan (9) adalah sebagai berikut: $hK = 0,606$ m.

3.6 Perhitungan Head Statik

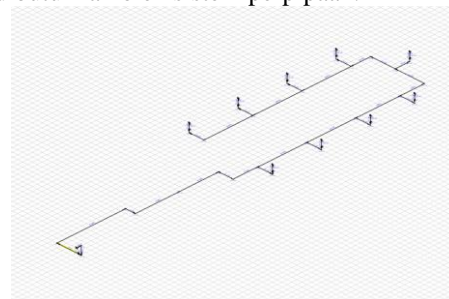
Hasil perhitungan *head* statik berdasarkan persamaan (10) adalah sebagai berikut: $Z = 0$ m.

3.7 Perhitungan Head Total Pompa

Hasil perhitungan *head* statik berdasarkan persamaan (11) adalah sebagai berikut: $H = 123,00778$ m.

3.8 Head Total Pemodelan Software

Pemodelan *software* dilakukan dengan memasukkan parameter meliputi desain dan debit yang dibutuhkan oleh sistem perpipaan.



Gambar 7. Pemodelan Sistem Firefighting

$$H_{software} = 123,08 \text{ m.}$$

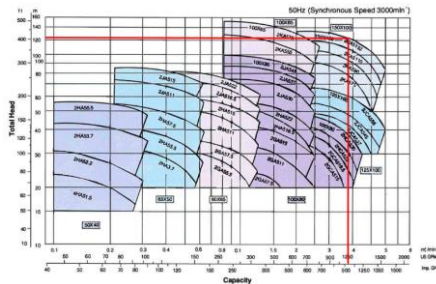
3.9 Perhitungan Daya Pompa

Daya pompa yang dibutuhkan berdasarkan nilai head total pompa dan persamaan (12) adalah:

$P_h = 94,96 \text{ kW}$

3.10 Pemilihan Pompa Pemadam

Setelah diketahui *head total* pompa dan daya pompa, dapat dilakukan pemilihan pompa dengan menggunakan grafik *selection chart* Ebara Pump.



Gambar 8. Selection Chart Ebara Pump

Maka didapatkan pompa dengan spesifikasi seperti berikut :

Merek	: Ebara-Pumps
Tipe	: FS2KA 150 x 100
Daya Pompa	: 120 kW
Diameter <i>impeller max</i>	: 333 mm
Diameter <i>impeller min</i>	: 266 mm
Efisiensi Pompa	: 74 %

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari sistem *firefighting* di *Extension Jetty Holcim*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan desain yang telah dibuat, dibutuhkan sejumlah 9 *hydrant pillar* dan *hydrant box*
2. *Head total* pompa yang didapatkan berdasarkan perhitungan manual adalah sebesar 123,077 m dan pemodelan *software* adalah 129,750 m dengan presentase *error* 5,142 persen
3. Daya pompa yang dibutuhkan oleh sistem *firefighting* adalah sebesar 94,96 kW
4. Berdasarkan kebutuhan sistem *firefighting*, digunakan pompa Ebara-Pumps dengan daya pompa sebesar 120 kW.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Eko Julianto, M. Sc., FRINA., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Raden Dimas Endro Witjonarko, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Perpipaan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Ir. Eko Julianto, M. Sc., FRINA. selaku dosen pembimbing I yang telah membantu penyusunan dan penyelesaian jurnal ini.

5. Bapak Pekik Mahardhika, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membantu penyusunan dan penyelesaian jurnal ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Kedua orangtua dan seluruh keluarga yang telah memberikan banyak kasih sayang, nasehat hidup, do'a, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
8. Teman - teman seperjuangan Teknik Perpipaan angkatan 2018 yang telah memberikan banyak warna kehidupan, kebersamaan, dan canda tawa kepada penulis selama kuliah di PPNS

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] NFPA 14. (2019). *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471.
- [2] PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT NOMOR: SK. 2681/AP.005/DRJD/2006, (2006).
- [3] Liu, Henry. 2003. *Pipeline Engineering*. USA: CRC Press LLC.
- [4] SNI-03-1745-2000, *Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan slang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung*. Jakarta: BSN.
- [5] Bromindo. Pengertian Hydrant Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran. Diakses pada 17 Juli 2020. <https://www.bromindo.com/pengertian-hydrant>.