

PERHITUNGAN KEBUTUHAN DAYA POMPA PADA REDESAIN SISTEM FIRE FIGHTING PADA INDUSTRI PENGOLAHAN GAS ALAM

Hendra Pratama^{1*}, Eko Julianto², Mohammad Shah³

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1,2,3}*

Email: hendrapratama@student.ppns.ac.id

Abstract - A company engaged in exploration and production located in East Java will upgrade its plant. Due to the addition of production capacity from 15 MMSCFD to 60 MMSCFD, the installed fire fighting system was inadequate due to the addition of new equipment to support the production process. This situation can be dangerous because companies engaged in gas exploration are prone to fires. In the outdoor fire fighting system redesign, the things that must be considered are the causes of fires so that effective and economical use of extinguishing media can be determined. In this final project a redesign of the outdoor fire fighting system is carried out which refers to the API RP2001 standard, calculating the required power of the fire pump and calculating the material costs and construction service costs required. To get the optimum design results from a technical point of view, Pipe Flow Expert software is used to calculate head loss to make it more accurate. Headloss based on manual calculations and using calculation tools in the form of pipe flow expert software are 189, m and 191, m with an error percentage of 1.99%. The pump power obtained is 349.8 KW.

Keyword: *Firefighting System, API RP2001, SNI, Pump, Pipe Flow Expert*

Nomenclature

<i>Q</i>	Debit aliran	(m ³ /s)
<i>V</i>	Kecepatan aliran	(m/s)
<i>D</i>	Diameter dalam pipa	(m)
<i>Re</i>	Bilangan <i>Reynold</i>	
ρ	Rapat massa fluida	(kg/m ³)
μ	Kekentalan mutlak	(Pa.s)
<i>v</i>	Kekentalan kinematik	(m ² /s)
<i>f</i>	<i>Friction factor</i>	
ϵ	Kekasaran material	(mm)
<i>l</i>	Panjang pipa	(m)
<i>K_L</i>	<i>Loss Coefficient</i>	
<i>H</i>	<i>Head</i> total pompa	(m)
<i>h_lmajor</i>	<i>Headloss mayor</i>	(m)
<i>h_lminor</i>	<i>Headloss minor</i>	(m)
<i>h_P</i>	<i>Head</i> tekan	(m)
<i>h_K</i>	<i>Head</i> kecepatan	(m)
<i>Z</i>	<i>Head</i> statik	(m)
<i>P</i>	Tekanan	(Pa)
<i>g</i>	Percepatan gravitasi bumi	(m/s ²)
<i>Ph</i>	Daya pompa	(W)

1. PENDAHULUAN

Melihat pentingnya akan kebutuhan gas alam sehingga dibutuhkan adanya sistem pengolahan minyak dan gas bumi secara tepat dan efisien, sehingga dapat memenuhi besarnya kebutuhan terhadap gas alam. Industri yang bergerak pada bidang eksplorasi dan produksi minyak dan gas termasuk industri yang memiliki risiko kebakaran yang tinggi, serta dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar baik terhadap materi maupun jiwa. Salah satu sistem yang dapat menanggulangi ketika adanya kebakaran adalah *Fire Fighting system*. *Fire Fighting* merupakan salah satu *system* proteksi terhadap bahaya kebakaran yang metode proteksinya menggunakan berbagai macam media pemadam, seperti proteksi dengan menggunakan media air yang ditekan ke pipa instalasi hydrant dan sprinkler dengan menggunakan pompa hydrant. Dimulai dari ground tank dan rumah pompa sampai dengan ke titik sprinkler, landing valve Indoor Hydrant Box, dan Hydrant Pilar Kawasan.

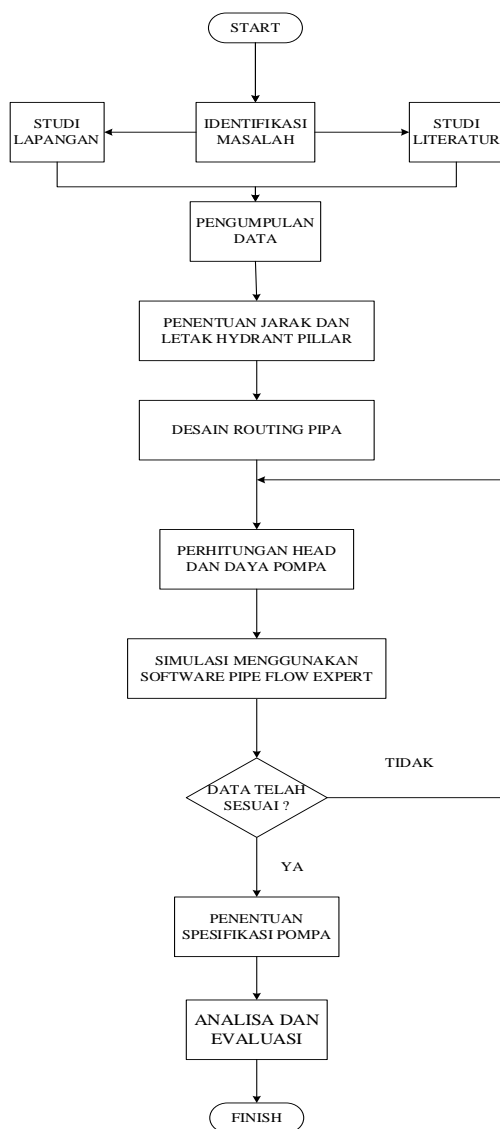
Pada suatu perusahaan yang bergerak pada bidang eksplorasi dan produksi gas alam berlokasi di Jawa Timur melakukan *upgrade*

plant. Dikarenakan adanya penambahan kapasitas produksi yang semula 15 MMSCFD (Million Standard Cubic Feet per Day) menjadi 60 MMSCFD sehingga menyebabkan routing pipa *outdoor fire fighting system* yang telah terpasang menjadi tidak sesuai dan dibutuhkan penambahan jalur *fire fighting system* karena terdapat area plant yang belum tercover oleh *fire fighting system*.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir

Berikut ini adalah sistematika pengerjaan mengenai perhitungan daya pompa pada redesain *fire fighting system* pada industri pengolahan gas alam.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan

2.2 Sistem Hydrant

Sistem *hydrant* adalah sebuah sistem proteksi kebakaran pada gedung yang menggunakan air

bertekanan sebagai medianya [9]. Sistem ini biasanya digunakan untuk memadamkan kebakaran skala besar dan dioperasikan secara manual.



Gambar 2. Sistem Hydrant

2.4 Ketentuan Desain Firefighting

a) Jarak Pemasangan Hydrant

Jarak pemasangan *hydrant* tidak boleh melebihi 300 ft atau 100 m [1].

b) Debit Hydrant

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

c) Diameter Pipa Hydrant

Pada tabel 7.7b berikut ini, memuat tentang penentuan diameter pipa minimal yang digunakan dalam sistem *hydrant* [3].

Tabel 7.7. b. Diameter pipa minimal (dalam inci), ditinjau dari jarak total pipa dan total akumulasi aliran

Total akumulasi aliran		Jarak total pipa terjauh dari keluaran		
gpm	Liter/menit	< 15.2 m	15.2 – 30.5 m	> 30.5 m
100	379	2 inci	2 ½ inci	3 inci
101 – 500	382 – 1.893	4 inci	4 inci	6 inci
501 – 750	1.896 – 2.839	5 inci	5 inci	6 inci
751 – 1.250	2.843 – 4.731	6 inci	6 inci	6 inci
1.251 ke atas	4.735 keatas	8 inci	8 inci	8 inci

Gambar 7. Diameter Pipa Hydrant

2.5 Persamaan Fluida

a) Debit Aliran

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

$$Q = V \times A \tag{1}$$

b) Bilangan Reynold

Bilangan *Reynold* 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 $Re > 4000$ [5].

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} \tag{2}$$

c) Koefisien Gesek

Koefisien gesek adalah nilai factor kerugian yang diakibatkan oleh adanya gesekan antara fluida dan saluran basah pipa. Nilai f berbeda tergantung jenis aliran pada fluida yang dideskripsikan

dengan bilangan *Reynold*-nya [5]. Untuk aliran laminar:

$$f = 64/Re \tag{3}$$

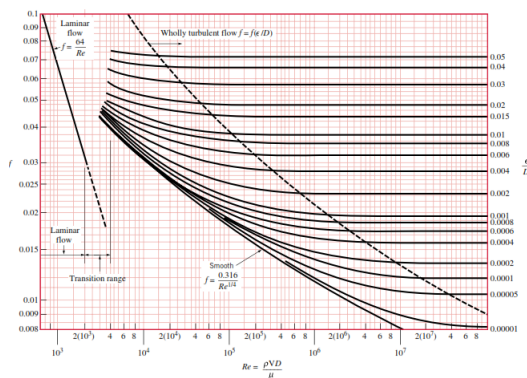
Sedangkan untuk aliran turbulen dapat diketahui dengan menggunakan *moody diagram* untuk dapat ditemukan *plot point* antara bilangan *Reynold* dan nilai kekasaran relatifnya.

$$\text{Kekasaran Relatif} = \frac{\epsilon}{D} \tag{4}$$

Table 14.1 Equivalent Roughness for New Pipes.

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	0.00005	0.0015
Plastic, glass	0.0 (smooth)	0.0 (smooth)

Gambar 8. Nilai ϵ



Gambar 9. Moody Diagram

2.6 Persamaan Head Total Pompa

a) Headloss Mayor

Headloss mayor dapat didefinisikan sebagai kehilangan energi akibat fluida yang mengalir dalam pipa lurus [6], atau dapat dituliskan:

$$hl_{mayor} = f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} \tag{5}$$

b) Headloss Minor

Headloss minor adalah kehilangan energi akibat komponen sistem perpipaan (*fitting*) [5], atau dapat dituliskan:

$$hl_{minor} = K_L \frac{V^2}{2g} \tag{6}$$

c) Head Tekan

Head tekan merupakan kerugian akibat perbedaan tekanan antara sisi *suction* dan *discharge* pompa [8], atau dituliskan sebagai berikut:

$$hP = \frac{P_2 - P_1}{2g} \tag{7}$$

d) Head Kecepatan

Head kecepatan adalah perbedaan antara kecepatan pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa [8], atau dapat dituliskan:

$$hK = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \tag{8}$$

e) Head Statik

Head statik adalah kerugian akibat perbedaan ketinggian permukaan air pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa [8], atau dapat dituliskan:

$$Z = Z_1 - Z_2 \tag{9}$$

f) Head Total Pompa

Head total pompa adalah total dari *headloss*, *head tekan*, *head kecepatan*, dan *head statik* [8]. Dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = hl_{mayor} + hl_{minor} + hP + hK + Z \tag{10}$$

2.7 Daya Pompa

Daya pompa dapat dihitung dengan mengalikan fluida yang mengalir per detik dengan energi H [7], atau dapat dituliskan:

$$Ph = \rho \times g \times Q \times H \tag{11}$$

2.8 Software Pipe Flow Expert

Software yang umum digunakan untuk menganalisis fluida dalam suatu jaringan pipa meliputi kebutuhan pompa yang digunakan.

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.

No	Area	Luas Area gas Plant (m2)	Equipment	Jenis Alat Pemadam
1	Tanggulangiin Gas Plant Area	4708.5	Gas Compressor 1	Hydrant
2			Gas Compressor 2	Hydrant
3			Gas Compressor 3	Hydrant
4			Gas Compressor 4	Hydrant
5			Gas Compressor 5	Hydrant

Gambar 11. Desain Peletakan Hydrant, Fire Monitor dan Sprinkler pada Pabrik Gula

Sehingga, untuk jumlah kebutuhan alat pemadam dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1: Jumlah Alat Pemadam (buah), berdasarkan Luasan Area yang Dilindungi dan *Coverage* Alat Pemadam.

3.2 Penentuan Kebutuhan Debit

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

Tabel 2: Debit (gpm) yang Dibutuhkan berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Pemadam yang Beroperasi Secara Bersamaan pada Titik Terjauh

Sehingga untuk kebutuhan debit air pemadam didapatkan sebesar 3500 gpm.

3.3 Perhitungan Headloss

Perhitungan *headloss* adalah meliputi *headloss mayor* dan *minor* yang dilakukan menggunakan persamaan (5) dan (6), sehingga didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 3: Nilai $h_{l_{mayor}}$ (m) dan $h_{l_{minor}}$ (m) berdasarkan jaringan pipa dan debit yang mengalir melalui pipa.

3.4 Perhitungan Head Tekan

Hasil perhitungan *head* tekan berdasarkan persamaan (7) adalah:

$$h_P = 60,18 \text{ m}$$

3.6 Perhitungan Head Kecepatan

Hasil perhitungan *head* kecepatan berdasarkan persamaan (8) adalah:

$$h_K = 0,882 \text{ m}$$

3.7 Perhitungan Head Statik

Head statik yang diperoleh berdasarkan persamaan (9) adalah:

$$Z = 0,5 \text{ m}$$

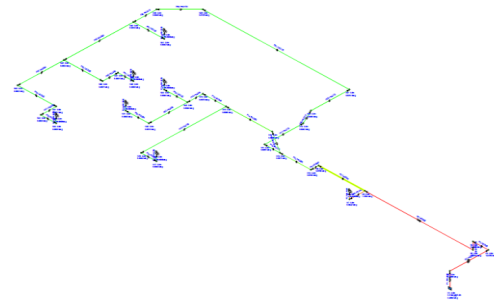
3.8 Perhitungan Head Total Pompa

Head total pompa berdasarkan persamaan (10), adalah sebagai berikut:

$$H = 189,232 \text{ m}$$

3.9 Head Total Pemodelan Software

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



Gambar 12. Pemodelan Sistem Firefighting

Dengan didapatkan nilai *head total* pompa yang dibutuhkan adalah:

$$H_{software} = 191,45 \text{ m}$$

3.10 Perhitungan Daya Pompa

Daya pompa yang dibutuhkan berdasarkan nilai *head total* pompa dan persamaan (11) adalah:

$$P_h = 349800,599 \text{ w} = 349,8 \text{ kW}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari sistem *firefighting* di pabrik gula Gempolkrep, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan desain yang telah dibuat, dibutuhkan sejumlah 7 *hydrant*
2. *Head total* pompa yang didapatkan berdasarkan perhitungan manual adalah sebesar 189,232 m dan pemodelan *software pipe flow expert* adalah 191,45 m dengan presentase *error* sebesar 2,99 persen.
3. Daya pompa yang dibutuhkan oleh sistem *firefighting* adalah sebesar 349,8 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. Kedua orang tua yang telah memberi motivasi baik moril maupun materiil, terlebih ketika pandemi covid-19 melanda.
2. Bapak Eko Julianto selaku dosen pembimbing I yang telah membantu penyusunan dan penyelesaian jurnal ini.
3. Bapak Mohammad Shah selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dalam penyusunan konsep jurnal ini.
4. Teman-teman seperjuangan TP-2016 yang telah bersedia untuk direpotkan dalam proses pengerjaan jurnal ini.

6. PUSTAKA

[1] API RP2001.
 [2] National Fire Protection Association (NFPA) 24, *Standard for the Installation of Private*

Fire Service Mains and Their Appurtenances.
USA: 2016.

- [3] 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.
- [4] Liu, Henry. 2003. *Pipeline Engineering.* USA: CRC Press LLC.
- [5] Nabhan A.R. 2019. *Perencanaan Firefighting Menggunakan Fluida Air dan Busa di Gedung CPC Perusahaan Minyak Nabati [tugas akhir].* Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [6] Bromindo. *Pengertian Hydrant Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran.* Diakses pada 17 Juli 2020. <https://www.bromindo.com/pengertian-hydrant/> .