

Desain Sistem *Hydrant* pada Proyek Amura II di PT. Petrokimia Gresik

Fathu Thoriq Achmad ^{1*}, Priyo Agus Setiawan ², Pranowo Sidi ³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: *fathuthoriqachmad@gmail.com¹; *Priyoaguss@gmail.com²; *pransidi03@gmail.com³

Abstrak

PT. Adhi Karya adalah perusahaan general kontraktor yang sedang mengerjakan plant AMUREA II di PT. Petrokimia Gresik. Plant tersebut belum tersedia sistem hydrant. Sistem hydrant sangat dibutuhkan di setiap plant, hal ini diperlukan pada setiap plant yang bertujuan untuk media pemadam pada saat terjadi kebakaran pada plant. Sistem hydrant harus didesain sesuai dengan standard NFPA 20, NFPA 24, SNI 03-1745-2000, dan SNI 03-3989-2000. Pada plant AMUREA II akan didesain menggunakan sistem hydrant pillar. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan desain sistem Pillar Hydrant. Metode iterasi digunakan untuk menentukan debit aliran hingga didapatkan hasil yang konvergen pada tiap percabangan yang berada di Plant AMUREA II. Serta melakukan pemodelan menggunakan software Pipe Flow Expert untuk mendapatkan head menggunakan perhitungan software. Didapatkan nilai aliran tertinggi pada pipa 5 sebesar 0.064556541 m³ dan yang terendah pada pipa 12 sebesar 0.002333217 m³. Nilai head menggunakan perhitungan manual sebesar 49.463 m, perbandingan hasil dengan perhitungan software pipe flow expert didapatkan nilai sebesar 51.660 m dengan daya pompa sebesar 42.316746 kW. Serta hasil perhitungan biaya ekonomis antara material A 53 dan A 106 gr A. Maka material yang digunakan adalah A 53 dengan biaya sebesar Rp6.996.339.400.

Kata Kunci : *Desain, Perhitungan Ekonomis Material, Daya Pompa, Pipe Flow Expert, Iterasi, Hydrant.*

1. PENDAHULUAN

Sistem *hydrant* sangat dibutuhkan di setiap *plant*, hal ini diperlukan pada setiap *plant* yang bertujuan untuk media pemadam pada saat terjadi kebakaran pada *plant* tersebut. Kebakaran bisa terjadi karena hal yang sangat sederhana seperti halnya *human error* (kelalaian manusia), konsleting listrik, dan lain-lain. Kebakaran dapat merugikan secara material dan non material. Sehingga dalam hal ini *hydrant* sangat diperlukan dalam setiap *plant*. *Hydrant* bisa terletak diluar bangunan dan didalam bangunan yang desain dari sitem *hydrant* tersebut harus dapat menjangkau segala sisi dari *plant* dan yang paling utama yaitu menjangkau titik api atau lokasi kebakaran. *Hydrant* bila memungkinkan terletak pada lokasi yang kemungkinan dapat terjadinya kebakaran. *Hydrant* pada umumnya berwarna mencolok (merah atau kuning) hal itu dikarenakan untuk memudahkan pemadam kebakaran dan orang-orang sekitarnya apabila petugas pemadam kebakaran belum datang. Sedangkan di Indonesia sendiri *hydrant* umumnya berwarna merah. *Hydrant* dibedakan menjadi dua tipe yaitu kebutuhan perkotaan (*municipal system*) dan kebutuhan pribadi (*private system*). *Hydrant* sendiri harus sesuai standard NFPA (*National Fire Protection Association*).

2. METODOLOGI

2.1 Jumlah Pillar Hydrant

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

Cover area jangkauan terjauh

$$(X_t) = V_0^2 \times \sin 2\alpha_0 / g \dots \dots \dots (2)$$

Cover area jangkauan tertinggi

$$(Y_t) = V_0^2 \times \sin 2\alpha_0 / 2g \dots \dots \dots (3)$$

2.2 Head

1. Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air dapat ditentukan berdasarkan kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Head total pompa dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = H_v + H_s + H_L \dots \dots \dots (4)$$

Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dan sisi isap, tanda positif dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

2. Head kerugian

a) Kerugian Gesekan dalam Pipa (*Major Losses*)

Kerugian gesekan didalam pipa bergantung pada panjang pipa. Untuk menghitung besarnya

kerugian akibat gesekan didalam pipa digunakan persamaan:

$$hf = \frac{f}{D} \times \frac{Lv^2}{2 \times g} \dots \dots \dots (5)$$

b) Kerugian Karena Perubahan Bentuk Geometri (*Minor Losses*)

- Kerugian head pada katup (valve)
Kerugian head pada katup dapat ditulis sebagai berikut:

$$hf = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (6)$$

- Kerugian Head pada *fitting*
Dalam aliran melalui jalur pipa, kerugian akibat gesekan juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang, belokan, dan arah aliran berubah. Kerugian head transisi tersebut dinyatakan dalam persamaan:

$$hf = f \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (7)$$

c) Kerugian Head pada *nozzle*
Kerugian head untuk pengecilan mendadak dapat dinyatakan pada persamaan:

$$hf = f \frac{vD^2}{2g} \dots \dots \dots (8)$$

d) Kerugian Head pada Selang

$$hf = \frac{f \times L \times v^2}{2 \times D \times g} \dots \dots \dots (9)$$

3. Perbedaan head kecepatan

a) Diameter pipa isap

$$D_{isap} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v_s}} \dots \dots \dots (10)$$

b) Kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times (D)^2} \dots \dots \dots (11)$$

2.3 Daya pompa

a) Putaran Spesifik (n_s)

$$n_s = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} \dots \dots \dots (12)$$

Daya Fluida

Daya fluida adalah energy yang secara aktif diterima oleh air akibat dari bekerjanya pompa. Daya fluida dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$P_w = \rho \times g \times Q \times H \dots \dots \dots (13)$$

b) Daya Pompa

Daya pompa adalah daya yang harus tersedia dan digunakan oleh fluida. Daya ini adalah daya yang harus digerakkan oleh pompa. Maka dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{\eta p} \dots \dots \dots (14)$$

c) Daya motor

Daya motor adalah daya mula yang digunakan untuk memutar pompa.

$$P_m = \frac{P(1-\alpha)}{\eta t} \dots \dots \dots (15)$$

2.3 Iterasi

Persamaan pada Aliran dalam Pipa

Persamaan-persamaan dasar yang digunakan untuk menganalisa aliran fluida dalam pipa, diantaranya sebagai berikut :

Persamaan untuk mengetahui Area,

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \dots \dots \dots (16)$$

Persamaan untuk mengetahui nilai kecepatan aliran,

$$V = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (17)$$

Persamaan bilangan Reynold,

$$Re = \frac{Vd}{\nu} \dots \dots \dots (18)$$

Dimana V adalah kecepatan aliran dalam pipa sedangkan d adalah diameter pipa.

f adalah koefisien gesekan pipa, dapat ditentukan :

- Untuk aliran laminar ($Re < 2000$)

$$f = \frac{64}{Re} \dots \dots \dots (19)$$

- Untuk aliran turbulen $Re > 4000$, Colebrook (1939) merumuskan untuk menentukan harga f dengan metode interpolasi matematis:

$$\frac{1}{f^2} = -2.0 \log \left(\frac{\epsilon/d}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \dots \dots \dots (20)$$

Swamee-Jain memberikan pendekatan persamaan untuk menentukan koefisien faktor gesekan (f)

$$f = \left(\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7d} \right)^{1.11} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right)^{-2} \dots \dots \dots (21)$$

koefisien gesek (f) juga dapat ditentukan menggunakan *moody* diagram berdasarkan parameter bilangan Reynold dan kekasaran relatif permukaan pipa.

$$f = Re; \epsilon/d \dots \dots \dots (22)$$

3.3.3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan jumlah Pillar Hydrant

Jumlah pillar hydrant

$$= \frac{\text{Luas Area}}{1000m^2} = \frac{120000}{1000m^2} = 120 \text{ buah}$$

3.2 Hasil Perhitungan Biaya Material

A53(black steel)				
No.	Equipment	Jumlah	Harga satuan	Total harga
1	pipa 10 inch sch 40	382	12,277,000.00	4,689,814,000.00
2	reducer tee	75	1,329,100.00	99,682,500.00
3	tee	26	1,499,500.00	38,987,000.00
4	elbow 90	12	1,385,700.00	16,628,400.00
5	elbow 45	7	944,800.00	6,613,600.00
6	flange 10 inch	699	955,800.00	668,104,200.00
7	gate valve 10 inch	21	38,293,200.00	804,157,200.00
8	gate vane 4 inch	75	8,189,500.00	614,212,500.00
9	flange 4 inch	300	193,800.00	58,140,000.00
	total			6,996,339,400.00

A106 gr A				
No.	Equipment	Jumlah	Harga satuan	Total harga
1	pipa 10 inch sch 40	382	10,323,560.00	3,943,599,920.00
2	reducer tee	75	1,329,100.00	99,682,500.00
3	tee	26	1,499,500.00	38,987,000.00
4	elbow 90	12	1,385,700.00	16,628,400.00
5	elbow 45	7	944,800.00	6,613,600.00
6	flange 10 inch	699	955,800.00	668,104,200.00
7	gate valve 10 inch	21	69,043,700.00	1,449,917,700.00
8	gate vane 4 inch	75	17,917,900.00	1,343,842,500.00
9	flange 4 inch	300	193,800.00	58,140,000.00
	total			7,625,515,820.00

Gambar 1 Hasil perhitungan material

Dari perhitungan biaya antara material A 53 dan A 106 gr A, maka dipilih material A53. Karena biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis.

3.3 Hasil Perhitungan Head Total

Perhitungan head loss suction

$$\begin{aligned} \text{Total HL}_{\text{suction}} &= H_f + H_{Lm} \\ &= 0.02519 \text{ m} + 0.165 \text{ m} \\ &= 0.190 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan perhitungan head loss discharge

$$\begin{aligned} \text{Total HL}_d &= H_f + H_{Lm} \\ &= 22.5064 \text{ m} + 15.691 \text{ m} \\ &= 38.198 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan head total

$$\begin{aligned} \text{Head total} &= H_v + H_s + H_{Ld} \dots \dots \dots (2.3) \\ &= 9.1757 \text{ m} + 1.9 \text{ m} + 38.388 \text{ m} \\ &= 49.463 \text{ m} \dots \dots \dots (4.11) \end{aligned}$$

3.4 Hasil Perhitungan Iterasi

Nilai Q baru pada iterasi pertama dijadikan inputan pada Q_0 pada proses iterasi selanjutnya. Hasil iterasi selanjutnya terdapat pada lampiran. Untuk hasil nilai Q_{baru} pada iterasi ke 6 dapat dilihat pada **Gambar 2**

no. pipa	Laju aliran (Q_{baru}) dalam m ³ /s					
	Q_{Asumsi} (m ³ /s)	iterasi 1	iterasi 2	iterasi 3	iterasi 5	iterasi 6
1	0.0375	0.03942379	0.040212509	0.04028742	0.040294632	0.040295394
2	0.0375	0.03557621	0.034787491	0.03471258	0.034705368	0.034704673
3	0.0375	0.03557621	0.034787491	0.03471258	0.034705368	0.034704673
4	0.01875	0.014737632	0.015526352	0.015001263	0.015608474	0.01560917
5	0.01875	0.024686158	0.033184508	0.046129618	0.06567091	0.064822899
6	0.01875	-0.012813842	-0.004315492	0.008629618	0.027567091	0.027322899
7	0.01875	-0.020534166	-0.021116987	-0.03248808	-0.047698249	-0.039999397
8	0.01875	0.014598008	0.00668248	0.00486899	0.001381157	-0.006673501
9	0.01875	-0.025987142	-0.017504593	-0.016325098	-0.020048128	-0.024992407
10	0.0234375	-0.014191707	-0.029123125	-0.034024766	-0.038911317	-0.046667248
11	0.0140635	-0.019157301	-0.01241412	-0.00943361	-0.007654542	-0.007953369
12	0.0046875	-0.010786153	-0.005040275	-0.000871884	0.001993605	0.002248741
13	0.0046875	-0.003845144	0.003170746	0.00268897	0.007657616	0.007388889
14	0.009375	0.008370148	0.009375	0.009375	0.011384703	0.0123849407
15	0.009375	0.008370148	0.007100137	0.008170377	0.009847146	0.010201009
16	0.009375	0.016316009	0.017586021	0.016515781	0.015390011	0.014851148
17	0.028125	0.026535061	0.01390052	0.01390052	0.008140071	0.008932358
18	0.028125	0.026535061	0.01390052	0.01390052	0.008140071	0.008932358
19	0.009375	0.001165745	0.013121678	0.013121678	0.028201387	0.028142566
20	0.01875	-0.00895806	-0.009629413	-0.006302399	-0.000310153	0.004423313

Gambar 2 Hasil nilai Q_{baru}

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan dua material yang dibandingkan yaitu material A 106 Gr A dan material A53, dipilih material A53 karena biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis.
- Nilai debit pada masing-masing line terdapat pada Gambar 2. Debit terbesar berada pada line 5 sedangkan debit terkecil pada line 12.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

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

- Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi, motivasi, kasih sayang, do'a, dan nasehat hidup bagi penulis.
- Bapak Priyo Agus Setiawan, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
- Bapak Pranowo Sidi, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
- Senior teknik perpipaan yang mau berbagi pengalaman dan dukungan dalam pengerjaan jurnal tugas akhir.
- Teman-teman seperjuangan teknik perpipaan angkatan tahun 2013 yang telah memberikan motivasi, warna kehidupan, dan kebersamaan.
- Pembimbing dari PT. Adhi Karya yang namanya tidak dapat disebut satu persatu.
- Keluarga besar teknik perpipaan.

6. DAFTAR NOTASI

A	= Area (m^2)
H _f	= Head karena kerugian gesekan friction (m)
L	= panjang saluran (m)
D	= diameter dalam saluran (m)
V	= kecepatan rata-rata aliran
G	= kecepatan grafitasi (m/s^2)
N _s	= Putaran spesifik
n	= putaran dalam 1 menit
H	= Head Total (m)
H _I	= Kerugian head dipipa, katup, belokan dan sambungan (m)
ΔH _p	= Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)
H _a	= Head static total (m)
Q	= Debit yang mengalir (m^3/s)
V _s	= kecepatan aliran pada pipa isap
Q	= Debit yang mengalir (m^3/s)
P	= Massa jenis fluida
P _m	= Daya nominal penggerak mula (kW)
α	= Faktor cadangan sebesar 0.15 karena menggunakan motor induksi
η _t	= Effisiensi transmisi sebesar 0.93 karena menggunakan sabuk rata.

7. DAFTAR PUSTAKA

Building & Plant Institute dan Ditjen Binawas Depnaker. 2005.

Sularso, Tahara. 2004. Pompa dan Kompresor: Pemilihan, pemakaian dan Pemeliharaan. Jakarta: PT. Pranadya Paramita.

Direktorat pengawasan keselamatan kerja Ditjen pembinaan pengawasan ketenagakerjaan, 2001: 8.

KEPMEN PU NO.10/KPTS/2000, ketentuan teknis pengamanan terhadap bahaya pada gedung dan lingkungan.

NFPA (National Fire Protection Association), NFPA 20-2007, Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.

NFPA (National Fire Protection Association), NFPA 24-2007, standard for the installation of private fire service mains and their of appurtenances.

SNI (Standard Nasional Indonesia), 03-1745-2000, Tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.

SNI (Standard Nasional Indonesia), 03-3989-2000, Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem springkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung