

---

## ANALISA PERENCANAAN POMPA PEMADAM KEBAKARAN PADA GEDUNG PERKANTORAN DI JAKARTA

Oleh

Maryadi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam As-Syafi'iyah

Jl. Raya Jatiwaringin No. 12 Pondok Gede, Jakarta Timur 13070

Email: [maryadimesinuia@gmail.com](mailto:maryadimesinuia@gmail.com)

---

### Article History:

Received: 12-11-2024

Revised: 20-11-2024

Accepted: 15-12-2024

### Keywords:

Perencanaan, Pompa,  
Pemadam Kebakaran

**Abstract:** Salah satu alasan utama mengapa sistem dan instalasi pemadaman kebakaran sangat penting dalam gedung bertingkat adalah karena gedung bertingkat sering kali memiliki banyak orang, peralatan, dan bahan yang mudah terbakar. Risiko kebakaran meningkat seiring bertambahnya jumlah lantai dan kepadatan penghuni. Dalam situasi darurat, evakuasi bisa lebih sulit dan kebakaran dapat menyebar dengan cepat. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah menentukan kapasitas pompa, daya pompa dan head pompa. Hasil perencanaan Electric Fire Pump, kapasitas = 4731 liter/menit, tekanan pompa = 234 m dan daya = 253 kW. Terpasang di lapangan dengan kapasitas = 4731 liter/menit, tekanan pompa = 240 m dan daya = 282 kW. Diesel Fire Pump hasil perencanaan, kapasitas = 4731 liter/menit, tekanan pompa = 234 m dan daya = 253 kW. Terpasang di lapangan dengan kapasitas = 4731 liter/menit, tekanan pompa = 240 m dan daya = 282 kW. Jockey Fire Pump hasil perencanaan, kapasitas = 48 liter/menit, tekanan pompa = 234 m dan daya = 2,6 kW. Terpasang di lapangan dengan kapasitas = 48 liter/menit, tekanan pompa = 240 m dan daya = 5,5 kW.

---

## PENDAHULUAN

Saat ini perkembangannya sangat pesat terutama di kota-kota besar seperti Jakarta. Banyak gedung bertingkat tinggi telah dibangun termasuk apartemen, hotel, rumah sakit, pusat perbelanjaan, stasiun kereta api, pabrik dan banyak bangunan lainnya. Pentingnya sistem dan instalasi pencegah kebakaran pada gedung bertingkat adalah untuk meningkatkan keselamatan pengguna dan mencegah kerusakan lebih lanjut akibat kebakaran.

Salah satu alasan utama mengapa sistem dan instalasi pencegah kebakaran sangat penting pada gedung bertingkat adalah karena gedung bertingkat seringkali memiliki banyak penghuni, banyak peralatan, dan bahan yang mudah terbakar. Risiko kebakaran meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah lantai dan kepadatan penghuni. Dalam situasi darurat,

evakuasi mungkin lebih sulit dan api bisa menyebar dengan cepat. Gedung bertingkat dan bertingkat membuat evakuasi cepat menjadi sulit. Sistem pencegah kebakaran yang efektif (seperti sistem sprinkler, alat pemadam ringan, dan jalur keluar yang aman) akan membantu mengurangi dampak kebakaran dan memberikan waktu bagi penghuni untuk melarikan diri agar benar-benar aman.

Berbagai standar dan peraturan tentang bangunan memerlukan sistem pemadam kebakaran untuk memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan. Misalnya, peraturan bangunan dan peraturan kebakaran yang dikeluarkan oleh pemerintah atau otoritas keselamatan setempat harus dipatuhi untuk memastikan bahwa bangunan tetap aman bagi penghuninya. Kebakaran pada gedung bertingkat dapat menimbulkan kerusakan yang cukup besar baik terhadap struktur bangunan maupun aset yang ada di dalamnya. Dengan sistem pencegah kebakaran, seperti sprinkler otomatis atau sistem pencegah kebakaran lainnya, kebakaran dapat dikendalikan atau dipadamkan sebelum menimbulkan kerusakan yang lebih serius.

Sesuai Peraturan Pemda DKI No. 7 Tahun 1997, tentang Bangunan Gedung di ibu kota Jakarta. Oleh karena itu, khusus untuk instalasi pemadam kebakaran di dalam dan di luar bangunan harus mengacu pada peraturan pemerintah setempat, di samping berbagai standar instalasi baik nasional maupun internasional. Dengan dipasangnya sistem pemadam kebakaran khususnya dan sistem instalasi lainnya pada gedung bertingkat, maka keamanan dan kenyamanan penggunaannya terjamin. Berbagai tipe peralatan yang digunakan untuk keperluan ini antara lain pompa sentrifugal, pompa *jokey*, tanki air baku, pipa-pipa beserta fitting-fittingnya dan berbagai jenis *valve* dan berbagai peralatan yang berhubungan dengan pemadam kebakaran.

Di antara berbagai jenis peralatan tersebut, instalasi pemadam kebakaran akan disediakan untuk menjamin keamanan gedung perkantoran di Jakarta. Rencana ini mengacu dan berpedoman pada peraturan Pemda DKI dan standar internasional NFPA (*National Fire Protection Association*) dan peraturan terkait lainnya. Agar kedepannya tidak terjadi kesulitan dalam pengoperasian dan pemeliharannya.

## METODE PENELITIAN

### Objek Perencanaan

Nama bangunan	: Perkantoran di Jakarta
Lokasi	: Jl. Arteri Pondok Indah, Gandaria - Jakarta Selatan
Fungsi bangunan	: Bangunan berfungsi sebagai perkantoran
Klasifikasi kebakaran	: Kebakaran ringan
Sumber air	: PDAM dan sumur dalam
Diskripsi bangunan	

**Tabel 1. Data bangunan**

No.	Nama Lantai	Fungsi	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Besmen 3	Parkir, lift lobi, ruang mep, ruang workshop. Ruang tunggu supir, toilet.	711
2	Besmen 2	Parkir, lift lobi, ruang stp, ruang engineer, ruang tangki solar, ruang sampah, toilet.	896
3	Besmen 1	Parkir, lift lobi, gudang, ruang mep, loading dock, mushola & toilet.	1.096
4	Besmen 1A	Parkir, lift lobi, ruang admin, ruang sdf, ruang sekuriti, ruang pengendali kebakaran, ruang panel, janitor & toilet.	1.237

5	Lantai 1	Kantor, lift lobi, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	1.336
6	Lantai 2	Kantor, lift lobi, pantry, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	1.079
7	Lantai 3-16	Kantor, lift lobi, pantry, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	26.698
8	Lantai 17	Kantor, lift lobi, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	1.907
9	Lantai 18	Kantor, lift lobi, pantry, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	1.907
10	Lantai 19	Kantor, lift lobi, pantry, toilet, ruang mesin lift, ruang <i>condensing</i> unit.	1.907
11	Lantai 20-25	Kantor, lift lobi, pantry, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	11.442
12	Lantai 26-32	Kantor, lift lobi, pantry, toilet, ruang <i>condensing</i> unit.	13.349
13	Lantai Atap	Ruang tangki air, ruang pompa, ruang panel.	199
14	Lantai LMR 1&2	Ruang mesin lift.	140
15	Lantai LMR 3	Ruang mesin lift.	140

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem Pompa Pemadam Kebakaran

Sistem pompa pemadam kebakaran untuk hidran dan sprinkler adalah sistem kombinasi (*combine system*) dimana pompa utama terdiri dari satu pompa diesel, satu pompa listrik dan satu pompa pemacu (*Jockey Pump*).

### Kapasitas Pompa Utama

Sesuai dengan SNI 03-174-2000, tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan slang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung. Laju aliran minimum dari pipa tegak hidraulik terjauh harus sebesar 1893 liter/menit (500 gpm). Laju aliran minimum untuk pipa tegak tambahan harus sebesar 946 liter/menit (250 gpm) untuk setiap pipa tegak yang jumlahnya tidak melampaui 4731 (1250 gpm).

Untuk sistem kombinasi pada bangunan yang dilengkapi dengan proteksi sprinkler otomatis. Laju aliran harus dinaikan dengan jumlah yang setara dengan kebutuhan sprinkler yaitu 1893 liter/menit (500 gpm). Jadi kapasitas pompa utama adalah:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan hidran} &= \text{Riser 1} + \text{Riser 2} \\ &= 500 \text{ GPM} + 250 \text{ GPM} \\ &= 750 \text{ GPM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan sprinkler} &= 500 \text{ GPM} \\ \text{Kapasitas pompa utama} &= 750 \text{ GPM} + 500 \text{ GPM} \\ &= 1250 \text{ GPM} \end{aligned}$$

### Kapasitas Pompa Pemacu (*Jockey Pump*)

Berdasarkan pada NFPA-20 tahun 1990 dalam hal ini kapasitas pompa pemacu dirancang untuk menjaga tekanan sistem dianggap cukup 1% dari kapasitas pompa utama, maka ditentukan kapasitas pompa pemacu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pompa pemacu} &= 1\% \times \text{kapasitas pompa utama} \\ &= 1\% \times 1250 \text{ GPM} \\ &= 12,5 \text{ GPM} \end{aligned}$$

### Menentukan Head Pompa

*Head* di dalam perpompaan dapat didefinisikan secara sederhana sebagai energi tiap satuan berat. Tekanan dari sistem instalasi pompa dapat dibedakan menjadi tekanan statis (tidak dipengaruhi debit, terdiri dari *losses* karena gesekan, fitting, dan juga pada saat masuk dan keluar saluran).

### Head Total Pompa

*Head* yang harus disediakan oleh pompa untuk memindahkan fluida dari satu titik ke titik yang lain tergantung pada perbedaan, tekanan fluida pada masing-masing titik, perbedaan ketinggian, kecepatan aliran dan instalasi perpipaan. *Head* total dapat dinyatakan dengan persamaan.

$$H = h_a + \Delta h_p + h_i + \frac{v^2 d}{2g}$$

Dimana :

H : *Head* total yang harus disediakan pompa (m)

$h_a$  : *Head* statis total (m)

*Head* ini adalah perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan di sisi isap.

$\Delta h_p$  : Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

$$\Delta h_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g}$$

$h_i$  : Berbagai kerugian pada jalur pipa seperti katup-katup, belokan, sambung, dll (m)

$\frac{v^2 d}{2g}$  : *Head* kecepatan keluar (m)

g : Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$p_1$  : Tekanan yang bekerja pada *ground reservoir* ( $N/m^2$ )

$p_2$  : Tekanan yang dibutuhkan pada pipa yang tertinggi ( $N/m^2$ )

$\rho$  : Massa jenis zat cair ( $kg/m^3$ )

### Head Statis Total

*Head* statis total adalah perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan di sisi isap. Dari data diperoleh *head* statis total adalah 142 m.

### Kerugian Tekanan (*Head Losses*)

Kerugian *head* (*head losses*) timbul karena adanya kerugian gesek (*friction*) pada instalasi dan peralatan seperti pipa, fitting, *valve* dan sebagainya. Besarnya kerugian yang timbul dalam instalasi tergantung pada kecepatan aliran, geometri saluran dan kondisi permukaan saluran yang digunakan. Pengaruh kecepatan terhadap rugi-rugi pada instalasi dinyatakan dalam bilangan reynold yang didefinisikan sebagai berikut:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\mu}$$

Dimana :

Re = bilangan Reynolds

v = kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

$\mu$  = viskositas kinematik zat cair ( $m^2/s$ )

Pada  $Re < 2300$  aliran bersifat laminar

Pada  $Re > 4000$  aliran bersifat turbulen

Pada  $Re < 2300 - 4000$  terdapat daerah transmisi, dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran.

Dari data diketahui :

v = 3 m/s

$\mu = 1.004 \times 10^{-6} m^2/s$  (Buku Pompa dan Kompresor, hal: 24)

Pipa tegak untuk mensuplai hidran dan sprinkler dengan diameter 202,74 mm = 0,20274 m ( $\approx 8$  inchi), maka:

$$\begin{aligned} Re &= \frac{vx D}{\mu} \\ &= \frac{3 \times 0,20274}{1,004 \times 10^{-6}} \\ &= 605796,813 \end{aligned}$$

Untuk diameter 26,64 mm = 0,02664 m ( $\approx 1$  inchi), maka :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{vx D}{\mu} \\ Re &= \frac{3 \times 0,02664}{1,004 \times 10^{-6}} \\ Re &= 79601,594 \end{aligned}$$

Karena  $Re > 4000$ , maka aliran bersifat Turbulen.

a. Head kerugian gesek dalam pipa ( $h_f$ )

Sebagai akibat dari adanya gesekan air terhadap dinding pipa, maka akan timbul tekanan-tekanan pada aliran yang biasanya disebut kerugian gesek, dan dinyatakan dengan Darcy-Weisbaclck formula:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D \times 2g}$$

Dimana:

$h_f$  = kerugian yang disebabkan gesekan (m)

$f$  = koefisien gesekan dari pipa distribusi

$$= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \quad (\text{Formula Darcy})$$

$L$  = panjang total pipa (m)

$D$  = diameter dalam pipa (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

1. Untuk pipa hisap dari reservoir dengan diameter pipa 254,46 mm = 0,25446 m (10 inchi)

$$\begin{aligned} f &= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,25446} \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

Panjang pipa dari reservoir sampai dengan pompa adalah = 18 m

$g$  =  $9,81 \text{ m}^2/\text{s}$

$v$  = 3 m/s

Sehingga kerugian gesekan pada pipa hisap adalah:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D \times 2g}$$

$$= 0,022 \frac{18 \times 3}{0,25446 \times 2 \times 9,81}$$
$$= 0,714 \text{ m}$$

2. Untuk pipa suplai hidran dan sprinkler dengan diameter pipa 202,74 mm = 0,20274 m (8inchi)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$
$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,20274}$$
$$= 0,022$$

Panjang pipa dari basemen 3 sampai dengan lantai 19 adalah = 95 m

$$g = 9,51 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Sehingga kerugian gesekan pada pipa suplai adalah:

$$hf = f \frac{Lv^2}{D \times 2g}$$
$$= 0,023 \frac{95 \times 3^2}{0,20274 \times 2 \times 9,81}$$
$$= 4,729 \text{ m}$$

3. Untuk pipa suplai hidran dan sprinkler dengan diameter pipa 154,08 mm = 0,15408 m (6inchi)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$
$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,15408}$$
$$= 0,023$$

Panjang pipa dari lantai 20 sampai dengan lantai 31 = 52,3 m

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Sehingga kerugian gesekan pada pipa suplai adalah:

$$hf = f \frac{Lv^2}{D \times 2g}$$
$$= 0,023 \frac{52,3 \times 3^2}{0,15408 \times 2 \times 9,81}$$
$$= 3,581 \text{ m}$$

4. Untuk pipa hidran dengan diameter pipa 102,26 mm = 0,10226 m (4 inchi)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$
$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,10226}$$

$$= 0,025$$

Panjang pipa dari lantai 32 sampai dengan atap adalah = 30,5 m

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Sehingga kerugian gesekan pada pipa hidran adalah :

$$hf = f \frac{Lxv^2}{Dx2g}$$

$$= 0,025 \frac{30,5x3^2}{0,10226x2x9,81}$$

$$= 3,420 \text{ m}$$

5. Untuk pipa hidran dengan diameter pipa 77,92 mm = 0,07792 m (3 inchi)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,07792}$$

$$= 0,026$$

Panjang pipa di lantai atap sampai dengan kotak hidran adalah = 15 m

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Sehingga kerugian gesekan pada pipa hidran adalah :

$$hf = f \frac{Lxv^2}{Dx2g}$$

$$= 0,026 \frac{15x3^2}{0,07792x2x9,81}$$

$$= 2,297 \text{ m}$$

6. Untuk pipa hidran diameter pipa 62,68 mm = 0,06268 m (2,5 inchi)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,06268}$$

$$= 0,028$$

Panjang pipa dari diameter 65 mm ke nozzle = 0,4 m

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Sehingga kerugian gesekan pada pipa hidran adalah :

$$hf = f \frac{Lxv^2}{Dx2g}$$

$$= 0,028 \frac{0,4x3^2}{0,06268x2x9,81}$$

$$= 0,082 \text{ m}$$

Jadi total kerugian *head* pada pipa lurus adalah

$$h_f = 0,714 \text{ m} + 4,729 \text{ m} + 3,581 \text{ m} + 3,420 \text{ m} + 2,297 \text{ m} + 0,082 \text{ m} \\ = 14,82 \text{ m}$$

b. Kerugian *head* pada *reducer*

Kerugian *head* pada *reducer*, berupa penyempitan pada pipa, dapat dinyatakan dengan rumus:

$$h_c = \left[ \frac{1}{C_c} - 1 \right]^2 \times \frac{v^2}{2g}$$

Dimana:

$h_c$  = Kerugian *head* pada *reducer* (m)

$C_c$  = Koefisien penyempitan pada pipa

$v$  = Kecepatan aliran (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

Berdasarkan buku Mekanika Fluida I oleh Victor L. Streeter, dapat dilihat harga koefisien untuk air pada tabel 2 berikut:

**Tabel 2 Koefisien Penyempitan Untuk Air**

$A_2/A_1$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C_c$	0,624	0,632	0,643	0,659	0,681	0,712	0,755	0,813	0,892	1,00

1. Untuk pengecilan diameter dari 202,74 mm (8 inchi) ke 154,08 mm (6 inchi)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4} d_2^2}{\frac{\pi}{4} d_1^2} \\ \frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4} (0,15408)^2}{\frac{\pi}{4} (0,20274)^2} \\ = 0,58 \approx 0,6$$

Maka harga koefisien penyempitan pada pipa diameter 202,74 mm (8 inchi) ke 154,08 mm (6 inchi) adalah :

$$C_c = 0,712 \text{ (dari table 2)}$$

Sehingga kerugian *head* pada penyempitan pipa diameter 202,74 mm (8 inchi) ke 154,08 mm (6 inchi) adalah :

$$h_c = \left( \frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \times \frac{v^2}{2g} \\ h_c = \left( \frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \times \frac{3^2}{2 \times 9,81} \\ = 0,0749 \text{ m}$$

2. Untuk pengecilan diameter dari 154,08 mm (6 inchi) ke 102,26 mm (4 inchi)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}d_2^2}{\frac{\pi}{4}d_1^2}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(0,10226)^2}{\frac{\pi}{4}(0,15408)^2}$$

$$= 0,4$$

Maka harga koefisien penyempitan pada pipa diameter 154,08 mm (6 inchi) ke 102,26 mm (4 inchi) adalah :

$$C_c = 0,659 \text{ (dari table 2)}$$

Sehingga kerugian *head* pada penyempitan pipa diameter 154,08 mm (6 inchi) ke 102,26 mm (4 inchi) adalah :

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 x \frac{v^2}{2g}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1\right)^2 x \frac{3^2}{2x9,81}$$

$$= 0,1228 \text{ m}$$

3. Untuk pengecilan diameter dari 102,26 mm (4 inchi) ke 77,92 mm (3 inchi)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}d_2^2}{\frac{\pi}{4}d_1^2}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(0,07792)^2}{\frac{\pi}{4}(0,10226)^2}$$

$$= 0,6$$

Maka harga koefisien penyempitan pada pipa diameter 102,26 mm (4 inchi) ke 77,92 mm (3 inchi) adalah:

$$C_c = 0,712 \text{ (dari table 2)}$$

Sehingga kerugian *head* pada penyempitan pipa diameter 102,26 mm (4 inchi) ke 77,92 mm (3 inchi) adalah:

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 x \frac{v^2}{2g}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{0,712} - 1\right)^2 x \frac{3^2}{2x9,81}$$

$$= 0,0749 \text{ m}$$

4. Untuk pengecilan diameter dari 77,92 mm (3 inchi) ke 62,68 mm (2,5 inchi)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4} d_2^2}{\frac{\pi}{4} d_1^2}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4} (0,06268)^2}{\frac{\pi}{4} (0,07792)^2}$$

$$= 0,7$$

Maka harga koefisien penyempitan pada pipa diameter 77,92 mm (3 inchi) ke 62,68 mm (2,5 inchi) adalah :

$$C_c = 0,755 \text{ (dari table 2)}$$

Sehingga kerugian *head* pada penyempitan pipa diameter 77,92 mm (3 inchi) ke 62,68 mm (2,5 inchi) adalah :

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{0,755} - 1\right)^2 \times \frac{3^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,0483 \text{ m}$$

Jadi total kerugian *head* karena penyempitan pada pipa adalah :

$$h_c = 0,0749 \text{ m} + 0,1228 \text{ m} + 0,0749 \text{ m} + 0,0483 \text{ m}$$

$$= 0,32 \text{ m}$$

c. *Head* kerugian dalam jalur pipa (*he*)

Kerugian pada jalur pipa adalah kerugian belokan yang berupa kerugian pada *gate valve, elbow, tee, check valve, strainer* dan *flexible joint*. *Head* kerugian pada jalur pipa dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$h_e = k \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

*he* = kerugian pada jalur pipa

*k* = faktor untuk sambungan dan belokan

Sesuai dengan tabel koefisien kerugian tinggi tekan dari buku Mekanika Fluida I oleh Victor L. Streeter, maka bisa dihitung *head* kerugian dalam jalur pipa.

**Tabel 3 *Head* kerugian pada jalur pipa**

Nama kelengkapan	Jumlah kelengkapan	k. faktor	Jumlah k. faktor
<i>Gate valve</i>	4	0,19	0,76
<i>Check valve</i>	1	2,5	2,5
<i>Flexible joint</i>	2	1,8	3,6
<i>Strainer</i>	1	0,19	0,19
<i>Elbow 90°</i>	8	0,9	7,2

<i>Tee</i>	10	1,8	18
	Total		32,25

Maka kerugian pada jalur pipa adalah :

$$h_e = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_e = 32,25 \times \frac{3^2}{29,81}$$

$$= 14,79 \text{ m}$$

Jadi total kerugian *head* (*head losses*)

$$\begin{aligned} h_i &= h_f + h_c + h_e \\ &= 14,82 \text{ m} + 0,32 \text{ m} + 14,79 \text{ m} \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

### Menentukan *Head* Total Pompa

$$H = h_a + \Delta h_p + h_i + \frac{v^2}{2g}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapat *head* sebagai berikut:

$$h_a = 142 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Delta h_p &= \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} \\ &= \frac{(6,9 \times 10^5) - (1 \times 10^5)}{998,3 \times 9,81} \\ &= 60,245 \text{ m} \approx 61 \text{ m} \end{aligned}$$

$p_1$  : Tekanan pada permukaan air di *ground reservoir* =  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (karena *reservoir*nya terbuka, maka tekanan sama dengan udara luar)

$p_2$  : Tekanan yang dibutuhkan pada pipa yang tertinggi =  $6,9 \times 10^5 \text{ N/m}^2$   
(Berdasarkan SNI 03-1745-2000)

$\rho$  : Massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

$$h_i = 30 \text{ m}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Jadi *Head* total pompa

$$\begin{aligned} H &= h_a + \Delta h_p + h_i + \frac{v^2}{2g} \\ &= 142 \text{ m} + 61 \text{ m} + 30 \text{ m} + \frac{(3 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 233,46 \text{ m} \approx 234 \text{ m} \end{aligned}$$

### Menentukan Daya Pompa

Setelah diketahui jenis pompa yang digunakan, maka dapat dihitung daya pompa dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{\rho \times g \times H \times Q}{\eta p}$$

Dimana :

P = Daya pompa (kW)

$\rho$  = Massa jenis air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

g = Percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ )

H = Head pompa (m)

Q = Kapasitas pompa ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\eta p$  = Efisiensi pompa

Dengan memilih nilai efisiensi pompa sebesar 70% maka besar daya pompa dapat diperoleh:

$$P = \frac{998 \times 9,81 \times 234 \times 0,0789}{0,70}$$

$$= \pm 258 \text{ kW}$$

## KESIMPULAN

### a. Electric Fire Pump

Tipe pompa ini adalah tipe *horizontal split case* dengan kapasitas 4731 liter/menit, head pompa yang digunakan adalah 234 m dan dayanya 253 kW dengan menggunakan putaran 2950 rpm. Jumlah pompa elektrik *fire pump* ini adalah 1 unit. Sedangkan yang terpasang di lapangan tipe pompanya *horizontal split case* dengan kapasitas 4731 liter/menit, head pompa yang digunakan adalah 240 m dan dayanya 282 kW dengan menggunakan putaran 2950 rpm, jumlah pompanya 1 unit, ini berarti termasuk aman.

### b. Diesel Fire Pump

Tipe pompa ini adalah tipe *horizontal split case* dengan kapasitas 4731 liter/menit, head pompa yang digunakan adalah 234 m dan dayanya 253 kW dengan menggunakan putaran 2950 rpm. Jumlah pompa *diesel fire pump* ini adalah 1 unit, sedangkan yang terpasang di lapangan tipe pompanya *horizontal split case* dengan kapasitas 4731 liter/menit, head pompa yang digunakan adalah 240 m dan dayanya 282 kW dengan menggunakan putaran 2950 rpm, jumlah pompanya 1 unit, ini berarti termasuk aman.

### c. Jockey Fire Pump

Tipe pompa ini adalah tipe vertikal *multi stage* dengan kapasitas 48 liter/menit, head pompa yang digunakan 234 m dan dayanya 2,6 kW dengan menggunakan putaran 2950 rpm. Jumlah pompa *jockey fire pump* ini adalah 1 unit sedangkan yang terpasang di lapangan tipe pompanya vertikal *multi stage* dengan kapasitas 48 liter/menit, head pompa yang digunakan adalah 240 m dan dayanya 5,5 kW dengan menggunakan putaran 2950 rpm, jumlah pompanya 1 unit, ini berarti termasuk aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwi Tangoro, 2006. "Utilitas Bangunan", UI-Press, Jakarta.
- [2] A. Nouwen, 1981. "Pompa", Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- [3] Hartono Poerbo, 2007. "Utilitas Bangunan", Djambatan, Jakarta.
- [4] Sunarno, 2005. "Mekanikal Elektrikal", Andi Offset, Yogyakarta.
- [5] Sularso, Haruo Tahara, "Pompa dan Kompresor", PT. Pradnya Paramita, Jakarta 2000
- [6] Victor L. Streeter dan Benyamin Wyfe, "Mekanika Fluida I", Erlangga, Jakarta 1996

- 
- [7] Raswari, 1986. "Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan", UI-Press, Jakarta.
  - [8] Raswari, 1986. "Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan", UI-Press, Jakarta.
  - [9] Sato Takeshi, G. Hartono N. Sugiarto, 2000. "Menggambar Mesin Menurut Standar ISO", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
  - [10] Sofyan M. Noer Bambang, Takeo Morimura, 2000. "Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
  - [11] Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum RI, 2000. "Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan". Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
  - [12] SNI 03-1745-2000, 2000. "Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
  - [13] SNI 03-3989-2000, 2000. "Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
  - [14] SNI 03-6570-2000, 2000. "Instalasi Pompa Yang Dipasang Tetap Untuk Proteksi Kebakaran", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
  - [15] Standar NFPA 13 tentang, "Instalation of Sprinkler System"
  - [16] Standar NFPA 14 tentang, "Instalation of Stand Pipe and Hose System"
  - [17] Standar NFPA 20 tentang, "Centrifugal Fire Pumps"

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN