

PEMILIHAN POMPA UNTUK KEBUTUHAN SUPLAI AIR BERSIH GEDUNG 5 LANTAI

¹*Bantu Hotsan Simanullang, ²Suryadi, ³Agung Sudarsono*

¹*Dosen Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, bantuhotsan@gmail.com*

²*Dosen Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,*

³*Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, aagungsudarsono254@yahoo.com*

Abstract

A pump is a device used to move a liquid (fluid) from one place to another through a pipe (channel) medium by adding energy to the fluid being moved and taking place continuously. The selection of the right pump in the building is adjusted to the use of water needs. As for the water needs for a 5-story building with a building area of 2200 m² from the calculation results, the water requirement is 31,680 liters/day. A pump capacity of 150 liters/minute is required with a power of 2.2 kW.

Keywords: *plumbing system, clean water, pump, clean water supply*

1. PENDAHULUAN

Tujuan terpenting dalam sistem penyedia air adalah melayani kebutuhan air bersih. Dalam penyediaan air bersih pastilah memerlukan suatu alat yang dapat memindahkan air tersebut dari satu sumber air ke tempat lain. Kebutuhan air suatu bangunan tergantung pada fungsi kegunaan dari bangunan tersebut dan jumlah penghuninya (Tjouwardi, 2015). Hal ini mendasari bahwa setiap jenis bangunan memiliki kebutuhan air bersih yang berbeda.

Sistem pemipaan air bersih juga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas aliran fluida (air). Sementara itu pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara kontinu

Tabel 1 Kebutuhan Air perorang per hari⁴⁾

Jenis bangunan	Pemakai an air rata-rata/hari	Waktu pemak aian (jam)	Perba nding an luas lantai
Rumah-toko	100-200	8-10	-
Gedung kantor	100	8	60-70
Asrama	120	8	-
Apartemen	200-250	8-10	45-50

			efektif (%)
Rumah-toko	100-200	8-10	-
Gedung kantor	100	8	60-70
Asrama	120	8	-
Apartemen	200-250	8-10	45-50

Mengingat begitu pentingnya merancang sistem penyedia air bersih untuk gedung maka dari itu diperlukan sebuah perancangan sistem suplai air bersih untuk gedung/bangunan tersebut. Untuk merencanakan sistem pemipaan dan pemilihan pompa untuk kebutuhan *supply* air bersih pada gedung 5 lantai diperlukan data awal..

- a. Menaksir kebutuhan air bersih
Menghitung jumlah kebutuhan air berfungsi untuk mengatehaui berapa banyak kebutuhan air yang diperlukan untuk perkantoran tersebut dengan luas 2200 m².
 - **Menaksir banyaknya jumlah orang dalam gedung tersebut**

$$\text{Jumlah Orang} = A \times \text{Effective area} \times \text{Effective area per orang}^{[6]} \quad (1)$$

- **Kebutuhan air dalam sehari**
 $Q_d = \text{jumlah orang} \times \text{kebutuhan air/orang/hari}$ (2)
- **Kebutuhan air perjam**
 $Q_h = \frac{\text{total kebutuhan air/hari}}{\text{jam operasional}}$ (3)
- **Kebutuhan jam puncak**
 $Q_{h-\max} = C_1 \times Q_h$ (4)
- **Kebutuhan menit puncak**
 $Q_{m-\max} = C_2 \times Q_h$ (5)
 Catatan: nilai C_1 berkisar antara 1 – 2 dan C_2 berkisar antara 2 – 4 [4]

b. Volume reservoir

Untuk menghitung ukuran tangki bawah tanah bisa dilihat dari kebutuhan air perharinya dikalikan dengan 50-100 % dari konsumsi kebutuhan air perhari^[1] sedangkan untuk tangki atas adalah:

- $V_r = Q_{h-\max} \times t$ pengisian^[6] (6)

c. Menentukan ukuran pipa

Ukuran pipa perlu untuk diperhitungkan agar debit yang diinginkan bisa tercapai. Adapun rumus untuk menentukan pipa adalah sebagai berikut:

- **Laju aliran air dari PAM**
 $Q_{PAM} = 2/3 \times Q_h \times t$ (7)

- **Diameter ukuran pipa**
 $D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$ (8)

d. Mengitung rugi – rugi aliran

Untuk menghitung kerugian gesek di dalam pipa dapat dipakai salah satu dari dua rumus berikut:

$$hf = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$
 (9)

selanjutnya, untuk aliran yang laminer dan turbulen, terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah aliran tersebut turbulen atau laminer, dipakai bilangan Reynold, dengan rumus sebagai berikut:

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$
 (10)

Suatu aliran dikatakan turbulen apabila nilai Reynold-nya berada diantara *range* 2300 – 4000^[8] sedangkan untuk aliran laminer jika nilai bilangan Reynold-nya < 2300.

- **Rugi-rugi minor pipa**

Rugi-rugi minor adalah kerugian aliran yang disebabkan oleh adanya sambungan-sambungan atau katup, atau aksesoris lainnya dalam sistem pemipaan, adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$hf = f \frac{V^2}{2g}$$
 (11)

Nilai f pada rumus di atas dapat dirujuk dari tabel *equivalen* pipa pada gambar berikut:

Diameter (mm)	Equivalent pipe length (m)									
	90° Elbow	45° Elbow	90° Tee (Branch)	90° Tee (Street)	Gate Valve	Globe valve	Angle Valve	Check Valve	Swirlosity check	Y-Strainer
15	0.6	0.36	0.9	0.18	0.12	4.5	2.4	1.2		1.38
20	0.75	0.45	1.2	0.24	0.15	6.0	3.6	1.8		2.18
25	0.9	0.54	1.5	0.27	0.18	7.5	4.5	2.0		3
32	1.2	0.72	1.8	0.36	0.24	10.5	5.4	2.5		4.62
40	1.5	0.9	2.1	0.45	0.3	13.5	6.6	3.1	4.2	5.47
50	2.1	1.2	3.0	0.6	0.39	16.5	8.4	4.0	3.8	8
65	2.4	1.5	3.6	0.75	0.48	19.5	10.2	4.6	3.8	11.45
75	3.0	1.8	4.5	0.90	0.63	24.0	12.0	5.7	4.0	14.11
100	4.2	2.4	6.3	1.20	0.81	37.5	16.5	7.6	2.0	21.62
125	5.1	3.0	7.5	1.50	0.99	42.0	21.0	10.0	2.0	31.57
150	6.0	3.6	9.0	1.80	1.20	46.5	24.0	12.0	2.0	41.17
200	8.5	3.7	14.0	4.0	1.40	70.0	33.0	15.0	2.8	54.83
250	8.0	4.2	20.0	5.0	1.70	90.0	43.0	19.0	1.7	70.37

Gambar 1. Tabel Equivalen Pipa¹⁾

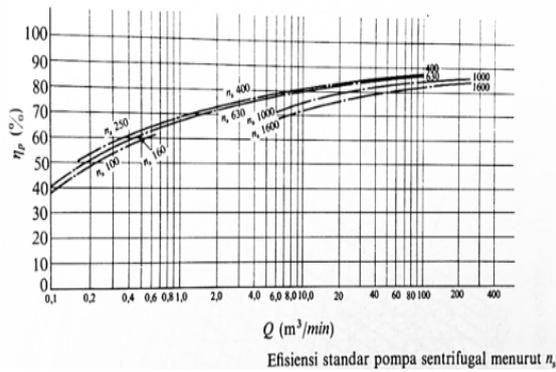
e. Perhitungan sistem pompa dan seleksi¹⁰⁾

- **Daya air** = $\rho \cdot g \cdot Q \cdot H$ (12)

- **Daya poros** = $\frac{P_w}{\eta_p}$ (13)

- **Daya penggerak** = $\frac{P(1+\alpha)}{\eta_t}$ (14)

Dalam menentukan daya poros terlebih dahulu harus mengetahui efisiensi dari pompanya terlebih dahulu, grafik efisiensi pompa terlampir sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik efisiensi pompa⁸⁾

Jika titik kerja sebuah pompa bervariasi dalam satu daerah tertentu, maka daya poros biasanya juga bervariasi. Sehingga daya nominal harus ditentukan untuk daya poros maksimum P dalam daerah kerja normal dengan menggunakan persamaan:

Tabel 2 tabel penggerak mula⁸⁾

Jenis Penggerak mula	α
Motor induksi	0,1- 0,2
Motor bakar kecil	0,15- 0,25
Motor bakar besar	0,1- 0,2

Tabel 3 efisiensi penggerak⁹⁾

Jenis transmisi	η_t
Sabuk rata	0,9 - 0,93
Sabuk V	0,95
Roda gigi lurus satu tingkat	0,92 - 0,95
Roda gigi miring satu tingkat	0,95 - 0,98
Roda gigi kerucut satu tingkat	0,92 - 0,96
Roda gigi planetari satu tingkat	0,95 - 0,98
Kopling hidrolik	0,95 - 0,97

Jika titik kerja sebuah pompa bervariasi dalam satu daerah tertentu, maka daya poros biasanya juga bervariasi. Jadi daya nominal harus ditentukan untuk daya poros maksimum P dalam daerah kerja normal dengan menggunakan persamaan (14)

2. BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan dengan cara melakukan observasi lapangan dan wawancara dengan *owner* proyek dan mempelajari gambar perancangan yang sudah ada, dari hasil wawancara tersebut didapatkan data-data adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Data Gedung (dokumen perancangan)

Data Gedung	
Luas Total Bangunan	2200 m ²
Jumlah Lantai	5 Lantai
Fungsi Gedung	Perkantoran
Tinggi gedung	19 m

Untuk menentukan kebutuhan air dalam perharinya, ukuran pipa untuk distribusi air bersih dan pipa ke alat-alat plambing, serta menentukan pemilihan pompa yang sesuai untuk sistem tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan untuk kebutuhan air untuk gedung dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5 Perhitungan kebutuhan air (hasil pengolahan data)

Item	Nilai
Jumlah penghuni	264 orang
Kebutuhan perhari	26400 l/hari + 20 sf
Kebutuhan perjam	3960 l/jam
Kebutuhan jam pucak	7920 l/jam
Kebutuhan menit puncak	264 l/menit

***SF** (Safety Factor)

Tabel 6 Perhitungan Volume reservoir

Item	Nilai
Reservoir	15840 liter. Dibulatkan ke 16 m ³ bawah
Roof tank	1980 liter dibulatkan 2 m ³

Tabel 7 Diameter pipa dan debit air dari PAM (hasil pengolahan data)

Item	Nilai
Debit	21,12 m ³
Diameter pipa	0,065 m

Tabel 8 Dimensi pipa ke peralatan plambing (hasil pengolahan data)

Item	Nilai
Kloset	0,025 m
Bak cuci tangan	0,015 m
Shower	0,020 m
Urinoir	0,020 m
Bak cuci piring	0,020 m
Tempat wudhu	0,015 m

Tabel 9 Tipe aliran (hasil pengolahan data)

Item	Nilai Reynold
Sisi hisap pipa	63247 (turbulen)
Sisi tekan pipa	79681 (turbulen)

Tabel 10 Dimensi pipa tekan dan hisap (hasil pengolahan data)

Dimensi pipa hisap dan tekan	
Item	Diameter (m)
Pipa hisap	0,050
Pipa tekan	0,040

Head loss mayor dan minor						
Head loss item	Panjang (m)	Hisap	tekan	C _f	Q (m ³ /s)	Head (m)
Pipa hisap	3,50	✓		0,03		0,17
Elbow 90°	4 pos		✓	1,1		0,69
Foot valve	1	✓		4		0,032
Gate valve	1	✓		0,1	0,0025	0,03
Y-strainer	1	✓		8		0,65
Pipa tekan	40 m		✓	0,032		3,9
Elbow 90°	6		✓	1,1		1,81
Gate valve	1		✓	0,06		0,06
Head loss total						8,2
Total						Life circulation mencapai 8 m

Gambar 3. Head loss Major dan Minor (hasil pengolahan data)

Tabel 11 Total loss (hasil pengolahan data)

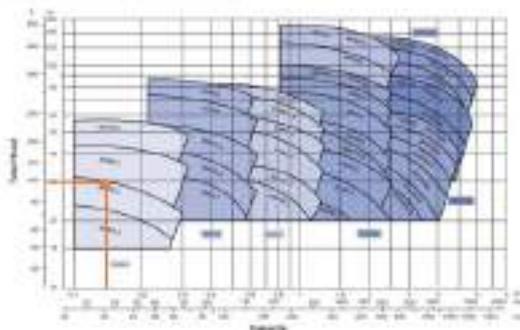
Head	Nilai
Head Statis	21,13 m
ΔP	0
Head loss total	8 m
Total losses	29,13 m

Perhitungan pompa			
Data air	997 kg/m ³ , 0,81 m ³ /s, 0,0025 m ³ /s, 39,13 m	712 W	
		1582,2 W	
Data pasir			
		2369 W	
		Diposikan dengan yang tersedia, yaitu 2369 W	
Data nominal peralatan	0,9	1582,2 (1 + 0,2)	

Gambar 4. Perhitungan pompa (hasil pengolahan data)

Hasil tersebut sesuai dengan grafik pemilihan pompa yang tersedia dipasaran, seperti gambar terlampir:

SELECTION CHART
50Hz (Synchronous Speed 3000 r/min)



Gambar 5. Diagram pemilihan pompa⁵⁾

• Perhitungan NPSH

NPSH dihitung untuk mengetahui kinerja pompa untuk masalah kavitasi. Syarat kerja pompa tidak boleh mengalami kavitasi adalah NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan⁸⁾.

• NPSH Yang Tersedia

$H_{sv} = (\text{NPSH yang tersedia})$

$P_a = \text{Tekanan Atmosfir (10332 kgf/m}^2)$

$\gamma = \text{masa jenis air pada suhu } 25^0 \text{ (997 kgf/m}^3)$

$P_v = \text{Tekanan Uap Jenuh pada suhu } 25^0 \text{ (323,25 kgf/m}^2)$

$H_s = \text{Head isap statis (0,7 m)}$

$H_{is} = \text{Head loss isap (2,18 m)}$

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls}$$

$$H_{sv} = \frac{10322}{997} - \frac{323,25}{997} - 0,7 - 2,18$$

$$H_{sv} = 7,1 \text{ m}$$

• NPSH Yang Diperlukan

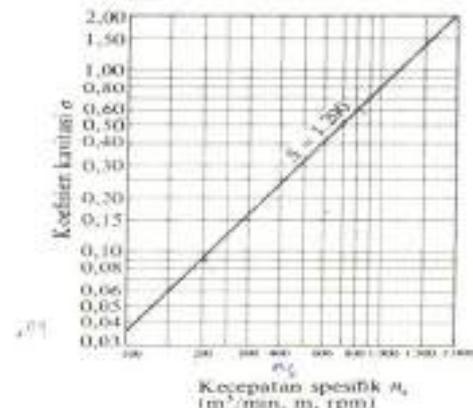
Untuk menghitung NPSH yang diperlukan, hitung kecepatan spesifiknya terlebih dahulu:

$$N_s = n \times \frac{Q^{0,5}}{H^{0,75}} \rightarrow 3000 \times \frac{0,15^{0,5}}{30^{0,75} \text{ m}}$$

$$= 90 \text{ rpm}$$

Jika melihat grafik pada gambar di bawah nilai besaran koefisien kavitasi adalah 0,03 untuk N_s sebesar 90 rpm. Maka persamaan NPSH yang diperlukan pada efisiensi terbaik adalah $H_{svn} = \sigma \cdot H_N \rightarrow 0,03 \times 30 = 0,9 \text{ m}$

$$H_{sv} = 1,5 \times 0,9 = 1,35 \text{ m}$$



Gambar 6. NPSH yang diperlukan dari titik efisiensi tertinggi ke kapasitas besar⁸⁾

Dari perhitungan tersebut diketahui harga NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan, sehingga pompa aman dari kavitasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan desain, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Kebutuhan air perhari sebanyak 31.680 liter/hari, dibulatkan 32.000 liter/hari
2. Kerugian gesek total sebesar 8 meter
3. Diameter pipa hisap dan tekan masing – masing adalah 50 mm dan 40 mm
4. Diameter pipa ke alat *plumbing* masing – masing 25 mm untuk ke kloset, 15 mm bak cuci tangan dan tempat wudhu, 20 mm untuk *shower*, *urinoir* dan bak cuci piring
5. Pompa berdaya 2200 Watt dengan model 50 x 40 FS 2 HA 5 2.2 H merk Ebara
6. NPSH tersedia > NPSH yang dibutuhkan sehingga pompa aman dari kavitasi

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, *Water Supply System Training*, PT SUA: Jakarta
Dixon S.L., Penterjemah: Sutanto; Mekanika fluida: *Termodinamika*

mesin turbo. ed. 1, cet.1 – Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia

Purba, Jody Roy Dahlan. Skripsi: *Perancangan sistem perpipaan air bersih di hotel Jayakarta*: Universitas Sanata Dharma, 2008

Noerbambang, Soufyan Moh, Takeo Morimura: *Perencanaan Dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Cetakan ke 9 –Jakarta: Pradnya Paramita, 2005

<https://www.moosadaly.com/iamadmin/uploads/2455583.pdf> diakses 08 Oktober 2019 23:48 WIB

<https://pompair.com/pompa-air-sumur-bor-dalam/> diakses pada 23 September 2019

Ubaedilah, Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol 05, No. 3. Jakarta: Universitas Mercubuana, 2016

Sularso, Haruo Tahara: *Pompa & Kompresor: Pemilihan, pemakaian, dan pemeliharaan*. Cetakan ke 5 – Jakarta: Pradnya Paramita, 1994

Sriyono, Dakso, Fritz Dietzel: *Turbin Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga

Da Silva, P., Simanullang, B. H., & Kumbarasari, S. Centrifugal pump replanning capacity of 50 liters/s of use on the unit manufacturing company regional drinking water.