



Penentuan Kebutuhan Pompa Air Bersih Fakultas Kemaritiman UNISVET

Suyanto ✉

Fakultas Kemaritiman Universitas IVET

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v2i1>

Info Articles

Sejarah Artikel:
Disubmit Mei 2021
Direvisi Juni 2021
Disetujui Juli 2021

Keywords:
Piping installation, Water pump, Pump capacity

Abstrak

Penentuan kebutuhan air bersih perlu direncanakan dengan tepat. Dalam menentukan kebutuhan air bersih terlebih dahulu perlu diperkirakan jumlah penghuni atau pengguna bangunan rata-rata setiap hari. Atas dasar tersebut kemudian perlu dilakukan perhitungan kebutuhan air bersih rata-rata setiap hari. Penentuan ukuran pipa dan pompa air juga perlu diperhitungkan atas pertimbangan informasi awal kebutuhan pasokan air. Instalasi perpipaan dan penentuan pompa pemasok air bersih yang ada di Fakultas Kemaritiman belum didasari dengan perhitungan terhadap kebutuhan air bersih di Fakultas Kemaritiman. Untuk itu dalam artikel ini akan disampaikan perhitungan kebutuhan air bersih pada gedung Fakultas Kemaritiman, dan spesifikasi pompa yang akan perlu digunakan. Dengan perhitungan dan analisa data yang ada diperoleh hasil kebutuhan air bersih rata-rata $3,36 \text{ m}^3/\text{jam}$ dalam pada kondisi puncak sebesar $6,72 \text{ m}^3/\text{jam}$. Pipa yang digunakan adalah PVC dengan ukuran diameter 1,5 inci. Pompa yang digunakan berdaya listrik 750Watt, daya hisap 6m dan daya dorong 12m, serta kapasitas 240 lt/ menit.

Abstract

Determining the need for clean water needs to be planned properly. In determining the need for clean water, it is necessary to estimate the number of occupants or building users on average every day. On this basis, it is necessary to calculate the average daily water requirement. The determination of the size of the pipes and water pumps also needs to be taken into account based on the consideration of the initial information on the need for water supply. The piping installation and the determination of the pump supplying clean water in the Faculty of Maritime Affairs have not been based on the calculation of the need for clean water at the Faculty of Maritime Affairs. For this reason, this article will be presented calculation of the need for clean water in the Maritime Faculty building, and the specifications of the pump that will need to be used. With the calculation and analysis of the existing data, it is obtained that the average clean water requirement is $3.36 \text{ m}^3/\text{hour}$ in peak conditions of $6.72 \text{ m}^3/\text{hour}$. The pipe used is PVC with a diameter of 1.5 inches. The pump used is 750Watt of electricity, 6m of suction power and 12m of thrust, and a capacity of 240 lt/min.

✉ Alamat Korespondensi: E-mail:
suyantoeste@yahoo.com

ISSN : 2746-1580

PENDAHULUAN

Pentingnya Perencanaan Air Bersih

Kesehatan adalah sesuatu yang sangat berharga yang dimiliki oleh manusia. Menjaga Kesehatan adalah usaha yang harus dilakukan oleh setiap manusia termasuk fasilitas yang digunakan untuk mendukung Kesehatan tersebut. Menjaga Kesehatan dapat dilakukan dengan usaha secara mandiri untuk berolahraga, menjaga kebersihan lingkungan, serta fasilitas yang mencukupi kebutuhan standar kesehatan. Dalam hal ini, fasilitas dalam gedung harus direncanakan dengan baik termasuk fasilitas sanitasi, mengingat aspek-aspek lingkungan harus diperhatikan agar tercapai lingkungan yang sehat. Air tanah merupakan sumber air bersih yang dapat digunakan untuk memasok kebutuhan air baik untuk dikonsumsi maupun sarana MCK. Pembangunan dan perencanaan di sektor air bersih penting, baik itu terkait dengan kualitas air bersih maupun terkait dengan kuantitas atau ketercukupan kebutuhan air bersih. Untuk itu tata Kelola maupun rancangan secara teknis perlu dilakukan agar harapan itu bisa terpenuhi.

Gedung Fakultas Kemaritiman yang berada di kampus Universitas Ivet adalah gedung yang sehari-harinya digunakan untuk kegiatan perkuliahan. Dalam setiap aktivitas manusia termasuk didalamnya adalah kegiatan perkuliahan yang melibatkan mahasiswa dan dosen, ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan yang mutlak disediakan. Maka dari itu system perencanaan perpipaan dan penyediaan pompa untuk suplai air bersih perlu direncanakan sesuai dengan pertimbangan fungsi dan kelayakan bangunan mengacu pada pedoman dan peraturan yang ada.

Pada penentuan instalasi perpipaan dan penentuan pompa pemasok air bersih yang telah ada, sebelumnya belum dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan air bersih di Fakultas Kemaritiman. Dalam menentukan kebutuhan air bersih terlebih dahulu perlu diperkirakan jumlah penghuni atau pengguna bangunan rata-rata setiap hari. Atas dasar tersebut kemudian perlu dilakukan perhitungan kebutuhan air bersih rata-rata setiap hari. Penentuan ukuran pipa dan pompa air juga perlu diperhitungkan atas pertimbangan informasi awal kebutuhan pasokan air. Untuk itu dalam artikel ini akan disampaikan perhitungan kebutuhan air bersih pada gedung Fakultas Kemaritiman, spesifikasi pompa yang akan perlu digunakan.

Standar Penyediaan Air Domestik dan Non Domestik

Standar Penyediaan Air domestik ditentukan oleh jumlah pengguna domestik yang dapat diketahui dari data penduduk yang ada. Standar penyediaan kebutuhan domestik ini meliputi minum, mandi, masak, dan lain-lain. Kecenderungan meningkatnya kebutuhan dasar air ditentukan oleh kebiasaan pola hidup masyarakat setempat dan didukung oleh kondisi sosial ekonomi. Dengan demikian untuk dapat mengetahui kebutuhan air pada masa yang akan datang, antara lain kita perlu mengetahui jumlah penduduk pada masa yang akan datang. Dengan kata lain kita perlu mengetahui 1) Jumlah penduduk pada saat ini, perlu diketahui sebagai dasar untuk menghitung jumlah penduduk pada saat yang akan datang. 2) Kenaikan penduduk. Dengan adanya data tersebut, maka kita dapat menghitung/memperkirakan jumlah penduduk pada masa yang akan datang. Sehingga kita dapat mengetahui kebutuhan air pada masa yang akan datang.

Standar penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya pengguna non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum, dan lainnya. Konsumsi non domestik terbagi menjadi beberapa kategori yaitu : 1) Umum, meliputi : tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor dan lain sebagainya 2) Komersil, meliputi : hotel, pasar, pertokoan, rumah makan dan sebagainya 3) Industri, meliputi: peternakan, industri dan sebagainya. Untuk memprediksi kebutuhan air non domestik perlu diketahui jumlah pengguna bangunan serta aktifitasnya. Apabila tidak diketahui, maka prediksi dapat didasarkan pada suatu ekivalen pengguna, dimana pengguna non domestik dapat dihitung mengikuti perkembangan standar penyediaan air domestik. Kebutuhan air non domestik dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pemakaian Air Bersih Berdasarkan Penggunaan Gedung

No.	Penggunaan gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100 ¹⁾	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500 ²⁾	Liter/tempat tidur pasien /hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor / Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur /hari
13	Hotel Melati/ Penginapan	150	Liter/tempat tidur /hari
14	Gd. pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang, (belum dengan air wudhu)

Sumber : ¹⁾ hasil pengkajian Puslitbang Permukiman Dep. Kimpraswil tahun 2000

²⁾ Permen Kesehatan RI No : 986/Menkes/Per/XI/1992

Head Losses Pada Perpipaan

Head losses merupakan kehilangan energi mekanik persatuan massa. Satuan *head losses* adalah satuan panjang yang setara dengan satu satuan energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu satuan massa fluida setinggi satu satuan panjang yang bersesuaian. Menurut Wahyudi dan Pratikto (2010) *head losses* dapat dibagi menjadi 2 yaitu, *major losses* dan *minor losses*. *Major losses* adalah kerugian pada sistem perpipaan akibat adanya gesekan fluida dengan sepanjang dinding pipa yang mempunyai luas penampang tetap. *Minor losses* adalah kerugian pada sistem perpipaan akibat adanya sambungan pipa, belokan, luas penampang pipa, dan *valve*.

Minor losses pada pipa dibedakan menjadi dua, yaitu belokan karena adanya sambungan yang terkesan tiba-tiba atau tajam, belokan ini disebut *elbow* dan pembengkokan secara berangsur-angsur disebut *bends*. *Elbow* adalah belokan yang terjadi akibat adanya sambungan pipa, sambungan yang dipakai adalah *fitting*/keni. *Fitting* yang biasa dijual dipasaran adalah 45° dan 90°. *Head losses* dapat dikurangi dengan pengkondisian aliran yang timbul. Untuk mengetahui *head loss* pada aliran pipa yang disebabkan oleh gesekan dalam pipa dan sambungan pada pipa (Sularso, 2000).

METODE

Dalam penentuan kebutuhan pompa air bersih di fakultas Kemaritiman Universitas Ivet, dilakukan perhitungan-perhitungan yang meliputi 1) Menentukan jumlah penghuni, 2) Menentukan jumlah pemakaian air, 3) Menentukan diameter pipa dan kecepatan aliran, 4) Menentukan Friction loss ada pipa, 5) Menentukan Friction loss pada fitting, 6) Menentukan total head pompa, 7). Menentukan pompa yang digunakan. Jumlah penghuni gedung bisa dihitung dengan persamaan (1) berikut :

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{\text{Luas Efektif Lantai}}{\text{Kepadatan Hunian}} \quad (1)$$

Kepadatan penghuni bisa diperkirakan sampai 5 m²/orang (Noerbambang, 1991), dan rata-rata bisa diambil 3 m²/ orang. Pemakaian air rata-rata per hari dapat dihitung dengan persamaan (2) dan pemakaian air rata-rata per jam dapat dihitung dengan persamaan (3) sebagai berikut:

$$Qd = 1,2 \times Jml \text{ Penghuni} \times \text{Pemakaian air} \quad (2)$$

Qd adalah pemakaian air rata rata per hari. Perhitungan pemakaian air dilebihkan 20% untuk mengatasi kebocoran dan penyiraman taman (Noerbambang dan Morimura, 1993). Untuk menentukan pemakaian air bisa menggunakan Tabel 1.

$$Qh = \frac{Qd}{\text{Waktu pemakaian}} \quad (3)$$

Qh adalah pemakaian air rata-rata per jam. Pemakaian air rata-rata per jam didapatkan dengan membagi hasil perhitungan pemakaian air rata-rata per hari dengan jam operasional rata-rata per hari. Kebutuhan air yang dijadikan dasar untuk menentukan ukuran pipa dan pompa adalah kebutuhan air pada saat jam puncak, yang bisa dihitung dengan persamaan (4) berikut:

$$Qh_{\text{max}} = C1 \times Qh \quad (4)$$

Konstanta $C1$ biasanya berkisar antara (1,5-2,0), tergantung pada lokasi dan penggunaan pada gedung (Noerbambang dan Morimura, 1993). Selanjutnya dalam menentukan diameter pipa dan kecepatan aliran dapat menggunakan persamaan (5) dan (6) berikut:

$$D_i = 3,9 \cdot Q_F^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \quad (5)$$

$$Q = V \times A \quad (6)$$

D_i adalah diameter dalam pipa (mm atau inchi), Q_F adalah debit aliran (m^3 /jam atau liter/menit), ρ adalah berat jenis fluida (kg/m^3), V adalah kecepatan aliran (m/dt), dan A adalah luas penampang pipa (m^2). Perhitungan friction loss pipa yang terjadi sepanjang pipa yang digunakan adalah dengan persamaan (7) berikut :

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \quad (7)$$

H_f adalah kerugian head (m), Q adalah laju aliran (m^3/s), C adalah koefisien aliran, D adalah diameter pipa (m), dan L adalah panjang pipa (m). Untuk menentukan nilai C bisa dilihat harga pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai C pipa berdasar jenis bahan dan diameter

Tabel 2. Nilai No	Material Pipa	Inlet diameter (mm)		Nilai C	
		min	max	min	max
1	Stainless steel	26,6	303,33	130	142
2	Galvanized pipe	27,3	155,3	116	129
3	Steel pipe sch 40	26,6	303,3	130	142
4	PVC class 15	29	138,7	142	151
5	Polyethilene class 6	21,7	278	140	140
6	Ductile cast iron uncoated	81,5	326,2	118	126
7	Copper	23	223,3	141	146

Head total yang terjadi sepanjang perpipaan bisa dihitung dengan persamaan (8) berikut :

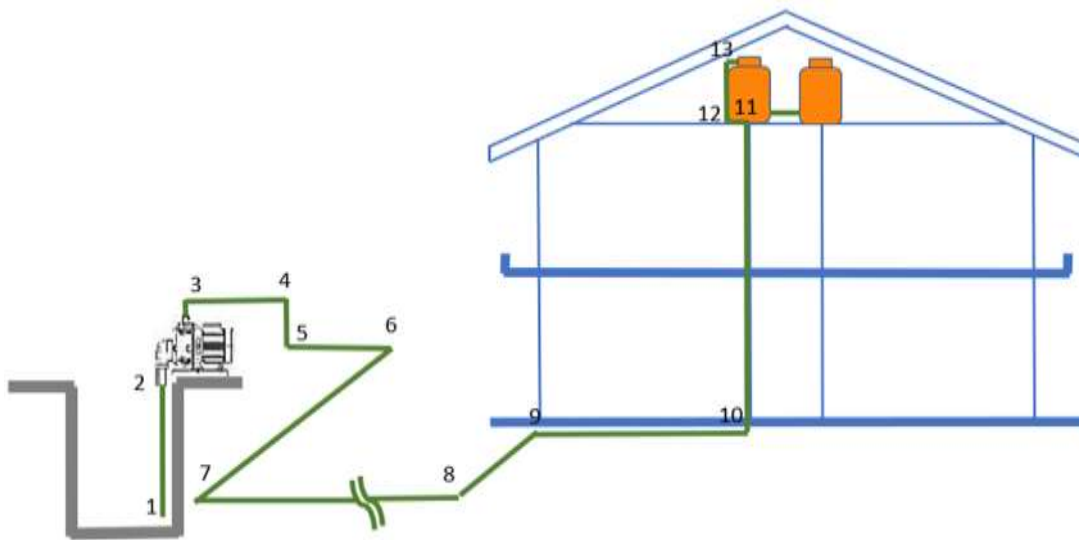
$$H_{total} = H_{F_{pipa}} + H_{fitting} + H_{sf} + H_g \quad (8)$$

$H_{F_{pipa}}$ adalah Friction loss pipa, $H_{fitting}$ adalah Friction loss fitting, H_{sf} adalah Safety factor head, dan H_g adalah Geodetic head. Daya pompa yang digunakan untuk mengalirkan air bersih bisa ditentukan dengan persamaan (9) berikut:

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \eta} \dots\dots\dots \text{kW} \quad (9)$$

P adalah besarnya daya pompa (Watt), Q adalah debit aliran (m³/jam), H adalah total head pompa (m), ρ adalah masa jenis fluida (kg/m³), dan η adalah Efisiensi (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Instalasi pompa dan pipa air bersih Fakultas Kemaritiman Unisvet

Tabel 3. Panjang pipa instalasi air bersih

Section	Panjang Pipa (m)	Section	Panjang Pipa (m)
1-2	2	9-10	10
3-4	1	10-11	6
4-5	0,5	11-12	0,5
5-6	2	12-13	1
6-7	15	Total Panjang Piipa	105
7-8	62	Jumlah Fitting	12
8-9	15	Geodetic Head	8

Luas lantai efektif di gedung Fakultas Kemaritiman adalah 832 m², sehingga jumlah penghuni bisa dihitung sebagai berikut:

$$Jumlah\ Penghuni = \frac{832}{3} = 277,3\ orang$$

Jumlah penghuni ditentukan 280 orang. Gedung kuliah di Fakultas Kemaritiman berdasarkan Tabel 1 termasuk ke dalam golongan gedung yang digunakan untuk Pendidikan SMA/SMK atau Pendidikan yang lebih tinggi, dengan pemakaian air 80 liter/ mahasiswa/ hari. Perhitungan kebutuhan air rata-rata per hari adalah sebagai berikut:

$$Q_d = 1,2 \times 280 \times 80 = 26880 \text{ liter/ hari}$$

Jam operasional rata-rata per hari di Fakultas kemaritiman adalah 8 jam, maka kebutuhan air bersih tiap jam dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_h = \frac{26880}{8} = 3360 \text{ liter / jam} = 3,360 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Pada jam-jam puncak, dimana aktivitas dalam kampus sedang dalam kondisi paling maksimal, maka kebutuhan air tiap jam akan berada pada angka yang lebih tinggi. Untuk itu penggunaan air perlu dikalikan dengan konstanta C1 yang besarnya ditentukan berkisar antara 1,5 sampai dengan 2,0, tergantung pada lokasi dan penggunaan pada gedung (Noerbambang dan Morimura, 1991). Kebutuhan air pada jam puncak diambil konstanta pemakaian (C1) sebesar 2, dengan asumsi pada jam puncak penggunaan air adalah dua kali lipat disbanding penggunaan air pada jam normal. Maka penggunaan air pada jam puncak bisa dihitung sebagai berikut:

$$Q_{h, \max} = 2 \times 3360 = 6720 \text{ liter / jam} = 6,72 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas pompa yang direncanakan yaitu mampu untuk menyediakan kebutuhan air bersih pada gedung Fakultas Kemaritiman dengan kapasitas kebutuhan air sebesar 6,72 m³/jam atau 0,00187 M3/ dt . Dalam ketentuan umum sistem penyediaan air minum atau air bersih antara lain yaitu kecepatan aliran di dalam pipa 0,9 - 2 m/detik (SNI 03-7065- 2005). Karena apabila kecepatan lebih dari 2 m/detik bisa menimbulkan pukulan air yang besar dan menimbulkan kerusakan pada alat plambing, jadi kecepatan aliran dalam pipa diasumsikan nilai $v = 1,5 \text{ m/detik}$. Maka diameter pipa akan ditemukan dengan perhitungan berikut. Perhitungan diameter pipa dengan menggunakan persamaan (5):

$$D_i = 3,9 \times 6,72^{0,45} \cdot 1000^{0,13} = 22,64 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan kita tentukan diameter pipa 25,4 mm atau 1 inchi. Perhitungan diameter pipa dengan menggunakan persamaan (5):

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0,00187 \text{ m}^3/\text{dt}}{1,5 \text{ m/dt}} = 0,001247 \text{ m}^2$$

Maka diameter pipa adalah 40,3 mm, yang kemudian dibulatkan menjadi 1,5 inchi atau 50,8 mm. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 50,8 mm. Maka berdasarkan Tabel 2 constanta Hazen William (C) bisa ditentukan sebesar 144. *Friction loss* pipa bisa dihitung sebagai berikut :

$$H_f = \frac{10,666 \times 0,00187^{1,85}}{144^{1,85} \times 0,0381^{4,85}} \times 105 = 7,9 \text{ m}$$

Friction loss pada *fitting* ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$H_L = \left(\frac{3,35 \times 10^6 \times Q}{d^{2,63} \times C} \right)^{1,852} = 0,059 \text{ m}$$

Maka $H_{fitting}$ adalah H_L dikalikan dengan jumlah *fitting* :

$$H_{Fitting} = H_L \times Jml.Fitting = 0,059 \times 12 = 0,7 \text{ m}$$

Geodetic Head adalah ketinggian vertical dari titik tertinggi pipa *suction* ke titik tertinggi pipa *discharge*, yang besarnya adalah 8 meter. Semetara itu *safety factor head* diambil 0,5. Sehingga total Head Pompa bisa dihitung sebagai berikut:

$$H_{total} = H_{Fpipa} + H_{fitting} + H_{sf} + H_g$$

$$H_{total} = 7,9 + 0,7 + 0,5 + 8 = 17,1 \text{ m}$$

Daya pompa yang digunakan untuk mengalirkan air bersih bisa ditentukan dengan persamaan (9) berikut:

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \eta} \dots\dots\dots \text{ kW}$$

$$P = \frac{6,72 \times 17,1 \times 1}{367 \times 75\%} = 0,417 \text{ kW} = 417 \text{ W}$$

Dari perhitungan-perhitungan yang dilakukan, maka dapat dipilih pompa yang bisa mensuplai kebutuhan air bersih di Fakultas Kemaritiman yaitu pompa air permukaan Grundfos model NS Basic 13-18T.

Tabel 4. Data Spesifikasi Pompa Grundfos NS 13-18T

	SPESIFIKASI	KETERANGAN
	Daya Listrik	750 Watt
	Daya Hisap	6 Meter
	Daya Dorong	12 Meter
	Ukuran Pipa	1,5 Inch
	Kapasitas	240 Lt/ menit

KESIMPULAN

1. Kebutuhan air bersih di Fakultas Kemaritiman rata-rata 3,36 m³/ jam dalam pada kondisi puncak sebesar 6,72 m³/ jam.
2. Pipa yang digunakan adalah PVC dengan ukuran diameter 1,5 inchi, dengan total head loss yang terjadi pada perpipaan sebesar 17,1 m.
3. Pompa yang digunakan Grundfos model NS Basic 13-18T berdaya listrik 750Watt, daya hisap 6m dan daya dorong 12 m, serta kapasitas 240 Lt/ menit.

DAFTAR PUSTAKA

Grundfos, Variant Specifications, <https://product-selection.grundfos.com/id/products/ns/ns-13-18-98904981?tab=variant-specifications>

Moh. Noerbambang, Soufyan dan Morimura, Takeo. 1993. Perencanaan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Noerbambang, S. M., Takeo M., 1991. “Perancangan dan pemeliharaan sistem plambing”, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

SNI 03-7065, 2005, Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, Badan Standarisasi Nasional

Sularso, 2000, Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita, Jakarta.

Wahyudi, Pratikto, Penurunan Kerugian Head pada Belokan Pipa dengan Peletakan Tube Bundle, Jurnal Teknik Mesin, VOL. 12 NO. 1 APRIL 2010