

PERENCANAAN PERPIPAAN AIR BERSIH PADA BANGUNAN HOTEL DI KOTA PALU

Ibnu Fazhar

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta, Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH No.84 Tebet Jakarta,
E-mail : ibnu_fazhar@usahid.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan kota Palu pasca gempa semakin pesat hal ini dikarenakan banyaknya revitalisasi bangunan sarana dan prasarana perkotaan. Banyaknya orang dan pekerja membutuhkan hunian sementara yang nyaman, Hotel adalah suatu jenis akomodasi yang dikelola secara komersial dengan menggunakan sebagian atau seluruh bangunan yang ada untuk menyediakan fasilitas pelayanan jasa penginapan, makanan, dan minuman. Pembangunan hotel dengan fasilitas ketersediaan air bersih sebagai salah satu syarat kenyamanan bagi penghuninya. Untuk itu dibangun sarana air bersih dengan metoda yang mengacu pada SNI 03-7065-2005 (2005) tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing dan SNI 8153-2015 untuk penentuan dimensi pipa air bersih. Hasil perhitungan jumlah hunian pengunjung dan karyawan hotel berkisar 134 orang per hari. Total kebutuhan air bersih adalah 37,44 m³/hari, Kapasitas bak air bawah adalah 21,86 m³ dan kapasitas bak air atas adalah 8,25 m³. Berdasarkan hasil perencanaan dimensi pipa vertikal yaitu 9,66 cm, dibutuhkan pompa sentrifugal dengan daya sebesar 2,76 kW yang dapat dioperasikan selama 15 menit per jam

Kata kunci: Air bersih, hotel, plambing

ABSTRACT

The development of the city of Palu after the earthquake was increasingly rapid, this was due to the large number of revitalisation of urban facilities and infrastructure buildings. Many people and workers need comfortable temporary housing. Hotel is a type of accommodation that is managed commercially by using part or all of the existing building to provide lodging, food and beverage service facilities. The construction of a hotel with the availability of clean water as a condition of comfort for its residents. For this reason, clean water facilities were built using a method that refers to SNI 03-7065-2005 (2005) concerning Procedures for Planning Plumbing Systems and SNI 8153-2015 for determining the dimensions of clean water pipes. The results of the calculation of the number of occupancy of visitors and hotel employees ranged from 134 people per day. Total clean water needs: 37.44 m³/day, Ground water tank capacity: 21.86 m³, roof tank capacity: 8.25 m³. Based on the design results of the 9.66 cm vertical pipe dimension, a centrifugal pump with a power of 2.76 kW is needed can be operated 15 minutes per hour.

Keywords: Clean water, hotel, plumbing

PENDAHULUAN

Kota merupakan pusat kegiatan barang, jasa, sosial, politik, ekonomi, kebudayaan, dan administrasi yang menyebabkan kota mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan kota terjadi karena adanya sebuah kegiatan industri (barang dan jasa) di sebuah kota yang menyebabkan masyarakat dari luar kota berdatangan dan menyebabkan kota harus menyediakan fasilitas-fasilitas penunjang untuk masyarakat, agar masyarakat betah dengan lingkungan kota tersebut (Fitrah, 2015).

Perkembangan dan pertumbuhan kota merupakan prinsip utama dalam mewujudkan keberlanjutan kota. Perkembangan kota lebih cenderung memperhatikan pembangunan kota dan juga mencakup kegiatan pelayanan publik bagi daerah itu sendiri. Upaya untuk mengakomodir kegiatan publik tidak lepas dari jaringan infrastruktur yang menunjang fungsi tersebut, baik itu perumahan,

perkantoran, pusat perbelanjaan, sekolah maupun hotel.

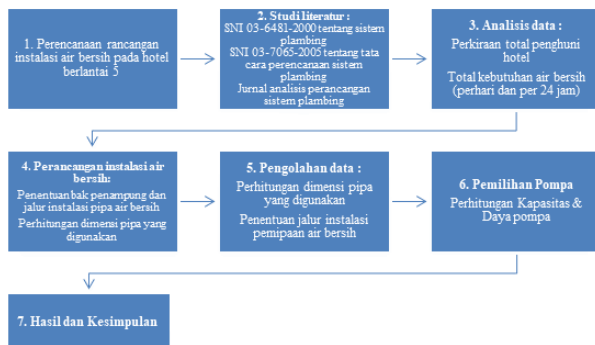
Hotel adalah suatu jenis akomodasi yang dikelola secara komersial dengan menggunakan sebagian atau seluruh bangunan yang ada untuk menyediakan fasilitas pelayanan jasa penginapan, makanan, dan minuman serta jasa yang lainnya dimana fasilitas dan pelayanan tersebut disediakan untuk para tamu dan masyarakat umum yang ingin menginap (Widanaputra, 2009)

Pembangunan suatu gedung harus memperhatikan sistem distribusi air bersih untuk kebutuhan penghuninya, terutama pada suatu gedung hotel dalam memenuhi kebutuhan air bersih untuk tamu yang menginap, sehingga perlu perancangan distribusi air bersih yang baik. Suatu perancangan sistem fasilitas air bersih dibutuhkan perencanaan jaringan sistem perpipaan untuk mempermudah pemasangan instalasi pipa.

Tujuan dari penulisan ini adalah melakukan perhitungan kebutuhan air pada bangunan hotel 5 lantai dan merancang sistem plambing air bersih yang akan memberikan kenyamanan penghuni hotel dalam penggunaan alat plambing air bersih di bangunan hotel tersebut.

METODE

Metode perencanaan yang baik cara-cara yang dapat mendukung dan memudahkan dalam perumusan masalah, yang pertama adalah studi literatur dimana dilakukan perhitungan berdasarkan data-data yang diperoleh, untuk mendukung teori dan perhitungan yang dibuat maka diperlukan studi literatur dari beberapa referensi, baik melalui jurnal, artikel, atau internet (*browsing*), lalu dilakukan pengambilan data yang didapat didapatkan dari informasi kondisi lokasi perencanaan gedung hotel sebagai bentuk perancangan plambing instalasi air bersih. Kemudian melakukan perhitungan teknis dengan memperhitungkan kapasitas dan beban unit plambing untuk memenuhi kebutuhan air hotel. Dan yang terakhir adalah melakukan perhitungan ukuran pipa distribusi untuk kebutuhan gedung hotel pada setiap kamar, lantai dan unit kerja.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Perencanaan Air Bersih

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Sistem instalasi air bersih merupakan sistem pemipaan yang harus disiapkan pada bangunan, baik di dalam maupun di luar bangunan untuk mengalirkan air bersih dari sumber menuju ke outlet (keluaran). Sistem instalasi air bersih direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang sesuai dengan syarat sehingga layak konsumsi. Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam sistem penyediaan air bersih yaitu mengenai kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air

bersih yang digunakan, laju aliran air dalam pipa, kecepatan aliran serta tekanan air.

Perhitungan kebutuhan air bersih hotel berlantai 5 di Kota Palu berdasarkan atas beberapa metode, yaitu:

1. Metode luas lantai efektif gedung hotel
2. Metode jumlah penghuni/ unit kamar

Hotel di Kota Palu direncanakan hotel dengan kategori bintang 3 yang terletak di Jalan Kartini, kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah. Hotel ini direncanakan berlantai 5, dengan fungsi yang berbeda tiap lantainya. Adapun luas hotel sebesar 2.558 m² dengan luas tapak sebesar 305 m².

Tabel 1. Fungsi Ruangan Tiap Lantai Hotel

Lantai	Ruang	Jumlah
1	Kitchen area	1
	Linen Room	1
	Restoran	1
	Lift	1
	Toilet	2
	Reception	1
	Lobby	1
	Meeting Room	2
	Komersial	4
	2-5	Kamar (unit)

Dasar Perhitungan

Untuk perhitungan kebutuhan air dilantai 1 berbeda dengan perhitungan kebutuhan air untuk lantai 2 hingga lantai 5 dikarenakan perbedaan fungsi dan kegiatannya. Untuk lantai dasar atau lantai 1 adalah luas efektif (*Le*) diperkirakan 60% dari luas total lantai dasar hotel.

Adapun langkah langkah perhitungan kebutuhan air bersih pada hotel di Kota Palu adalah sebagai berikut :

$$\text{Luas lantai efektif (Le)} = 60 \% \times \text{Luas lantai dasar hotel} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{L_e}{d} \dots\dots\dots(2)$$

Jumlah kebutuhan air rata-rata perhari di lantai dasar hotel adalah:

$$Qd_1 = \text{Jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air} \dots\dots\dots(3)$$

Jumlah kebutuhan air rata-rata untuk hunian kamar hotel di lantai 2 hingga lantai 5 adalah:

$$Qd_2 = \text{Jumlah kamar} \times \text{Jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air/orang/hari} \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_h = Q_d/t \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- Q_h = pemakaian air rata-rata (l/jam)
- Q_d = pemakaian air rata-rata (l/hari)
- t = pemakaian rata-rata (jam/hari)

$$Q_{h-max} = C_2 \times Q_h \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

- Q_{h-max} = pemakaian air (l/jam)
- C₂ = konstanta 1,5 untuk bangunan rumah tinggal, 1,75 untuk bangunan perkantoran, 2,0 untuk bangunan hotel/apartemen.
- Q_h = pemakaian rata-rata (l/jam)

Pemakaian air pada menit puncak:

$$Q_{m-max} = C_2 \times Q_h \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

- Q_{m-max} = pemakaian air (l/menit)
- C₂ = konstanta 3,0 untuk bangunan rumah tinggal; 3,5 untuk bangunan perkantoran; 4,0 untuk bangunan hotel/apartemen.
- Q_h = pemakaian rata-rata (l/jam)

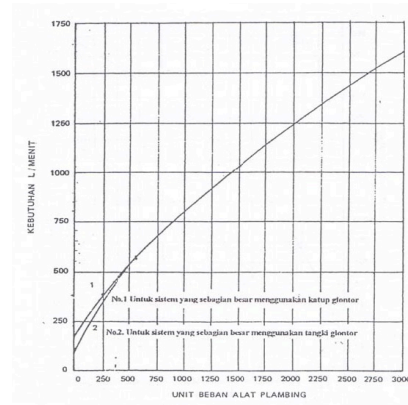
Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menentukan volume tangki bawah, tangki atap, pompa dan sebagainya, adapun untuk menentukan perhitungan dimensi bak air bawah (*Ground Water Tank*) yaitu:

$$V_{GWT} = (T-t) \times Q_d \times Q_s \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

- Q_d = pemakaian air rata-rata (m³/jam)
- Q_s = prosentase suplai air bersih
= $\frac{100\%}{24} = 4,17\%$
- t = pemakaian air 1 hari (jam/hari)
- T = waktu penampungan (hari)

Penentuan volume bak air atas berdasarkan Jumlah total unit alat beban alat plumbing (UBAP). Jumlah beban alat plumbing ini adalah beban pada saat semua alat plumbing dipakai secara serentak. Kemudian dengan mengkonversikan nilai total unit beban (FU) ke kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP (SNI 03-7065-2005).



Gambar 2. Kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP sampai dengan 3000
(Sumber: SNI 03-6481-2000, hal.63)

Dari kurva diatas maka akan didapatkan kebutuhan air sebesar X laju aliran airnya. Dari laju aliran yang diketahui maka dapat dihitung kapasitas *roof tank* adalah sebagai berikut:

$$V_{rt} = V \times \frac{m^3}{1000ltr} \times \frac{P}{jam} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

- V_{rt} = Volume roof tank (m³)
- V = laju aliran air (liter/menit)
- P = waktu pemompaan (menit)

Perhitungan Perpipaan Air Bersih dan Penentuan Head dan Daya Pompa

Berikut merupakan langkah-langkah dalam menentukan jenis pompa yang akan digunakan untuk mengalirkan air dari bak air bawah menuju bak air atas dengan asumsi kecepatan pengaliran antara 0,3 m/s hingga 2,5 m/s. Ditentukan debit pengaliran seperti berikut:

$$Q = \frac{Volume\ roof\ tank}{waktu\ pemompaan} \dots\dots\dots (10)$$

Dihitung diameter pipa pengalir karena:

$$(Q) = v \times A$$

Maka,

$$D = \frac{\sqrt{4 \times Q}}{v \times \pi} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

- Q = debit pengaliran (m³/detik)
- D = diameter Pipa (m)
- v = kecepatan aliran (m/s)

Kecepatan Pengaliran kebenarannya :

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

- V_{cek} = kec. pengaliran (m/detik)
- Q = debit pengaliran (m³/detik)
- D = diameter pipa (m)

- P = tekanan pompa (1.000 kg.m³)
- g = Percepatan grafitasi (9,81 m/detik)
- Q = debit air yang (m³/detik)
- H = Head total pompa (m)

Dihitung head statis, dapat ditentukan dari:

- a. Jarak antar muka air pada bak air bawah (*Ground Water Tank*) terhadap bak air atas (*Roof Tank*).
- b. Jarak dari muka air pada pada bak air bawah (*Ground Water Tank*) hingga titik tertinggi yang pernah dicapai oleh air.

Dalam menentukan kerugian gesek pipa terlebih dahulu di tentukan aliran yang terjadi dalam pipa dengan rumus seperti berikut:

$$Re = \frac{V \times D}{\gamma} \dots\dots\dots (13)$$

Dimana:

- Re = bilangan Reynolds
- V = kecepatan (m/s)
- D = diameter pipa 9 m
- V = viskositas air (8,93 x 10⁻⁷ m²/s)

Aliran tersebut dapat bersifat laminar ataupun turbulen, untuk aliran laminar dengan Re < 2300, dan untuk aliran turbulen Re > 4000. Untuk menentukan kerugian gesek pada pipa (*Headloss*) digunakan rumus seperti berikut:

$$Hf = \lambda \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (14)$$

Dimana:

- h = head kerugian gesek pipa (m)
- λ = koefisien kerugian gesek

Untuk laminar:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{Untuk turbulen: } \lambda = 0,020 + \frac{0,005}{D} \dots\dots\dots (16)$$

- g = gravitasi (9,81 m/s²)
- L = panjang pipa (m)
- V = kecepatan aliran (m/s)
- D = diameter pipa (m)
- Re = bilangan Reynolds

Dihitung head total pompa:

$$H_{Total} = h_a + \Delta h_p + h_l \dots\dots\dots (17)$$

Dimana:

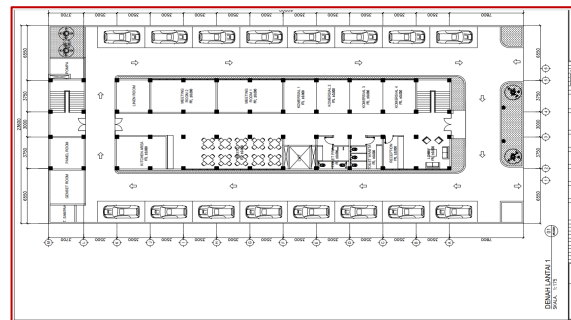
- h_a = head statis (m)
- h = perbedaan tekanan
- h_l = Head Loss total pipa

Dihitung Daya Pompa :

$$\text{Daya Pompa} = \frac{P \times g \times Q \times H}{80\%} \dots\dots\dots (18)$$

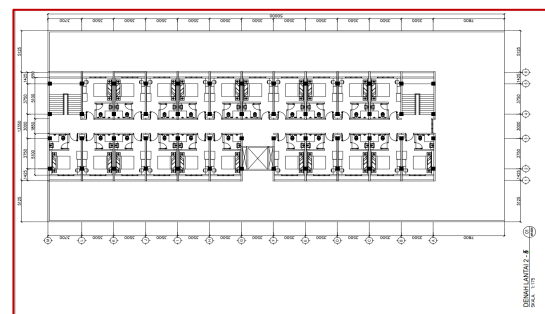
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hotel dibangun pada lantai 1 dengan ukuran 10,5 x 42,2 dengan luas sebesar 443 m², terbagi dalam 2 fungsi utama, yaitu lantai 1 sebagai area resepsionis, area meeting dan area komersil, kitchen area, linen room, restoran dan lift, serta adanya ruang panel dan ruangan genset.



Gambar 3. Layout Denah Lantai 1

Kemudian lantai 2 hingga lantai 5 merupakan area penginapan. Jumlah kamar yang tersedia berjumlah 84 kamar dengan 1 kamar mandi, wastafel, dan closet, 2. Ukuran bangunan pada kawasan ini dengan total lantai 5 sehingga luas keseluruhan bangunan adalah 2.558 m².



Gambar 4. Layout Denah Lantai 2-5

Luas Efektif (Le) diperkirakan 60% dari luas total lantai dasar hotel di Palu, dimana ukurannya huniannya adalah 10,5 x 35= 367,5 m²

$$\begin{aligned} \text{Luas lantai efektif (Le)} &= 60\% \times \text{Luas lantai dasar hotel} \\ &= 60\% \times 367,5 \text{ m}^2 \\ &= 220,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jumlah penghuni lantai dasar hotel adalah:

$$\text{Jumlah penghuni} = \frac{220 \text{ m}^2}{3 \text{ m}^2/\text{orang}} = 73,5 \approx 74 \text{ orang}$$

Pemakaian air rata-rata dalam satu hari pada lantai 1 adalah :

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Total jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari} \\ &= 74 \times 150 \text{ L/orang/hari} \\ &= 11.100 \text{ L/hari} \\ &= 11,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Untuk Lantai 2,3,4 dan 5 (penginapan) dengan tingkat hunian rerata 80% perharinya dari total 84 kamar dengan jumlah tamu 2 orang perkamar.

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Total jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari} \\ &= 134 \times 150 \text{ L/orang/hari} \\ &= 20.100 \text{ L/hari} \\ &= 20,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan total air perhari = 11.100 + 20.100

$$Q_d = 31.200 \text{ L/hari}$$

$$Q_d = 31,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan air di atas perlu ditambahkan 20%. Maka kebutuhan air total (Qd) adalah:

$$\begin{aligned} Q_d &= (100+20)\% \times 31,2 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= (120\%) \times 31,2 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 37,44 \text{ m}^3/\text{hari}. \end{aligned}$$

Lama rentang pemakaian air sesuai diperkirakan 10 jam per hari (antara pukul 07.00-11.00 dan 15.00-21.00), maka didapatkan pemakaian air per jam (Qh) adalah:

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_d / t \\ &= 31.200 \text{ L/hari} / 10 \text{ jam} \\ &= 3.117 \text{ L/jam} \\ &= 3,12 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Pemakaian air pada jam puncak

$$\begin{aligned} Q_{h-max} &= C1 \times Q_h \\ &= 2,0 \times 3,12 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 6,24 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Pemakaian air pada menit puncak

$$\begin{aligned} Q_{m-max} &= C2 \times Q_h \\ &= (4,0 \times 3,1 \text{ m}^3/\text{jam}) \times 1 \text{ jam}/60 \text{ menit} \\ &= 0,21 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Jadi, kebutuhan air bersih untuk hotel berlantai 5 adalah sebesar 37,44 m³/hari. Sehingga dari perhitungan kebutuhan air pada lantai yang digunakan untuk area lantai satu hingga lantai 5 dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2. Kebutuhan air bersih hotel

Lantai	Q _d (m ³ /hari)	Q _h (m ³ /hari)	Q _{h-max} (m ³ /jam)	Q _{m-max} (m ³ /menit)
1-5	37,44	3,12	6,24	0,21

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Penentuan kapasitas volume bak air bawah dan *roof tank* (Bak air atas). Penentuan kapasitas volume bak air bawah adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{GWT} &= (T-t) \times Q_d \times Q_s \\ Q_s &= \text{prosentase suplai air bersih} \\ &= \frac{100\%}{24} = 4,17\% \\ &= (24-10) \times 37,44 \times 4,17\% \\ &= 21,86 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk itu dibuat 2 unit bak dengan kapasitas masing-masing bak sebesar 15 m³. Dimensi bak air bawah /*Ground water tank* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 3 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 2,5 \text{ m} \\ \text{Kedalaman} &= 2 \text{ m} \\ \text{Freeboard} &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Penentuan kapasitas bak air atas (*Roof tank*) dengan memakai tabel jumlah beban unit alat plumbing berdasarkan jenis dan jumlahnya. Jumlah total unit alat beban alat plumbing (UBAP) adalah 581. Jumlah beban alat plumbing ini adalah beban pada saat semua alat plumbing dipakai secara bersamaan. Kemudian dengan mengkonversikan nilai total unit beban (FU) ke kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP (SNI 03-7065-2005).

Tabel 3. Jumlah Unit Beban Alat Plumbing Berdasarkan Jenis dan Jumlahnya

Jenis Alat Plumbing (1)	Jumlah Alat/Lantai (2)	Total (3)	Unit Beban Alat Plumbing (4)	Total Unit Beban (5) = (3 x 4)
Kloset (dengan katup gelontor)	5	5	10	50
Kloset (dengan tangki gelontor)	21	84	3	252
Pancuran mandi (shower)	21	84	2	168
Urinoir (katup gelontor)	3	3	5	15
Bak cuci tangan (keran)	4	4	2	8
Bak cuci tangan (keran)	21	84	1	84
Bak cuci dapur /sink (keran)	1	1	4	4
TOTAL				581

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Maka akan didapatkan kebutuhan air sebesar 550 L/menit atau 9 L/detik. Dari laju aliran yang diketahui maka dapat dihitung kapasitas *roof tank* adalah sebagai berikut:

Volume *roof tank* (V_{rt}) dengan waktu pemompaan 15 menit adalah:

$$V_{rt} = 550 \text{ L/menit} \times \frac{\text{m}^3}{1000} \times 15 \text{ menit/jam}$$

$$= 8,25 \text{ m}^3$$

Untuk itu dibuat 2 unit bak dengan kapasitas masing-masing bak sebesar 5 m^3 . Dimensi bak air bawah/ *Ground water tank* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 2,5 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 2 \text{ m} \\ \text{Kedalaman} &= 1 \text{ m} \\ \text{Freeboard} &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui banyaknya pemompaan yang dilakukan untuk memenuhi Volume Bak atas (*roof tank*) adalah:

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya pemompaan} &= \frac{Qd}{\text{Vol. roof tank}} \\ &= \frac{37,44 \text{ m}^3/\text{hari}}{8,25 \text{ m}^3} \\ &= 4,54 \approx 5 \text{ kali pemompaan} \\ &\text{dalam sehari.} \end{aligned}$$

Perhitungan Dimensi Pipa dan dan Perhitungan Daya/ Tekanan Pompa

Penentuan ini diperlukan untuk menentukan ukuran pipa yang digunakan pada gedung hotel, dan untuk mengetahui dimensi pipa air bersih dengan menentukan debit pengaliran.

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan rata-rata aliran air (v)} &= 1,5 \text{ m/detik} \\ \text{Volume roof tank (Vrt)} &= 10 \text{ m}^3 \\ \text{Waktu pemompaan} &= 15 \text{ menit} \\ &= 900 \text{ detik} \\ \text{Volume Ground water (V}_{\text{gwt}}) &= 30 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

a. Debit Pengaliran yang direncanakan

$$\begin{aligned} (Q) &= \frac{10 \text{ m}^3}{900 \text{ detik}} \\ &= 0,011 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 11,1 \text{ liter/detik} = 39,6 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Diameter pipa air bersih (D) dari ground reservoir ke roof tank :

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \\ D &= \sqrt{\frac{4 \times 0,011}{1,5 \times 3,14}} \\ D &= 0,0966 \text{ m} = 9,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Diameter pipa di pasaran adalah : 4,0 inch

Menentukan Kecepatan Pengaliran

$$\begin{aligned} \text{Diketahui :} \\ \text{Viskositas Kinematik Air} &= 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \\ \text{Diameter pipa (D)} &= 0,0966 \text{ m} \\ \text{Konstanta untuk pipa (L)} &= 130 \\ \text{Koefisien headloss minor (f)} &= 0,06 \\ \text{Panjang aliran pipa lurus : } A &= \pi \times \frac{D^2}{4} = 3,14 \times \frac{0,0966^2}{4} \end{aligned}$$

$$= 0,0073 \text{ m}$$

Kecepatan rata-rata dalam pipa :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} = \frac{39,6 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,0073} \\ &= 5,425 \text{ m/jam} \\ &= 1,50 \text{ m/det.} \end{aligned}$$

Menentukan Head Loss

Dalam menentukan headloss akibat gesekan dalam pipa terlebih dahulu ditentukan aliran yang terjadi dalam pipa dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \frac{v \times D}{\text{Viskositas kinematik}} \\ &= \frac{1,50 \times 0,0966}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 127.105 \end{aligned}$$

Hasil yang didapat memiliki > 4000 , maka alirannya bersifat turbulen.

$$\begin{aligned} \lambda &= 0,02 + 0,005/D \\ &= 0,02 + 0,005/0,0966 \\ &= 0,072 \end{aligned}$$

Headloss Gesekan dihitung dengan menggunakan persamaan *Darcy Weisbach*:

$$\begin{aligned} H_a = H_f &= \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \\ &= 0,072 \times \frac{130}{0,0966} \times \frac{1,50^2}{2 \times 9,81} \\ &= 11,11 \text{ m} \end{aligned}$$

Headloss kerugian tekanan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_p = H_{f1} &= f \times \frac{V^2}{2g} \\ &= 0,06 \times \frac{1,50^2}{2 \times 9,81} \\ &= 0,007 \text{ m} \end{aligned}$$

Headloss Total Pipa dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_L &= f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \\ &= 0,06 \times \frac{130}{0,0966} \times \frac{1,50^2}{2 \times 9,81} \\ &= 9,260 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka Headloss Total Pompa dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H &= H_a + H_p + H_L \times \frac{V^2}{2g} \\ &= 11,11 + 0,007 + 9,26 + \frac{1,50^2}{2 \times 9,81} \\ &= 20,49 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Daya Pompa

Tekanan Pompa diharapkan mencapai 1000 kg/m^3

