

PERANCANGAN SISTEM PLAMBING INSTALASI AIR BERSIH DAN AIR BUANGAN PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN BERTINGKAT TUJUH LANTAI

Suhardiyanto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta
E-mail: hardiyan845@gmail.com

Abstrak -- Sistem plambing adalah bagian yang tidak dapat dipisahkan dari bangunan gedung bertingkat. Sistem plambing dipergunakan untuk menyediakan air bersih dan membuang air kotor serta air buangan ketempat yang telah ditentukan tanpa mencemari bagian-bagian terpenting lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada perancangan gedung bertingkat 7 lantai dengan jumlah penghuni sebesar 1.148 orang diperlukan air bersih sebesar 68,4 m³/hari. Kapasitas bak penampung air bawah (Ground Water Tank) digunakan sebesar 23,4 m³, untuk bak air atas (Roof Tank) digunakan bak penampung air sebesar 8,8 m³, dan untuk bak penampung air buangan (Package STP) digunakan bak penampung berkapasitas 40 m³. Berdasarkan hasil perhitungan digunakan pompa transfer untuk mengalirkan air dari bak air bawah (Ground Water Tank) menuju bak air atas (Roof Tank) dengan kapasitas pengaliran 0,249 m³/menit, head pompa transfer sebesar 41,327 m, dan NPSHa sebesar 6,63 m. Pada perancangan ini distribusi air bersih menggunakan Booster Pump untuk 2 lantai teratas yaitu lantai 6 & lantai 7 dikarenakan tekanan kerja air yang dihasilkan tidak mencukupi sehingga diperlukan Booster Pump dengan kapasitas pengaliran sebesar 3,59 liter/detik dan tekanan kerja sebesar 1,35 kgf/cm². Untuk distribusi air bersih lantai 5 kebawah memanfaatkan tekanan dari ketinggian potensial air dari bak air atas menuju peralatan saniter pada masing-masing lantai.

Kata kunci: plambing, perancangan, kapasitas, tekanan, pompa

1. PENDAHULUAN

Pergeseran pola pembangunan semakin nampak terlihat di era sekarang ini. Pola pembangunan lama, yakni pola pembangunan horizontal, perlahan mulai tergeser dengan pembangunan vertikal berupa pembangunan gedung-gedung bertingkat. Hal ini tak lain dikarenakan terbatasnya lahan yang tersedia untuk kawasan pemukiman dan perkantoran. Oleh karena itu, diperlukan suatu penyelesaian masalah penyediaan wilayah pemukiman ataupun perkantoran tanpa harus menggunakan banyak lahan yaitu melalui pembangunan bertingkat.

Dalam pembangunan gedung bertingkat, dibutuhkan perencanaan matang dari berbagai aspek. Selain perencanaan sistem elektrikal dan perancangan gedung itu sendiri, dibutuhkan pula perencanaan sistem mekanikal gedung yang meliputi sistem ventilasi mekanis, sistem proteksi kebakaran dan sistem plambing yang layak sehingga penghuni dapat merasakan kenyamanan ketika berada pada sebuah bangunan gedung (Sunarno, 2005).

Fungsi dari peralatan plambing adalah pertama, untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan jumlah aliran serta tekanan yang sesuai, dan kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu dan tetap menjaga kebersihan tempat-tempat yang dilaluinya (Noerbambang & Morimura, 2005). Dalam perencanaan sistem plambing air bersih, terdapat hal penting yang harus diperhatikan,

yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air, serta permasalahan yang mungkin timbul jika dilakukan penggabungan antara cadangan air untuk air bersih dan pencegahan pemadam kebakaran (Rinka *et al.*, 2014).

Pada instalasi plambing sering ditemukan tekanan air yang kurang sehingga debit pengaliran air bersih mengalir dengan debit yang kecil terutama pada lantai teratas dari bangunan dikarenakan tekanan air bersih yang digunakan dibawah tekanan minimal yang dipersyaratkan. Pada perancangan sistem plambing ini diperlukan sistem distribusi air bersih yang sesuai dengan jenis bangunan sehingga tekanan dan debit pengaliran air bersih pada masing-masing lantai dapat terpenuhi.

1.1 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penulisan ini adalah bagaimana merancang sistem plambing instalasi air bersih dan air buangan yang akan digunakan pada pembangunan gedung perkantoran bertingkat 7 lantai serta menentukan sistem distribusi air yang akan digunakan sehingga air yang didistribusikan sesuai dengan tekanan yang dipersyaratkan dan air buangan dapat dialirkan tanpa mencemari bagian gedung lainnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan perancangan plambing instalasi air bersih dan air buangan serta sistem distribusi air yang digunakan sesuai dengan perhitungan kebutuhan air bersih dan air buangan pada bangunan.
- 2) Melakukan analisa perhitungan pompa transfer yang akan digunakan untuk mengalirkan air dari *Ground Water Tank* menuju *Roof Tank* dan *Booster Pump* yang akan digunakan untuk mendistribusikan air bersih dari *Roof Tank* menuju peralatan saniter sehingga tekanan distribusi air bersih tercukupi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Mekanikal plambing secara umum merupakan suatu sistem penyediaan air bersih dan penyaluran air buangan di dalam bangunan. Mekanikal plambing juga dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan pipa dan peralatan di dalam gedung atau gedung yang bersangkutan dengan air bersih maupun air buangan yang dihubungkan dengan sistem saluran kota (Sunarno, 2005).

Plambing merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan gedung. Oleh karena itu, perencanaan dan perancangan sistem plambing haruslah dilakukan bersamaan dan sesuai dengan tahapan-tahapan perencanaan dan perancangan gedung itu sendiri, dengan memperhatikan secara seksama hubungannya dengan bagian-bagian konstruksi gedung serta dengan peralatan lainnya yang ada pada gedung tersebut.

Pada jenis penggunaan sistem plambing sangat tergantung pada kebutuhan dari bangunan yang bersangkutan. Dalam hal ini, perencanaan dan perancangan sistem plambing dibatasi pada pendistribusian dan penyediaan air bersih. Adapun fungsi dari instalasi plambing adalah:

- Menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan dan jumlah aliran yang cukup.
- Membuang air buangan dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya.

Dalam sistem plambing memerlukan peralatan yang mendukung terbentuknya sistem plambing yang baik. Jenis peralatan plambing dalam artian khusus, istilah peralatan plambing meliputi:

- Peralatan untuk menyediakan air bersih atau air bersih untuk minum.
- Peralatan untuk menyediakan air panas.

- Peralatan untuk pembuangan air buangan atau air kotor.
- Peralatan saniter (*Plumbing Fixture*).

2.1 Jenis Sistem Plambing Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih diperlukan untuk mengalirkan air bersih menuju tempat yang memerlukan. Dalam perancangan sistem air bersih harus diperhatikan mengenai sistem yang akan digunakan, pada umumnya terbagi dalam beberapa jenis seperti: sistem sambungan langsung, sistem tangki atap, dan sistem tangki tekan.

2.2 Laju Aliran

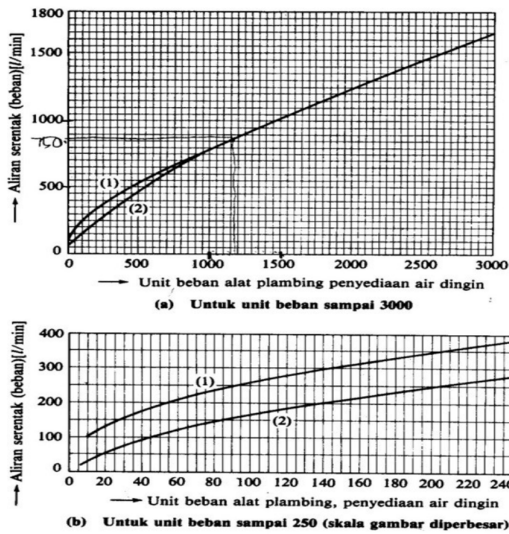
Pada perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan kepada bangunan tersebut. Jumlah dan laju aliran air tersebut seharusnya diperoleh dari penelitian keadaan sesungguhnya. Penentuan laju aliran dapat ditentukan sebagai berikut (Noerbambang & Morimura, 2005):

1) Penentuan laju aliran berdasarkan pemakai

Apabila jumlah penghuni diketahui, atau ditetapkan untuk suatu gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan regulasi dan standar mengenai kebutuhan air per orang per hari untuk sifat penghuni gedung tersebut. Bila jumlah penghuni tidak diketahui, biasanya ditaksir berdasarkan luas lantai dan menetapkan padatan hunian per lantai. Luas lantai gedung yang dimaksudkan merupakan luas lantai efektif, yang berkisar antara 55 sampai 80 persen dari luas seluruhnya.

2) Berdasarkan unit beban alat plambing

Pada metode ini untuk setiap alat plambing ditetapkan suatu unit beban (*fixture unit*). Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan unit beban dari semua alat plambing yang dilayaninya, dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan kurva (Gambar 1). Kurva ini memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat plambing dengan laju aliran air, dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari alat-alat plambing.



Gambar 1. Hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran.
(Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005)

2.3 Tekanan dan Kecepatan Pengaliran

Tekanan minimum pada setiap saat pada titik aliran keluar harus 50 kPa setara dengan 0,5 kgf/cm² (SNI 03-6481, 2000). Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan “standar” adalah 1,0 kgf/cm² sedang tekanan statik sebaiknya diusahakan antara 4,0 kgf/cm² sampai 5,0 kgf/cm² dan untuk perkantoran antara 2,5 kgf/cm² sampai 3,5 kgf/cm². Disamping itu, beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik jika tekanan air kurang dari suatu batas minimum (Poerbo, 2010).

2.4 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Dalam perancangan ini digunakan pemakaian air rata-rata sehari per orang sebesar 50 liter/hari/orang dengan jangka waktu pemakaian air rata-rata dalam sehari yaitu 8 jam (SNI 03-7065, 2005).

Adapun langkah-langkah perhitungan kebutuhan air bersih dalam gedung pada penulisan ini menurut (Noerbambang & Morimura, 2005) adalah sebagai berikut:

- 1) Pemakaian air dalam satu hari

$$Q_d = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari}$$

- 2) Kebutuhan air rata-rata pemakaian per hari

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \tag{1}$$

Dimana:

- Qh = pemakaian air rata-rata (l/jam)
- Qd = pemakaian air rata-rata (l/hari)
- t = pemakaian rata-rata (jam/hari)

- 3) Pemakaian air pada jam puncak

$$Q_{h-maks} = C_1 \cdot Q_h \tag{2}$$

Dimana:

- Qh-maks = pemakaian air (l/jam)
- C1 = konstanta 1,5 untuk bangunan rumah tinggal, 1,75 untuk bangunan perkantoran, 2,0 untuk bangunan hotel/apartemen.

Qh = pemakaian rata-rata (l/jam)

- 4) Pemakaian air pada menit puncak

$$Q_{m-maks} = C_2 \cdot Q_h \tag{3}$$

Dimana:

- Qm-maks = pemakaian air (l/menit)
- C2 = konstanta 3,0 untuk bangunan rumah tinggal, 3,5 untuk bangunan perkantoran, 4,0 untuk bangunan hotel/apartemen.
- Qh = 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*) berdasarkan rumus menurut (Noerbambang & Morimura, 2005) yaitu:

- 1) Penentuan besarnya kapasitas pipa dinas

$$Q_s = \frac{2}{3} \cdot Q_h \tag{4}$$

Dimana:

- Qh = pemakaian air rata-rata (m³/jam)
- Qs = kapasitas pipa dinas (m³/jam)

- 2) Dihitung besarnya volume bak air bawah

$$\text{Volume GWT} = [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \tag{5}$$

Dimana:

- Qd = pemakaian air rata-rata (m³/jam).
- Qs = kapasitas pipa dinas (m³/jam).
- t = pemakaian air 1 hari (jam/hari).
- T = waktu penampungan (hari)

Perhitungan dimensi bak air atas berdasarkan suplai air dari PDAM terutama didasarkan pada fluktuasi kebutuhan air dan pemompaan yang disesuaikan dengan waktunya. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung tangki atap (*Roof Tank*) menurut (Noerbambang & Morimura, 2005) yaitu:

$$V_E = [(Q_p - Q_{h-maks})T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})] \tag{6}$$

Dimana:

Ve = volume bak air atas (m³)

- Qp = kebutuhan puncak (m³/menit)
- Qh-maks = kebutuhan jam puncak (m³/menit)
- Qpu = kapasitas pompa pengisi (m³/menit)
- Tp = jangka waktu kebutuhan (menit)
- Tpu = jangka waktu pengisian (menit)

2.5 Penentuan Head Pompa dan Perhitungan 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 (Noerbambang & Morimura, 2005):

- 1) Ditentukan debit pengaliran seperti berikut:

$$Q = \frac{\text{volume roof tank}}{\text{waktu peompaan}} \tag{7}$$

- 2) Dihitung diameter pipa pengalir

Karena:

$$(Q) = v \times A \tag{8}$$

Maka:

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \times Q}{v \times \pi}\right)} \tag{9}$$

Dimana:

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

- 3) Kecepatan pengaliran kebenarnya

$$v_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \tag{10}$$

Dimana:

- Vcek = kecepatan pengaliran (m/s)
- Q = debit pengaliran (m³/s)
- D = diameter pipa (m)

- 4) Dihitung head statis, dapat ditentukan dari

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

- 5) Dihitung head loss pada pipa dan aksesoris yang digunakan (Sularso & Tahara, 2006) seperti berikut:

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

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \tag{11}$$

Dimana:

- Re = bilangan raynolds
- V = kecepatan (m/s)
- D = diameter pipa 9m
- ν = viskositas air (8,93x10⁻⁷ m²/s)

Aliran tersebut dapat bersifat laminer ataupun turbulen, untuk aliran laminer dengan Re<2300, dan untuk aliran turbulen Re>4000.

- Untuk menentukan kerugian gesek pada pipa (*Head Loss*) digunakan rumus seperti berikut:

$$h_f = \lambda x \frac{L}{D} x \frac{v^2}{2.g} \tag{12}$$

Dimana:

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

Untuk laminer:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Untuk turbulen:

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

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

- *Head loss* akibat aksesoris:

$$H_{e \text{ Elbow}} = n \left(\frac{K \times v^2}{2.g}\right) \tag{13}$$

Dimana:

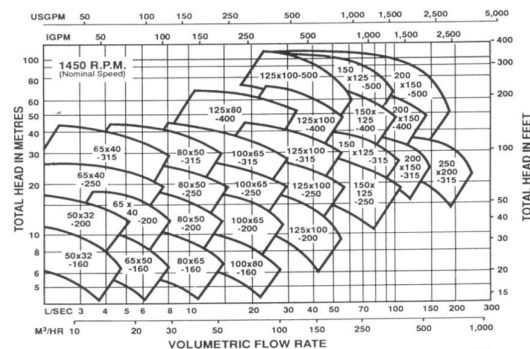
- n = jumlah aksesoris
- K = koefisien gesek

- 6) Dihitung head total pompa

$$H_{total} = h_a + \Delta h_p + h_l \tag{14}$$

Dimana:

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



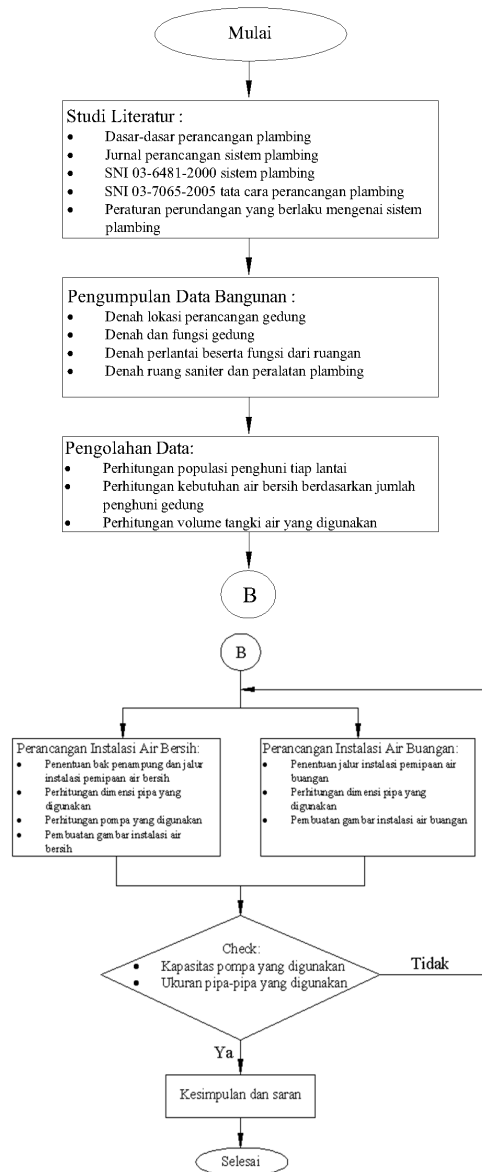
Gambar 2. Tipe pompa GRUNDFORS (Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005)

- 7) Dihitung NPSHa pompa

$$NPSHa = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{Pv}{\gamma} - hs - hls \quad (15)$$
 Dimana:
 $NPSHa$ = daya hisap sistem (m)
 Pa = tekanan pada permukaan air (1 atm = 10332,274 kgf/m²)
 Pv = tekanan uap jenuh (20°C = 238,51 kgf/m²)
 γ = berat jenis air (1000 kgf/m³)
 hs = head isap statis (m)
 hls = head pada pipa hisap (m)
- 8) Jenis pompa melalui grafik tipe pompa seperti terlihat pada Gambar 2.

3. METODOLOGI PERANCANGAN

Pada perancangan ini digunakan metodologi perancangan seperti gambar diagram alir berikut:



Gambar 3. Diagram alir perancangan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan data perhitungan yang telah dilakukan didapat asumsi jumlah kepadatan penghuni pada bangunan sebanyak 1.148 orang.

4.1 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan seperti berikut:

$$Q_d = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari}$$

$$Q_d = 1.148 \text{ orang} \times 50 \text{ liter/hari/orang}$$

$$Q_d = 57.400 \text{ liter/hari}$$

$$Q_d = 57,4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dengan dilakukan penambahan sebesar 20% dari total kebutuhan air bersih yang digunakan (Sunarno, 2005) maka:

$$Q_{d\text{total}} = (100\%+20\%) \times 57 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{d\text{total}} = 120\% \times 57 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{d\text{total}} = 120\% \times 57 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{d\text{total}} = 68,4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka pemakaian air per hari dengan penambahan 20% adalah sebesar 68,4 m³/hari.

- 1) Kebutuhan air rata-rata jam kerja dihitung sebagai berikut:

$$Q_h = \frac{Q_d}{t}$$

dimana:
 Q_h = pemakaian air rata-rata selama jam operasi (l/jam)
 Q_d = pemakaian air rata-rata sehari (l/hari)
 t = jangka waktu rata-rata pemakaian air dalam 1 hari (8 jam/hari)

sehingga:

$$Q_h = \frac{68.400 \text{ l/hari}}{8 \text{ jam/hari}}$$

$$Q_h = 8.550 \text{ l/jam}$$

Maka pemakaian rata-rata air per hari pada jangka waktu 8 jam adalah sebanyak 8.550 l/jam atau sebesar 2,375 l/detik.

- 2) Pemakaian air pada jam puncak dihitung sebagai berikut:

$$Q_{h\text{-maks}} = C_1 \cdot Q_h$$

dimana:
 $Q_{h\text{-maks}}$ = pemakaian air pada jam puncak (l/jam)
 $C_1 = 1,75$
 $Q_h = 8.550 \text{ l/jam}$

sehingga:

$$Q_{h\text{-maks}} = 1,75 \times 8.550 \text{ l/jam}$$

$$Q_{h\text{-maks}} = 14.962 \text{ l/jam}$$

Jadi pemakaian air pada jam puncak sebanyak 14.926 l/jam, atau setara dengan 14,92 m³/jam.

- 3) Pemakaian air pada menit puncak dihitung sebagai berikut:

$$Q_{m-maks} = C_2 \cdot Q_h$$

dimana:

Q_{m-maks} = pemakaian air pada menit puncak
(l/menit)

$$C_2 = 3,5$$

$$Q_h = 8.550 \text{ l/jam}$$

sehingga:

$$Q_{m-maks} = (3,5 \times 8.550 \text{ l/jam}) \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$Q_{m-maks} = (29.925 \text{ l/jam}) \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$Q_{m-maks} = 498,75 \text{ l/menit}$$

Jadi pemakaian air pada menit puncak sebanyak 498,75 l/menit setara dengan 0,498 m³/menit.

4.2 Penentuan Ukuran Bak Air Bawah

Dengan air yang ditampung pada bak air bawah diperlukan ukuran yang sesuai terhadap kapasitas penampungan sehingga penggunaan air pada jam puncak dapat tercukupi.

Penentuan ukuran bak air bawah (*Ground Water Tank*) ditentukan berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Dihitung besarnya kapasitas pipa dinas, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = \frac{2}{3} \times Q_h$$

dimana:

$$Q_h = 8,55 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_s = \text{kapasitas pipa dinas} \\ (\text{m}^3/\text{jam})$$

Sehingga:

$$Q_s = \frac{2}{3} \times 8,55 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_s = 5,7 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- 2) Dihitung besarnya volume bak air bawah (*Ground Water Tank*), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Volume GWT} = [Q_d - (Q_s \times t)] \times T$$

dimana:

$$Q_d = 68,4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_s = 5,7 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$T = 1 \text{ hari}$$

$$t = 8 \text{ jam/hari}$$

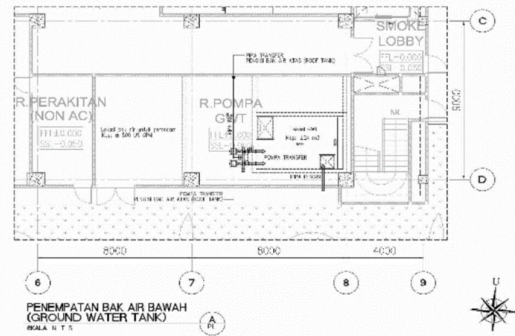
Sehingga:

$$\text{Volume GWT} = [68,4 - (5,7 \times 8 \text{ jam/hari})] \times 1 \text{ hari}$$

$$\text{Volume GWT} = [68,4 - 45 \text{ m}^3/\text{hari}] \times 1 \text{ Hari}$$

$$\text{Volume GWT} = 23,4 \text{ m}^3$$

Jadi, volume bak air bawah (*Ground Water Tank*) yaitu sebesar 23,4 m³. Pada perancangan ini digunakan bak air bawah (*Ground Water Tank*) seperti gambar berikut:



Gambar 4. Penempatan bak air bawah (*Ground Water Tank*)

4.3 Penentuan Ukuran Bak Air Atas

Dalam menentukan dimensi bak air atas (*Roof Tank*) terlebih dahulu harus ditentukan kapasitas volume air yang harus ditampung dalam bak tersebut.

Penentuan kapasitas volume bak air atas menggunakan persamaan dapat ditentukan melalui perhitungan seperti berikut:

$$Q_p = Q_{m-maks} \\ = 0,498 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{h-max} = 14,92 \text{ m}^3/\text{jam} \\ = 14,92 \text{ m}^3/\text{jam} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} \\ = 0,248 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Pada perancangan ini untuk nilai Q_{pu} diasumsikan sebesar Q_{h-max} , sehingga:

$$Q_{pu} = Q_{h-max} \\ = 0,248 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Selain itu, diasumsikan juga bahwa:

$$T_p = 60 \text{ menit}$$

$$T_{pu} = 25 \text{ menit}$$

Dari data-data tersebut, selanjutnya dapat ditentukan volume efektif untuk bak air atas sesuai rumus 2.8 pada bab sebelumnya, yaitu:

$$V_E = [(Q_p - Q_{h-max})T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})]$$

dimana:

$$V_E = \text{volume bak air atas (m}^3\text{)}$$

$$Q_p = 0,498 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{h-max} = 0,248 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{pu} = 0,248 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_p = 60 \text{ menit}$$

$$T_{pu} = 25 \text{ menit}$$

Sehingga:

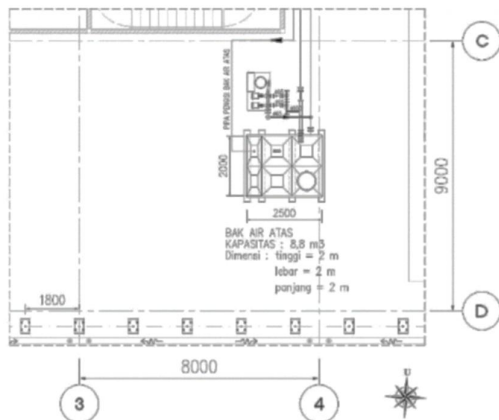
$$V_E = [(0,498 - 0,248 \times \text{m}^3/\text{menit}) \times 60 \text{ menit} - \\ (0,248 \text{ m}^3/\text{menit} \times 25 \text{ menit})]$$

$$V_E = [15 \text{ m}^3 - 6,2 \text{ m}^3]$$

$$V_E = [15 \text{ m}^3 - 6,2 \text{ m}^3]$$

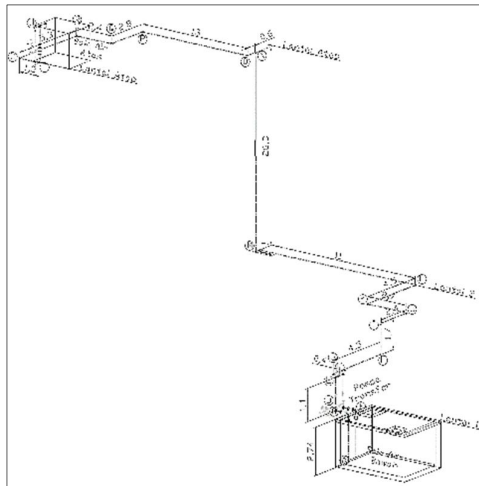
$$V_E = 8,8 \text{ m}^3$$

Jadi, besarnya volume efektif bak air atas (*Roof Tank*) sebesar: 8,8 m³. Untuk gambar penempatan bak air atas seperti gambar berikut:



Gambar 5. Penempatan bak air atas (Roof Tank)

4.4 Penentuan Head dan Jenis Pompa Transfer



Gambar 6. Isometrik pemipaan pompa transfer pengisi bak air atas

Gambar isometrik pompa transfer dapat dilihat seperti Gambar 6 diatas

- 1) Dihitung *Head Loss* total (h_l) yaitu jumlah *Head Loss* pipa beserta aksesoris yang dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$h_l = h_e + h_f$$

dimana:

$$h_l = \text{Head total (m)}$$

$$h_e = 4,243 \text{ m}$$

$$h_f = 2,484 \text{ m}$$

maka:

$$h_l = 4,243 \text{ m} + 2,484 \text{ m}$$

$$h_l = 6,727 \text{ m}$$

- 2) Dihitung *Head* total pompa (H_{total}) yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$H_{total} = h_a + \Delta h_p + h_l$$

maka:

$$H_{total} = 34,6 \text{ m} + 0 + 6,727 \text{ m}$$

$$H_{total} = 41,327 \text{ m}$$

- 3) Ditentukan *NPSHa* pada pompa seperti berikut:

$$NPSHa = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls}$$

dimana:

- $NPSHa$ = daya hisap sistem pompa (m)
- P_a = tekanan pada permukaan air (1ATM = 10332,274 kgf/m²)
- P_v = tekanan uap jenuh (20°C = 238,51 kgf/m²)
- γ = berat jenis air (1000 kgf/m³)
- h_s = head isap statis (2,7 m)
- h_{ls} = kerugian head pada pipa hisap (1,24 m)

maka:

$$NPSHa = \frac{10332,274}{1000} + \frac{238,51}{1000} - 2,7 - 1,24$$

$$NPSHa = 6,63 \text{ m}$$

Jadi total *Head Loss* pompa transfer sebesar 41,327 m, dan *NPSHa* sebesar 6,63 m.

4.5 Perhitungan Booster Pump

Untuk mencukupi tekanan yang diperlukan digunakan asumsi tekanan yang harus tercapai dengan minimal tekanan yang dipersyaratkan sebesar 0,7 kg/cm² sehingga dapat ditentukan penggunaan *Booster Pump* untuk distribusi air bersih pada lantai dimana bila menggunakan gaya gravitasi tekanan yang dihasilkan kurang dari 0,7 kg/cm². Berikut merupakan perhitungan tekanan yang harus dicapai oleh *Booster Pump*:

$$P_{BP} = (P_{re} + P_{min}) \times 1,5$$

dimana:

- P_{BP} = tekanan pada (kgf/cm²)
- P_{re} = tekanan distribusi air bersih pada (lantai 7 sebesar 0,1996 kgf/cm²)
- P_{min} = tekanan minimal yang dipersyaratkan (0,7 kgf/cm²)

sehingga:

$$P_{BP} = (0,1996 \text{ kgf/cm}^2 + 0,7 \text{ kgf/cm}^2) \times 1,5$$

$$P_{BP} = (0,9 \text{ kgf/cm}^2) \times 1,5$$

$$P_{BP} = 1,35 \text{ kgf/cm}^2$$

Jadi pada sistem distribusi air bersih untuk lantai 7 dan lantai 6 diperlukan *Booster Pump* dengan tekanan minimum pada *Booster Pump* sebesar 1,35 kgf/cm² dan laju aliran sebesar 3,59 l/s.

4.6 Penentuan Kapasitas Limbah Air Buangan

Limbah air buangan yang dihasilkan adalah sebesar 40 liter per orang per hari (PERGUB DKI 1225, 2005). Sehingga besar air buangan yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus seperti berikut:

$$Q_d = (1.148 \text{ orang} \times 40 \text{ l/orang/hari}) \times 0,8$$

$$Q_d = (45.920 \text{ liter/hari}) \times 0,8$$

$$Qd = 36.736 \text{ liter/hari}$$

$$Qd = 36,736 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sehingga pada perancangan bangunan ini ditentukan besarnya debit air buangan adalah sebesar 36,736 m³/hari, maka sesuai dengan produk *Package STP* dari produk Bioasahi dapat digunakan *Package STP* RCO-40 dengan debit yang dapat ditampung sebesar 40 m³/hari.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dibahas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Perancangan plambing instalasi air bersih dan air buangan pada gedung perkantoraan bertingkat 7 lantai dengan jumlah penghuni bangunan sebesar 1.148 orang maka di perlukan air bersih sebesar 68,4 m³/hari. Penggunaan kapasitas bak penampung air bersih bawah (*Ground Water Tank*) sebesar 23,4 m³, dan untuk bak air bersih atas (*Roof Tank*) yaitu sebesar 8,8 m³. Bak penampung air buangan yang digunakan (*Package STP*) dengan kapasitas 40 m³.
- 2) Pengaliran air bersih dari bak air bawah menuju bak air atas digunakan pompa transfer dengan kapasitas pengaliran sebesar 0,249 m³/menit, *Head* pompa sebesar 41,327 m, dan *NPSHa* sebesar 6,63 m. Pada tekanan kerja air bersih yang didistribusikan menuju peralatan saniter pada lantai 6 dan lantai 7 digunakan *Booster Pump* dengan kapasitas pengaliran sebesar 3,59 liter/detik, dan tekanan pada *Booster Pump* sebesar 1,35 kgf/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badan Standar Nasional. (2000). *SNI 03-6481-2000 Sistem Plambing*.
- [2]. Badan Standar National. (2005). *SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*.
- [3]. Badan Standar National. (2005). *Pergub DKI-122-2005 Pengolahan Air Limbah Domestik di Provinsi DKI*.
- [4]. Carier. (1985). *Hand Book of Air Conditing System Design*. Mc Graw- Hill Company.
- [5]. Ebara Standar. (2016, December 10). *Ebara End Suction Volute Pump*. Diambil dari website: http://www.ebaraindonesia.com/docs/Brochure_FSA_50_Hz1.PDF
- [6]. International Code Council. (2012). *International Plambing Code*. New York: ICC.
- [7]. Kusuma, Yuriadi Ir. (2014). *Perancangan Sistem Plambing*, Jakarta: Universitas Mercubuana.
- [8]. Menteri Pekerjaan Umum. (2008). *Permenpu No. 26-PRT-M-2008 Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. Departemen Pekerjaan Umum.
- [9]. Noerbambang, Soufian., & Morimura, Takeo. (2005). *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [10]. Poerbo, Hartono. (2010). *Utilitas Bangunan*, Jakarta: Djambata.
- [11]. Rinka, D.K., Sururi, R., & Wardhani, E. (2014). Perencanaan Sistem Plambing Air Limbah dengan Penerapan Konsep Green Building pada Gedung Panghegar Resort Dago Golf-Hotel. *Jurnal Teknik Lingkungan ITENAS*, 2, 1-12.
- [12]. STP Bioasahi. (2016, December 5). *Sewage Treatment Plant (STP) Biotechnologi BIOASAHI*. Diambil dari website: <http://www.septictankbioasahi.co.id>
- [13]. Sularso., & Tahara, Haruo. (2006). *Pompa dan Kompresor*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- [14]. Sunarno Ir. (2005). *Mekanikal Elektrikal Gedung*. Yogyakarta: Andi.
- [15]. Tukiman., Santoso, P., Satmoko, A. (2013). Perhitungan dan Pemilihan Pompa Pada Instalasi Pengolahan Air Bebas Mineral Iradiator Gama Kapasitas 200 Kci. *Proceedings Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir, 14 November 2013* (pp. 339-351). Tangerang Selatan, Indonesia: BATAN.
- [16]. Wavin Standar. (2014). *Standar Pipa PP R Produk Wavin Tigris*. Diambil dari website: <http://www.pipapprwavin jakarta.com>.