

## PERENCANAAN SISTEM AIR BERSIH PADA PEMBANGUNAN TOWER CASPIAN APARTEMEN GRAND SINGKONO LAGOON SURABAYA

Akhmad Rizal Kurniawan<sup>1</sup>, Mohamad Zenurianto<sup>2</sup>, Sunarto Suryanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>rizalkurniawan1013@gmail.com, <sup>2</sup>mzenurianto@polinema.ac.id, <sup>3</sup>nartosuryanto@gmail.com

### ABSTRAK

Menara Kaspia Grand Sungkono Lagoon Apartment Surabaya adalah bangunan 52 lantai dengan luas bangunan 49.969 m<sup>2</sup>. Salah satu bagian penting bangunan adalah sistem penyediaan air bersih. Tujuan dari skripsi ini adalah merancang distribusi air bersih yang mampu memenuhi kebutuhan setiap penghuni apartemen. Data yang diperlukan adalah gambar toko dari proyek, jumlah penghuni, harga unit kerja Surabaya 2018. Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 03-6481-2000 adalah referensi utama sistem perpipaan. Rancangan sistem air bersih menghasilkan: 431 m<sup>3</sup>/hari kebutuhan air bersih; 144 m<sup>3</sup> volume tangki air tanah; 28,7 m<sup>3</sup> volume tangki atap; Kapasitas pompa transfer 1,667 liter / menit; 600 liter / detik kapasitas pompa booster; 140 mm Ø dari pipa transfer; 140 mm Ø pipa utama dan 32 mm Ø pipa saluran air bersih. Sistem ini membutuhkan anggaran sebesar Rp6.696.763.000.

**Kata kunci:** apartemen, air bersih, air buangan

### Abstract

*Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon Apartment Surabaya is a 52 floors building with 49,969 m<sup>2</sup> building area. One of the important parts of a building is the clean water supply system. The purpose of this thesis is to design a distribution of clean water able to meet the needs of each apartment occupant. The required data were shop drawings of the project, the numbers of occupants, work unit price of Surabaya 2018. Indonesian National Standard (SNI) number 03-6481-2000 was the main reference of the plumbing system. The design of clean water system resulted in : 431 m<sup>3</sup>/day clean water demand; 144 m<sup>3</sup> ground water tank volume; 28.7 m<sup>3</sup> roof tank volume ; 1,667 liter/minute transfer pump capacity; 600 liter / second booster pump capacity; 140 mm Ø of the transfer pipe; 140 mm Ø of main pipe and 32 mm Ø sub pipes of clean water system. The system requires a budget of IDR 6,696,763,000.*

**Keywords:** apartment, clean water, waste water

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu sistem penunjang yang penting bagi ketersediaan air bersih gedung adalah sistem plambing. Sistem plambing adalah salah satu fasilitas yang direncanakan secara sistematis untuk penyaluran air bersih menuju setiap unit hunian yang berada pada bangunan tersebut. Perencanaan tersebut dapat meliputi pemilihan cara penyaluran air dengan sistem *Upfeed* maupun *Downfeed*, serta pemilihan jenis dan kapasitas alat dan bahan yang sesuai agar penggunaannya menjadi lebih efisien.

Apartemen Caspian Grand Sungkono Lagoon Surabaya merupakan bangunan gedung yang terdiri dari 48 lantai dengan 4 basement dengan luas lahan 3.156 m<sup>2</sup> dengan perkiraan jumlah penghuni 1.740 orang dengan 5 tipe kamar. Kebutuhan akan air bersih sangat penting untuk keperluan

minum, memasak, mandi, mencuci dan kakus. Sumber air yang digunakan berasal dari suplai Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Dari latar belakang di atas penelitian ini merencanakan sistem plambing air bersih meliputi kebutuhan air bersih, kebutuhan pipa, dimensi reservoir yang digunakan, kebutuhan pompa

Sesuai uraian diatas, tujuan dari perencanaan ini adalah untuk:

1. Menghitung kebutuhan air bersih gedung.
2. Menentukan sistem air bersih pada gedung.
3. Menghitung kebutuhan biaya instalasi sistem distribusi air bersih.

## 2. METODE

### Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah kebutuhan air bersih adalah berdasarkan jumlah pemakai. Berikut ini adalah langkah-langkah metode perhitungan kebutuhan air bersih dalam gedung :

1. Menghitung total penghuni dalam gedung menggunakan **Persamaan 1.**

$$\Sigma \text{ penghuni} = \Sigma \text{ penghuni tiap unit} \times \Sigma \text{ lantai} \quad (1)$$

2. Menghitung pemakaian air bersih gedung (Qd) menggunakan **Persamaan 2.**

$$Qd = \Sigma \text{ penghuni} \times \text{Pemakaian air/orang/hari} \quad (2)$$

3. Menghitung kebutuhan air rata-rata (Qh) menggunakan **Persamaan 3.**

$$Qh = \frac{Qd}{T} \quad (3)$$

Keterangan :

Qh = Pemakaian air rata-rata (ltr/jam)

Qd = Pemakaian air rata-rata per hari (ltr/hari)

T = Jangka waktu rata-rata pemakaian air dalam satu hari (jam)

4. Menghitung kebutuhan air pada jam puncak (Qh-maks) menggunakan **Persamaan 4.**

$$Qh\text{-maks} = C1 \cdot Qh \quad (4)$$

Keterangan :

Qh-maks = pemakaian air pada jam puncak (ltr/jam)

C1 = Konstanta (berkisar antara 1,5 – 2,0)

5. Menghitung pemakai air pada menit puncak (Qm-maks) menggunakan **Persamaan 5.**

$$Qm\text{-maks} = C2 \cdot Qh/60 \quad (5)$$

Keterangan :

Qm-maks = Pemakaian air pada menit puncak (ltr/mnt)

C2 = Konstanta (berkisar antara 3,0 – 4,0)

### Bak Penampungan Air

Bak penampungan air (*reservoir*) berfungsi sebagai penampung air sebelum dialirkan menuju setiap hunian yang dilayani. Tujuannya agar pompa tidak bekerja terus menerus namun debit dan tekanan air sampai ke hunian tetap terjaga. Perhitungan dimensi bak penampung air bawah menggunakan **Persamaan 6.**

$$VR = Qd - (Qs \cdot T) \quad (6)$$

Keterangan :

Qd = Jumlah kebutuhan air per hari (m<sup>3</sup>/hari)

Qs = Kapasitas pipa dinas (m<sup>3</sup>/jam)

T = Jangka waktu rata-rata pemakaian air dalam satu hari (jam)

Perhitungan dimensi bak penampung air atas menggunakan **Persamaan 7.**

$$VE = [(Qp - Qh\text{-maks}) \cdot Tp - (Qpu \cdot Tpu)] \quad (7)$$

Keterangan :

VE = Kapasitas efektif tangki atas (liter)

Qp = Kebutuhan puncak (m<sup>3</sup>/menit) = Qm-maks

Qh-maks = Kebutuhan jam puncak (m<sup>3</sup>/jam)

Tp = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

Tpu = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Qpu = Kapasitas pompa pengisi (m<sup>3</sup>/menit)

### Dimensi Pipa Air Bersih

Perhitungan dimensi pipa air bersih didasarkan dengan debit pengaliran pada jam puncak. Langkah-langkah untuk menghitung besarnya dimensi pipa air bersih adalah sebagai berikut:

1. Penentuan kecepatan asumsi (v)

Pada umumnya kecepatan pengaliran ini berkisar antara 0,3 m/detik hingga 2,5 m/detik.

2. Menghitung debit pengaliran (Q)

Debit pengaliran yang digunakan adalah pada jam puncak dengan menggunakan **Persamaan 8.**

$$\text{Debit Pengaliran (Q)} = \frac{\text{volume roof tank}}{\text{waktu pemompaan}} \quad (8)$$

3. Menghitung diameter pipa (D)

Perhitungan dimensi pipa untuk mencari ukuran pipa yang akan digunakan sesuai kebutuhan pada jam puncak. Dihitung menggunakan **Persamaan 9.**

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

Keterangan :

D = Diameter pipa (m)

Q = Debit pengaliran (m<sup>3</sup>/detik)

v = Kecepatan pengaliran (m/detik)

4. Menghitung kecepatan aliran sebenarnya (Vcek)

Kecepatan aliran sebenarnya dihitung untuk mengecek kecepatan agar sesuai standar yaitu 0,3 m/detik hingga 2,5 m/detik menggunakan **Persamaan 10.**

$$(v_{cek}) = \frac{Q}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} \quad (10)$$

### Tekanan Air

Menghitung tekanan air tiap lantai bertujuan untuk mengetahui apakah tekanan air yang keluar melalui alat plambing pada tiap lantai masih berada pada batas tekanan perencanaan untuk gedung bertingkat. Hukum Bernoulli menyatakan bahwa kenaikan kecepatan aliran fluida akan menyebabkan penurunan tekanan fluida secara bersamaan maka, pada perhitungan tekanan air ini mengabaikan kecepatan aliran air untuk mengetahui tekanan maksimal yang dihasilkan pada setiap lantai bangunan. Perhitungan tekanan air yang terjadi pada setiap lantai menggunakan **Persamaan 11.**

$$P = \rho \cdot g \cdot H \quad (11)$$

Keterangan :

P = Tekanan air

ρ = Berat jenis air

g = Gaya gravitasi

H = perbedaan tinggi

### Pemasangan Pressure Reducing Valve

Untuk mengatasi tekanan air berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan pada alat plambing maka dipasang alat berupa katup air yang berfungsi mengurangi tekanan

yang dihasilkan dari perbedaan ketinggian yang terlalu besar. Yang disebut *water pressure reducing valve* (PRV).

Penempatan PRV tergantung pada kebutuhan di lapangan, biasanya diletakkan dengan jarak per 6 lantai pada gedung bertingkat. Jika tinggi lantai 3 m maka penempatan PRV berjarak 18 m. tekanan air maksimum pada inlet PRV di atur kurang lebih  $3 - 4 \text{ kg/cm}^2$ . Hal ini untuk menjaga keamanan alat-alat pe;aming yang digunakan

**Head Pompa**

Head pompa pada sistem air bersih dicari untuk mengetahui tinggi tekan yang dibutuhkan pada sistem pemompaan air bersih agar pompa yang digunakan dapat bekerja dengan baik saat digunakan.

Berikut adalah 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. Menghitung *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.

2. Menghitung *head loss* pada pipa dan aksesoris yang digunakan seperti berikut:

- Dalam menentukan kerugian gesek pipa lurus menggunakan **Persamaan 12**.

$$H_{f\text{major}} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \cdot L \tag{12}$$

Keterangan:

C = Nilai bahan pipa (PVC = 130)

D = Diameter (m)

Q = Debit pengaliran (m<sup>3</sup>/detik)

- Dalam menentukan kerugian gesek akibat aksesoris menggunakan **Persamaan 13**.

$$H_b = n \cdot kb \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{13}$$

Keterangan :

H<sub>b</sub> = kehilangan energi akibat belokan pipa (m).

n = jumlah belokan.

K<sub>b</sub> = koefisien kehilangan pada belokan pipa.

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/detik<sup>2</sup>)

3. Menghitung *head* total pompa menggunakan **Persamaan 14**.

$$H_{\text{pompa}} = H_{\text{sistem}} + H_{\text{statis}} \tag{14}$$

4. Menghitung daya pompa menggunakan **Persamaan 15**.

$$Whp = \frac{\gamma \cdot Q \cdot Hp}{75} \tag{15}$$

Keterangan :

Whp = Daya pompa (*watt*)

γ = Berat air per satuan volume (kg/m<sup>3</sup>)

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

H<sub>p</sub> = Head pompa (m)

**Sistem Hidran**

Sistem Hidran Kebakaran (*Fire Hydrant System*) adalah suatu system / rangkaian instalasi / jaringan pemipaan untuk menyalurkan air (tekanan tertentu) yang digunakan sebagai sarana pemadaman kebakaran. Sedangkan instalasi hidran kebakaran adalah suatu sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui pipa-pipa dan slang kebakaran. Sistem ini terdiri dari sistem persediaan air, pompa, perpipaan, serta selang dan alat penyembur (*nozzle*)

**Kebutuhan air fire hose reel (box hydrant)**

Menentukan debit yang dialirkan tiap alat (*Q fire hose reel*) yaitu umumnya 0,4 liter/detik untuk bahaya kebakaran ringan. Kemudian dihitung kebutuhan air untuk seluruh alat hidran yang versada di dalam gedung menggunakan

**Persamaan 16.**

$$V_{\text{fire hose reel}} = n \cdot Q_{\text{fire hose reel}} \cdot T \tag{16}$$

Keterangan :

Q : Debit *fire hose reel*

T : lama rata-rata waktu pemadaman (menit)

**Menghitung Dimensi Pipa Hidran**

Perhitungan dimensi pipa untuk mencari unukuran pipa yang akan digunakan sesuai kebutuhan pada jam puncak. Dihitung menggunakan **Persamaan 17**.

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}\right)} \tag{17}$$

Keterangan :

D = Diameter pipa (m)

Q = Debit pengaliran (m<sup>3</sup>/detik)

v = Kecepatan pengaliran (m/detik)

**Head pompa hidran**

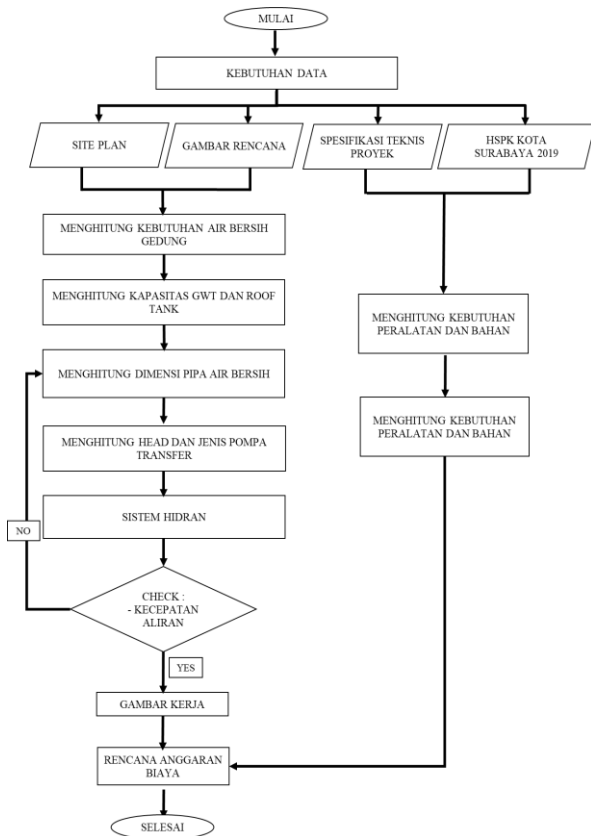
*Head* pompa pada sistem hidran dicari untuk mengetahui tinggi tekan yang dibutuhkan pada sistem hidran agar pompa yang digunakan dapat bekerja dengan baik saat terjadinya kebakaran.

Langkah-langkah perhitungan head pompa pada sistem hidran adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *head* statis, dapat ditentukan dari gambar.
2. Menghitung *head loss* pada pipa dan aksesoris menggunakan **Persamaan 12**.
3. Menghitung *head* total pompa dengan **Persamaan 14**
4. Menentukan jenis dan tipe pompa yang digunakan dengan menggunakan grafik tipe pompa grunfos.
5. Menghitung daya pompa dengan **Persamaan 15**.

**Diagram alir pekerjaan**

Diagram alir perencanaan sistem air bersih pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Sistem Air Bersih

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data jumlah penghuni dan kebutuhan air bersih setiap penghuni maka di dapatkan hasil jumlah penghuni pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah penghuni gedung

No.	Jenis Lantai	Jumlah Lantai	Jumlah Penghuni
1	Hunian	47	1700
2	Non-hunian	5	200
Total			1900

Sumber : hasil perhitungan

Berikut ini perhitungan kebutuhan air bersih gedung berdasarkan jumlah pemakai :

$$Q_d \text{ hunian} = \sum \text{penghuni} \times \text{pemakaian air per orang} = 1700 \text{ orang} \times 250 \text{ liter/org/hari} = 425.000 \text{ liter/hari}$$

$$Q_d \text{ toilet} = \sum \text{pemakai} \times \text{pemakaian air per orang} = 200 \text{ orang} \times 30 \text{ liter/org/hari} = 6.000 \text{ liter/hari}$$

$$Q_d \text{ Total} = 425.000 \text{ liter/hari} + 6.000 \text{ liter/hari} = 431.000 \text{ liter/hari} = 431 \text{ m}^3/\text{hari}$$

1. Kebutuhan air rata-rata berdasarkan Persamaan 3.

$$Q_h = Q_d / T = 431 \text{ (m}^3/\text{hari)} / 10 \text{ (jam/hari)} = 43,1 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Pemakaian air jam puncak berdasarkan Persamaan 4.

$$Q_h\text{-maks} = (C1).(Q_h)$$

$$= 2 \cdot 43,1 \text{ (m}^3/\text{jam.)} = 86,2 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Pemakaian air pada menit-puncak berdasarkan Persamaan 5.

$$Q_{m\text{-max}} = (C2) \left( \frac{Q_h}{60} \right) = 4 \cdot (43,1 \text{ (m}^3/\text{jam.)} / 60 \text{ (menit/jam)}) = 2,871 \text{ m}^3/\text{menit}$$

#### Volume ground water tank

Jangka waktu penggunaan air secara maksimal yaitu sebesar 10 jam dengan rincian sebagai berikut:

- Pukul 05.00 – 09.00
- Pukul 12.00 – 13.00
- Pukul 16.00 – 21.00

Perhitungan volume GWT berdsarkan berdasarkan Persamaan 3.adalah sebagai berikut :

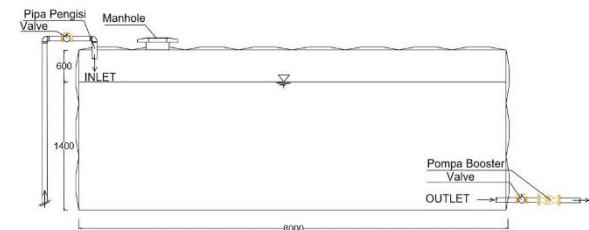
$$V_R = Q_d - Q_s \times T = 431 - 28,73 \times 10 = 143,67 \text{ m}^3$$

Berikut ini adalah dimensi *ground water tank* :

- Panjang = 8 m
- Lebar = 4 m
- Tinggi total = 3 m
- Tinggi efektif = 2,4 m
- Tinggi *free board* = 0,6 m

Akan menggunakan 2 tangki air fabrikasi berbahan *fiberglass* dengan volume total kedua tangki sebesar 154 m<sup>3</sup>.

Rencana tangki air bawah / *ground water tank* menggunakan bahan *fiberglass* pada Gambar 2.



Gambar 2. Potongan memanjang *ground water tank*

#### Volume roof tank

Volume *roof tank* diharapkan mampu menyimpan air sebesar kebutuhan pada jam puncak. Perhitungan dimensi *roof tank* berdasarkan Persamaan 7 adalah sebagai berikut:

$$\text{Jangka waktu (Tp)} = 30 \text{ menit}$$

$$\text{Jangka waktu pompa (Tpu)} = 10 \text{ menit}$$

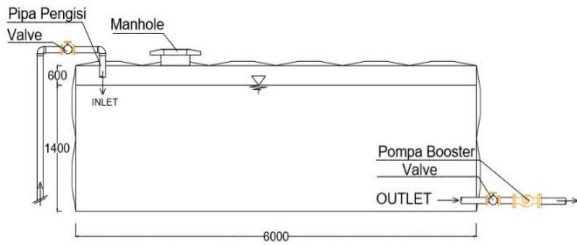
$$V_E = (Q_{m\text{-max}} - Q_{h\text{-max}})T_p - (Q_{h\text{-max}} \cdot T_{pu}) = (2,871 - 1,436) \cdot 30 - (1,436 \cdot 10) = 28,73 \text{ m}^3$$

Berikut ini adalah perkiraan dimensi untuk *ground water tank* :

- Panjang = 6 m
- Lebar = 4 m
- Tinggi total = 2 m
- Tinggi efektif = 1,4 m
- Tinggi *free board* = 0,6 m

Akan menggunakan 1 tangki air fabrikasi berbahan *fiberglass* dengan volume total tangki sebesar 48 m<sup>3</sup>.

Rencana tangki air atas / roof tank menggunakan bahan fiberglass pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampak samping roof tank

**Perhitungan Diameter Pipa Air Bersih**

Perhitungan dimensi pipa terlebih dahulu dengan mencari debit pengaliran di masing-masing saluran pipa. Contoh: pada titik A-a1 diketahui debit pengalirannya sebesar 0,00208 m<sup>3</sup>/dtk, kemudian di ketahui bahan pipa PVC dengan koef. gesek 130 dengan asumsi kecepatan 2,4 m/dtk, maka dapat di ketahui dimensi pipa yang akan dipakai sebesar 32 mm atau 1 inchi. Hasil perhitungan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Perhitungan Diameter Pipa Air Bersih

Letak	Q saluran (m <sup>3</sup> /dtk)	L (m)	V asumsi (m/dtk)	D (mm)	D pasaran (inchi)
1	2	3	4	5	6
PIPA UTAMA TEGAK					
GWT - ROOF TANK	0,023944	195,1	2,4	112,736	5
PIPA BOOSTER	0,002500	18,2	2,4	36,428	1 1/2
PIPA GRAVITASI	0,021444	187,1	2,4	106,688	5
PIPA UTAMA MENDATAR LT.47					
A - a1	0,000208	6,5	2,4	10,516	1
B - C	0,000208	37,3	2,4	10,516	1
A - a2	0,000208	4,5	2,4	10,516	1
D - E	0,000208	37,3	2,4	10,516	1

Sumber : hasil perhitungan

- Q saluran = 0,000208 m<sup>3</sup>/detik
- C Koef. Kekasaran pipa) = 130 (PVC)
- L (Panjang pipa) = 37,3 meter
- V<sub>asumsi</sub> (kecepatan) = 2,4 m/detik

Langkah-langkah perhitungan diameter pipa asir bersih adalah sebagai berikut :

1. Penentuan kecepatan asumsi (v)  
Pada umumnya kecepatan pengaliran ini berkisar antara 0,3 m/detik hingga 2,5 m/detik maka kecepatan asumsi menggunakan 2,4 m/detik.
2. Menghitung debit pengaliran (Q)  
Berdasarkan Persamaan 8 maka di dapat debit pengaliran sebesar 0,000208 m<sup>3</sup>/detik
3. Menghitung dimensi pipa  
Berdasarkan Persamaan 9 maka dimensi pipa B-C yaitu sebesar 10,516 mm. Dengan ketersediaan ukuran di pasaran yaitu digunakan pipa PVC ukuran 32 mm atau 1 inch.
4. Mengontrol kecepatan

kontrol kecepatan dengan v ijin maksimum 2,5 m/s dan v ijin minimum 0,3 m/s. Berdasarkan Persamaan 10, maka V<sub>cek</sub> didapatkan sebesar 1,316 m/detik

**Perhitungan tekanan air**

Perhitungantekanan air pada pipa utama berdasarkan beda ketinggian yang dicapai aliran air pada setiap lantai pada Tabel 3.

Tabel 3. Tekanan air dalam pipa

KETERANGAN	Tinggi/lantai	Perbedaan elevasi	Tekanan Aliran (Kg/cm <sup>2</sup> )
ROOFTANK		0	0
LANTAI 48	4	4	0,400
LANTAI 47	4	8	0,800
LANTAI 46	3,4	11,4	1,140
LANTAI 45	3,4	14,8	1,480
LANTAI 44	3,4	18,2	1,821
LANTAI 43	3,4	21,6	2,161
LANTAI 42	3,4	25	2,501
LANTAI 41	3,4	28,4	2,841
LANTAI 40	3,4	31,8	3,181
LANTAI 39	3,4	35,2	3,521
LANTAI 38	3,4	38,6	3,861
LANTAI 37	3,4	42	4,201
LANTAI 36	3,4	45,4	4,541
LANTAI 35	3,4	48,8	4,882

Sumber : Hasil perhitungan

Perhitungan tekanan air pada lantai ke-40 seperti perhitungan berdasarkan Persamaan 11.

$$\begin{aligned}
 P &= \rho \cdot g \cdot H \\
 &= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2 \cdot 31,8 \text{ m} \\
 &= 311.958 \text{ kg/ms}^2 \\
 &= 311.958 \text{ N/m}^2 \\
 &= 311.958 \text{ N/m}^2 \cdot 0,00001 \text{ bar/ N/m}^2 \cdot 1,0197 \text{ Kg/cm}^2 \\
 &\quad /\text{bar} \\
 &= 3,181 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil tekanan air pada lantai ke-40 adalah sebesar 3,181 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Pemasangan Pressure Reducing Valve (PRV)**

Untuk mengatasi tekanan air berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan pada alat plambing maka dipasang alat berupa katup air yang berfungsi mengurangi tekanan yang dihasilkan dari perbedaan ketinggian yang terlalu besar. Rencana pemasangan PRV pada Tabel 4.

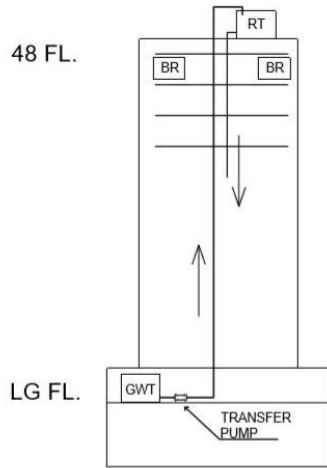
Tabel 4. Peletakan Pressure Reducing Valve

KETERANGAN	Tinggi/lantai	Perbedaan elevasi	Tekanan Aliran (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pemasangan PRV
ROOFTANK		0	0	
LANTAI 48	4	4	0,400	
LANTAI 47	4	8	0,800	
LANTAI 46	3,4	11,4	1,140	
LANTAI 45	3,4	14,8	1,480	
LANTAI 44	3,4	18,2	1,821	
LANTAI 43	3,4	21,6	2,161	
LANTAI 42	3,4	25	2,501	PRV
LANTAI 41	3,4	28,4	2,841	
LANTAI 40	3,4	31,8	3,181	
LANTAI 39	3,4	35,2	3,521	
LANTAI 38	3,4	38,6	3,861	
LANTAI 37	3,4	42	4,201	
LANTAI 36	3,4	45,4	4,541	PRV
LANTAI 35	3,4	48,8	4,882	

Sumber : Hasil perhitungan

**Penentuan Head Pompa**

Perencanaan sistem pemompaan pompa transfer pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema pendistribusian pompa transfer Langkah-langkah perhitungan head pompa transfer adalah sebagai berikut :

1. Menentukan head statis, dari gambar diketahui besar head statis adalah 181,1 m
2. Menghitung head loss akibat gesekan pipa berdasarkan Persamaan 12.

$$\begin{aligned}
 H_{f\text{major}} &= \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \cdot L \\
 &= \frac{10,666 \cdot 0,0239^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 0,1346^{4,85}} \cdot 181,1 \\
 &= 3,9883 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung head loss akibat aksesoris pipa (belokan) berdasarkan Persamaan 13.

$$\begin{aligned}
 H_{f\text{minor 1}} &= n \cdot \left( \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} \right) \\
 &= 10 \cdot \left( \frac{0,25 \cdot 1,684^2}{2 \cdot 9,81} \right) \\
 &= 0,36 \text{ m}
 \end{aligned}$$

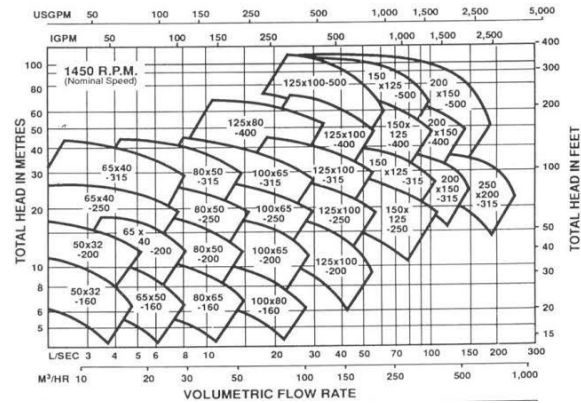
4. Menghitung head loss akibat aksesoris pipa (katup) berdasarkan Persamaan 13.

$$\begin{aligned}
 H_{f\text{minor 2}} &= n \cdot \left( \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} \right) \\
 &= 2 \cdot \left( \frac{0,2 \cdot 1,684^2}{2 \cdot 9,81} \right) \\
 &= 0,05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5. Menghitung head pompa total berdasarkan Persamaan 14.

$$\begin{aligned}
 H_{\text{pompa}} &= H_{\text{statis}} + H_{\text{sistem}} \\
 &= 181,1 + 4,4 \\
 &= 185,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

6. Jika debit pengaliran dan head pompa telah ditentukan maka dilakukan pengeplotan pada grafik pompa grundfos untuk menentukan jenis pompa seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Tipe Pompa Grundfos Sumber: Noerbanbang & Morimura, 2005

7. Menghitung daya pompa

$$\begin{aligned}
 Whp &= \frac{\gamma \cdot g \cdot Q \cdot H_{\text{pompa}}}{75 \%} \\
 &= \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{detik}^2} \cdot 0,0239 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \cdot 185,5 \text{ m}}{75 \%} \\
 &= 58.099,63 \text{ watt} = 58,099 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan Diameter Pipa Hidran**

Perhitungan diameter pipa hidran berdasarkan debit pengaliran di masing-masing fire hose reel yaitu sebesar 6,33 liter/detik. Serta koefisien gesekan bahan 120 menggunakan pipa galvanis. Hasil perhitungan diameter pipa hidran sesuai dengan Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Diameter Pipa Hidran

Letak	Q saluran (Liter/dtk)	Q saluran (m <sup>3</sup> /dtk)	L (m)	D (inch)
1	2	3	4	5
PIPA UTAMA TEGAK				
A - Tangki Bawah	37,98	0,037980	187,3	6
PIPA UTAMA MENDATAR				
Box Hidran 1 - A	6,33	0,006330	9	4
Box Hidran 2 - A	6,33	0,006330	5	4

Sumber : hasil perhitungan

**Menghitung Kebutuhan Air Hidran**

Kebutuhan *fire hose reel* disetiap lantai adalah 2 unit dengan debit masing-masing unit hidran adalah sebesar 6,33 liter/dtk.

$$V \text{ fire hose reel} = Q \text{ fire hose reel} \cdot T$$

$$= 0,038 \text{ m}^3/\text{detik} \cdot 2700 \text{ detik}$$

$$= 102,6 \text{ m}^3$$

Keterangan :

$$T = 45 \text{ menit} = 2700 \text{ detik}$$

Dari perhitungan volume air total *fire hose reel* yaitu sebesar 102,6 m<sup>3</sup> dapat ditentukan kapasitas tangki air hidran dengan dimensi sebagai berikut :

$$\text{Volume ground water tank} = 102,6 \text{ m}^3$$

Dengan rincian :

$$\text{Panjang} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi total} = 3 \text{ m}$$

$$\text{- Tinggi efektif} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{- Tinggi free board} = 0,6 \text{ m}$$

Tinggi *free board* didapat dari Standar Nasional Indonesia tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing yaitu minimal sebesar 0,6 m.

**Dimensi Pipa Hidran**

Debit pengaliran pada masing-masing *fire hose reel hydrant / box* hidran adalah sebesar 0,00633 m<sup>3</sup>/detik. Konstanta kekasaran pipa *galvanis* adalah 120. Sedangkan kecepatan aliran menggunakan 3 m/detik. Hasil perhitungan dimensi pipa hidran pada **Tabel 6**.

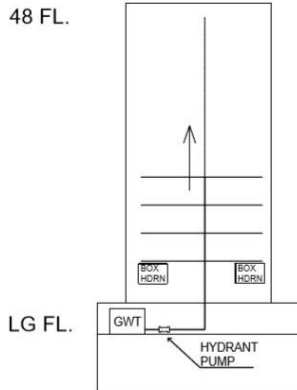
**Tabel 6.** Perhitungan dimensi pipa hidran

Letak	Q saluran (m <sup>3</sup> /dtk)	L (m)	V (m/s)	D (inch)	D (mm)
1	2	3	4	5	6
PIPA UTAMA TEGAK					
A - Tangki Bawah	0,037980	187,3	3	6	160
PIPA UTAMA MENDATAR					
Box Hidran 1 - A	0,006330	9	3	4	110
Box Hidran 2 - A	0,006330	5	3	4	110

Sumber : Hasil Perhitungan

**Pemompaan Hidran**

Perencanaan sistem pemompaan hidran yaitu air dari penampung air bawah dipompa menuju *fire hose reel* hidran pada setiap lantai pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Rencana pemompaan sistem hidran

Langkah-langkah perhitungan *head* pompa hidran adalah sebagai berikut :

1. Menentukan *head* Statis, dari gambar diketahui besar *head* statis adalah 175,1 m

2. Menghitung *head loss* akibat gesekan pipa

$$H_{f \text{ mayor}} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \cdot L$$

$$= \frac{10,666 \cdot 0,038^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 0,1473^{4,85}} \cdot 175,1$$

$$= 7,26 \text{ m}$$

3. Menghitung *head loss* akibat aksesoris pipa (belokan)

$$H_{f \text{ minor } 1} = n \cdot \left( \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$= 8 \cdot \left( \frac{0,25 \cdot 2,23^2}{2 \cdot 9,81} \right)$$

$$= 0,51 \text{ m}$$

4. Menghitung *head loss* akibat aksesoris pipa (katup)

$$H_{f \text{ minor } 2} = n \cdot \left( \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$= 2 \cdot \left( \frac{0,2 \cdot 2,23^2}{2 \cdot 9,81} \right)$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

5. Menghitung *head* pompa total

$$H_{\text{pompa}} = H_{\text{statis}} + H_{\text{sistem}}$$

$$= 175,1 + 7,87$$

$$= 182,97 \text{ m}$$

6. Jika debit pengaliran dan *head* pompa telah ditentukan maka dilakukan pengeplotan pada grafik pompa grunfos untuk menentukan jenis pompa seperti pada **Gambar 5**.

7. Menghitung daya pompa

$$W_{hp} = \frac{\gamma \cdot g \cdot Q \cdot H_{pompa}}{75 \%}$$

$$= \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{detik}^2} \cdot 0,0379 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \cdot 182,97 \text{ m}}{75 \%}$$

$$= 90.894,45 \text{ watt}$$

$$= 90,894 \text{ kW}$$

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kebutuhan air bersih pada Tower Caspian Apartemen Grand Sungkono Lagoon Surabaya dengan jumlah penghuni kurang lebih sebanyak 1900 orang adalah sebesar 431.000 liter/hari.
2. Sistem pendistribusian air bersih menggunakan sistem distribusi ke bawah (*down feed*). Dengan sistem tersebut maka, digunakan tangki air bawah dan tangki air atas, dengan kapasitas tangki bawah yaitu sebesar 144 m<sup>3</sup> dan tangki air berbahan *Fiberglass* dengan kapasitas sebesar 28,7 m<sup>3</sup>. Untuk mendukung penyaluran air dari ground water tank menuju *roof tank* dibutuhkan pompa transfer sebanyak 2 buah dengan daya sebesar 58 kW dan menggunakan pompa *booster* dengan daya pompa 3 kW untuk distribusi air bersih pada 5 lantai teratas gedung.

Diameter pipa yang akan digunakan yaitu Ø5” untuk pipa transfer; Ø1,5” untuk pipa booster; Ø5” untuk pipa gravitasi; Ø1” untuk pipa cabang utama; Ø3/4” untuk pipa yang menuju ke setiap hunian..

3. Dari keseluruhan perencanaan ini membutuhkan dana untuk pengadaan serta pemasangan sistem air bersih sebesar Rp 6.696.763.000,-.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Badan Standart Nasional Indonesia. (2000). *SNI 03-6481-2000. Sistem Plambing*
- [2] Badan Standart Nasional Indonesia. (2005). *SNI 03-7065-2005. Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*
- [3] Noerbambang., Soufian. 2005. *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*: PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2008). *NOMOR: 24/PRT/M/2008. Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*
- [5] Pynkyawati., Theresia, Wahadamaputera., Shirley. 2015. *Utilitas Bangunan (Modul Plambing)*. Griya Kreasi. Jakarta.