

# Redesain Sistem *Plumbing* Instalasi Air Bersih pada Gedung Pusat Perbelanjaan

Bagus Cahyo Laksono<sup>1\*</sup>, Ekky Nur Budiyanto<sup>2\*</sup>, Dianita Wardani<sup>3\*</sup>

PT. Weltes Energi Nusantara Gresik, Indonesia<sup>1</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2,3</sup>

Email: [baguscahyo@ppns.ac.id](mailto:baguscahyo@ppns.ac.id)<sup>1</sup>; [ekky@ppns.ac.id](mailto:ekky@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [dianitawardani@ppns.ac.id](mailto:dianitawardani@ppns.ac.id)<sup>3</sup>;

**Abstract** - *Plumbing system planning is an important part of planning a building, but when a building has changed its function it is also necessary to redesign the plumbing system to provide clean water for the occupants. This research aims to redesign the plumbing system for clean water in a shopping center building. Plumbing system redesign refers to SNI 8153:2015 concerning Plumbing Systems in Buildings. The fulfillment of clean water requirement is planned to use a water source from the existing ground tank pumped to the roof tank and flowed by gravity to each plumbing tool. The results of the calculation of the average water requirements for shopping center building are 13200 liters/hour. The capacity of the roof tank required for clean water is 10200 liters. Pump power required is 3,24 kW. The type of pipe planned for this clean water plumbing system is a Polypropylene Random pipe (PPR) with the total of material cost budget plan is Rp291.977.300,00.*

**Keywords:** *Plumbing, Clean water, PPR, Head, Pump*

## Nomenclature

<b>Qd</b>	Pemakaian air rata-rata sehari (l/hari)
<b>Qh</b>	Pemakaian air rata-rata (l/jam)
<b>Qh<sub>-maks</sub></b>	Pemakaian air pada jam puncak (l/jam)
<b>Qm<sub>-maks</sub></b>	Pemakaian air pada menit puncak (l/menit)
<b>T</b>	Jangka waktu pemakaian (jam)
<b>C<sub>1</sub></b>	Konstanta pemakaian air pada jam puncak
<b>C<sub>2</sub></b>	Konstanta pemakaian air pada jam puncak
<b>V<sub>E</sub></b>	Volume tangki atas (m <sup>3</sup> )
<b>Qp</b>	Kebutuhan air puncak (m <sup>3</sup> /menit)
<b>Qpu</b>	Kapasitas pompa pengisi (m <sup>3</sup> /menit)
<b>Tp</b>	Jangka waktu kebutuhan (menit)
<b>Tpu</b>	Jangka waktu pengisian (menit)
<b>H<sub>pump</sub></b>	Head total pompa (m)
<b>P<sub>pump</sub></b>	Daya pompa (kW)
<b>ρ</b>	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )
<b>g</b>	Gravitasi (kg.m/s <sup>2</sup> )

## 1. PENDAHULUAN

Berkembang pesatnya pembangunan di berbagai bidang mempengaruhi aspek dalam masyarakat, terutama dalam aspek kebutuhan hidup yang menjadi lebih mudah, beragam pembangunan dan fasilitas yang menunjang kehidupan semakin marak di wilayah kota-kota besar di Indonesia, hal tersebut menuntut penggunaan lahan yang optimal, sehingga pembangunan suatu bangunan tidak hanya berlantai tunggal namun sudah menggunakan bangunan lantai bertingkat, beberapa contoh bangunan bertingkat antara lain : pusat perbelanjaan, hotel, apartemen, perkantoran, rumah sakit, universitas dan masih banyak lagi.

Salah satu pusat perbelanjaan yang terletak di Jakarta dibangun terintegrasi dengan sebuah hotel dimana telah berdiri sejak 1996, dengan rincian empat lantai terbawah yang merupakan pusat perbelanjaan, sehingga gedung ini memiliki sistem plambing yang terintegrasi. Namun setelah kurang

lebih 24 tahun beroperasi pihak manajemen hotel terpaksa menutup hotel setelah mengalami kerugian dua tahun terakhir dan keadaan pandemi yang memaksa. Sedangkan pusat perbelanjaan tetap beroperasi, sehingga untuk pusat perbelanjaan tersebut membutuhkan sistem plambing mandiri, agar pengoperasian dan *maintenance* dapat dilakukan oleh pihak manajemen pusat perbelanjaan

## 2. METODOLOGI

### 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.

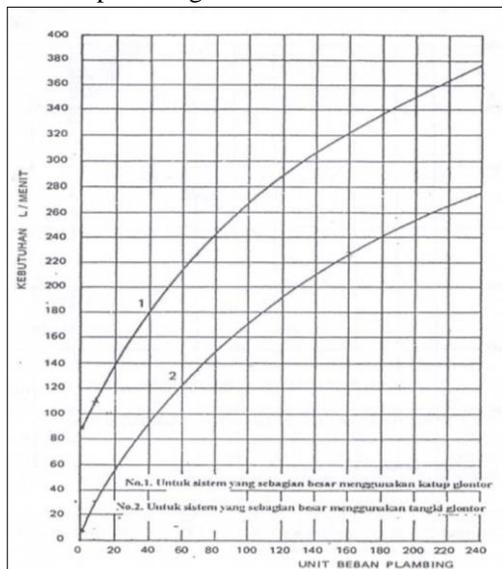
### 2.2 Laju Aliran

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[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 standarmengenai 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.

- b) 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

**2.3 Tekanan dan Kecepatan Pengaliran**

Tekanan minimum pada setiap saat pada titik aliran keluar harus 50 kPa setara dengan 0,5 kgf/cm<sup>2</sup> [2]. Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standar adalah 1,0kgf/cm<sup>2</sup> sedang tekanan statik sebaiknya diusahakan antara 4,0 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 5,0 kgf/cm<sup>2</sup> dan untuk perkantoran antara 2,5 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 3,5 kgf/cm<sup>2</sup>. Disamping itu, beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik jika tekanan air kurang dari suatu batas minimum[3].

**2.4 Penentuan Kebutuhan Air Bersih**

Adapun langkah-langkah perhitungan kebutuhan air bersih dalam gedung pusat perbelanjaan pada penulisan ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pemakaian air dalam satu hari

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

- 2) Kebutuhan air rata-rata pemakaian per hari  
 $Q_d = Q_h \cdot T$  (1)

- 3) Pemakaian air pada jam puncak  
 $Q_{h-maks} = C_1 \cdot Q_h$  (2)

- 4) Pemakaian air pada menit puncak  
 $Q_{m-maks} = C_2 \cdot Q$  (3)

- 5) Dihitung besarnya volume bak air atas

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) yaitu:

$$VE = [(QP - Q_{h-maks})TP - (Q_{pu} \times T_{pu})]$$

**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[4] :

- 1) Perhitungan 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 bak air bawah (Ground Water Tank) hingga titik tertinggi yang pernah dicapai oleh air.
- 2) Perhitungan head loss pada pipa dan aksesoris yang digunakan.

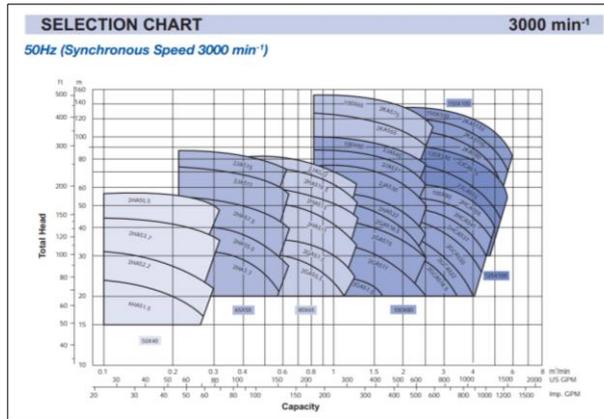
Untuk menghitung headloss mayor menggunakan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut :

$$h_{l_{mayor}} = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g}$$

Sedangkan untuk menghitung headloss minor menggunakan persamaan sebagai berikut

$$h_{l_{minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$

- 3) Dihitung head total pompa  
 $H_{total} = h_{statis} + h_{major} + h_{minor}$
- 4) Pemilihan spesifikasi pompa menggunakan selection chart[5]



Gambar 2. Selection chart pompa

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Kebutuhan Air Bersih

Perancangan sistem plumbing ini berdasarkan pada unit beban alat plumbing (UBAP), sehingga diperlukan jenis alat plumbing, jumlah alat plumbing dan juga jumlah UBAP.

Tabel. 1 Total UBAP

Alat Plumbing	Jumlah Alat Plumbing	UBAP	Jumlah UBAP
Urinoir	12	2	24
Showet Kloset Jongkok	19	2,5	47,5
Kran Ember	19	1	19
Lavatory	12	1	12
Janitor	3	1	3
Kran on/off wastafel	12	1,5	18
Kloset Duduk	2	2,5	5
Jumlah	79		128,5

Dari tabel diatas didapatkan total UBAP sebesar 128, yang selanjutnya total UBAP tersebut diproyeksikan pada tabel di gambar berikut

Ukuran meter air (inci)	Diameter pipa pembawa (inci)	Panjang maksimum yang diborekan (m)													
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274
UBAP untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka															
1/8"	1/8"	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1/4"	1/4"	16	16	14	12	9	6	5	4	4	3	2	2	2	1
3/8"	3/8"	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
1/2"	1/2"	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6
5/8"	5/8"	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	11	11
3/4"	3/4"	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	11	11
1"	1"	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	11	11
1 1/8"	1 1/8"	85	81	70	65	56	48	43	38	32	28	24	21	20	20
1 1/4"	1 1/4"	150	124	105	91	70	57	49	45	38	31	26	23	21	20
1 1/2"	1 1/2"	151	129	109	110	80	64	53	45	38	32	27	23	21	20
2"	2"	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46
2 1/2"	2 1/2"	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54
3"	3"	370	327	282	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54
4"	4"	445	418	359	370	330	300	285	240	220	198	175	158	143	133

Gambar 3. Nilai UBAP dan diameter pipa

Sehingga apabila dengan jumlah UBAP sebesar 129 diproyeksikan terhadap kurva pada gambar 1, maka akan didapatkan aliran air (Q) sebesar 200 L/menit.

Kemudian ditambahkan losses sebesar 10% bila terjadi kebocoran, penyiraman taman, dsb, sehingga diperoleh pemakaian air serentak sebesar 220 L/menit. Laju aliran serentak yang diperoleh adalah perkiraan pemakaian puncak kebutuhan air dari suatu gedung secara keseluruhan.

$$Qh = 220 \text{ L/menit} = 13,2 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Pemakaian air rata-rata dengan 1 hari kerja adalah 8 jam kerja mulai pukul 10.00 hingga pukul

18.00 dengan menggunakan persamaan 2.3 maka diperoleh sebagai berikut  $Qd = 105,6 \text{ m}^3/\text{hari}$

#### 3.2 Pemakaian air pada jam puncak

Kebutuhan air pada jam puncak diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Qh\text{-maks} = 2 \cdot 13,2 = 26,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### 3.3 Pemakaian air pada menit puncak

Sedangkan kebutuhan air pada menit puncak diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Qm\text{-maks} = 3 \cdot 13,2 = 0,66 \text{ m}^3/\text{menit}$$

#### 3.4 Kapasitas Rooftank

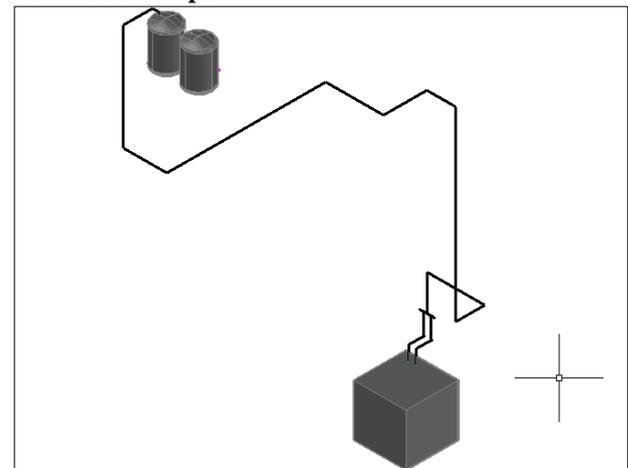
Dengan diketahuinya nilai kebutuhan air maka selanjutnya menghitung kapasitas Rooftank dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_E = [(0,66 - 0,44) 30 - (0,44 \times 15)] = 13,2 \text{ m}^3 = 13200 \text{ L}$$

Dari hasil perhitungan diatas dipilihlah penggunaan tangki 2 x 5100 L yang dihubungkan dengan pipa, sehingga kapasitas Rooftank menjadi 10200 liter. Berikut spesifikasi dari tangki yang digunakan :

- Tipe : Penguin General Tank TB 500
- Kapasitas : 5100 liter
- Inlet : 2 inch
- Outlet : 2 inch
- Tebal : 12 – 18 mm
- Berat : 117 kg

#### 3.5 Head Pompa



Gambar 4. Skematik pemipaan

Dengan skematik pemipaan seperti berikut didapatkan nilai headloss statik sebagai berikut

$$hl_{statik} = 26,3 \text{ m}$$

Sedangkan nilai headloss major dan headloss minor adalah sebagai berikut

$$hl_{mayor} = 3,2592 \text{ m}$$

$$hl_{minor} = 0,496 \text{ m}$$

Dengan diketahuinya nilai headloss dinamik dan headloss statik pada sistem, maka selanjutnya melakukan perhitungan headpompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan air bersih dari groundtank ke rooftank. Perhitungan dilakukan dengan menjumlah headloss statik dan headloss dinamik.

$$\begin{aligned} Hpump &= hl_{statik} + h_{dinamik} \\ &= 26,3 + (3,2592 + 0,496) \\ &= 30,055 \text{ m} \end{aligned}$$

Dan perhitungan daya pompa dilakukan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} Ppump &= \rho \times g \times hpump \times Q \\ &= 1000 \times 9,8 \times 30,055 \times 0,011 \\ Ppump &= 3239,95 \text{ W} \\ &= 3,24 \text{ kW} \end{aligned}$$

Karena pompa yang digunakan adalah 1 menyala dan 1 standby, maka daya pompa yang diperlukan untuk menyuplai air bersih ke rooftank adalah sebesar 3,24 kW.

Pemilihan pompa dilakukan dengan menggunakan *selection chart* milik perusahaan Ebara, yakni pompa dengan head 30,055 m dengan *flow capacity* sebesar 0,66 m<sup>3</sup>/min didapatkan jenis pompa sentrifugal sebagai berikut

Type	: 80 x 65 FS 2 GA 5 7.5
Rpm	: 3000 Rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Power	: 7,5 kW
Discharge	: 65 mm
Suction	: 80 mm

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dibahas maka dapat disimpulkan pada perancangan plambing instalasi air bersih pada gedung pusat perbelanjaan 3 lantai maka di perlukan air bersih sebesar 105,66 m<sup>3</sup>/hari dengan kapasitas tangki air bagian atas (*Roof Tank*) digunakan bak penampungan air sebesar 10,2 m<sup>3</sup>. Dengan total *headloss* yang terjadi pada sistem adalah sebesar 30,055 m dan digunakan pompa EBARA model EBARA model 80 x 65 FS 2 GA 5 7,5 untuk mengalirkan air dari tangki air bawah (*Ground Water Tank*) ke tangki air atas (*Roof Tank*) dengan kapasitas aliran 0,66 m<sup>3</sup>/min dengan daya pompa sebesar 3,24 kW.

#### 5. PUSTAKA

- [1] S. M. Noerbambang and T. Morimura, "Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing," p. 340, 1991.
- [2] Standar Nasional Indonesia, "Standar Nasional Indonesia 8153:2015 "Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung"," *Badan Standar Nas.*, 2015.

- [3] Hartono Poerbo, *Utilitas bangunan: buku pintar untuk mahasiswa arsitektur-sipil*. Jakarta: Djambatan, 2005.
- [4] Suhardiyanto, "Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai," *J. Tek. Mesin*, vol. 05, 2016, [Online]. Available: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- [5] M. W. Pressure and S. Speed, "FSA END SUCTION VOLUTE PUMPS Industrial use Hot and cold water circulation MODEL CODE - 4 POLES - 50Hz".