

EVALUASI TERHADAP PERENCANAAN JARINGAN PIPA AIR BERSIH APARTEMEN WESTOWN VIEW SURABAYA

Dian Wiwindari¹, Winda Harsanti², Chairul Muharis³

Mahasiwa Manajemen Rekayasa Konstruksi¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil², Dosen Jurusan Teknik Sipil³

Email: dianwiwindari24@gmail.com¹, winda.harsanti@polinema.ac.id², chairulmuharis@gmail.com³

ABSTRAK

Apartemen Westown View Surabaya merupakan gedung bertingkat yang terdiri dari 45 lantai yang membutuhkan perencanaan jaringan pipa yang tepat. Evaluasi ini bertujuan untuk menunjang kenyamanan penghuni sehingga dapat memberikan jaringan pipa yang sesuai dengan perencanaan. Pada penelitian ini cara untuk mengevaluasi jaringan pipa air bersih dengan membandingkan data eksisting dengan data hasil rencana. Pada perencanaan jaringan pipa air bersih eksisting berpedoman pada SNI 03-7065-2005 dan menggunakan metode Beban Unit Alat Plambing untuk memperkirakan jumlah penghuni sedangkan pada penelitian ini berpedoman pada SNI 8153-2015 dan menggunakan metode perbandingan luas lantai efektif untuk memperkirakan jumlah penghuni. Pada jaringan pipa air bersih eksisting dimensi pipa yang digunakan berukuran 1/2 – 4 Inch, memiliki 2 *Ground Water Tank* (GWT) yang mana volume masing-masing GWT sebesar 447,15 m³ sehingga masing-masing GWT berukuran 10 m × 13,55 m × 3,3 m dan *roof tank* yang digunakan berkapasitas 30 m³. Pada penelitian ini perkiraan jumlah penghuni diperoleh sebanyak 7465 orang sehingga kebutuhan air bersih pada jam puncak 0,07465 m³/detik. Dimensi pipa air bersih yang digunakan berukuran 3/4 – 4 Inch yang dilengkapi dengan 2 unit *Ground Water Tank* (GWT) dengan volume masing-masing GWT sebesar 406,08 m³ sehingga masing-masing GWT berukuran 9,4 m × 14,4 m × 3,3 m. Kapasitas *roof tank* yang digunakan 30 m³ sehingga pengisian pada *roof tank* dilakukan 4 kali per hari.

Kata kunci : SNI 8153-2015, Jaringan Pipa, Perbandingan Luas Efektif

ABSTRACT

Westown View Surabaya Apartment is a high-rise building consisting of 45 floors that requires proper pipe network planning. This evaluation aims to support the comfort of residents so as to provide a pipe network that is in accordance with planning. In this study, the way to evaluate the clean water pipe network is by comparing existing data with the planned data. In the existing clean water pipe network is guided by SNI 03-7065-2005 and uses the Plumbing Equipment Unit Load method to estimate the number of occupants while in this study was guided by SNI 8153-2015 and used the effective floor area comparison method to estimate the number of occupants. In the existing clean water pipe network, the dimensions of the pipes used were 1/2 - 4 Inch, had 2 Ground Water Tanks (GWT) where the volume of each GWT was 447.15 m³ so that each GWT measures 10 m × 13.55 m × 3.3 m and the roof tank used had a capacity of 30 m³. In this study, the result of estimated number of residents was 7465 people so that the need for clean water at peak hours 0.07465 m³/second. The dimensions of the clean water pipe used are 3/4 - 4 Inch which is equipped with 2 units of Ground Water Tank (GWT) with a volume of 406.08 m³ for each GWT so that the dimension for each GWT is 9.4 m × 14.4 m × 3.3 m in size. The capacity of the roof tank used is 30 m³ so that filling in the roof tank is carried out 4 times per day.

Keywords : SNI 8153-2015, Pipe System, Effective Area Comparasion

1. PENDAHULUAN

Apartemen Westown View Surabaya yang berlokasi di Jl. Menganti Dukuh Karang No. 73, Babatan, Kecamatan Wiyung, Surabaya, Jawa Timur merupakan salah satu apartemen yang memerlukan jaringan pipa air bersih yang tepat. Pada perencanaan jaringan pipa air bersih eksisting Apartemen Westown View Surabaya berpedoman pada SNI

03-7065-2005 dan menggunakan metode Beban Unit Alat Plambing untuk memperkirakan jumlah penghuni, dimensi pipa air bersih yang digunakan berukuran 1/2 – 4 Inch, memiliki 2 *Ground Water Tank* (GWT) yang mana volume masing-masing GWT sebesar 447,15 m³ sehingga masing-masing GWT berukuran 10 m × 13,55 m × 3,3 m dan *roof tank* berbahan *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP)

dengan kapasitas 30 m³. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan data eksisting dengan data rencana yang meliputi pemilihan dimensi pipa, kapasitas GWT dan *roof tank*. Dari hasil perbandingan data eksisting dengan data rencana dapat diketahui hasil perencanaan jaringan pipa air bersih yang tepat. Sehingga tujuan dari evaluasi terhadap jaringan pipa air bersih yaitu untuk meminimalisir terjadinya kendala dalam pendistribusian air bersih Apartemen Westown View Surabaya.

2. METODE

Tahapan untuk evaluasi terhadap perencanaan jaringan pipa air bersih Apartemen Westown View Surabaya adalah sebagai berikut :

A. Analisa Jaringan Pipa Air Bersih

1) Menentukan sumber penyedia air bersih dan sistem distribusi air bersih

Sumber penyedia air bersih pada umumnya berasal dari air PDAM untuk daerah perkotaan sedangkan untuk pedesaan biasanya menggunakan sumber mata air atau sumur bor. Pada sistem distribusi air bersih dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Sistem distribusi *down feed*

Sistem distribusi *down feed* cara pengalirannya menggunakan tangki bawah (*ground water tank*) sebagai penampungan sementara air yang berasal dari PDAM ataupun sumur kemudian dipompa ke tangki atas (*roof tank*). Dari tangki atas kemudian didistribusikan ke bangunan yang membutuhkan air bersih.

- Sistem distribusi *up feed*

Sistem distribusi *up feed* cara pengalirannya yaitu air dari PDAM dipompa langsung menuju ke tangki atas kemudian dari tangki atas dialirkan ke bangunan yang membutuhkan air bersih.

2) Menentukan jumlah penghuni

Untuk memperhitungkan jumlah penghuni suatu gedung perlu mengetahui kepadatan hunian dan perbandingan luas lantai efektif. Menurut Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996) untuk kepadatan hunian menggunakan 3-10 m² per orang sedangkan perbandingan luas lantai efektif dapat dilihat pada **Tabel 1** sehingga, rumus perhitungan jumlah penghuni menurut David dkk. (2019) yaitu :

$$\text{Jumlah penghuni} = \frac{\text{Luas lantai} \times \text{Perbandingan luas lantai efektif}}{\text{Kepadatan hunian}} \quad (1)$$

Tabel 1 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari

No	Jenis Gedung	Pemakaian air rata-rata per hari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata per hari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif (%)	Keterangan
1.	Perumahan	200	8 – 10	42 – 25	Setiap penghuni
2.	Rumah biasa	160 – 250	8 – 10	50 – 53	Setiap penghuni
3.	Apartemen	200 – 250	8 – 10	45 – 50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujang 120 liter

Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996)

3) Menghitung kebutuhan air bersih

Langkah-langkah dalam menghitung kebutuhan air bersih yaitu sebagai berikut :

- Pemakaian air untuk satu gedung dalam sehari (Qd)
Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari berbeda-beda tergantung jenis bangunannya seperti yang tercantum pada **Tabel 1**. Berikut rumus yang digunakan untuk perhitungan (Qd) menurut Widihasta Wahyu, Danang (2021) :

$$Qd = \Sigma \text{ penghuni} \times \text{pemakaian air rata-rata} \quad (2)$$

Dimana :

Qd : pemakaian air untuk satu gedung (liter/hari)

Untuk kebutuhan air bersih perlu diperkirakan air tambahan sampai sekitar 20% untuk mengatasi kebocoran, pancuran air, dan lain-lain sehingga rumus menurut Widihasta Wahyu, Danang (2021) sebagai berikut :

$$Qd \text{ kebocoran} = 20\% \times Qd \quad (3)$$

$$Qd \text{ total} = Qd + Qd \text{ kebocoran} \quad (4)$$

- Pemakaian air rata-rata puncak jam kerja (Qh)

Menurut Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996) untuk menentukan nilai t dapat dilihat pada **Tabel 1** sehingga rumus perhitungan (Qh) yaitu sebagai berikut :

$$Qh = \frac{Qd \text{ total}}{t} \quad (5)$$

Dimana :

Qh : pemakaian air rata-rata (liter/hari)

Qd total : pemakaian air rata-rata per hari (liter/hari)

t : jangka waktu rata-rata pemakaian air (jam)

- Pemakaian air pada jam puncak (Qh max)

Menurut Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996) untuk nilai C1 berkisar 1,5–2,0 sehingga rumus menghitung Qh max sebagai berikut :

$$Qh_{\max} = C1 \times Qh \quad (6)$$

Dimana :

Qh_{max} : pemakaian air pada jam puncak (liter/jam)

C1 : konstanta

- Pemakaian air pada menit puncak (Qm max)

Menurut Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996) untuk nilai C2 berkisar 3,0 –4,0 sehingga rumus menghitung Qm max sebagai berikut :

$$Qm_{\max} = C2 \times \frac{Qh}{60} \quad (7)$$

Dimana:

Qm_{max} : pemakaian air pada menit puncak (liter/menit)

C2 : konstanta

- e. Menghitung volume air untuk pemadam kebakaran Menurut Agusri, Erny & Kimi Sudirman (2019) rumus yang digunakan untuk menghitung volume air pemadam kebakaran sebagai berikut :

$$V_{\text{pemadam kebakaran}} = Q \times t \quad (8)$$

Dimana :

Q : debit pemasok air (m³/menit)

t : waktu minimal untuk pengaliran (menit)

Untuk pemadam kebakaran nilai Q dan t masing-masing alat pemadam kebakaran berbeda-beda. Berdasarkan SNI-03-1735-2000 nilai Q untuk *hydrant* pilar/*hydrant* halaman yaitu 2400 liter/menit dan untuk nilai t yaitu 45 menit sedangkan untuk *hydrant box* gedung berdasarkan SNI 03-1745-2000 dan NFPA (*National Fire Protection Association*) pemasok air untuk *hydrant box* pada gedung sekurang-kurangnya 400 liter/menit serta mampu mengalirkan air minimal selama 45 menit. Berdasarkan SNI 03-3989-2000 pada *sprinkler* nilai Q yaitu 225 liter/menit dan waktu operasi sistem *sprinkler* diasumsikan 45 menit.

- 4) Menghitung kapasitas dan dimensi GWT

Berikut langkah-langkah menghitung kapasitas dan dimensi GWT menurut Soufyan Moh. Noerbambang (1996) :

- a. Menghitung kapasitas pipa dinas

Menurut Widhihista Wahyu, Danang (2021) besarnya nilai Qs diasumsikan 2/3 kali Qh sehingga dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$Q_s = \frac{2}{3} \times Q_h \quad (9)$$

Dimana :

Qh : jumlah kebutuhan air per hari (m³/hari)

Qs : kapasitas pipa dinas (m³/jam)

- b. Menghitung volume GWT

Menurut Sofyan Moh. Noerbambang & Takeo (1996) rumus untuk menghitung volume GWT sebagai berikut :

$$VGWT = Q_d - (Q_s \times t) + V_{\text{Pemadam kebakaran}} \quad (10)$$

Dimana :

Qd : jumlah kebutuhan air per hari (m³/hari)

Qs : kapasitas pipa dinas (m³/jam)

t : jangka waktu rata-rata pemakaian air (jam)

- c. Menentukan dimensi GWT

Setelah menghitung volume GWT maka menentukan dimensi GWT dengan *trial and error* yang mana pada pendimensian GWT harus memenuhi terhadap perhitungan volume GWT yang sudah dihitung dengan menggunakan **Rumus 10**.

- 5) Menghitung kapasitas dan dimensi *roof tank*

Berikut langkah-langkah untuk menghitung kapasitas dan dimensi *roof tank* menurut Sofyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996) :

- a. Menghitung kapasitas efektif *roof tank*

Menurut Widhihista Wahyu, Danang (2021) untuk menghitung kapasitas efektif *roof tank* yaitu sebagai berikut :

$$V_{\text{Roof tank}} = ((Q_p - Q_{h_{\max}}) \times T_p) + (Q_{h_{\max}} \times T_{pu}) \quad (11)$$

Dimana :

Qp : kebutuhan air pada menit puncak (m³/menit)

Qh_{max} : kebutuhan jam puncak (m³/menit)

Tp : jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

Tpu : jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Yang mana nilai Tp sekitar 30 menit sedangkan nilai Tpu 10 sampai 15 menit

- b. Menentukan dimensi *roof tank*

Setelah menghitung volume *roof tank* maka menentukan dimensi *roof tank* yang sesuai dengan kebutuhan dengan cara *trial and error* yang mana pada pendimensian *roof tank* harus memenuhi terhadap kebutuhan air pada jam puncak yang sudah dihitung dengan menggunakan **Rumus 6**.

- 6) Menentukan dimensi dan sisa tekan pipa air bersih

Berikut langkah-langkah menghitung dimensi pipa air bersih :

- a. Menentukan panjang pipa, debit pengaliran dan asumsi kecepatan aliran. Menurut Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996) kecepatan aliran pada pipa 0,3 – 2,5 m/detik.

- b. Menghitung dimensi pipa

Menurut Widhihista Wahyu, Danang (2021) untuk menghitung dimensi pipa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \quad (12)$$

Dimana :

Q : debit pengaliran (m³/detik)

D : diameter pipa (m)

v : asumsi kecepatan pengaliran (m/detik)

- c. Pengecekan kecepatan aliran

Menurut Widhihista Wahyu, Danang (2021) untuk pengecekan kecepatan aliran menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{cek}} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \quad (13)$$

Dimana :

V_{cek} : kecepatan pengaliran (m/detik)

Q : debit pengaliran (m/detik)

D : diameter pipa (m)

d. Menghitung kehilangan energi pada pipa

Kehilangan energi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

- *Major Head Losses*

Menurut Hazen William rumus menghitung *major head losses* yaitu :

$$H_{f_{\text{major}}} = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \quad (14)$$

Dimana :

$H_{f_{\text{major}}}$: kehilangan energi akibat gesekan (m)

D : diameter pipa (m)

Q : debit pengaliran (m^3/detik)

C : koefisien kekasaran pipa (130 untuk pipa PVC)

L : panjang pipa (m)

Yang mana nilai koefisien kekasaran pipa tergantung pada jenis pipa namun pada penelitian ini menggunakan 130 untuk nilai C dikarenakan jenis pipa yaitu PVC

- *Minor Head Losses*

Menurut Darcy-Weisbach rumus *minor head losses* yaitu :

$$H_{f_{\text{minor}}} = \frac{k \times V^2}{2 \times g} \quad (15)$$

Dimana :

$H_{f_{\text{minor}}}$: kehilangan energi akibat sambungan pipa (m)

k : koefisien aliran pada jenis sambungan

v : kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g : percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/detik}^2$)

Untuk nilai k tergantung dari jenis sambungan yang dipakai. Berikut tabel nilai k :

Tabel 2. Nilai koefisien sambungan

Jenis Sambung	Minor Losses Coefficient
Sok, union, threaded	0,08
Elbow, regular 90°, flanged	0,3
Gate valve, full open	0,15
PRV	4

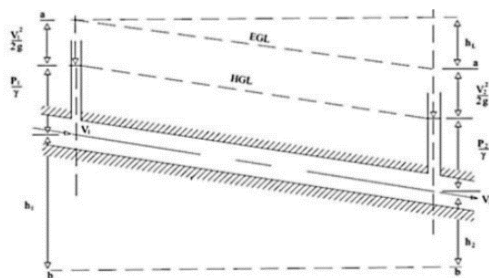
Sumber : Widhihastha Wahyu, Danang (2021)

Untuk H_f total dapat dirumuskan :

$$H_f \text{ total} = H_f \text{ major} + H_f \text{ minor} \quad (16)$$

e. Menghitung sisa tekan

Untuk menghitung sisa tekan berdasarkan Hukum Bernoulli yang mana dapat dilihat pada **Gambar 1**



Sehingga dapat dituliskan rumus berdasarkan Hukum Bernoulli yaitu :

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \times g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_L \quad (17)$$

Dimana :

P_1, P_2 : tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m^2)

γ_w : berat jenis air (kg/m^3)

V_1, V_2 : kecepatan aliran titik 1 dan 2 (m/detik)

g : percepatan gravitasi (m/detik^2)

h_1, h_2 : tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

h_L : kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada data eksisting jaringan pipa air bersih Apartemen Westown View Surabaya sumber penyedia air dari PDAM, sistem distribusi yang digunakan *down feed*, memiliki 2 GWT yang mana masing-masing GWT berukuran $10 \text{ m} \times 13,55 \text{ m} \times 3,3 \text{ m}$ dengan kapasitas $447,15 \text{ m}^3$ yang dapat ditampung untuk mencukupi kebutuhan air bagi penghuni. Jenis *roof tank* yang digunakan dari bahan material FRP yang berkapasitas 30 m^3 sedangkan untuk jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC kelas AW dan dimensi pipa yang digunakan berukuran $\varnothing 100, \varnothing 80, \varnothing 65, \varnothing 32, \varnothing 25, \varnothing 20, \varnothing 15$.

A. Analisis Jaringan Pipa Air Bersih

1) Menentukan jumlah penghuni satu gedung

Luas lantai??

Jumlah penghuni Apartemen Westown View Surabaya dihitung menggunakan **Rumus 1** sehingga diperoleh hasil sebanyak 7.465 orang

2) Menghitung kebutuhan air bersih

• Pemakaian air untuk satu gedung (Qd)

Pemakaian air untuk satu gedung (Qd) dihitung menggunakan **Rumus 2** sehingga diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} Q_d &= 7.465 \times 200 \\ &= 1.492.944 \text{ liter/hari} \\ &= 0,01728 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

• Pemakaian air kebocoran (Qd kebocoran)

Pemakaian air kebocoran dihitung menggunakan **Rumus 3** sehingga diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} Q_d \text{ kebocoran} &= 1.492.944 \times 20\% \\ &= 298.588,78 \text{ liter/hari} \\ &= 0,00346 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk perhitungan pemakaian air keseluruhan (Qd total) menggunakan **Rumus 4** diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} Q_d \text{ total} &= 1.492.944 + 298.588,78 \\ &= 1.791.532,71 \text{ liter/hari} \\ &= 1.791,5 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,02074 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- Pemakaian air rata-rata puncak jam kerja (Qh)
Perhitungan air rata-rata puncak jam kerja (Qh) menggunakan **Rumus 5** sehingga diperoleh hasil :

$$Q_h = \frac{1.791,5}{10}$$

$$= 179,15 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,04976 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 - Pemakaian air pada jam puncak (Qh max)
Perhitungan air pada jam puncak (Qh max) menggunakan **Rumus 6** sehingga diperoleh hasil :

$$Q_{h \text{ max}} = 1,5 \times 179,15$$

$$= 268,73 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,07465 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 - Pemakaian air pada menit puncak (Qm max)
Perhitungan air pada menit puncak (Qm max) menggunakan **Rumus 7** sehingga diperoleh hasil :

$$Q_{m \text{ max}} = 3,0 \times \frac{179,15}{60}$$

$$= 8,958 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= 0,14929 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 - Pemakaian air untuk kebutuhan pemadam kebakaran
Perhitungan pemakaian air untuk kebutuhan pemadam kebakaran menggunakan **Rumus 8** sehingga diperoleh hasil :
 - Kebutuhan air *hydran* halaman = 2400×45

$$= 108.000 \text{ liter}$$

$$= 108 \text{ m}^3$$
 - Kebutuhan air *hydran box*

$$\text{Kebutuhan air hydran box} = 400 \times 45$$

$$= 18.000 \text{ liter}$$

$$= 18 \text{ m}^3$$
 - Kebutuhan air untuk sprinkler

$$\text{Kebutuhan air untuk sprinkler} = 225 \times 45$$

$$= 10.125 \text{ liter}$$

$$= 10,125 \text{ m}^3$$
- Jadi jumlah air untuk pemadam kebakaran $136,125 \text{ m}^3$

3) Menentukan dimensi GWT

- Menghitung kapasitas pipa dinas (Qs)
Perhitungan kapasitas pipa dinas (Qs) menggunakan **Rumus 9** sehingga diperoleh hasil :

$$Q_s = \frac{2}{3} \times 179,15$$

$$= 119,436 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,03318 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- Menghitung volume GWT
Perhitungan volume GWT menggunakan **Rumus 10** sehingga diperoleh hasil :

$$V_{\text{GWT}} = (1.791,5 - (119,436 \times 10)) + 136,125$$

$$= 733 \text{ m}^3$$

Yang mana pada Apartemen Westown View Surabaya memiliki 2 unit GWT sehingga volume masing-masing GWT 367 m^3

- Menentukan dimensi GWT

Untuk menentukan dimensi GWT dengan *trial and error* yang mana dimensi GWT harus memenuhi terhadap volume GWT yang telah dihitung sebelumnya.

$$P = 9,4 \text{ m}$$

$$l = 14,4 \text{ m}$$

$$\text{tinggi total} = 3,3 \text{ m}$$

$$\text{tinggi efektif} = 3 \text{ m}$$

$$\text{tinggi jagaan} = 0,3 \text{ m}$$

$$V_{\text{GWT}} = P \times l \times t$$

$$= 9,4 \times 14,4 \times 3$$

$$= 406,08 \text{ m}^3$$

Dari hasil trial and error bahwa dimensi GWT dengan ukuran $9,4 \text{ m} \times 14,4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ memenuhi dikarenakan

$$V_{\text{GWT}} \text{ pada trial and error} \geq V_{\text{GWT}} \text{ hitung}$$

4) Menentukan dimensi Roof Tank

- Menghitung kapasitas efektif roof tank

Perhitungan kapasitas efektif *roof tank* menggunakan **Rumus 11** sehingga diperoleh hasil :

$$V_e = ((8,96 - 4,48) \times 30) + (4,48 \times 10)$$

$$= 179,153 \text{ m}^3$$

- Menentukan dimensi roof tank

$$P = 9,6 \text{ m}$$

$$l = 8 \text{ m}$$

$$\text{tinggi total} = 2,8 \text{ m}$$

$$\text{tinggi efektif} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{tinggi jagaan} = 0,3 \text{ m}$$

$$V_{\text{Roof Tank}} = P \times l \times t$$

$$= 9,6 \times 8 \times 2,5$$

$$= 192 \text{ m}^3$$

Namun *roof tank* yang digunakan pada penelitian ini berkapasitas 30 m^3 oleh karena itu perlu adanya pengaturan pengisian air di *roof tank* agar *roof tank* tidak mengalami kekurangan air. Berikut tabel pengaturan pengisian air di *roof tank*

Tabel 2 Pengaturan pengisian air di *roof tank*

Menit	Volume Roof tank (m ³)	Kebutuhan air pada jam puncak (m ³ /menit)	Faktor Pemakaian air (m ³ /menit)	Jumlah pemakaian air (m ³ /jam)	Sisa air di Roof tank (m ³ /jam)	Keterangan	Jumlah air di Roof tank apabila dilakukan pengisian (m ³ /jam)
0 - 60	30	4,48	0,50		27,76		27,76
60 - 120	30	4,48	0,50		25,52		25,52
120 - 180	30	4,48	0,50		23,28		23,28
180 - 240	30	4,48	0,50		21,04		21,04
240 - 300	30	4,48	1,00		16,56		16,56
300 - 360	30	4,48	2,00		7,61		7,61
360 - 420	30	4,48	2,00		-1,59	Disi	11,06
420 - 480	30	4,48	2,00		-10,31		12,08
480 - 540	30	4,48	1,00		-14,79		7,61
540 - 600	30	4,48	1,00		-19,27		3,13
600 - 660	30	4,48	1,00		-23,75	Disi	23,52
660 - 720	30	4,48	0,50	107,49	-25,99		23,28
720 - 780	30	4,48	0,50		-28,22		21,04
780 - 840	30	4,48	0,50		-30,46		18,80
840 - 900	30	4,48	1,00		-34,94		14,52
900 - 960	30	4,48	2,00		-43,90		5,37
960 - 1020	30	4,48	2,00		-52,86	Disi	21,04
1020 - 1080	30	4,48	1,00		-57,34		16,56
1080 - 1140	30	4,48	1,00		-61,82		12,08
1140 - 1200	30	4,48	1,00		-66,29		7,61
1200 - 1260	30	4,48	1,00		-70,77		3,13
1260 - 1320	30	4,48	0,50		-75,01		0,89
1320 - 1380	30	4,48	0,50		-79,25	Disi	27,76
1380 - 1440	30	4,48	0,50		-77,49		25,52

5) Menentukan dimensi pipa air bersih

Berikut contoh perhitungan pipa dari GWT ke *roof tank* dengan data diketahui yaitu :

Titik node : GWT – 1 (pipa mendatar)
 Jenis pipa : Pipa PVC
 Q saluran : 0,00761 m³/detik
 C : 130
 Panjang pipa : 21,001 meter
 V asumsi : 0,3 m/detik

a. Menghitung dimensi pipa

Menghitung dimensi pipa air bersih menggunakan **Rumus 12** sehingga diperoleh hasil :

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \times 0,00761}{0,3 \times 3,14}\right)}$$

$$= 0,0539 \text{ m}$$

$$= 53,92 \text{ mm}$$

Jadi dimensi hitung pipa disesuaikan dengan dimensi pipa yang ada di pasaran sehingga dimensi pipa yang digunakan dari GWT ke *roof tank* adalah 114 mm dengan ketebalan 4,10 mm

b. Pengecekan kecepatan aliran

Berikut salah satu contoh pengecekan kecepatan aliran dengan data yang diketahui :

Q = 0,00761 m³/detik

D_{pasaran} = 114 mm

Tebal pipa = 4,10 mm

Sehingga diameter dalam pada pipa sebesar :

$$D_{\text{dalam}} = D_{\text{pasaran}} - (2 \times \text{Tebal pipa})$$

$$= 114 - (2 \times 4,10)$$

$$= 105,80 \text{ mm}$$

$$= 0,1058 \text{ m}$$

Untuk pengecekan kecepatan aliran dapat menggunakan **Rumus 13** sehingga diperoleh hasil :

$$V_{\text{cek}} = \frac{0,00761}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,1058)^2}$$

$$= 0,87 \text{ m/detik}$$

Jadi hasil perhitungan V_{cek} dari *ground water tank* ke *rooftank* dengan titik node GWT – 1 memenuhi dikarenakan 0,87 m/detik ≥ 0,3 m/detik dan 0,87 m/detik ≤ 2,5 m/detik.

c. Menghitung kehilangan energi pipa

Berikut salah satu contoh perhitungan kehilangan energi dari titik node GWT – 1 (pipa mendatar) dengan diketahui data berikut :

Q = 0,00761 m³/detik

C = 130

D = 0,1058 m

L = 21,001 m

• **Major head losses**

Untuk menghitung H_{f major} dapat menggunakan **Rumus 14** sehingga diperoleh hasil :

$$H_{f \text{ major}} = \frac{10,666 \times 0,00761^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,1058^{4,85}} \times 21,001$$

$$= 0,178 \text{ m}$$

• **Minor head losses**

Untuk menghitung H_{f minor} dapat menggunakan **Rumus 15**. *Fitting* yang digunakan pada node GWT – 1 antara lain : *Soket, Elbow reguler 90° flanged, Gate valve full open* sehingga diperoleh hasil :

- *Soket*

$$H_{f \text{ minor}} = 5 \times \frac{0,08 \times 0,87^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,0153 \text{ m}$$

- *Elbow reguler 90° flanged*

$$H_{f \text{ minor}} = 1 \times \frac{0,2 \times 0,87^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,00765 \text{ m}$$

- *Gate valve, full open*

$$H_{f \text{ minor}} = 4 \times \frac{0,15 \times 0,87^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,02295 \text{ m}$$

Jadi total H_{f minor} pada titik node GWT – 1 sebesar 0,046 m

Untuk menghitung H_{f total} menggunakan **Rumus 16** sehingga diperoleh hasil :

$$H_{f \text{ total}} = 0,178 \text{ m} + 0,046 \text{ m}$$

$$= 0,224 \text{ m}$$

d. Menghitung sisa tekan

Untuk menghitung sisa tekan dapat menggunakan dasar Hukum Bernoulli seperti **Rumus 17**. Berikut salah satu contoh perhitungan sisa tekan dari GWT ke *roof tank* dengan titik node GWT – 1 (pipa mendatar) data yang diketahui :

Elevasi lantai awal : - 5,6 m

Elevasi lantai akhir : - 5,6 m

• Menentukan elevasi pipa awal

Elevasi pipa awal sama dengan elevasi lantai awal yaitu - 5,6 m

• Menentukan tinggi energi

$$T_{\text{energi awal}} = T_{\text{pipa awal}} + T_{\text{muka air GWT}}$$

$$= 5,6 + 3$$

$$= -2,6 \text{ m}$$

$$T_{\text{energi akhir}} = T_{\text{pipa akhir}} + H_{f \text{ total}} + \frac{V_{\text{hitung}}^2}{2 \times 9,81}$$

$$= -5,6 + 0,477 + \frac{0,87^2}{2 \times 9,81}$$

$$= -5,337 \text{ m}$$

• Menentukan sisa tekan

$$\text{Sisa tekan} = T_{\text{energi awal}} - T_{\text{energi akhir}}$$

$$= -2,6 - (-5,337)$$

$$= 2,737 \text{ m}$$

Jadi sisa tekan dari titik node GWT – 1 sebesar 2,331 m. Hal tersebut tidak memungkinkan untuk menstansi air bersih dari GWT ke *roof tank* sehingga memerlukan pompa. Pompa yang digunakan dengan head 66 meter sehingga sisa tekan 2,737 m ditambah dengan 66 m menjadi 68,737 m.

6) Membandingkan data eksisting dengan data rencana jaringan pipa air bersih

Berikut perbandingan antara data eksisting dengan data rencana jaringan pipa air bersih :

- Dari hasil analisis jaringan pipa air bersih pada penelitian ini menggunakan metode perbandingan luas efektif untuk memperkirakan jumlah penghuni Apartemen Westown View Surabaya sehingga diperoleh hasil sebanyak 7.465 orang. Kebutuhan air total (Q_d total) sebesar 0,02074 m³/detik, kebutuhan air rata-rata (Q_h) sebesar 0,04976 m³/detik, kebutuhan air pada jam puncak (Q_h max) sebesar 0,07465 m³/detik sehingga V_{GWT} yang mampu menampung kebutuhan penghuni apartemen berkapasitas 406,08 m³ untuk masing-masing GWT. Ukuran masing-masing GWT yang digunakan 9,4 m × 14,4 m × 3,3 m, sedangkan pada data eksisting menggunakan metode Beban Unit Plambing sehingga V_{GWT} yang mampu menampung kebutuhan penghuni apartemen berkapasitas 447,15 m³ untuk masing-masing GWT dan ukuran masing-masing GWT yaitu 10 m × 13,55 m × 3,3 m.
- Pada penelitian ini jenis *roof tank* sama seperti eksisting yaitu dari bahan material *Friberglass Reinforced Plastic* yang berkapasitas 30 m³ untuk meminimalisir pengeluaran biaya pada perencanaan jaringan pipa air bersih. Namun pada penelitian ini apabila menggunakan *roof tank* yang berkapasitas 30 m³ sehingga dilakukan pengaturan pengisian *roof tank* sebanyak 4 kali per hari.
- Dimensi pipa air bersih eksisting menggunakan ukuran Ø100 mm, Ø80 mm, Ø65 mm, Ø32 mm, Ø25 mm, Ø20 mm, dan Ø15 mm sedangkan hasil perhitungan menggunakan pipa berukuran Ø114 mm, Ø89 mm, Ø76 mm, Ø60 mm, Ø48 mm, Ø42 mm, Ø32 mm, dan Ø26 mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data pada penelitian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Dengan menggunakan metode perbandingan luas lantai efektif diperoleh hasil perkiraan jumlah penghuni sebanyak 7465 orang sehingga kebutuhan air total (Q_d total) sebesar 0,02074 m³/detik,

kebutuhan air rata-rata (Q_h) sebesar 0,04976 m³/detik, kebutuhan air pada jam puncak (Q_h max) sebesar 0,07465 m³/detik. Hal tersebut berpengaruh terhadap kapasitas dan ukuran GWT dan *roof tank* dikarenakan untuk menampung air yang akan dialirkan ke unit-unit yang membutuhkan air bersih.

- 2) Berdasarkan hasil perhitungan dimensi pipa air bersih rencana menggunakan ukuran Ø114 mm, Ø89 mm, Ø76 mm, Ø60 mm, Ø48 mm, Ø42 mm, Ø32 mm, dan Ø26 mm sedangkan pipa air bersih eksisting yang digunakan berukuran Ø100 mm, Ø80 mm, Ø65 mm, Ø32 mm, Ø25 mm, Ø20 mm, dan Ø15 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusri, E., & Kimi, S. (2019). Analisa Kebutuhan Air Untuk Hydrant dan Sprinkler di Transmart Mall Palembang. Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil, 5
- [2] Badan Standar Nasional. 2000. SNI 03-1745-2000. *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung*.
- [3] Badan Standar Nasional 2000. SNI 03-3989-2000. *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Springkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung*.
- [4] David, V. V., Pharmawati, K., & Usman, D. K. (2019). Implementasi konsep konservasi air di Gedung Apartemen X. Jurnal Serambi Engineering, 4(2).
- [5] Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura (1996). *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- [6] Widhihista Wahyu, Danang (2021). Perencanaan Sistem Air Bersih pada Pembangunan Apartemen Suncity Sidoarjo. Jurnal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang.