



Analisis Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Di RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara

Imanuela R. S. Palilingan^{#a}, Roski R. I. Legrans^{#b}, Pingkan A. K. Pratas^{#c}

^{#a}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aimanuelapalilingan2@gmail.com, ^blegransroski@unsrat.ac.id, ^cpingkanpratas@unsrat.ac.id

Abstrak

Sistem plambing memegang peran krusial dalam fungsionalitas dan sanitasi bangunan. Analisis ini mengkaji sistem plambing air bersih dan air limbah pada Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) ODSK Provinsi Sulawesi Utara, sebuah fasilitas kesehatan yang memiliki 11 lantai, dengan mengacu pada SNI 8153:2015. Penentuan kebutuhan air bersih didasarkan pada estimasi per jumlah tempat tidur (*bed*), mengacu pada SNI 03-7065-2005 dan SNI 8153:2015. Untuk kebutuhan air bersih harian mencapai 189,6 m³/hari, dengan puncak konsumsi sebesar 15.80 m³/jam dan 0.53 m³/menit. Rumah sakit ini menggunakan Ground Reservoir dengan volume sebesar 53.2 m³ dan untuk Rooftank adalah 9.22 m³. Pada lantai 9 sampai 11, ditambahkan pompa booster berdaya 5.5 kW. Analisis sistem perpipaan di RSUD ODSK menunjukkan bahwa pipa cabang mendatar untuk air bersih dari shaft ke tiap lantai saat ini lebih kecil dari standar yang disarankan, sehingga perlu penyesuaian. Untungnya, ukuran pipa dinas dan pipa ke setiap alat plambing (*wastafel*, *shower*, *kloset*, dll.) sudah sesuai. Untuk sistem perpipaan air buangan (*Black Water* dan *Grey Water*), meskipun pipa yang terpasang saat ini lebih besar dari rekomendasi standar, secara keseluruhan sistem ini tetap memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153:2015. Selain itu, sistem ventilasi yang terpasang juga sudah memenuhi persyaratan, memastikan sirkulasi udara optimal pada jaringan pipa air buangan.

Kata kunci: sistem plambing, air bersih, air limbah, RSUD ODSK, SNI 8153-2015

1. Pendahuluan

Perkembangan sektor kesehatan dan peningkatan kebutuhan akan pelayanan medis yang berkualitas di Provinsi Sulawesi Utara telah mendorong hadirnya fasilitas kesehatan modern yang memadai. Salah satu upaya pemenuhannya adalah dengan ketersediannya rumah sakit. Rumah sakit merupakan salah satu fasilitas pelayanan publik dalam sektor kesehatan yang utama dan penting dalam setiap wilayah. Dalam mendukung kegiatannya, fasilitas pelayanan kesehatan harus menyediakan lingkungan yang sehat, dalam artian memiliki sanitasi yang baik agar fungsi dari fasilitas pelayanan kesehatan dapat berjalan sebagaimana mestinya. Namun yang menjadi tantangan bagi penyedia pelayanan kesehatan adalah keterbatasan pasokan air bersih tiap lantai, dan air limbah atau buangan jika tidak dibuang dan dikelola dengan benar bisa mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam konteks ini, sistem plambing merupakan komponen krusial yang harus dikelola dengan cermat di rumah sakit.

RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara, merupakan fasilitas kesehatan sebelas lantai yang dirancang untuk menyediakan pelayanan medis berkualitas bagi masyarakat. Dalam operasionalnya, sistem manajemen air bersih dan air limbah menjadi aspek krusial. Ini bukan hanya untuk mendukung kenyamanan dan kesehatan pasien serta staf, tetapi juga untuk menjaga lingkungan dari pencemaran. Oleh karena itu, evaluasi sistem plambing yang sudah ada harus dilakukan secara cermat yang memenuhi standar dan regulasi yang berlaku demi terciptanya

lingkungan rumah sakit yang bersih dan berkelanjutan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada perancangan gedung apartemen maupun rusunawa di wilayah lain dengan karakteristik bangunan yang berbeda, analisis ini secara spesifik menitikberatkan pada RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara dengan sebelas lantai. Analisis sistem plambing di sini sangat mempertimbangkan kebutuhan air harian yang sangat spesifik untuk operasional rumah sakit, serta sistem pembuangan limbah medis dan domestik yang efisien dan ramah lingkungan. Analisis ini akan didasarkan pada data proyek aktual dan mengacu pada standar nasional yang berlaku, sembari tetap memperhatikan efisiensi teknis dan biaya operasional untuk memastikan keberlanjutan operasional.

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka pokok permasalahan yang menjadi kajian pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kesesuaian sistem plambing air bersih dan air limbah yang diterapkan dengan standar SNI 8153-2015?
2. Apakah Sistem Vent yang digunakan telah sesuai dengan standar dan regulasi yang diatur dalam SNI 8153-2015?

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian penelitian ini adalah menganalisis kesesuaian sistem plambing air bersih dan air limbah pada RSUD ODSK terhadap SNI 8153:2015.

2. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan analisis data sekunder dan perhitungan teknis. Analisis data dilakukan dalam dua bagian utama: sistem air bersih dan sistem air buangan. Untuk air bersih, dihitung kebutuhan air harian, jam puncak, volume tangki, kapasitas pompa, dan penentuan diameter pipa. Sementara itu, analisis sistem air buangan menggunakan metode NBUAP (Nominal Berat Unit Alat Plambing) untuk menentukan dimensi pipa *greywater*, *blackwater*, dan *vent*. Semua hasil kemudian dibandingkan dengan kondisi eksisting dan standar SNI 8153:2015 untuk menilai kesesuaian sistem.

2. Hasil dan Pembahasan

2.1. Kebutuhan Air Bersih

Analisis kebutuhan air bersih dilakukan dengan mengacu pada kapasitas hunian rumah sakit, yang direpresentasikan oleh jumlah *bed* (tempat tidur) yang direncanakan. Perhitungan kebutuhan air didasarkan pada standar konsumsi air per *bed* (atau per penghuni) yang berlaku untuk fasilitas rumah sakit, mengacu pada pedoman seperti SNI 8153:2015. Berikut ini jumlah *bed* per lantai:

Tabel 1. Jumlah *Bed* Per lantai

Nama	Jumlah
1	28
2	25
3	25
4	0
5	28
6	35
7	35
8	35
9	35
10	35
11	35
Total	316

Dalam Tabel 1, pemakaian air bersih minimum berdasarkan jumlah *bed* dari tipe jenis rumah sakit diperoleh pemakaian air sebesar 500 liter/*bed*/hari (Dengan demikian dapat diperoleh pemakaian rata-rata air bersih per hari (Q_d) sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air perhari } (Q_d) &= \text{jumlah } bed \times \text{jumlah pemakaian air bersih} \\ &= 316 \text{ } bed \times 500 \text{ liter/}bed\text{/hari} \end{aligned}$$

$$= 158.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 158 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sebagai langkah antisipasi terhadap potensi kehilangan air akibat kebocoran, maka kebutuhan air harian ditambahkan sebesar 20%. Dengan demikian, debit rata-rata air bersih yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Debit air rata-rata (Q1)} &= (100\% + 20\%) \times Q_d \\ &= 1.2 \times 158 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 189.6 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned} \quad (2)$$

Rumah Sakit ODSK memiliki jam operasional puncak yakni selama 24 jam. Maka pemakaian air rata-rata pada jam kerja dapat dirincikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air per jam (Qh)} &= \frac{Q_d}{\text{Jam Kerja}} \\ &= \frac{189.600 \text{ liter/hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 7.900 \text{ liter/jam} \end{aligned} \quad (3)$$

Untuk menghitung pemakaian air pada jam puncak, digunakan konstanta C_1 sebesar 2. Nilai ini dipilih berdasarkan karakteristik operasional rumah sakit yang beroperasi selama 24 jam dengan kepadatan penghuni yang tinggi, di mana pemakaian air sering terjadi secara bersamaan pada waktu-waktu tertentu seperti pagi dan malam hari. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air pada jam puncak (Q}_{h\text{-max}}) &= C_1 \times Q_h \\ &= 2.0 \times 7.900 \text{ liter/jam} \\ &= 15.800 \text{ liter/jam} \\ &= 15.80 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned} \quad (4)$$

Pemakaian air pada menit puncak mencerminkan kebutuhan tertinggi dalam satuan waktu pendek. Untuk rumah sakit yang beroperasi 24 jam dengan aktivitas padat, digunakan konstanta C_2 sebesar 4. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air pada menit puncak (Q}_{m\text{-max}}) &= C_2 \times Q_h \\ &= 4,0 \times \frac{7.900 \text{ liter/jam}}{60 \text{ menit}} \\ &= 526.67 \text{ liter/menit} \\ &= 0.53 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned} \quad (5)$$

Kebutuhan air bersih pada jam kerja adalah sebesar 7.900 liter/jam atau 7.9 m³/jam, dimana angka tersebut diambil dari nilai Q_h pada **Error! Reference source not found.** Di bawah ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung volume *ground reservoir*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung volume *ground reservoir* yaitu:

$$V_R = [Q_d - (Q_s \times t)] \times T$$

Kapasitas pipa dinas sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} Q_h \\ &= \frac{2}{3} \times 7,9 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 5.27 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned} \quad (6)$$

Jika waktu pemakaian air puncak pada rumah sakit 24 jam/hari maka volume *ground reservoir* nya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_R &= [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \\ &= \left[189.6 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} - \left(5.27 \frac{\text{liter}}{\text{jam}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \right] 1 \text{ hari} \\ &= 63.200 \text{ liter} = 63.2 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad (7)$$

Rooftank merupakan istilah yang merujuk ke arah penampung air bersih dengan maksud untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut. Kapasitas efektif tangka atas dinyatakan dengan rumus

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

$$\begin{aligned} V_E &= (Q_p - Q_{h\text{max}}) \times T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\ &= (0.53 - 15.8) \times 60 - (15.8 \times 25) \\ &= 9.22 \text{ m}^3 \\ &= 9.220 \text{ liter} \end{aligned}$$

3.2 Diameter Pipa Air bersih

Penentuan diameter pipa yang akan digunakan untuk distribusi air bersih ditinjau satu per

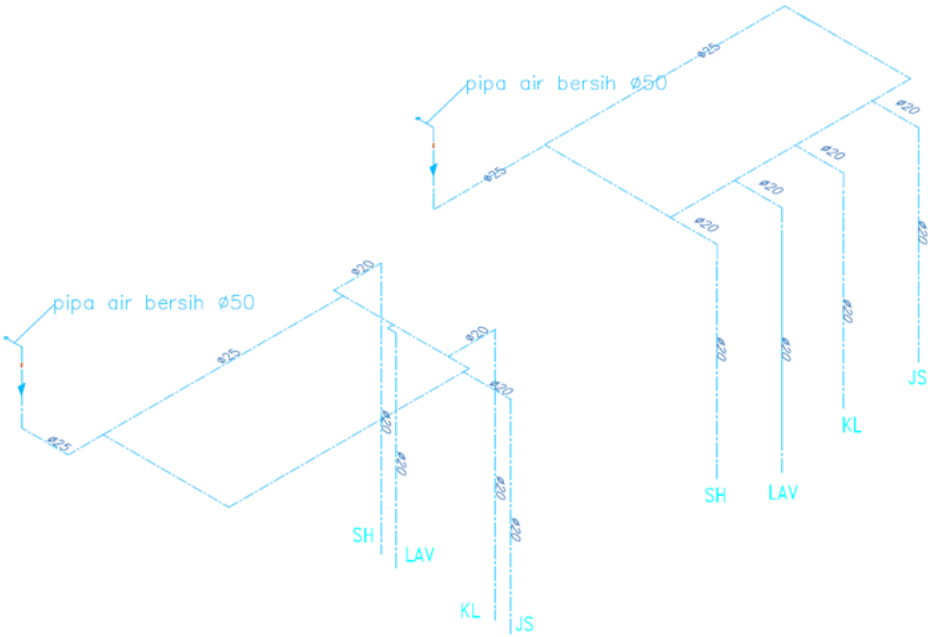
satu dimulai dari alat plambing yang terjauh dari setiap lantai dan selanjutnya diteruskan mencari diameter pipa yang dibutuhkan dan mengalirkan air yang cukup untuk suatu alat plambing sesuai dengan beban alat plambing yang dilayaninya. Debit air pada setiap bagian pipa yang ditinjau ditentukan berdasarkan kurva perkiraan laju aliran untuk unit beban alat plambing. Penentuan unit beban alat plambing dapat mengacu pada.

Penentuan diameter pipa air didasarkan pada setiap unit beban alat plambing yang dilayani. Terdapat perbedaan antara diameter pipa eksisting dan hasil analisa yang bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Perbandingan Diameter Pipa Air Bersih

No.	Perpipaan	Diameter (inci)	
		Eksisting	Hasil Analisa
1.	Pipa dinas lantai 1-11	2	2 ½
2.	Pipa datar dari shaft ke tiap lantai	1	1 ½
3.	Pipa tiap alat plambing	¾	½

Diameter minimal yang direkomendasikan untuk pipa cabang mendatar dari shaft ke setiap lantai adalah 2 ½ inci, ukuran ini menunjukkan perbedaan dengan kondisi eksisting pada perencanaan awal yang hanya menggunakan pipa berdiameter 1 inci. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa diameter pipa yang terpasang saat ini tidak memenuhi syarat minimum diameter pipa sesuai standar. Sementara itu untuk diameter pipa dinas dan pipa untuk setiap alat plambing(lavatory, shower, kloset, jet spreý, urinoir) yang terpasang menunjukan bahwa seluruhnya telah memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku.



Gambar 1. Isometrik Air Bersih

3.3 Perhitungan Headloss Mayor

a. Analisa Perhitungan Tekan (Lantai 11)

$$P = \rho g h \quad (8)$$

Keterangan:

P = Tekanan

ρ = massa jenis (998 kg/m³)

h = beda tinggi atap sampai mata keran (m)

g = gravitasi (9,81 m/s²)

P = $\rho g h$

$$= 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 4 \text{ m}$$

$$= 39.161 \text{ N/m}^2$$

Penyesuaian satuan ke dalam satuan pipa kg/cm²

$$39.161 \times 0,00001 = 0,39161 \text{ bar} \times 1.0197 = 0,39933 \text{ kg/cm}^2 = 0.4 \text{ kg/cm}^2$$

b. Analisis perhitungan pressure drop adalah sebagai berikut:

1. Analisis bilangan Reynold

Pada daerah layanan a di lantai dasar sisi kanan (urinal)

$$Re = \frac{vd}{\mu} \quad (9)$$

Dengan $\mu = 0,984 \times 10^{-6}$ pada suhu 21,1°C

$$Re = \frac{0,94 \text{ m/s} \times 0,015 \text{ m}}{0,984 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 1,4384 \times 10^4$$

2. Analisis kekasaran relatif bahan

$$\frac{\epsilon}{D}$$

(10)

$\epsilon = 0,0015 - 0,007 \text{ mm}$ dikarenakan pipa terbuat dari bahan pvc

$$\frac{0,0015 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 0.000075$$

Plot ke diagram moody

3. Interpolasi

$$y = y_1 + \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} (y_2 - y_1) \quad (11)$$

$$X = 1,44$$

$$X_1 = 1$$

$$X_2 = 2$$

$$Y_1 = 0,025$$

$$Y_2 = 0,03$$

$$y = 0,025 + \frac{(1,44 - 1)}{(2 - 1)} (0,03 - 0,025)$$

$$y = 0,02719 \text{ m}$$

4. Analisis kerugian gesekan pipa lurus (headloss mayor)

$$Hf = F \times \frac{LV^2}{D^2g} \quad (12)$$

$$Hf = 0,02719 \times \frac{2,8 \times 0,94^2}{0,015 \times 2 \times 9,81}$$

$$Hf = 0,23035$$

3.4 Perhitungan Headloss Minor

Perhitungan pompa *booster* dilakukan agar tekanan yang ada pada daerah layanan di lantai paling atas dapat terpenuhi. Untuk menentukan daya dari pompa *booster* dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Dimulai dengan menentukan debit dari aliran pipa yang akan dialiri air:

1. Debit aliran pompa

Nilai dari Q diperoleh dari memplot nilai total UBAP ke dalam grafik dan diperoleh sebagai berikut.

Total UBAP: 262, kemudian plot ke dalam grafik

$$Q = 375 \text{ liter/min}$$

$$Q = 0,00625 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Diameter pipa distribusi (pipa distribusi)

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}} \quad (13)$$

Dimana:

D = Diameter pipa distribusi (m/s)

Q = Debit aliran (m^3/s)

V = Kecepatan acuan (2 m/s)

Maka:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,00625}{2 \times 3,14}}$$

$$D = 0,062841 \text{ m}$$

$D = 62,841 \text{ mm}$ *dilakukan pembulatan ke ukuran yang sesuai dengan SNI

$$D_{\text{pakai}} = 65 \text{ mm}$$

3. Kecepatan aliran pipa

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (14)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran pipa distribusi (m/s)

Q = Debit aliran (m^3/s)

Maka:

$$V = \frac{4 \times 0,00625}{3,14 \times 0,08^2}$$

$$V = 2,6 \text{ m/s}$$

4. Headloss

Headloss pada peralatan pompa sendiri memiliki 3 sumber *head* yaitu *Head* statis yang berasal dari tekanan beda ketinggian *ground reservoir* dan *rooftank* dan , *headloss mayor* dari kerugian *head* pada pipa lurus, dan *headloss minor* yang berasal dari *head* kerugian peralatan pipa.

a. Head Statis

Persamaan untuk menghitung dead statis sebagai berikut:

$$H_s = H_{ve} - \text{ketinggian mata kran terendah} \quad (15)$$

Dimana:

H_s = *Head* statis pompa (m)

H_{ve} = Ketinggian *Rooftank* (m)

Maka:

$$H_s = 21 \text{ m}$$

b. Mayor Headloss (H_f)

$$H_f = F \frac{LV^2}{D^2g} \quad (16)$$

Dimana:

H_f = *Mayor Headloss* (m)

F = Interpolasi dari bilangan *Reynold*

L = Panjang pipa (m)

V = Kecepatan aliran pipa distribusi (m/s)

D = Diameter pipa distribusi (m)

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Maka:

$$H_f = 0,01 \frac{110 \times 2,6^2}{0,065 \times 2 \times 9,81}$$

$$H_f = 5,83 \text{ m}$$

c. Minor Headloss ($H_{f_{mnr}}$)

$$H_{f_{mnr}} = K \frac{V^2}{2g} \quad (17)$$

Dimana:

$H_{f_{mnr}}$ = *Minor Headloss* (m)

K = Konstanta nilai hambatan dalam alat plambing *telah diperoleh sebesar: 9,14

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

V = Kecepatan aliran pipa distribusi (m/s)

D = Diameter pipa distribusi (m)

Maka:

$$H_{f_{\text{mnr}}} = 9.14 \frac{2,6^2}{2 \times 9,81}$$

$$H_{f_{\text{mnr}}} = 3.149 \text{ m}$$

d. Total *Headloss*

$$Head_{\text{total}} = H_s + H_f + H_{f_{\text{mayor}}} \quad (18)$$

Maka:

$$Head_{\text{total}} = 21 \text{ m} + 5.83 \text{ m} + 3.149 \text{ m} = 30.02 \text{ m}$$

5. Daya pompa

Dengan menggunakan kurva pada **Error! Reference source not found..** Dan memasukkan nilai

$$Q = 0.00625 \text{ m}^3/\text{s} \text{ atau } 0.375 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Head_{\text{total}} = 30.02 \text{ m}$$

Sehingga diperoleh daya pompa sebesar:

$$\text{Daya Pompa} = 5.5 \text{ kW}$$

3.5 Tinjauan Sistem Plambing Air Buangan

1. Diameter Air Buangan

Penentuan ukuran diameter pipa dilakukan berdasarkan jumlah unit beban alat plambing (UBAP) yang dilayani oleh masing-masing jalur pembuangan, sesuai dengan ketentuan dalam SNI 8153:2015. *Greywater* mencakup air buangan dari *lavatory*, dan *floordrain* sedangkan *blackwater* berasal dari kloset dan *urinoir*. Perbandingan pipa eksisting dan hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perbandingan Diameter Eksisting dan Hasil Analisa Pipa Air Buangan *Grey Water*

Daerah Pipa	Diameter (inci)	
	Eksisting	Hasil Analisa
Pipa tegak	3	2½
Pipa cabang	3	2

Tabel 6. Perbandingan Diameter Eksisting dan Hasil Analisa Pipa Air Buangan *Black Water*

Daerah Pipa	Diameter (inci)	
	Eksisting	Hasil Analisa
Pipa tegak	4	2½
Pipa cabang	4	2

Meskipun terdapat selisih antara hasil perhitungan dan kapasitas aktual, kondisi eksisting tetap dianggap sesuai dengan ketentuan dalam SNI 8153:2015

2. Diameter Pipa Vent

Hasil analisis menunjukkan bahwa RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara, sebagai bangunan bertingkat, telah memenuhi persyaratan ventilasi sistem air limbah sesuai SNI 8153:2015.

4 Kesimpulan

1. Kebutuhan air bersih harian (Q_d), pada jam puncak ($Q_h\text{-max}$), dan pada menit puncak ($Q_m\text{-max}$) untuk rumah sakit ini secara berurutan adalah $189,6 \text{ m}^3/\text{hari}$, $15,800 \text{ L/jam}$, dan $0,53 \text{ m}^3/\text{menit}$. Perhitungan ini didasarkan pada standar konsumsi air per tempat tidur (*bed*) yang berlaku untuk fasilitas rumah sakit, sebagaimana diatur dalam pedoman seperti SNI 8153:2015. Volume *Ground Reservoir* adalah $63,2 \text{ m}^3$ dan untuk *Rooftank* adalah $9,2 \text{ m}^3$.
2. Diameter minimal yang direkomendasikan untuk pipa cabang mendatar dari shaft ke setiap lantai adalah $2 \frac{1}{2}$ inci, ukuran ini menunjukkan perbedaan dengan kondisi eksisting pada perencanaan awal yang hanya menggunakan pipa berdiameter 1 inci. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa diameter pipa yang terpasang saat ini tidak memenuhi syarat minimum diameter pipa sesuai standar. Sementara itu untuk diameter pipa dinas dan pipa untuk setiap

- alat plambing(lavatory, shower, kloset, jet sprej, urinoir) yang terpasang menunjukan bahwa seluruhnya telah memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku.
3. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan sesuai dengan SNI 8153:2015, diperoleh sistem plambing air buangan *Black Water* dan *Grey Water* keduanya menggunakan pipa tegak berukuran 2 ½ dan pipa cabang berukuran 2. Ukuran ini berbeda dengan kondisi eksisting perencanaan awal dimana pipa dinas dan pipa cabang yang terpasang untuk *Black Water* adalah 4, dan *Grey Water* 3 yang dimana terpasang saat ini lebih besar. Namun berdasarkan hasil analisa disimpulkan bahwa sistem plambing air buangan pada RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara sudah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153-2015). Hasil analisis menunjukkan bahwa RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara, sebagai bangunan bertingkat, telah memenuhi persyaratan ventilasi sistem air limbah sesuai SNI 8153:2015.
 4. Dikarena tekanan pada alat plambing di lantai 11 tidak sesuai dengan standar tekanan minimum yang dibutuhkan, maka untuk mengantisipasinya perlu dilakukan penambahan pompa tekan sesuai dengan syarat dan ketentuan yang berlaku. Oleh karena itu disarankan untuk menggunakan pompa booster dengan spesifikasi Diameter hisap 80 mm, Diameter Keluar 65 mm, Jenis Rumah B, Jumlah Kutub 2, Frekuensi 50 Hz dan daya motor 5,5 kW.

Referensi

- Alwi, S. Muhammad. 2024. "ANALISA SISTEM PLUMBING DAN GREASE INTERCEPTOR PADA BANGUNAN GEDUNG RESTAURANT." Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *SNI 03-7065-2005: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Vol. SNI 03-70651-2005. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *SNI 8153:2015 - Sistem Plambing*. Vol. SNI 8153:2015. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *SNI 03-6481-2000: Sistem Plambing*. Vol. SNI 03-6481-2000. Badan Standardisasi Nasional.
- Dasinangon, Y. S., I. R. Mangangka, dan R. R. Legrans. 2022. "Evaluasi Terhadap Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Di Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi." *TEKNO* 20(82):1253–58.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2000. [Judul Dokumen/Laporan Ditjen Cipta Karya, 2000]. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Gupta, L. C., dan S. Thawari. 2016. "Plumbing system in high rise building." *International Journal for Innovative Research in Science & Technology* 2(11):719–23.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 340/MENKES/PER/III/2010 tentang Klasifikasi Rumah Sakit*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khaliq, A. 2015. "Analisis sistem pengolahan air limbah pada kelurahan kelayan luar kawasan IPAL pekapuran raya PD PAL Kota Banjarmasin." *Poros Teknik* 7(1).
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/114529/permenkes-no-32-tahun-2017>.
- Moody, L. F. 1944. "Friction factors for pipe flow." *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers* 66(8):671–78.
- Muhibad, N., N. Nagu, dan E. R. Ahadian. 2023. "PERENCANAAN SISTEM INSTALASI PLAMBING AIR BERSIH PADA GEDUNG RUSUN ASN BPKP SOFIFI." *JURNAL SIPIL SAINS* 13(2).
- Noerbambang, Soemadi, dan Takasi Morimura. 2005. *Perencanaan dan Plambing*. Pradnya Paramita.
- Novarizal, F. V., K. Pharmawati, dan A. Nurprabowo. 2022. "PERENCANAAN SISTEM PLAMBING AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH DI RUMAH SAKIT X BANDUNG." *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)* 8(1).
- Simangunsong, D. S. 2003. *Teknologi Plambing*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Siwi, I. O., R. R. Legrans, dan A. H. Thambas. 2023. "Desain Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Pada Gedung Rusunawa Kelurahan Karame Kota Manado." *TEKNO* 21(85):1325–39.
- Suhardiyanto, S. 2016. "Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai." *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana* 5(3):90–97.
- Sularso, H. T., dan H. Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor*. disunting oleh Edisi Ketujuh. Jakarta: Pradnya Paramitha.