



Analisis Kinerja Sistem Plumbing Air Bersih Dan Limbah Pada Gedung Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara

Prilly D. Pinangkaan^{#a}, Roski R. I. Legrans^{#b}, Arthur H. Thambas^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aprillypinangkaan912@gmail.com, ^blegransroski@unsrat.ac.id, ^carthur.thambas@unsrat.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem plumbing air bersih dan air limbah di Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153:2015. Sistem plumbing merupakan elemen penting dalam mendukung operasional rumah sakit yang higienis dan efisien, khususnya dalam penyediaan air bersih serta pengelolaan air limbah. Metode penelitian dilakukan melalui pengumpulan data primer dan sekunder, observasi lapangan, serta studi pustaka. Perhitungan teknis meliputi kebutuhan air bersih, kapasitas tangki, pemilihan diameter pipa, dan evaluasi sistem ventilasi dan saluran limbah. Hasil analisis pada lokasi studi yaitu i) pemakaian air rata-rata per hari, $(Q_d) = 388,78 \text{ m}^3/\text{hari}$, ii) pemakaian air pada jam puncak, $(Q_{h-\text{max}}) = 32,399 \text{ m}^3/\text{jam}$, iii) pemakaian pada menit puncak, $(Q_{m-\text{max}}) = 1,080 \text{ m}^3/\text{menit}$, iv) volume ground reservoir = 10.800 liter, v) volume rooftank = 18.899 liter. Hasil analisa diameter pipa sistem plumbing air bersih untuk pipa dinas lantai 5, 4, 3, 2 dan 1 pada daerah layanan kanan berukuran 3 inci dan untuk daerah layanan kiri berukuran 4 inci. Pipa datar dari shaft ke tiap lantai berukuran 2 inci ukuran ini sesuai dengan pipa terpasang, untuk pipa tiap alat plumbing berukuran $\frac{3}{4}$ inci, semuanya memenuhi syarat minimum diameter pipa dimana pipa yang terpasang lebih besar dari hasil analisa yaitu untuk Jet Spray, WC, Lavatory, Shower dan Urinoir menggunakan pipa berukuran $\frac{1}{2}$ inci. Sistem plumbing air kotor menggunakan pipa tegak berukuran 4 inci dan pipa cabang berukuran 4 inci, untuk sistem vent pada air kotoran menggunakan pipa berukuran 4 inci dan untuk air kotoran menggunakan pipa berukuran 4 inci sudah sesuai dengan SNI 8153-2015.

Kata kunci: sistem plumbing, air bersih, air limbah, rumah sakit, SNI 8153:2015

1. Pendahuluan

Rumah sakit sebagai fasilitas layanan kesehatan memiliki kebutuhan air bersih dan sistem pembuangan air limbah yang tinggi dan kompleks. Keberadaan sistem plumbing yang memadai sangat krusial untuk menjamin kenyamanan, keamanan, dan sanitasi lingkungan rumah sakit, serta mendukung kegiatan medis yang higienis (Sutrisno, 2014). Di Indonesia, Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153:2015 telah ditetapkan sebagai acuan teknis dalam perancangan sistem plumbing, mencakup persyaratan mengenai tekanan, dimensi, tata letak instalasi, dan pengelolaan air limbah. Namun, masih banyak fasilitas kesehatan, termasuk Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara, yang diduga belum sepenuhnya menerapkan standar tersebut. Penelitian ini berangkat dari indikasi adanya penggunaan pipa dengan diameter di bawah standar minimum serta ketidakterpisahan sistem grey water dan black water dalam sistem plumbing rumah sakit tersebut.

Berdasarkan hal itu, pertanyaan utama yang diajukan maka pokok permasalahan yang menjadi kajian sejauh mana sistem plumbing air bersih dan air limbah di Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara sesuai dengan SNI 8153:2015?

Studi ini dilakukan karena pentingnya air bersih bagi bangunan, khususnya pada Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara dengan konsep konstruksi bertingkat 5 (Lima) lantai di Jl.

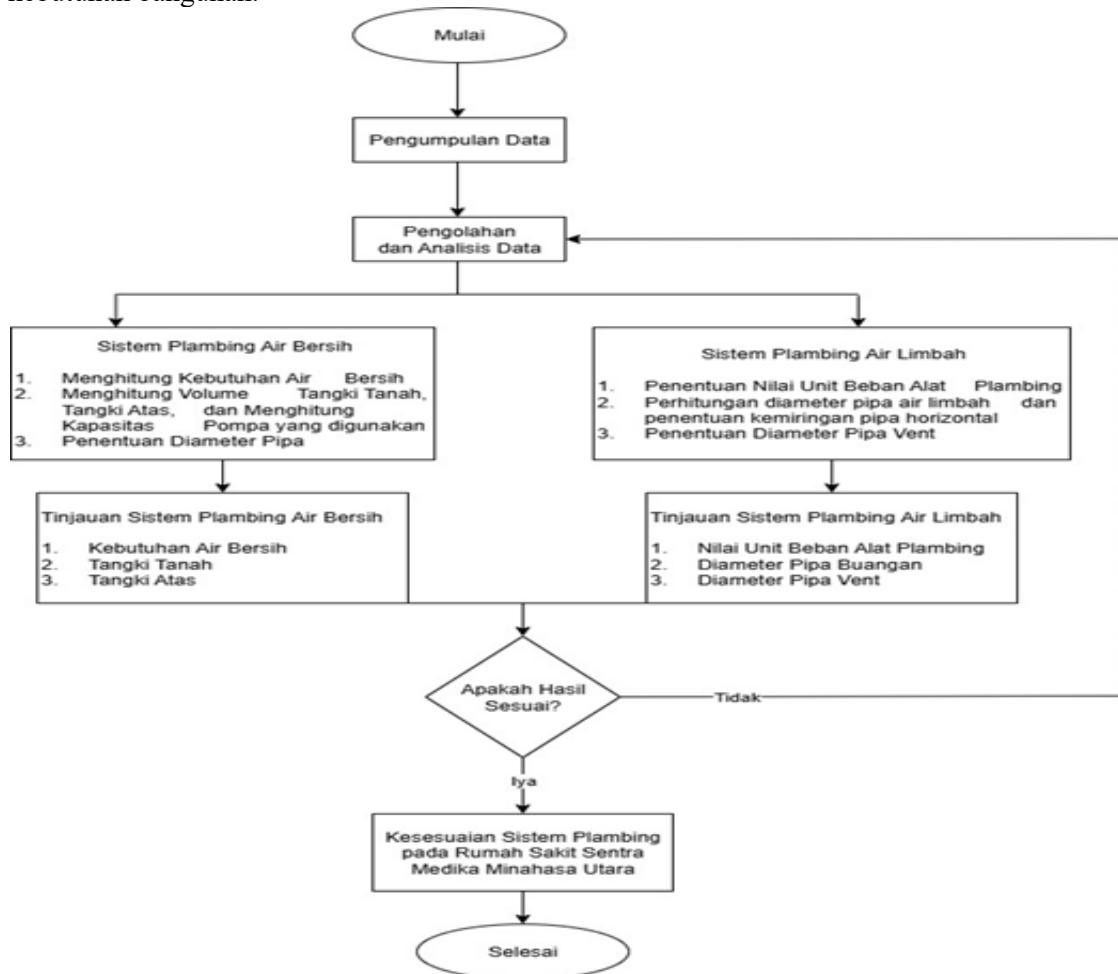
Ir. Soekarno, Maumbi, Kec. Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. yang saat ini telah mempunyai sistem perpipaan air bersih dan air limbah, maka perlu dikaji ulang apakah sistem perpipaan yang ada saat ini sudah sesuai dengan standar nasional Indonesia terbaru yaitu SNI 8153-2015 tentang sistem perpipaan yang telah diubah dan dipadukan dengan SNI 03-6481-2000 dan SNI 03-7065-2005 Metode Perencanaan Sistem Perpipaan yang relevan dan *International Plumbing Code 2018* Standar dan Spesifikasi Perpipaan yang relevan telah dijadikan acuan dalam merencanakan sistem perpipaan dalam suatu gedung, juga kesesuaianya harus ditinjau.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk :

1. Menganalisis sistem plambing pipa air bersih sesuai dengan SNI 8153-2015.
2. Menganalisis kesesuaian sistem plambing air kotor sesuai dengan SNI 8153-2015.
3. Menganalisis kesesuaian sistem pipa air sesuai dengan SNI 8153-2015.
4. Menganalisis kesesuaian sistem vent sesuai dengan SNI 8153-2015.

2. Metode Analisis

Perencanaan ini dilaksanakan melalui dua tahap utama yaitu; 1) Tahap pertama berfokus pada perencanaan sistem penyediaan air bersih, yang meliputi penentuan jalur instalasi perpipaan serta penyusunan gambar isometris yang mendetail. Dalam tahap ini juga dilakukan perhitungan kebutuhan air bersih secara komprehensif, termasuk volume tangki bawah (*ground tank*) dan tangki atap (*roof tank*), serta kapasitas pompa yang diperlukan untuk memastikan distribusi air yang efisien. 2) Tahap kedua melibatkan perencanaan sistem penyaluran air buangan. Pada tahap ini, jalur pipa untuk pembuangan air kotor ditentukan secara rinci, dengan mempertimbangkan efisiensi sistem dan pengolahan limbah. Selain itu, perhitungan dimensi pipa dilakukan secara cermat agar sistem dapat berfungsi secara optimal, sesuai dengan standar yang berlaku. Perencanaan keseluruhan bertujuan untuk menciptakan sistem plambing yang sesuai dengan kebutuhan bangunan.



Gambar 1. Alur Analisis

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kebutuhan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih menggunakan sistem tangki atas, dimana air bersih dialirkan tangki atas ke daerah layanan alat plambing dari lantai 1 sampai 5. Perencanaan untuk sumber air bersih gedung RS mengambil dari jaringan pemipaan sumur bor sebagai cadangan yang ditampung di tanki bawah dan kemudian dialirkan ke tanki atas dengan menggunakan pompa. Perhitungan kebutuhan air bersih pada gedung ini berdasarkan perkiraan jumlah penghuni. Jumlah penghuni RS dihitung dengan mengasumsikan setiap BED mampu menampung 1 orang dan ditambah dengan perhitungan luas lantai efektif untuk lantai satu yang memiliki fungsi sebagai ruang administrasi, sehingga detail perhitungan jumlah penghuni RS dicantumkan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Jumlah Populasi Berdasarkan Jumlah Bed

Lantai	Jumlah Bed	Jumlah Penghuni (Jiwa)
1	-	437
2	33	33
3	118	118
4	140	140
5	50	50
Total		778

3.2. 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.

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} Qh \\ &= \frac{2}{3} \times 16,199 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 10,800 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jika waktu pemakaian air puncak pada gedung rumah sakit 24 jam/hari maka volume *Ground Reservoir*nya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_R &= [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \\ &= [388,78 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} - (10,800 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}})] 1 \text{ hari} \\ &= 129,59 \text{ m}^3 = 129.59 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi volume *Ground Reservoir* adalah 284.048 liter cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada gedung ini.

3.3. Rooftank

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

$$VE = (Q_p - Q_{hmax}) \times T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})$$

Diasumsikan TP = 60 menit, TPU = 25 menit, dan berdasarkan Tabel 4.3 didapatkan nilai QP = 2,402 m³/menit dan Qhmax = 1,201 m³/jam. Maka dapat dihitung volume Rooftanknya adalah:

$$\begin{aligned} VE &= (Q_p - Q_{hmax}) \times T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\ &= (1,080 - 32,398) \times 60 - (0,5400 \times 25) \\ &= 18,899 \text{ m}^3 \\ &= 18.899 \text{ liter} \end{aligned}$$

Volume Rooftank hasil perhitungan sebesar 18,899 liter. Ukuran volume tangki atas yang akan digunakan dalam perencanaan sebesar 216.000 liter atau 216 m³/liter. Volume tersebut cukup untuk menampung air pada bak atas gedung ini.

3.4. Diameter Pipa Air Bersih

Penentuan diameter pipa yang digunakan dalam sistem distribusi air bersih dilakukan dengan pendekatan yang sistematis dan terstruktur. Langkah pertama dimulai dari identifikasi alat plambing yang terletak paling jauh di setiap lantai bangunan. Setelah itu, dilakukan analisis untuk menentukan diameter pipa yang diperlukan agar dapat menjamin aliran air yang cukup dan efisien ke setiap alat plambing, sesuai dengan beban yang harus dilayani oleh sistem tersebut.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa diameter minimum pipa dinas pada lantai 1 untuk daerah layanan kiri adalah sebesar 2 inci. Hal ini ditunjukkan pada segmen pipa Kiri dan Kanan yang memiliki diameter sebesar 0,038551 m dan 0,076827 m, yang ekuivalen dengan pipa berukuran 2 inci. Namun, pada kondisi eksisting di lapangan, diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa pipa yang terpasang saat ini tidak memenuhi syarat minimum diameter berdasarkan hasil analisis hidraulik, sehingga berpotensi menyebabkan hambatan aliran atau distribusi tekanan yang tidak optimal. Sementara itu, untuk diameter pipa pada masing-masing alat plambing di dalam gedung, diketahui bahwa bangunan ini dilengkapi dengan lima jenis alat plambing, yaitu Jet Spray, Lavatory, Urinoir, dan Kloset. Berdasarkan hasil analisis, Jet Spray, Kloset, dan Sink masing-masing memerlukan pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inci, tetapi pada kondisi eksisting, pipa yang terpasang adalah $\frac{3}{4}$ inci. Untuk Urinoir, diameter yang dibutuhkan berdasarkan analisis adalah $\frac{1}{2}$ inci, sedangkan yang terpasang berukuran $\frac{3}{4}$ inci. Lavatory membutuhkan diameter $\frac{1}{2}$ inci, namun kondisi eksisting menunjukkan penggunaan pipa berukuran $\frac{3}{4}$ inci. Dari perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa seluruh pipa yang terpasang untuk alat-alat plambing memiliki diameter lebih besar dibandingkan hasil analisis, sehingga masih memenuhi standar teknis dan ketentuan yang berlaku.

Tabel 2. Kebutuhan Pemakaian Air Bersih

Total Penghuni	778
Qd (m^3/hari)	388,78
Qd-total (m^3/hari)	466,54
Qh (liter/jam)	16.199
Qh-max (m^3/jam)	32,399
Qm-max (m^3/menit)	1,080

Tabel 3. Perbandingan Diameter Pipa Air Bersih

No	Perpipaan	Diameter (inch)	
		Perencanaan Awal	Hasil Analisa
1	Pipa Dinas Lt. 5,4,3,2,1 Kanan	3	3
2	Pipa Dinas Lt. 5,4,3,2,1 Kiri	3	4
3	Pipa Datar Dari Shaft Ke Tiap Lantai	2	2
4	Pipa Tiap Alat Plumbing (WC, JS, LV, SHW, UR)	3/4	1/2

3.5. Perhitungan Headloss

Perhitungan Headloss dibagi menjadi dua yaitu *Head Loss Major* dan *Head Loss Minor*. Contoh perhitungan pada lantai 5.

1. Analisa Perhitungan Tekan

- Lantai 5

$$P = \rho g h$$

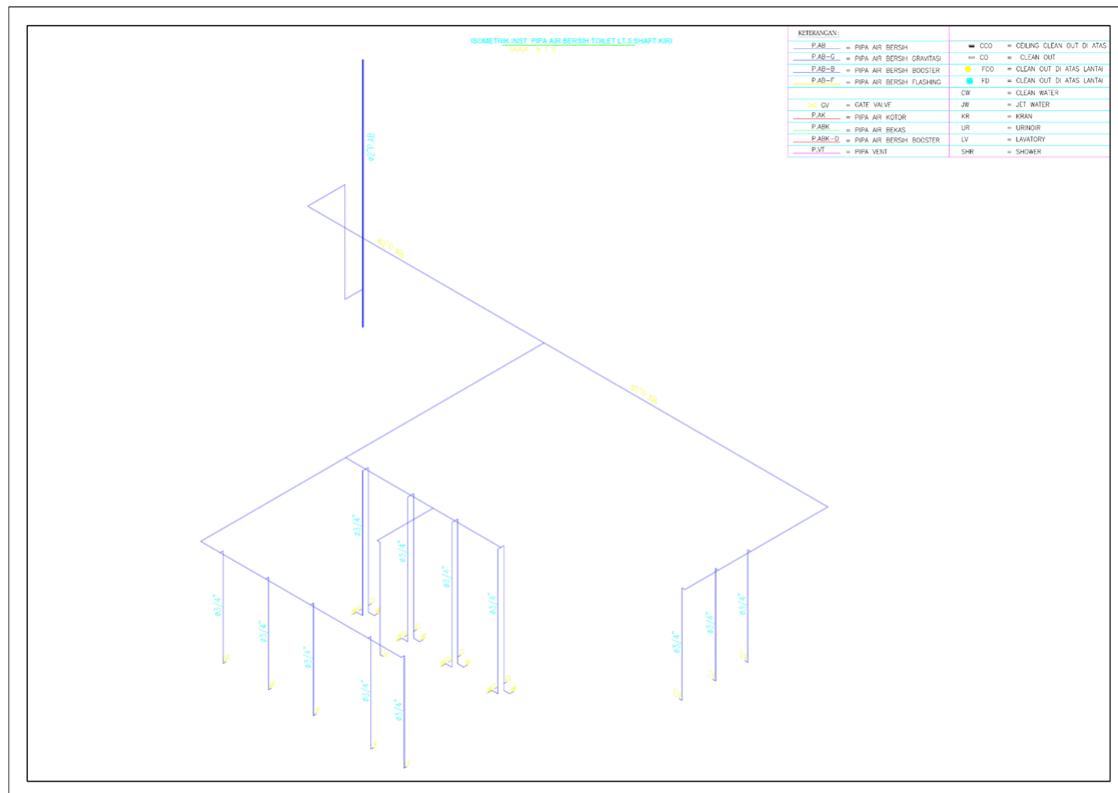
Keterangan:

P = Tabanan

$$\begin{aligned}
 \rho &= \text{massa jenis (0,998 kg/cm}^3\text{)} \\
 g &= \text{gravitasi (9,81 m/s}^2\text{)} \\
 h &= \text{beda tinggi atap sampai mata keran (m)} \\
 P &= \rho g h \\
 &= 998 \times 9,81 \times 3,9 \\
 &= 3,8182 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Penyesuaian satuan ke dalam satuan pipa Kg/cm²

$$38.182 \times 0,00001 = 0,38182 \text{ barr} \times 1,0197 = 0,38934 \text{ Kg/cm}^2 = 0,4 \text{ Kg/cm}^2$$



Gambar 2.. Isometrik Air Bersih Lantai 1 Kiri

2. Analisa Perhitungan *Pressure Drop*

- Analisis bilangan Reynold Pada daerah layanan a (Lavatory)

$$Re = \frac{vd}{\mu}$$

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

$$Re = \frac{0.94 \frac{m}{s} \times 0,015m}{0,984 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 1.4384 \times 10^4$$

- Analisis kekasaran relative bahan

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

ϵ = pipa terbuat dari bahan pvc sehingga memiliki nilai antara 0,0015-0,007 mm

- Interpolasi

$$X = 1,4384$$

$$X_1 = 1$$

$$X_2 = 2$$

$$Y_1 = 0,030$$

$$Y_2 = 0,025$$

$$Y = Y_1 + \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} (Y_2 - Y_1)$$

$$= 0,03 + \frac{(1,2384-1)}{(2-1,4384)} (0,02 - 0,03) = 0,0278$$

- Analisa kerugian gaya gesek (Hf) pipa lurus

$$Hf = F \frac{LV^2}{D^2 g} = 0,0278 \frac{2,2 \times 0,94^2}{0,015 \times 2 \times 9,81} = 0,1850 \text{ m}$$

3. Analisa Kerugian Peralatan Pipa (k)

- Belokan Pipa (*Elbow*)

Menggunakan rumus fuller:

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta^2}{90} \right)$$

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,015}{2 \times 0,75} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{90^2}{90} \right) = 0,1310$$

- Menghitung *Minor Loss*

$$HLM = K \frac{V^2}{2g}$$

$$HLM = 0,1310 \frac{0,94^2}{2 \times 9,81} = 0,005945 \text{ m}$$

3.6. Tinjauan Sistem Plumbing Air Buangan

1. Diameter Air Buangan

Penentuan dimensi pipa untuk sistem pembuangan air limbah didasarkan pada unit beban alat plumbing yang dilayani. Dalam sistem pembuangan air limbah ini, tidak terdapat penggunaan sanitary tee atau belokan dengan sudut 90 derajat, karena penggunaan aksesoris pipa dengan sudut tersebut dapat menyebabkan pengendapan. Perbandingan diameter pipa perencanaan awal dengan hasil Analisa yang dilakukan untuk diameter pipa buangan pada air kotor an air kotoran dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa diameter pipa air buangan Grey Water dan Black Water yang terdapat pada perencanaan awal sudah sesuai dengan ketentuan dalam SNI 8153-2015.

Tabel 4. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotor

Perpipaan	Diameter (inch)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisa
Pipa Tegak	2 ½	4
Pipa Cabang	2 ½	4

Tabel 5. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotoran

Perpipaan	Diameter (inch)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisa
Pipa Tegak	4	4
Pipa Cabang	4	4

2. Diameter Pipa Vent

Menurut SNI 8153:2015, sistem pipa air limbah pada bangunan yang memiliki lebih dari satu lantai harus dilengkapi dengan vent yang memungkinkan sirkulasi udara di seluruh pipa serta memfasilitasi masuk. Saat ini, Gedung Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara telah memenuhi persyaratan tersebut dengan adanya vent yang sesuai dimana pipa terpasang pada kondisi eksisting lebih besar dari hasil analisis.

4. Kesimpulan

- Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem plumbing air bersih pada gedung Rumah Sakit lokasi studi telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2015, kecuali pada komponen pipa dinas di dua area layanan. Secara umum, diameter pipa untuk distribusi air bersih dan pembuangan air buangan pada setiap unit instalasi telah melebihi ukuran minimum yang disyaratkan oleh standar tersebut.

2. Sistem plambing air limbah yang diterapkan saat ini pada gedung Rumah Sakit telah sesuai dengan ketentuan SNI 8153:2015, di mana ukuran diameter pipa untuk air kotor dan kotoran telah dipasang melebihi batas minimum yang ditetapkan. Selain itu, pipa vent yang digunakan juga telah memiliki diameter yang sejalan dengan spesifikasi standar tersebut.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Sistem plambing untuk bangunan gedung (SNI 8153:2015)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Dasinangon, Y. (2022). *Evaluasi Terhadap Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan di Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- International Plumbing Code (2018)*. ICC.
- Isnanto, (2009). *Analisis Efektivitas Perangkap Pipa PVC dalam Sistem Sanitasi Rumah Tangga*. Universitas Diponegoro
- Noerbambang, & Morimura, (2005). *Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
- SNI 03-6481-2000. 2000. *Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-7065-2005. 2005. *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 8153-2015. 2015. *Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Suyanta, (2012). *Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*.Yogyakarta: ANDI
- World Health Organization (2020). *Guidelines for Drinking-Water Quality*. 4th Edition. WHO Press.
- Sutrisno. (2014). *Sistem Plambing Air Bersih dan Air Limbah di Rumah Sakit*.Jakarta: Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia.