



Analisis Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Gedung Hotel Grand Luley Manado

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

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ajuniffermanumpil@gmail.com, ^blegransroski@unsrat.ac.id, ^carthur.thambas@unsrat.ac.id

Abstrak

Sistem plambing merupakan fasilitas penting pada bangunan hotel yang berfungsi mendistribusikan air bersih dan menyalurkan air limbah sesuai persyaratan teknis. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi eksisting sistem plambing di Gedung Hotel Grand Luley Manado berdasarkan SNI 8153:2025 dengan fokus pada analisis kondisi eksisting. Penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, serta analisis sistem plambing air bersih, air limbah, dan sistem vent mengacu pada SNI 8153:2025. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan air bersih sebesar 40,02 m³/hari di Bunaken Wing dan 40,62 m³/hari di Siladen Wing, dengan volume *ground water tank* sebesar 26,88 m³ serta volume *roof tank* masing-masing 3,67 m³ di Bunaken Wing dan 3,77 m³ di Siladen Wing. Sistem penyediaan air bersih telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2025 dari aspek kebutuhan air, kapasitas tangki, dimensi perpipaan, dan tekanan distribusi. Pada sistem penyaluran air limbah, dimensi pipa *greywater*, pipa *blackwater*, dan pipa *vent* secara umum telah sesuai standar, namun masih ditemukan ketidaksesuaian nilai *headloss* pada pipa cabang lantai 3. Oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan dan evaluasi berkala agar kinerja sistem plambing tetap optimal, andal, dan sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata kunci: sistem plambing, air bersih, air limbah, hotel, SNI 8153:2025

1. Pendahuluan

Sistem plambing merupakan bagian penting dari suatu bangunan yang berfungsi menyediakan air bersih, menyalurkan air limbah, serta menjaga kelancaran sistem perpipaan sehingga harus memenuhi persyaratan kuantitas, kualitas, tekanan, dan kontinuitas sesuai standar yang berlaku. Pada bangunan hotel, sistem plambing berperan dalam mendukung kenyamanan pengguna dan kelancaran operasional sehingga kinerjanya perlu dievaluasi secara berkala. Hotel Grand Luley Manado dipilih sebagai lokasi penelitian karena telah beroperasi cukup lama sehingga perlu dilakukan kajian terhadap sistem plambing air bersih, sistem penyaluran air limbah, dan sistem vent berdasarkan SNI 8153:2025. Hasil penelitian diharapkan menjadi bahan evaluasi bagi pengelola hotel dalam meningkatkan kinerja sistem plambing serta menjadi referensi bagi penelitian sejenis pada bangunan hotel maupun bangunan komersial lainnya.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

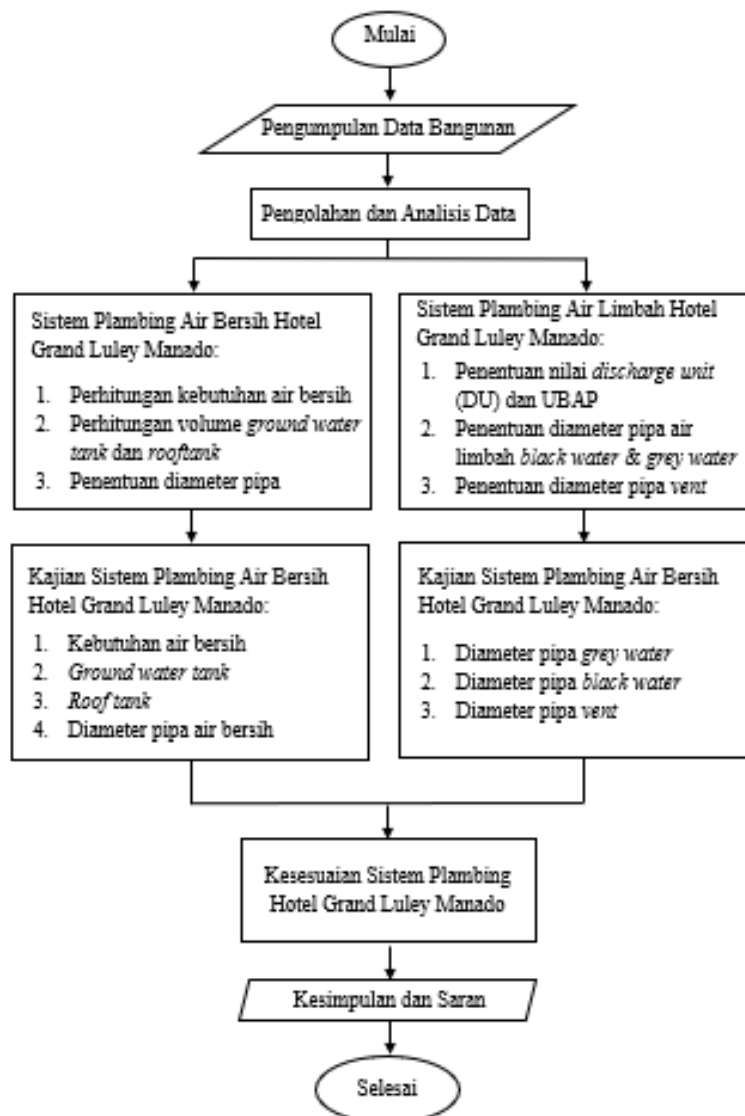
1. Bagaimana kesesuaian Sistem Plambing Air Bersih yang ada di Gedung Hotel Grand Luley Manado terhadap SNI 8153:2025?
2. Bagaimana kesesuaian Sistem Plambing Air Limbah yang ada di Gedung Hotel Grand Luley Manado terhadap SNI 8153:2025?
3. Bagaimana kesesuaian Sistem Vent pada Gedung Hotel Grand Luley Manado terhadap SNI 8153:2025?

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Hotel Grand Luley Resort Manado yang berlokasi di Tongkeina, Kecamatan Bunaken, Kota Manado, Sulawesi Utara. Penelitian ini dibatasi pada analisis sistem kebutuhan air bersih domestik dan sistem penyaluran air limbah di Gedung Hotel Grand Luley Manado, khususnya pada Siladen Wing dan Bunaken Wing, serta mengevaluasi kesesuaian sistem plambing air bersih dan air limbah berdasarkan SNI 8153:2025 tentang Sistem Plambing pada Bangunan Gedung.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis kesesuaian sistem plambing air bersih, sistem plambing air limbah, dan sistem vent mengacu pada SNI 8153:2025.

2. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan metode evaluatif untuk mengevaluasi kesesuaian sistem plambing air bersih dan air limbah di Gedung Hotel Grand Luley Manado berdasarkan SNI 8153:2025. Analisis dilakukan menggunakan data primer hasil observasi lapangan untuk memverifikasi kondisi eksisting serta data sekunder berupa gambar *as-built AutoCAD*, jumlah tempat tidur, jumlah pegawai, jumlah kamar, kapasitas tangki, dan spesifikasi pompa sebagai dasar perhitungan. Evaluasi sistem penyediaan air bersih meliputi perhitungan kebutuhan air, kapasitas *ground water tank* dan *roof tank*, debit, diameter pipa, kecepatan aliran, *headloss*, dan tekanan, sedangkan analisis sistem penyaluran air limbah meliputi identifikasi alat plambing, penentuan *Discharge Unit* (DU), debit air limbah, diameter pipa cabang, pipa tegak, sistem vent, *headloss*, dan tekanan. Seluruh hasil perhitungan dibandingkan dengan ketentuan SNI 8153:2025 untuk menentukan tingkat kesesuaian setiap parameter yang dievaluasi.



Gambar 1. Alur Analisis

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih pada Hotel Grand Luley Manado mengacu pada SNI 8153:2025 berdasarkan jumlah tempat tidur (*bed*), jumlah pegawai, dan tingkat okupansi hotel sebesar 60%, dengan menggunakan data jumlah tempat tidur sebanyak 72 tempat tidur di masing-masing *wing* untuk 72 orang tamu, jumlah pegawai sebanyak 27 pegawai di masing-masing *wing*, dan jumlah kamar 60% okupansi hotel sebanyak 20 kamar di Bunaken Wing dan sebanyak 22 kamar di Siladen Wing. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih Gedung Hotel Grand Luley Manado ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Bed Gedung Hotel Grand Luley Manado

Bunaken Wing				Siladen Wing			
Lantai	Jumlah Bed	Kapasitas	Total	Lantai	Jumlah Bed	Kapasitas	Total
Lantai 1	12	2 orang	24 orang	Lantai 1	12	2 orang	24 orang
Lantai 2	12	2 orang	24 orang	Lantai 2	12	2 orang	24 orang
Lantai 3	12	2 orang	24 orang	Lantai 3	12	2 orang	24 orang
Jumlah Kapasitas Bed Lantai 1-Lantai 3			72 orang	Jumlah Kapasitas Bed Lantai 1-Lantai 3			72 orang

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan SNI 8153:2025

Tabel Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Bunaken Wing					
Total Penghuni	Q_{tot} (m ³ /hari)	Q_d (m ³ /hari)	Q_h (m ³ /jam)	Q_{hmax} (m ³ /jam)	Q_{mmax} (m ³ /menit)
99 Orang + 20 Kamar	33,35	40,02	1,668	3,336	0,111167
Tabel Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Siladen Wing					
Total Penghuni	Q_{tot} (m ³ /hari)	Q_d (m ³ /hari)	Q_h (m ³ /jam)	Q_{hmax} (m ³ /jam)	Q_{mmax} (m ³ /menit)
99 Orang + 22 Kamar	33,85	40,62	1,693	3,386	0,112833
Tabel Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Total Gedung Hotel Grand Luley Manado					
Total Penghuni	Q_{tot} (m ³ /hari)	Q_d (m ³ /hari)	Q_h (m ³ /jam)	Q_{hmax} (m ³ /jam)	Q_{mmax} (m ³ /menit)
198 Orang + 42 Kamar	67,2	80,64	3,36	6,72	0,224

3.2. Ground Water Tank

Persamaan yang digunakan untuk menghitung volume *ground water tank* yaitu:

$$V_{GWT} = [Q_d - (Q_s \times t)] \times T$$

Kapasitas pipa dinas sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} Q_h \\ &= \frac{2}{3} \times 3,36 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 2,24 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

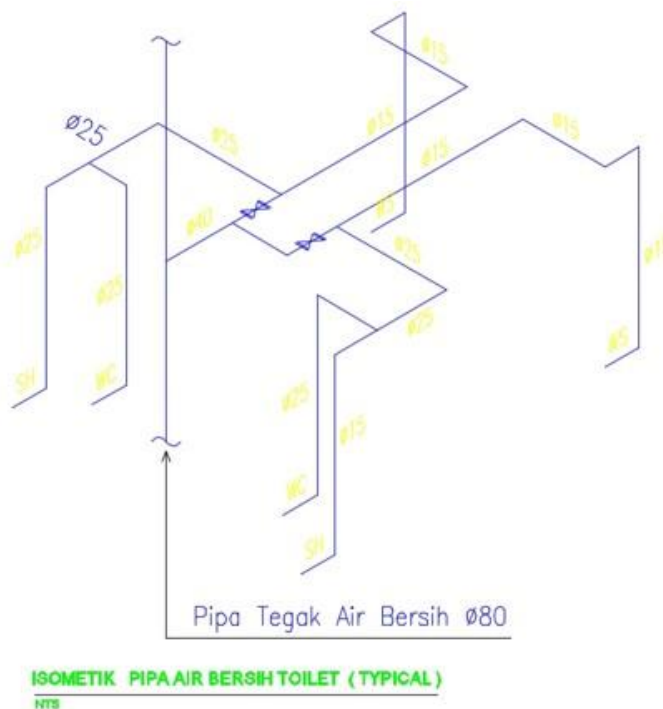
Jika waktu pemakaian air pada Gedung Hotel Grand Luley Manado selama 24 jam/hari maka volume *ground water tank* nya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_R &= [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \\ &= \left[80,64 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} - \left(2,24 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \right] 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$= 26,88 \text{ m}^3 = 26.880 \text{ liter}$$

3.3. Diameter Pipa Air Bersih

Hasil analisis menunjukkan bahwa penentuan diameter pipa sistem distribusi air bersih berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2025. Pada titik 1A Shaft AA lantai 3 Siladen Wing diperoleh debit aliran sebesar 0,2 liter/detik dengan diameter pipa hasil perhitungan 11,28 mm, sedangkan diameter pipa eksisting yang digunakan adalah DN Ø15 dengan diameter internal 18,8 mm. Hasil kontrol kecepatan aliran sebesar 0,7205 m/det masih berada di bawah batas maksimum 2 m/det sehingga memenuhi persyaratan SNI 8153:2025. Selain itu, keseragaman jenis dan jumlah alat plumbing pada setiap lantai menyebabkan diameter pipa yang digunakan pada Bunaken Wing dan Siladen Wing relatif sama. Isometri sistem distribusi air bersih ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Isometri Sistem Distribusi Air Bersih

3.4. Perhitungan Headloss

Perhitungan *headloss* terdiri atas *Headloss Mayor* dan *Headloss Minor*. Berdasarkan kondisi eksisting, Hotel Grand Luley Manado menggunakan pompa booster dengan *head* 20 m untuk meningkatkan tekanan distribusi air bersih pada setiap titik pelayanan.

Contoh perhitungan tekanan pada Lantai 3 Siladen Wing (tipikal):

1. Analisa Perhitungan Tekanan (P_1)

- Lantai 3

$$P_1 = \rho g h$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan pada titik masuk

ρ = Massa jenis (998 kg/cm^3)

g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}$)

h = *Head* pompa

$$\begin{aligned} P &= \rho g h \\ &= 998 \times 9,81 \times 20 \\ &= 195807,6 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Penyesuaian satuan ke dalam satuan pipa kg/cm^2

$$195807,6 \times 0,00001 = 1,9581 \text{ bar} \times 1,0197 = 1,996665 \text{ kg/cm}^2 = 2 \text{ kg/cm}^2$$

2. Perhitungan *Pressure Drop*

- Analisis Bilangan Reynold pada Titik Plambing 1A Shaft AA (*Shower*)

$$Re = \frac{vd_i}{\nu}$$

ν (*viskositas kinematik*) = $0,984 \times 10^{-6}$ pada suhu $21,1^\circ\text{C}$

$$Re = \frac{0,72 \text{ m/s} \times 0,0188 \text{ m}}{0,984 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 1,38 \times 10^4$$

- Analisis Kekasaran Bahan

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

ϵ = Karena pipa terbuat dari bahan pvc maka nilai antara 0,0015-0,007 mm

$$\frac{0,0015 \text{ mm}}{18,8 \text{ mm}} = 0,00008$$

- Interpolasi

$$X = 1,38$$

$$X1 = 1$$

$$X2 = 2$$

$$Y1 = 0,025$$

$$Y2 = 0,03$$

$$F = Y1 \frac{(X - X1)}{(X2 - X1)} (Y2 - Y1) \\ = 0,025 \frac{(1,38 - 1)}{(2 - 1)} (0,03 - 0,025) = 0,0269$$

- Analisis Kerugian Gaya Gesekan Pipa Lurus

$$HF_{myr} = F \frac{LV^2}{D 2g} = 0,0269 \text{ m} \frac{7,8 \text{ m} \times (0,72 \text{ m/det})^2}{0,0118 \text{ m} \times 2 \times (9,81 \text{ m/det})^2} = 0,29528 \text{ m}$$

3. Analisa Kerugian Peralatan Pipa

- Analisa Koefisien *Fitting*

Perhitungan headloss minor dilakukan menggunakan koefisien kehilangan energi (K) pada komponen fitting. Berdasarkan kondisi eksisting, titik 1A Shaft AA lantai 3 Siladen Wing menggunakan fitting berupa elbow 90° radius panjang dengan nilai koefisien kehilangan energi (K) sebesar 0,3.

- Menghitung *Headloss Minor*

$$Hf_{mnr} = K \frac{v^2}{2g} \\ Hf_{mnr} = 0,3 \frac{0,72^2}{2 \times 9,81} \\ = 0,007937 \text{ m}$$

4. Analisa Kerugian Pipa Total

$$HL_{total} = HF_{myr} + HF_{mnr} \\ HL_{total} = 0,29528 \text{ m} + 0,007937 \text{ m}$$

5. Analisa Tekanan pada Alat Plambing

$$P_2 = P1 + pg(z1 - z2) - pghL$$

$$P_2 = 195807,6 \text{ N/m}^2 + 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 (7,2 \text{ m}) - 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times$$

$$0,303217 \text{ m}$$

$$P_2 = 263329,7 \text{ N/m}^2$$

Selanjutnya, konversikan nilai ke satuan pipa kg/cm^2

$$263329,7 \text{ N/m}^2 \times 0,00001 = 2,633 \text{ bar}$$

$$2,633 \text{ bar} \times 1,0197 = 2,6849 \text{ kg/cm}^2$$

Tekanan pada titik plambing 1A Shaft AA lantai 3 Siladen Wing sebesar 2,633 bar atau 2,6849 kg/cm² dan telah memenuhi persyaratan SNI 8153:2025.

3.5. Roof Tank

Rooftank digunakan dengan maksud untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut.. Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus:

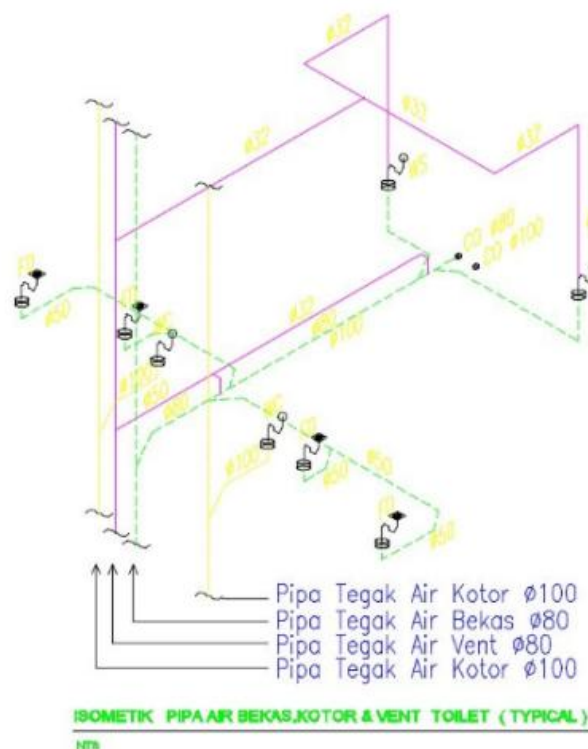
$$V_{RT} = \frac{[(Q_g + QPB) - QPT]DT}{1000}$$

Diketahui QPB = 250 liter/menit pada pompa *booster* masing-masing *wing* dan QPT = 300 liter/menit pada pompa *transfer* masing-masing *wing*, serta *Dimention Time* sebesar 60 menit. Berdasarkan Tabel 1. didapatkan nilai $Q_g = 111.167$ liter/menit untuk Bunaken Wing dan nilai $Q_g = 112.833$ liter/menit untuk Siladen Wing. Maka dapat dihitung volume *rooftank*nya adalah :

$$\begin{aligned} V_{RT} \text{ Bunaken Wing} &= \frac{[(Q_g + QPB) - QPT]DT}{1000} \\ &= \frac{[(111.167 + 250) - 300] 60}{1000} \\ &= 3.670 \text{ liter m}^3 \\ &= 3,67 \text{ m}^3 \\ V_{RT} \text{ Siladen Wing} &= \frac{[(Q_g + QPB) - QPT]DT}{1000} \\ &= \frac{[(112.833 + 250) - 300] 60}{1000} \\ &= 3.770 \text{ liter m}^3 \\ &= 3,77 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, volume efektif *rooftank* yang dibutuhkan sebesar 3,67 m³ pada Bunaken Wing dan 3,77 m³ pada Siladen Wing, sedangkan kapasitas *rooftank* eksisting yang terpasang pada masing-masing *wing* adalah 8 m³.

3.6. Kajian Sistem Plambing Air Limbah



Gambar 3. Isometri Penyaluran Air Limbah

1. Diameter Pipa Air Limbah untuk Air Kotor

Penentuan diameter pipa air limbah didasarkan pada Unit Beban Alat Plumbing, sedangkan evaluasi sistem perpipaan dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting Gedung Hotel Grand Luley Manado dengan hasil analisis berdasarkan debit air limbah dan SNI 8153:2025. Contoh perhitungan pipa cabang air limbah pada titik 1A, 2A, dan 3A Shaft AA lantai 3 Siladen Wing adalah sebagai berikut.

Pada titik 1A, 2A, dan 3A Shaft AA lantai 3 Siladen Wing terdapat 1 wastafel dan 2 floor drain berdasarkan data denah lantai.

- Wastafel = 0,3 DU ($1 \times 0,3 = 0,3$)

- Floordrain = 0,6 DU ($2 \times 0,6 = 1,2$)

Total DU = 1,5

Perhitungan debit air limbah dilakukan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$Q_{ww} = K \sqrt{\Sigma DU}$$

Nilai faktor frekuensi untuk gedung hotel yaitu sebesar 0,7, sehingga diperoleh:

$$Q_{ww} = 0,7 \sqrt{1,5}$$

$$Q_{ww} = 0,85732 \text{ liter/det}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis di atas, diameter internal pipa cabang yang digunakan pada titik 1A, 2A, dan 3A Shaft AA lantai 3 Siladen Wing yaitu sebesar 55,2 mm atau 0,0552 m.

2. Diameter Pipa Air Limbah untuk Air Bekas

Penentuan diameter pipa tegak air limbah berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing yang dilayani. Evaluasi sistem perpipaan air limbah dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting Gedung Hotel Grand Luley Manado dengan hasil analisis perencanaan berdasarkan debit air limbah dan ketentuan SNI 8153:2025. Hasil analisa menunjukkan diameter pipa greywater dan blackwater masih sesuai dan memenuhi syarat SNI 8153:2025, tetapi terdapat perbedaan kondisi eksisting atau pada perencanaan diameter pipa tegak blackwater di masing-masing wing yang dimana pada kondisi eksisting memiliki diameter pipa 4 inci dan hasil analisa yang diperoleh yaitu sebesar 2 inch, namun perbedaan tersebut tidak akan mempengaruhi sistem perpipaan air kotor Gedung Hotel Grand Luley Manado.

Perbandingan diameter pipa cabang air bekas Bunaken Wing dan Siladen Wing berdasarkan kondisi eksisting dan hasil analisa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Diameter Pipa Cabang Air Bekas

Daerah Pipa	Diameter (Inci)		KET
	Eksisting	Hasil Analisa	
Pipa Cabang Shaft AA-FB Lt. 3-Lt. 1 Siladen Wing	3	2	Memenuhi
Pipa Cabang Shaft AA-FB Lt. 3-Lt. 2 Siladen Wing	3	2	Memenuhi
Pipa Cabang Shaft AB-FA Lt. 1 Bunaken Wing	3	2	Memenuhi
Pipa Tegak Lt.3-Lt.2 Siladen Wing	3	2	Memenuhi
Pipa Tegak Lt.1 Siladen Wing	3	3	Memenuhi
Pipa Tegak Lt.3-Lt.2 Bunaken Wing	3	2	Memenuhi
Pipa Tegak Lt.1 Bunaken Wing	3	3	Memenuhi

Perbandingan diameter pipa cabang air kotor Bunaken Wing dan Siladen Wing berdasarkan kondisi eksisting dan hasil analisa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Diameter Pipa Cabang Air Kotoran

Daerah Pipa	Diameter (Inci)		KET
	Eksisting	Hasil Analisa	
Pipa Cabang Shaft AA-FB Lt. 3-Lt. 1 Siladen Wing	4	2	Memenuhi
Pipa Cabang Shaft AA-FB Lt. 3-Lt. 2 Siladen Wing	4	2	Memenuhi
Pipa Cabang Shaft AB-FA Lt. 1 Bunaken Wing	4	2	Memenuhi
Pipa Tegak Lt.3-Lt.1 Siladen Wing	4	2	Memenuhi
Pipa Tegak Lt.3-Lt.1 Bunaken Wing	4	2	Memenuhi

3. Diameter Pipa Vent

Analisis sistem pipa vent dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting terhadap ketentuan SNI 8153:2025. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh pipa vent cabang telah memenuhi persyaratan SNI 8153:2025, seperti pada Shaft AA lantai 3 Siladen Wing dengan diameter eksisting 2 inci, sedangkan pipa vent tegak pada seluruh shaft memiliki diameter lebih kecil dibandingkan hasil perhitungan sehingga belum memenuhi ketentuan SNI 8153:2025. Tabel 5 berikut merupakan tabel perbandingan diameter pipa cabang dan pipa tegak vent untuk semua *shaft* pada Bunaken Wing dan Siladen Wing (tipikal) Hotel Grand Luley Manado berdasarkan kondisi eksisting dan hasil analisa.

Tabel 5. Perbandingan Diameter Pipa Vent

Daerah Pipa	Diameter (inci)		Ket
	Eksisting	Hasil Analisa	
Pipa Tegak	3	1 ½	Memenuhi
Pipa Cabang	2	1 ½	Memenuhi

3. Kesimpulan

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih di Gedung Hotel Grand Luley Manado dihitung berdasarkan jumlah tempat tidur, jumlah pegawai, dan okupansi hotel sebesar 60%. Kapasitas ground water tank eksisting sebesar 360 m³ dan roof tank sebesar 8 m³ pada masing-masing wing masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih. Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa diameter pipa, kecepatan aliran, dan tekanan distribusi telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2025 sehingga sistem distribusi air bersih dapat beroperasi dengan baik;
2. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa diameter pipa cabang dan pipa tegak pada sistem air bekas (*greywater*) dan air kotor (*blackwater*) secara umum telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2025. Namun, tekanan pada beberapa pipa cabang di lantai 3 Bunaken Wing dan Siladen Wing belum memenuhi persyaratan akibat nilai *headloss* yang lebih besar, meskipun secara keseluruhan sistem penyaluran air limbah masih berfungsi dengan baik sesuai perencanaannya;
3. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa semua diameter pipa vent baik pipa cabang dan pipa tegak sistem vent pada Gedung Hotel Grand Luley Manado telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2025 yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan udara dalam jaringan.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-6481-2000. (2000). Sistem Plambing. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-7065-2005. (2005). Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 8153-2015. (2015). Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 8153-2025. (2025). Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Beck, S., Collins, R., & University of Sheffield. (2008). Moody Diagram. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moody_diagram.jpg
- Crane Co. (1999). Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and Pipe (Metric Edition, Vol. 410M). Crane Co.
- Dasinangon, Y., Mangangka, I., & Legrans, R. (2022). Evaluasi Terhadap Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Di Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. TEKNO, 20, 1253-1258.
- Fawwaz, M. (2025). Studi Perencanaan Sistem Plambing Pada Gedung Kantor Lintech Tower Surabaya. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Ir. Wahyatmoko. (2023). Penentuan Dimensi Pipa, Water Hammer dan Tangki Reservoir.
- Isanto. (2009). Analisis Efektivitas Perangkat Pipa PVC dalam Sistem Sanitasi Rumah Tangga.
- Juraejo, S., Runtuwuwu, H., dkk. (2023). Perencanaan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Penginapan Dua Lantai pada Wilayah Padat Penduduk.
- Juwana, J. S. (2005). Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan. Penerbit Erlangga.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 55.
- Nadir, F. F., Legrans, R. R. I., & Tungka, A. E. (2025). Perancangan Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Bangunan Hotel 8 Lantai Di Kota Manado. TEKNO, 23(92), 851-861.
- Noerbambang, & Morimura. (2005). Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing (Cetakan Ke 9, Vol. 9). PT. MALTA PRITINDO.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 416/ MEN.KES/ PER/ IX/ 1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air, Pub. L. 2 (1990).
- Podeito, F. F., Legrans, R. R. I., & Tungka, A. E. (2025). Analisis Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Gedung Kantor Bertingkat Tiga Lantai Di Kota Manado. TEKNO, 23(92).
- Ruring, K., Legrans, R. R. I., & Tungka, A. E. (2025). Analisis Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Pada Gedung Hotel Amaris Manado. TEKNO, 23(92).
- World Health Organization. (2022). Guidelines for drinking-water quality (4th ed., incorporating the 1st and 2nd addenda). Geneva: World Health Organization.