



Analisis Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Pembangunan Gedung Sekolah Polisi Negara (SPN) Wori Sulawesi Utara

Mohamad C. S. Beu^{#a}, Roski R. I. Legrans^{#b}, Arthur H. Thambas^{#c}

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

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

Abstrak

Sistem plambing yang mencakup penyediaan air bersih dan penyaluran air limbah merupakan komponen vital dalam perencanaan dan pembangunan gedung bertingkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian sistem plambing air bersih dan air limbah pada Gedung Kantor dan Gedung Barak Sekolah Polisi Negara (SPN) Wori, Sulawesi Utara terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153:2015. Metode yang digunakan mencakup perhitungan kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni dan luas lantai efektif, analisis unit beban alat plambing (UBAP), serta evaluasi dimensi pipa dan sistem ventilasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem penyediaan air bersih dan penyaluran air limbah secara umum telah mengikuti prinsip-prinsip desain yang sesuai dengan standar SNI. Namun, terdapat beberapa perbedaan antara kebutuhan air berdasarkan asumsi desain dan kondisi eksisting yang perlu diperhatikan untuk optimalisasi sistem. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perancangan sistem plambing pada bangunan institusional dan memberikan kontribusi dalam pengembangan infrastruktur sanitasi yang efisien dan berstandar nasional.

Kata kunci: plambing, air bersih, air limbah, SNI 8153:2015, sistem perpipaan

1. Pendahuluan

Untuk memenuhi kebutuhan dasar penghuni, pembangunan gedung perkantoran, dan perumahan memerlukan perencanaan dan implementasi sistem yang efektif. Sistem Plambing, yang mencakup pengelolaan air bersih dan air kotor, adalah bagian penting dari perancangan gedung. Sistem Plambing yang dirancang dengan baik tidak hanya menyediakan pasokan air bersih yang memadai tetapi juga mengelola limbah secara efektif, mengurangi risiko kontaminasi dan kerusakan struktural yang disebabkan oleh kebocoran atau pembekuan limbah. Karena pentingnya ketersediaan air bersih serta pembuangan air kotor pada sebuah bangunan gedung, maka penelitian ini disusun untuk dilakukan peninjauan kembali Sistem Plambing pada Gedung Kantor dan Gedung Barak di Sekolah Polisi Negara (SPN) Wori, Sulawesi Utara yang terdiri dari 2 lantai pada gedung kantor dan 1 lantai 5 zona pada gedung barak dan sudah memiliki Sistem Plambing untuk penyediaan air bersih dan sistem pembuangan air kotor seusai dengan Standart Nasional Indonesia terbaru yaitu SNI 8153-2015 tentang Sistem Plambing yang merupakan revisi dan penggabungan dari SNI 03-6481-2000 dan SNI 03-7065-2005 Tentang Tata Cara perencanaan Sistem plambing serta *International Plambing Code 2018* tentang kode dan standar perpipaan yang selama ini telah dijadikan sebagai rujukan dalam merencanakan sistem plambing dalam bangunan gedung.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah Apakah Sistem Plambing Air Bersih dan Air Kotor pada Gedung Kantor dan Gedung Barak di Sekolah Polisi Negara (SPN) Wori, Sulawesi Utara sesuai dengan SNI 8153-2015?

Penelitian ini berlokasi di Sekolah Polisi Negara (SPN) POLDAL Sulawesi Utara di Jl Raya Manado-Wori, Kec. Wori, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memeriksa Sistem Plumbing Air bersih pada gedung terhadap SNI 8153:2015.
2. Memeriksa Kesesuaian Sistem Plumbing Air Limbah pada gedung terhadap SNI 8153:2015
3. Memeriksa Kesesuaian sistem vent memenuhi SNI 8153:2015.

2. Metode Analisis

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dimulai dengan pengumpulan data teknis bangunan seperti luas lantai, jumlah lantai, dan jumlah penghuni. Data tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih menggunakan dua metode, yaitu metode berdasarkan jumlah penghuni dan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) sesuai ketentuan SNI 8153-2015. Dari perhitungan kebutuhan air ini, ditentukan kapasitas tangki dan pompa yang dibutuhkan.

Selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi pipa berdasarkan debit aliran dari UBAP yang dikonversi menjadi debit aktual. Evaluasi tekanan yang dilakukan menggunakan rumus hidrostatis, yang dilanjutkan dengan analisis tekanan (*headloss*) mayor dan minor menggunakan rumus *Darcy-Weisbach* dan koefisien lokal. Parameter penting seperti bilangan reynold dan kekasaran relatif digunakan untuk menentukan faktor gesek melalui diagram Moody.

Kemudian untuk perhitungan terakhir yakni sistem plumbing air limbah, dilakukan identifikasi alat sanitasi pada setiap gedung. Masing-masing alat dihitung UBAP-nya, lalu digunakan untuk menentukan diameter pipa buangan dan pipa vent. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting terhadap hasil perhitungan guna mengetahui efisiensi dan kesesuaianya terhadap standar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan jumlah penghuni pada Gedung Kantor dan Gedung Barak dilakukan berdasarkan metode luas lantai efektif. Presentase luas lantai efektif kedua gedung beriksa antara 60-70%. Dalam penelitian ini, digunakan nilai maksimum yaitu sebesar 70% dengan asumsi kepadatan hunian 5 m² per orang. Hasil perhitungan estimasi jumlah penghuni berdasarkan luas lantai efektif dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

- Gedung Kantor

Tabel 1. Hasil Perhitungan Estimasi Jumlah Penghuni Gedung Kantor Berdasarkan Luas Lantai Efektif

Lantai	Luas Lantai (m ²)	Luas Lantai Efektif (m ²)	Jumlah Penghuni (jiwa)
1	766	536,2	108
2	766	536,2	108
Total	1.532	1072,4	215

- Gedung Barak

Tabel 2. Hasil Perhitungan Estimasi Jumlah Penghuni Gedung Barak Berdasarkan Luas Lantai Efektif

Lantai	Luas Lantai (m ²)	Luas Lantai Efektif (m ²)	Jumlah Penghuni (jiwa)
1	1.990	833	167

3.2 Ground Reservoir

Ground reservoir dihitung menggunakan rumus berikut:

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

3.2.1 Ground Reservoir Gedung Kantor

Kapasitas pipa dinas gedung kantor adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} Q_h \\ &= \frac{2}{3} \times 1,34375 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,89583 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jika gedung kantor beroperasi selama 8 jam/hari maka volume *ground reservoir* nya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_R &= [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \\ &= [12,9 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} - (0,89583 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}})] \times 1 \text{ hari} \\ &= 5,733333 \text{ m}^3 \\ &= 5733,33 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi, volume *ground reservoir* sebesar 5733,33 liter cukup untuk memenuhi air bersih pada gedung ini.

3.2.2 Ground Reservoir Gedung Barak

Kapasitas pipa dinas gedung barak adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} Q_h \\ &= \frac{2}{3} \times 0,835 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,5567 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jika gedung kantor beroperasi selama 24 jam/hari maka volume *ground reservoir* nya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_R &= [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \\ &= [24,048 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} - (0,5567 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}})] \times 1 \text{ hari} \\ &= 10,668 \text{ m}^3 \\ &= 10688 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi, volume *ground reservoir* sebesar 10688 liter cukup untuk memenuhi air bersih pada gedung ini.

3.3 Rooftank

Penggunaan rooftank adalah untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut. Kapasitas efektif tangka atas dihitung menggunakan rumus berikut.

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

3.3.1 Rooftank Gedung Kantor

Diasumsikan $T_p = 60$ menit, $T_{pu} = 25$ menit, dan berdasarkan tabel didapatkan nilai $Q_p = 0,06198 \text{ m}^3/\text{menit}$ dan $Q_{h\text{-max}} = 0,03099 \text{ m}^3/\text{menit}$. Maka volume *rooftank* gedung kantor dapat dihitung:

$$\begin{aligned} V_E &= (Q_p - Q_{h\text{-max}}) \times T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\ &= (0,07838 - 0,03913) \times 60 - (0,03913 \times 25) \\ &= 1,37175 \text{ m}^3 \\ &= 1371,75 \text{ liter} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas volume *rooftank* sebesar 1371,75 liter.

3.3.2 Rooftank Gedung Barak

Diasumsikan $T_p = 60$ menit, $T_{pu} = 25$ menit, dan berdasarkan tabel 4.2 didapatkan nilai $Q_p = 0,04175 \text{ m}^3/\text{menit}$ dan $Q_{hmax} = 0,02087 \text{ m}^3/\text{menit}$. Maka dapat dihitung volume rooftanknya adalah:

$$\begin{aligned} V_E &= (Q_p - Q_{max}) \times T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\ &= (0,04175 - 0,02087) \times 60 - (0,02087 \times 25) \\ &= 0,730625 \text{ m}^3 \\ &= 730,6 \text{ liter} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, volume *rooftank* 730,6 liter.

3.4 Diameter Pipa Air Bersih

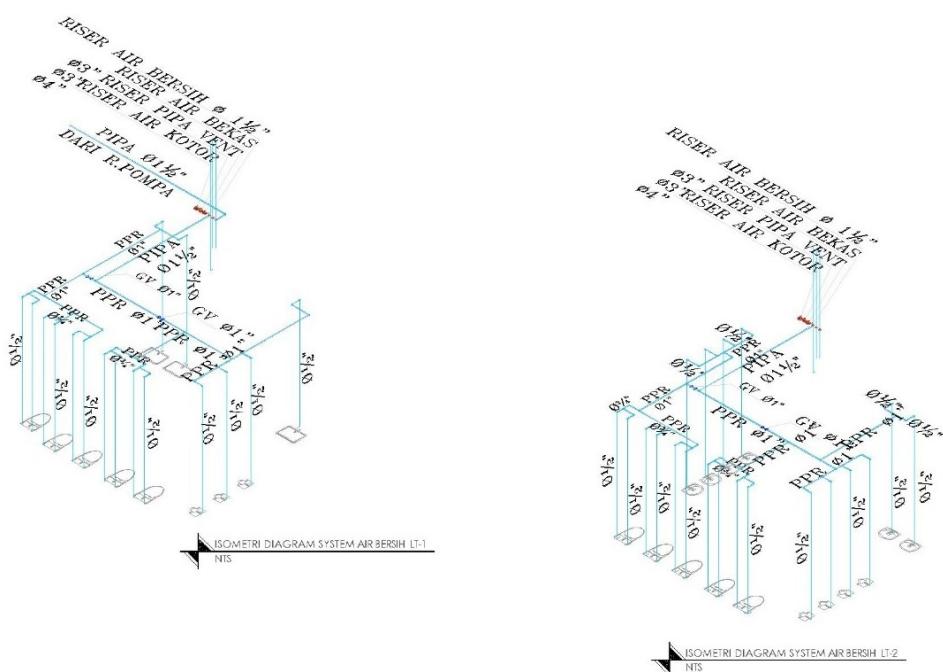
Penentuan diameter pipa distribusi air bersih dilakukan melalui analisis bertahap, dimulai dari peralatan plambing yang terletak paling jauh pada setiap lantai. Selanjutnya, dilakukan perhitungan diameter pipa yang mampu menyalurkan aliran air dalam jumlah yang memadai, disesuaikan dengan besaran beban dari masing-masing alat plambing yang dilayani.

3.4.1 Diameter Pipa Air Bersih Gedung Kantor

Penentuan diameter pipa air bersih didasarkan pada setiap unit beban alat plambing yang dilayani. Pada gedung ini tidak terdapat perbedaan antara perencanaan awal dan hasil analisis karena perkiraan jumlah penghuni berdasarkan data dari vendor lebih sedikit dibandingkan dengan perkiraan jumlah penghuni dari hasil perhitungan luas lantai efektif. Berikut tabel perbandingannya.

Tabel 3. Hasil Analisis Perhitungan Diameter Pipa Gedung Kantor

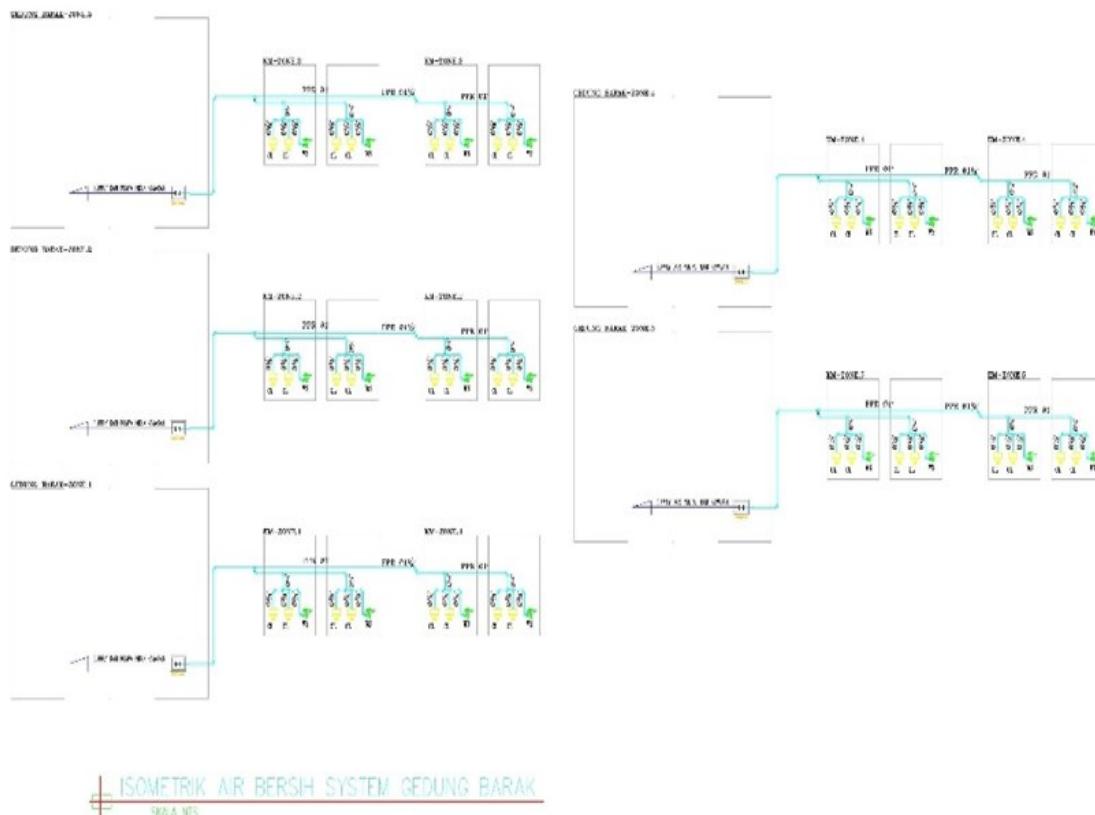
No	Perpipaan	Diameter (Inci)	
		Perencanaan Awal	Hasil Analisis
1	Pipa Dinas Lt 1 & 2 Kanan	1 1/2	1 1/2
2	Pipa Dinas Lt 1 & 2 Kiri	1 1/2	1 1/2
3	Pipa datar dari shaf ke tiap lantai	1 1/2	1 1/2
4	Pipa tiap alat plambing (JS, LV, WC)	1/2	1/2
5	Pipa alat plambing (Urinor)	1/2	1/2



Gambar 1. Isometri Air Bersih Gedung Kantor

3.4.2 Diameter Pipa Air Bersih Gedung Barak

Penentuan diameter pipa air bersih didasarkan pada setiap unit beban alat plumbing yang dilayani. Pada gedung ini terdapat sedikit perbedaan antara perencanaan awal dan hasil analisis karena perkiraan jumlah penghuni berdasarkan data dari vendor lebih sedikit dibandingkan dengan perkiraan jumlah penghuni dari hasil perhitungan luas lantai efektif. Berdasarkan hasil analisis, diameter pipa dinas untuk kedua layanan adalah pipa ukuran 2 inci. Dimana hasil tersebut berbeda dengan kondisi eksisting yaitu $1\frac{1}{2}$ inci. Berikut tabel perbandingannya.



Gambar 2. Isometri Air Bersih Gedung Barak

Tabel 4. Hasil Analisis Diameter Pipa Gedung Barak

No	Perpipaan	Diameter (Inci)	
		Perencanaan Awal	Hasil Analisis
1	Pipa Dinas Wing Kedua Layanan	1 ½	2
2	Pipa tiap alat plambing (KR, LV)	½	½
3	Pipa alat plambing (Urinor)	½	½

3.5 Perhitungan Headloss

Pada setiap instalasi pipa air pasti memiliki *headloss*. *Headloss* merupakan kehilangan tekanan yang terjadi saat fluida mengalir melalui pipa. Secara umum, penyebab head loss dalam sistem perpipaan terbagi menjadi dua, yaitu *Headloss Mayor* dan *Headloss Minor*.

3.5.1 Perhitungan Headloss Gedung Kantor

a. Analisis Perhitungan Tekanan

$$P = \rho g h$$

Keterangan :

Keterangan :

ρ = massa jenis ($0,998 \text{ kg/cm}^3$)

h = beda tinggi atap sampai mata keran

g = gravitasi (9,81)

1) Lantai 2

$$\begin{aligned} P &= \rho g h \\ &= 0,998 \times 9,81 \times 11,55 \\ &= 113,079 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Satuan disesuaikan ke dalam satuan pipa (Kg/cm^2) = 1,153 Kg/cm^2 .

Dibulatkan menjadi 1,2 Kg/cm^2 sebagai tekanan kerja yang digunakan dalam perencanaan sistem perpipaan.

2) Lantai 1

$$\begin{aligned} P &= \rho g h \\ &= 0,998 \times 9,81, \times 15,9 \\ &= 155,667 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Satuan disesuaikan ke dalam satuan pipa (Kg/cm^2) = 1,587 kg/cm^2

Dibulatkan menjadi 1,6 Kg/cm^2 .

b. Analisis Perhitungan *Pressure Drop*

Perhitungan *pressure drop* sama pada setiap lantai (lantai 1-2) dan setiap unit hanya beda di daerah layanan.

1. Analisis bilangan Reynold

Pada daerah layanan a (Jet Spray)

$$\begin{aligned} Re &= \frac{vd}{\mu} \\ \mu &= 0,984 \times 10^{-6} \text{ pada suhu } 21,1^\circ\text{C} \\ Re &= x = \frac{1,60 \frac{m}{s} \times 0,015}{0,984 \times 10^{-6}} = 2,4453 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

2. Analisis kekasaran relatif bahan

$$\epsilon = \text{Karena bahan pipa PVC maka nilainya antara } 0,0015-0,007 \text{ mm} = \frac{0,0015 \text{ mm}}{15 \text{ mm}} = 0,0001$$

3. Interpolasi

$$\begin{aligned} X &= 2,45 \\ X_1 &= 2 \\ X_2 &= 3 \\ Y_1 &= 0,020 \\ Y_2 &= 0,025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= Y_1 \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} (Y_2 - Y_1) \\ &= 0,020 \frac{(2,45-2)}{(3-2)} (0,025 - 0,020) \\ &= 0,02225 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Analisis kerugian tekanan akibat gesekan gesekan pipa

$$\begin{aligned} Hf &= F \frac{L V^2}{D 2g} \\ &= 0,02225 \frac{(3,5 \times 1,60)^2}{0,0015 \times 9,81} \\ &= 0,6809 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Analisis kerugian peralatan pipa

a. Belokan Pipa (*Elbow*)

$$\begin{aligned} k &= [0,031 + 1,847 (D/2R^{3,5})] \left(\frac{\theta^2}{90} \right) \\ k &= [0,031 + 1,847 \left(\frac{0,015}{2 \times 0,75} \right)^{3,5}] \left(\frac{90^2}{90} \right) = 0,131 \end{aligned}$$

b. *Minor Less*

$$Hfm = 0,031 \frac{1,60^2}{2 \cdot 9,81} = 0,01718 \text{ m}$$

3.5.2 Perhitungan Headloss Gedung Barak

a. Analisis Perhitungan Tekanan

Lantai 1

$$\begin{aligned}
 P &= \rho g h \\
 &= 0,998 \times 9,81 \times 7,33 \\
 &= 71763,485 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Satuan disesuaikan ke dalam satuan pipa (kg/cm^2) = 0,73177 kg/cm^2 .

Dibulatkan menjadi 0,7 Kg/cm^2 sebagai tekanan kerja yang digunakan dalam perencanaan sistem perpipaan.

b. Analisis Perhitungan *Pressure Drop*

Perhitungan *pressure drop* sama pada setiap lantai (lantai 1-2) dan setiap unit hanya beda di daerah layanan.

1. Analisis bilangan Reynold

Pada daerah layanan a (Jet Spray)

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{vd}{\mu} \\
 \mu &= 0,984 \times 10^{-6} \text{ pada suhu } 21,1^\circ\text{C} \\
 Re &= x = \frac{1,79 \frac{m}{s} \times 0,015}{0,984 \times 10^{-6}} = 2,7330 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

2. Analisis kekasaran relatif bahan

$$\epsilon = \text{Karena bahan pipa pvc maka nilainya antara } 0,0015-0,007 \text{ mm} = \frac{0,0015 \text{ mm}}{15 \text{ mm}} = 0,0001$$

3. Interpolasi

$$X = 2,73$$

$$X_1 = 2$$

$$X_2 = 3$$

$$Y_1 = 0,020$$

$$Y_2 = 0,025$$

$$\begin{aligned}
 Y &= Y_1 \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} (Y_2 - Y_1) \\
 &= 0,020 \frac{(2,73-2)}{(3-2)} (0,025 - 0,020) \\
 &= 0,02365 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. Analisis kerugian tekanan akibat gesekan gesekan pipa

$$Hf = F \frac{LV^2}{D^2 g} = 0,02365 \frac{(1,36 \times 1,79)^2}{0,0015 \times 9,81} = 0,35130 \text{ m}$$

5. Analisis kerugian peralatan pipa

a. Belokan Pipa (*Elbow*)

$$\begin{aligned}
 k &= [0,031 + 1,847 (D/2R^{3,5})] \left(\frac{\theta^2}{90} \right) \\
 k &= [0,031 + 1,847 \left(\frac{0,015}{2 \times 0,75} \right)^{3,5}] \left(\frac{90^2}{90} \right) = 0,131
 \end{aligned}$$

b. *Minor Less*

$$Hfm = 0,031 \frac{1,79^2}{2 \cdot 9,81} = 0,02146 \text{ m}$$

3.6 Tinjauan Sistem Plumbing Air Buangan Gedung Kantor

1. Diameter Pipa Air Buangan

Penentuan ukuran diameter pipa harus mengacu pada unit beban alat plumbing yang dilayani, sesuai dengan ketentuan yang tercantum pada SNI 8153-2015 mengenai Sistem Plumbing Pada Bangunan Gedung. Pada Gedung Kantor SPN Wori, terdapat beberapa perbedaan antara data kondisi eksisting (data dari vendor) dengan data hasil analisis. Namun, hanya pada Pipa Tegak Grey Water daerah layanan kiri yang tidak memenuhi standar sesuai dengan yang tercantum pada SNI 8153-2015.

Tabel 5. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotor Gedung Kantor Daerah Layanan Kanan

Daerah Pipa (Wing Kanan)	Diameter (inci)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisis
Pipa Tegak	4	4
Pipa Cabang	4	3

Tabel 6. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotor Gedung Kantor Daerah Layanan Kiri

Daerah Pipa (Wing Kiri)	Diameter (inci)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisis
Pipa Tegak	4	4
Pipa Cabang	4	3

Tabel 7. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotororan Gedung Kantor Daerah Layanan Kanan

Daerah Pipa (Wing Kanan)	Diameter (inci)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisis
Pipa Tegak	3	3
Pipa Cabang	3	2 1/2

Tabel 8. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotoran Gedung Kantor Daerah Layanan Kiri

Daerah Pipa (Wing Kiri)	Diameter (inci)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisis
Pipa Tegak	3	4
Pipa Cabang	3	3

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 dan keluarnya udara. Gedung Kantor SPN Wori, Sulawesi Utara adalah bangunan bertingkat lebih dari satu yang dimana wajib dilengkapi dengan vent sesuai dengan ketentuan dalam SNI 8153:2015. Saat ini, Gedung Kantor SPN Wori, Sulawesi Utara telah memenuhi persyaratan tersebut dengan adanya vent yang sesuai dimana pipa terpasang pada kondisi eksisting lebih besar dari hasil analisis.

3.7 Tinjauan Sistem Plumbing Air Buangan Gedung Barak

1. Diameter Pipa Air Buangan

Penentuan ukuran diameter pipa harus mengacu pada unit beban alat plumbing yang dilayani, sesuai dengan ketentuan yang tercantum pada SNI 8153-2015 mengenai Sistem Plumbing Pada Bangunan Gedung. Pada Gedung Barak SPN Wori, tidak terdapat beberapa perbedaan antara data kondisi eksisting (data dari vendor) dengan data hasil analisis.

Tabel 9. Perbandingan Diameter Pipa Air Kotor & Kotoran Gedung Barak

Daerah Pipa	Diameter (inci)	
	Perencanaan Awal	Hasil Analisis
Pipa Cabang	4	1 1/2

2. Diameter Pipa Vent

Saat ini, Gedung Barak SPN Wori, Sulawesi Utara tidak memenuhi syarat dikarenakan diameter pipa vent dari hasil analisis berbeda dengan kondisi eksisting. Dimana pada hasil analisis dibutuhkan pipa vent berukuran 5 inci, sedangkan pada kondisi eksisting hanya menggunakan pipa vent berukuran 2 inci.

4. Kesimpulan

1. Hasil analisis sistem plambing air bersih pada Gedung Kantor tidak terdapat perbedaan antara hasil analisis dengan kondisi eksisting atau kantor sudah sesuai standar yang berlaku. Sedangkan pada Gedung Barak terdapat perbedaan antara hasil analisis dengan kondisi eksisting. Pada hasil analisis dibutuhkan pipa dinas berukuran 2 inci, sedangkan pada kondisi eksisting hanya menggunakan pipa berukuran 1 ½ inci.
2. Hasil analisis sistem plambing air limbah pada gedung kantor terdapat perbedaan dengan kondisi eksisting. Pada hasil analisis air buangan, dibutuhkan pipa tegak ukuran 4 inci. Sedangkan pada kondisi eksisting hanya menggunakan pipa tegak berukuran 3 inci. Pada gedung barak tidak terdapat perbedaan antara hasil analisis dengan kondisi eksisting atau sudah memenuhi syarat.

Referensi

- Fluida Air Dalam Dua Jenis Pipa.*
Beck, S., & Collins, R. (t.thn.). Moody Diagram. University of Sheffield.
Ditjen Cipta Karya. (2000). Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU. Jakarta: Dinas Pembangunan Umum.
International Plumbing Code. (2018). ICC.
Isnanto. (2009). *Analisis Efektifitas Perangkap Pipa PVC dalam Sistem Sanitasi Rumah Tangga.* Universitas Diponegoro.
Japan Internasional Standart (JIS). (2012). Standar Ukuran Pipa Baja.
Noerbambang & Morimura. (2005). *Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plumbing.* Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
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.