



Evaluasi Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Gedung Asrama Mahasiswa Putri Nusantara Kalasey

Arvest H. E. Ponomban^{#a}, Roski R. I. Legrans^{#b}, Aristotulus E. Tungka^{#c}

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

Abstrak

Evaluasi sistem plambing pada Gedung Asrama Mahasiswa Nusantara (AMN) Putri Kalasey bertujuan menilai sejauh mana jaringan perpipaan air bersih, limbah, dan vent memenuhi persyaratan SNI 8153:2015. Penelitian ini meliputi perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan data penghuni, penghitungannya pada jam dan menit puncak, serta perencanaan volume ground reservoir (GWT). Selanjutnya dilakukan analisis hidraulik untuk menentukan headloss (hf mayor dan hm minor), penentuan diameter pipa air dinas, kecepatan aliran, dan evaluasi tekanan di titik alat plambing. Bagian air limbah dianalisis menggunakan metode unit beban alat plambing (UBAP) untuk menentukan dimensi pipa greywater, blackwater, dan ven. Hasil menunjukkan volume GWT yang diperlukan sebesar 13,632 m³, lebih kecil dari kapasitas eksisting 198 m³. Diameter pipa eksisting pada beberapa jalur dinas masih lebih kecil daripada hasil analisis, sedangkan pipa cabang dan vent umumnya sudah sesuai SNI. Sistem limbah eksisting dianggap memadai karena diameternya lebih besar dari rekomendasi. Rekomendasi meliputi penyesuaian diameter pipa dinas, dan penambahan rooftank sebagai cadangan.

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

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang esensial untuk kehidupan dan berbagai aktivitas sehari-hari. Ketersediaan dan kualitas air bersih sangat berpengaruh terhadap kesehatan, kesejahteraan, serta kenyamanan penghuni suatu bangunan. Dalam lingkungan asrama, di mana jumlah penghuni cukup tinggi dan kebutuhan air bersih relatif besar, sistem plambing memegang peran penting dalam memastikan kelancaran distribusi air bersih serta pengelolaan air limbah yang efisien.

Asrama Mahasiswa Nusantara (AMN) merupakan program baru yang dicanangkan oleh pemerintah untuk mendukung keberagaman dan integrasi mahasiswa dari berbagai daerah di Indonesia. Hingga saat ini, pembangunan AMN telah direalisasikan di Surabaya dan Manado sebagai tahap awal dari program ini. Pembangunan AMN di Manado dimulai pada tahun 2023 dan selesai pada tahun 2024. Dengan statusnya sebagai bangunan baru, penelitian terkait sistem plambing di asrama ini masih sangat terbatas, sehingga diperlukan evaluasi terhadap kapasitas dan kinerja sistem plambing yang diterapkan.

Sistem plambing yang tidak dirancang dan diimplementasikan dengan baik berisiko menyebabkan berbagai permasalahan, seperti ketidakstabilan tekanan air, kelangkaan pasokan air bersih, serta pengelolaan air limbah yang kurang optimal. Jika tidak ditangani dengan baik, hal ini dapat berdampak pada kenyamanan penghuni, meningkatkan risiko gangguan kesehatan, serta berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi terhadap sistem plambing di Asrama Mahasiswa Nusantara guna memastikan kesesuaian dengan standar teknis yang berlaku.

Penelitian ini akan mengacu pada SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan

gedung, yang merupakan standar nasional terkait sistem plambing pada bangunan gedung, yang menekankan pentingnya infrastruktur bangunan yang aman dan sehat bagi penggunanya. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah sistem plambing di asrama telah memenuhi standar, serta menemukan area yang perlu ditingkatkan atau diperbaiki. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi sistem plambing, memastikan ketersediaan air bersih yang optimal, serta mendukung kenyamanan dan kesehatan penghuni asrama.

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

1. Bagaimana perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penghuni di Gedung Asrama Mahasiswa Nusantara Putri Kalasey?
2. Apakah sistem plambing air bersih dan air limbah pada gedung asrama tersebut telah sesuai dengan ketentuan teknis dalam SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan gedung?
3. Apakah sistem vent yang diterapkan pada gedung asrama telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan gedung?

Lokasi penelitian adalah gedung Asrama Putri Mahasiswa Nusantara di Kalasey, aspek yang dievaluasi dalam sistem plambing meliputi sistem plambing air bersih, air limbah (*greywater* dan *blackwater*), serta sistem vent untuk menilai kesesuaian dimensi berdasarkan SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan gedung, tinjauan dilakukan dengan mengacu pada standar teknis SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan untuk menilai kapasitas dan kesesuaian operasional plambing.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kebutuhan air bersih pada gedung asrama.
2. Mengevaluasi kesesuaian sistem plambing air bersih dan air limbah pada gedung asrama berdasarkan SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan gedung.
3. Mengevaluasi kesesuaian sistem vent pada gedung asrama berdasarkan SNI 8153:2015 tentang sistem plambing pada bangunan gedung.

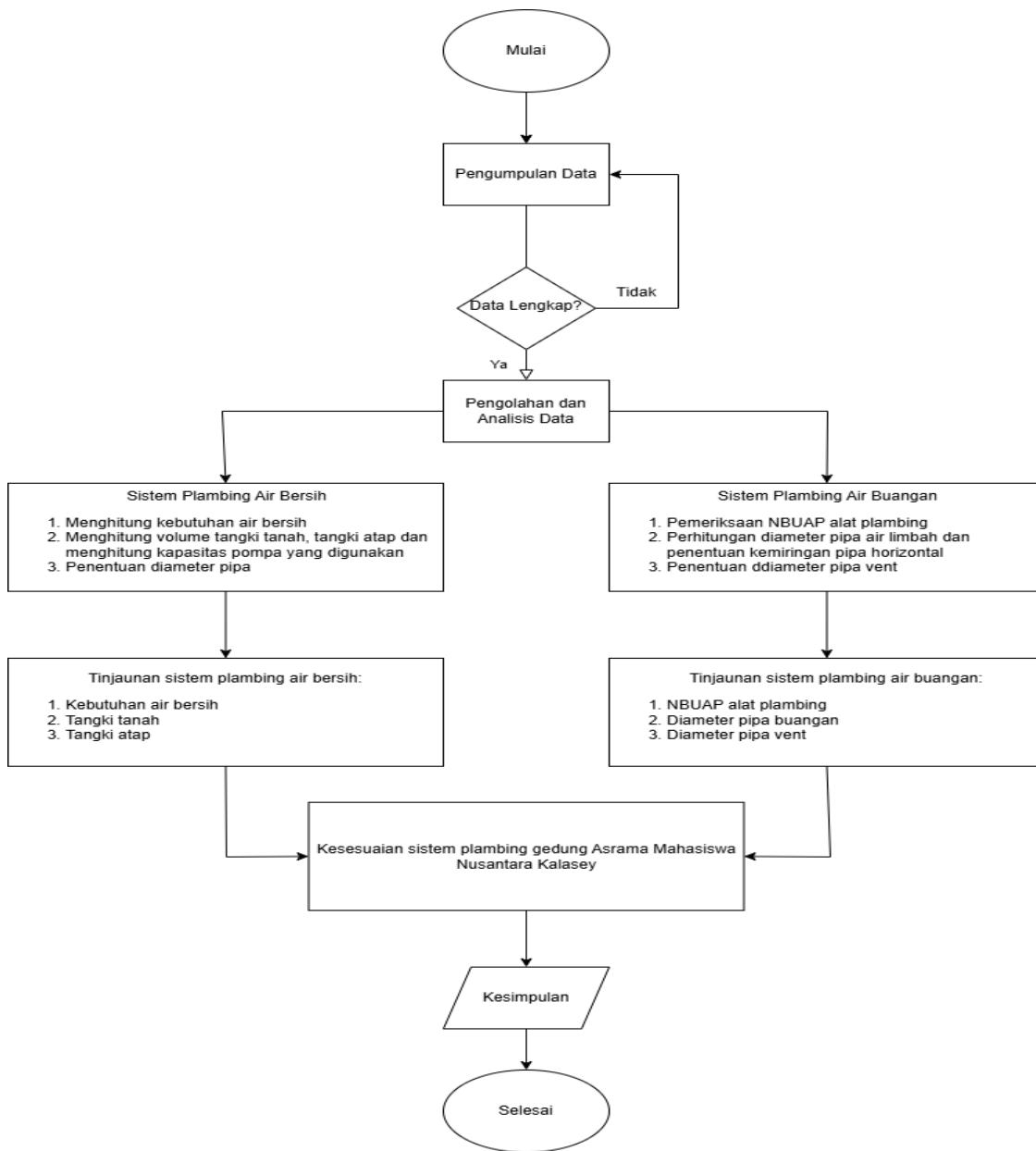
2. Metode Analisis

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan dan verifikasi kelengkapan data sistem plambing di Gedung Asrama Mahasiswa Nusantara Putri Kalasey. Data yang telah lengkap dianalisis dalam dua bagian utama: sistem air bersih dan sistem air buangan. Analisis sistem air bersih meliputi perhitungan kebutuhan air harian, jam dan menit puncak, volume tangki, kapasitas pompa, dan penentuan diameter pipa. Analisis sistem air buangan dilakukan dengan metode NBUAP untuk menentukan dimensi pipa greywater, blackwater, serta pipa vent. Seluruh hasil dibandingkan dengan kondisi eksisting untuk menilai kesesuaian sistem terhadap standar SNI 8153:2015.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kebutuhan Air Bersih

Dalam penelitian ini, kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan jumlah tempat tidur dan staf aktif di asrama AMN Manado, agar lebih mencerminkan kondisi aktual. Perhitungan mengacu pada standar pemakaian harian dalam SNI 03-7065-2005 serta mempertimbangkan waktu puncak dan kebutuhan operasional sistem air. Tabel 1 memberikan gambaran mengenai jumlah penghuni dan pekerja di AMN gedung putri berdasarkan data yang didapatkan melalui gambar DED dan wawancara kepada petugas di AMN.

**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian**Tabel 1.** Jumlah Penghuni Asrama Putri

Nama	Jumlah
Mahasiswa	252
Mentor	16
Satpam	2
Tukang Kebersihan	6
Pekerja Administrasi	8
Total	284

Dengan demikian pemakaian rata-rata air per hari (Q_d) dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Pemakaian air per hari } (Q_d) &= \text{Jumlah penghuni} \times \text{standar pemakaian air rata-rata untuk gedung asrama} \\
 &= 286 \text{ Jiwa} \times 120 \text{ liter/orang/hari} \\
 &= 34.080 \text{ liter/hari} \\
 &= 34,08 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned} \tag{1}$$

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.

$$\begin{aligned} \text{Debit air rata-rata } (Q_1) &= (100\% + 20\%) \times Q_d \\ &= 1,2 \times 34,08 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 40,896 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 40.896 \text{ liter/hari} \end{aligned} \quad (2)$$

Gedung asrama dikategorikan sebagai bangunan hunian dengan operasi 24 jam per hari. Maka pemakaian air rata-rata per jam adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air per jam } (Q_h) &= \frac{Q_d}{\frac{\text{jam operasi}}{40.896 \text{ liter/hari}}} \\ &= \frac{40.896 \text{ liter/hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1.704 \text{ liter/jam} \\ &= 1,704 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned} \quad (3)$$

Untuk menghitung pemakaian air pada jam puncak, digunakan konstanta C_1 sebesar 2. Nilai ini dipilih berdasarkan karakteristik operasional gedung asrama 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. Pemakaian air pada jam puncak.

$$\begin{aligned} (Q_{hmax}) &= C_1 \times Q_h \\ &= 2 \times 1.704 \text{ liter/jam} \\ &= 3.408 \text{ liter/jam} \\ &= 3,408 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned} \quad (4)$$

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

Pemakaian air pada menit puncak

$$\begin{aligned} (Q_{mmax}) &= C_2 \times \frac{Q_h}{\frac{60 \text{ menit}}{1704 \text{ liter/jam}}} \\ &= 4 \times \frac{1704 \text{ liter/jam}}{60 \text{ menit}} \\ &= 113,6 \text{ liter/menit} \\ &= 0,1136 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned} \quad (5)$$

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

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

Kapasitas pipa dinas sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} Q_h \\ &= \frac{2}{3} \times 1,704 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,136 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned} \quad (6)$$

Jika waktu pemakaian air pada Gedung Mako 24 jam/hari maka volume *ground reservoir* nya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_R &= [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \\ &= \left[40.896 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} - \left(1,136 \frac{\text{liter}}{\text{jam}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \right] 1 \text{ hari} \\ &= 13.632 \text{ liter} = 13,632 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad (7)$$

Dari hasil evaluasi, diketahui bahwa kapasitas Ground Water Tank (GWT) eksisting sebesar 198 m³. Kapasitas ini jauh lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan minimum berdasarkan hasil perhitungan yaitu 13,632 m³, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem penyimpanan air bersih di gedung ini sangat mencukupi untuk mendukung kebutuhan air harian seluruh penghuni.

3.2 Diameter Pipa Air bersih

Untuk perhitungan berikutnya dilakukan berdasarkan posisi masing-masing alat plambing serta titik-titik percabangan pada jalur perpipaan. Penentuan dimensi pipa didasarkan pada jumlah beban alat plambing yang dilayani oleh masing-masing jalur. Pada gedung asrama ini, sistem penyaluran air bersih secara keseluruhan terbagi menjadi dua jalur utama, yaitu jalur sisi kanan gedung dan jalur sisi kiri gedung. Pembagian ini diterapkan secara vertikal di seluruh lantai, dari lantai dasar hingga lantai 4, mengikuti konfigurasi bangunan dan tata letak alat plambing yang simetris pada kedua sisi.

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

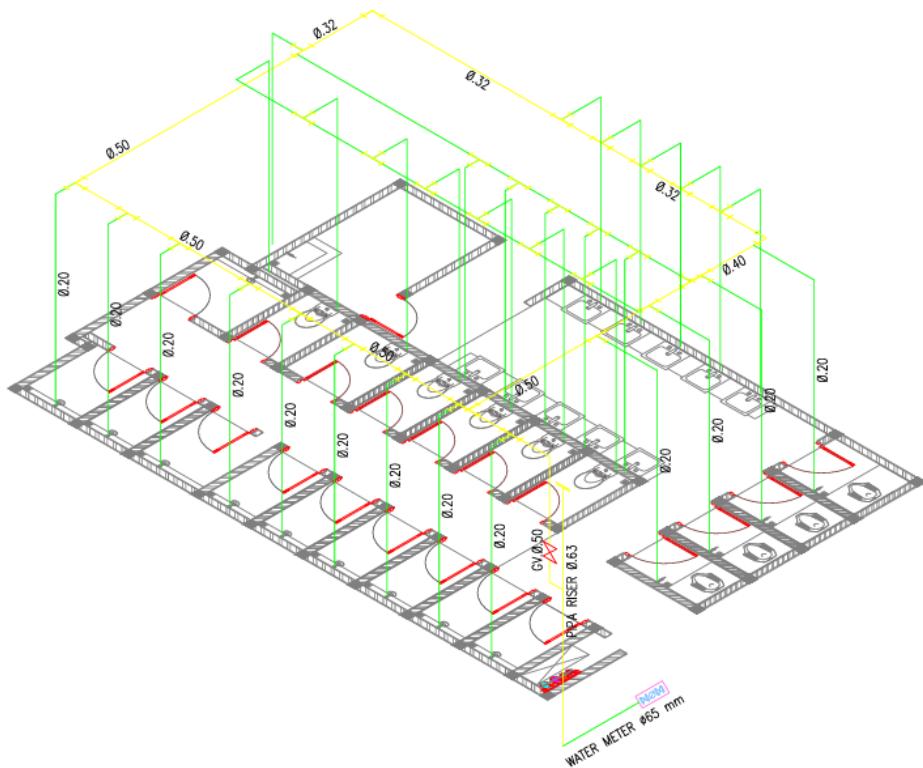
No	Perpipaan	Diameter (inci)	
		Eksisting	Hasil Analisa
1.	Pipa dinas lantai dasar - 4 sisi kanan	2 $\frac{1}{2}$	3
2.	Pipa dinas lantai dasar - 4 sisi kiri	2 $\frac{1}{2}$	3
3.	Pipa datar dari shaf ke lantai 1 - 4 sisi kanan dan sisi kiri	2	2
4.	Pipa datar dari shaf ke lantai dasar sisi kanan	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
5.	Pipa datar dari shaf ke lantai dasar sisi kiri	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$
6.	Pipa alat plambing (<i>shower,bidet,urinal</i>)	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
7.	Pipa alat plambing (<i>lavatory</i>)	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
8.	Pipa alat plambing (kloset)	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$

Diameter terpasang pada jalur pipa dinas lantai dasar-lantai 4 (sisi kanan dan sisi kiri) tidak memenuhi dikarenakan lebih kecil daripada hasil analisa yang merupakan nilai minimum. Dan untuk pipa datar dari shaf ke lantai 1, 2, 3, 4 sisi kanan dan sisi kiri, pipa datar dari shaf ke lantai dasar sisi kanan, pipa datar dari shaf ke lantai dasar sisi kiri, pipa alat plambing (*Shower, Bidet, Urinal*), pipa alat plambing (*Lavatory*), dan pipa alat plambing (Kloset) sudah memenuhi ketentuan karena ukuran pipa terpasang tidak lebih kecil dari hasil perhitungan analisis.

3.3 Perhitungan Headloss

Perhitungan diawali dengan mengambil data head pompa dan tinggi pipa distribusi setiap lantai. Selanjutnya dihitung total *headloss* akibat gesekan pipa dan komponen sambungan. Setelah itu, tekanan akhir pada titik alat plambing diperoleh dari selisih antara *head total* dan *headloss*. Hasil perhitungan dibandingkan dengan standar minimum tekanan yang dipersyaratkan.

Data pompa dan tabel tinggi pipa distribusi di masing-masing lantai yang didapatkan berdasarkan gambar rancangan awal asrama mahasiswa nusantara ditunjukkan pada Tabel 3.

**Gambar 2.** Isometrik Air Bersih**Tabel 3.** Data Pompa Gedung AMN

Nama	Variabel	Nilai	Satuan
Pompa <i>Hydrofor</i> (<i>Booster Pump, Panel Type VSD</i>)	Q (debit)	24	m ³ /jam
	H (head)	50	m
	P (power)	7.5	kw
	Jumlah	3	unit

Tabel 4. Data Tinggi Pipa Distribusi

Lantai	Tinggi Pipa Distribusi
Dasar	3,055
1	6,655
2	10,255
3	13,855
4	17,455

Analisis perhitungan pressure drop dari lantai dasar sampai ke lantai 4 adalah sebagai berikut:

1. Analisis bilangan Reynold

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

$$Re = \frac{vd}{\mu} \quad (8)$$

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

$$Re = \frac{1,061571125 \text{ m/s} \times 0,02 \text{ m}}{0,984 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 2,16 \times 10^4$$

2. Analisis kekasaran relatif bahan

$$\frac{\epsilon}{D} \quad (9)$$

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

$$\frac{0,0015 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 0,000075$$

Plot ke diagram moody

3. Interpolasi

$$y = y_1 + \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} (y_2 - y_1) \quad (10)$$

$$X = 2,16$$

$$X_1 = 2$$

$$X_2 = 3$$

$$Y_1 = 0,025$$

$$Y_2 = 0,03$$

$$y = 0,025 + \frac{(2,16 - 2)}{(3 - 2)} (0,03 - 0,025)$$

$$y = 0,0258$$

4. Analisis kerugian gesekan pipa lurus (*headloss mayor*)

$$Hf = F \times \frac{LV^2}{D^2 g} \quad (11)$$

$$Hf = 0,0258 \times \frac{2,5 \times 0,405695971}{0,02 \times 2 \times 9,81}$$

$$Hf = 0,0666855$$

5. Analisa kerugian gesek aksesoris pipa (*headloss minor*)

$$Hf = K \times \frac{V^2}{2g} \quad (12)$$

$$Hf = 2,76 \times \frac{0,405695971}{2 \times 9,81}$$

$$Hf = 0,057070381$$

3.4 Tinjauan Sistem Plumbing Air Buangan

1. Diameter Air Buangan

Penentuan ukuran diameter pipa dilakukan berdasarkan jumlah unit beban alat plumbing (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 5. Perbandingan Diameter Eksisting dan Hasil Analisa Pipa Air Limbah

Daerah Pipa	Diameter (inci)	
	Eksisting	Hasil Analisa
Pipa tegak	4	2
Pipa cabang	6	3

Meskipun terdapat selisih antara hasil perhitungan dan kapasitas aktual, kondisi eksisting tetap dianggap sesuai dengan ketentuan dalam SNI 8153:2015 dan mencukupi berdasarkan kebutuhan yang dihitung dikarenakan pipa eksisting memiliki diameter yang lebih besar daripada hasil analisa.

2. Diameter Pipa Vent

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem vent pada gedung Asrama Mahasiswa Nusantara Putri Kalasey belum sepenuhnya memenuhi ketentuan SNI 8153:2015. Ketidaksesuaian ditemukan terutama pada vent di lantai dasar sisi kanan serta lantai 1 hingga 4 pada sisi kanan dan kiri.

4 Kesimpulan

- Kebutuhan air bersih pada gedung Asrama Mahasiswa Nusantara (AMN) Putri Kalasey dihitung berdasarkan jumlah penghuni sebanyak 284 orang, menghasilkan debit rata-rata (Q_d) sebesar $34,08 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan debit pemakaian dengan antisipasi kebocoran (Q_1) sebesar $40,896$

- m³/hari. Debit pemakaian maksimum per jam (Qh) sebesar 1,42 m³/jam, Qhmax sebesar 2,84 m³/jam, dan Qmmax sebesar 0,09467 m³/menit. Dengan kapasitas *Ground Water Tank* (GWT) eksisting sebesar 198 m³, sistem penyediaan air bersih di gedung ini dinilai sangat mencukupi.
2. Sistem plambing air bersih dan air limbah secara umum telah memenuhi ketentuan SNI 8153:2015. Sistem air limbah dinilai memadai karena pipa eksisting memiliki diameter lebih besar dari hasil perhitungan analisis, sehingga mampu mengalirkan limbah dengan baik. Perbedaan ukuran ditemukan pada pipa dinas lantai dasar hingga lantai 4 sisi kanan dan kiri, di mana diameter pipa eksisting lebih kecil dari hasil analisa dan tidak memenuhi standar minimum. Sementara itu, pipa-pipa lainnya seperti pipa datar dari shaf ke tiap lantai serta pipa alat plambing (*shower, bidet, urinal, lavatory*, dan kloset) sudah sesuai karena ukuran eksisting sama atau lebih besar dari hasil analisis.
 3. Sistem vent belum sepenuhnya sesuai standar SNI 8153:2015, pada lantai dasar sisi kanan, dan lantai 1,2,3,4 sisi kanan dan kiri atas yang memiliki beban alat plambing yang lebih besar.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-6481-2000: Sistem Plambing* (No. SNI 03-6481-2000). Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 03-7065-2005: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing* (No. SNI 03-7065-2005). Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 8153:2015—Sistem Plumbing* (No. SNI 8153:2015). Badan Standardisasi Nasional.
- Barton, N. A., Hallett, S. H., & Jude, S. R. (2022). The challenges of predicting pipe failures in clean water networks: A view from current practice. *Water Supply*, 22(1), 527–541. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.255>
- Can, I. (2005). Simplified equations calculates head losses in commercial pipes. *The Journal of American Science*, 1(1), 1-3.
- Dasinangon, Y. S., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. (2022). Evaluasi Terhadap Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Di Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. *TEKNO*, 20(82), 1253-1258.
- Djaelani, M., & Prakoso, B. (2018). Analisis Instalasi Plumbing Air Bersih Dan Air Kotor Pada Gedung Commonwealth Bank Di Bukit Darmo, Lenmark Office Park Surabaya. *Jurnal Konstruksi Sipil*, 6(1), 18-38.
- Google. (2025). *Screenshot Google Earth Lokasi Asrama Mahasiswa Nusantara Kalasey* [Graphic]. Google Earth. <https://earth.google.com/>
- Gupta, L. C., & Thawari, S. (2016). Plumbing system in high rise building. *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 2(11), 719-723.
- Leba, M., Legrans, R. R., & Sompie, O. B. A. (2020). Tinjauan Terhadap Sistem Plambing Penyediaan Air Bersih Dan Penyaluran Air Buangan Pada Gedung Ruko Grand Victorian Kawana Manado. *TEKNO*, 18(75).
- Nadir, F. F., Legrans, R. R., & 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, S. M., & Morimura, T. (2005). *Perancangan dan pemeliharaan sistem plambing*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Podeito, F. F., Legrans, R. R., & Tungka, A. E. (2025). Analisis Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Gedung Kantor Bertingkat Tiga Lantai Di Kota Manado. *TEKNO*, 23(92), 815-821.
- PumpFundamentals.com. (2020). *Moody Friction Factor Chart*. PumpFundamentals. https://www.pumpfundamentals.com/php_pages/friction/moody.pdf
- Samin, S., Setyono, E., & Anugrah, W. T. (2019). Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Dan Pembuangan Air Limbah Gedung Neo Condotel Batu. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 16(2), 119–128. <https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6554>
- Siwi, I. O., Legrans, R. R., & Thambas, A. H. (2023). Desain Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Pada Gedung Rusunawa Kelurahan Karame Kota Manado. *TEKNO*, 21(85), 1325-1339.