

STUDI ALTERNATIF SISTEM INSTALASI PLUMBING AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT HERMINA MADIUN BERBASIS REVIT

Prayoga Suhardi¹, Eko Noerhayati², Ita Suhermin Ingsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 22001051072@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: ita.suhermin@unisma.ac.id

Abstract

Water is one of the basic needs of living things on earth, the construction of clean water facilities is very important for people's lives with the aim of meeting the daily needs of clean water, There are many ways to distribute clean water in the community, one of which is by using network pipes. The research is located at the Hermina Hospital construction project located on Jl. Sido Makmur-Manguharjo, Manguharjo District, Madiun City, East Java. The number of floors is 6 floors with a length of 63.5 m, a width of 29 m, and a height of 20 m. The Hermina Madiun Hospital building uses a clean water source from the Regional Drinking Water Company (PDAM). What was obtained from this study was the discharge of clean water needs in the Hermina Madiun Hospital building, namely 142.02 m³ / day and the discharge of waste water produced was 94.68 m³ / day. Autodesk Revit software can optimize the installation of clean water and dirty water piping so that collision detection between components can be identified with the capacity of the ground water tank for clean water, namely 326.42 m³ with dimensions of p 10 m l 10 m h 3.3 m. The effective capacity of the upper water tank (Roof Water Tank) is 19.71 m³ with dimensions of p 5 m l 2 m h 2 m, and the capacity of the dirty water and waste water equalization tank is 94.68 m³. Based on the results of the study, several suggestions can be submitted, namely as further research, it can be integrated using BIM applications other than Autodesk Revit such as ArchiCAD MEP.

Keywords: *clear water, wastewater, clash, Revit*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok makhluk hidup di muka bumi, Bagi manusia air sangat di perlukan bagi kehidupan sehari hari[1]. pembangunan sarana air bersih sangat penting bagi kehidupan masyarakat dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari hari, Banyak cara pendistribusian air bersih di masyarakat salah satu caranya adalah dengan menggunakan pipa jaringan[2].

Sistem perpipaan adalah komponen utama dalam distribusi air bersih yang berfungsi untuk mendistribusikan air. Pada sistem *plumbing* air bersih, sering kali terjadi masalah tekanan air yang rendah, terutama di

gedung bertingkat, sehingga volume aliran air menjadi kecil, terutama di lantai atas. [3].

Hal ini disebabkan tekanan air berada dibawah tekanan minimum, sehingga pada perencanaan sistem distribusi air dibutuhkan sistem distribusi yang sesuai dengan bangunan studi mulai dari penampung air (*Ground water tank / Roof tank*) hingga sistem pemipaan agar tekanan serta debit pengaliran air bersih pada setiap lantainya dapat terpenuhi. maka diperlukan sebuah rencana desain sistem distribusi air bersih dan air buangan agar memenuhi syarat keandalan bangunan dengan sanitasi yang baik serta tidak membahayakan lingkungan[4]. Rumah sakit hermina madiun merupakan cabang rumah sakit ke-49 yang

berada diseluruh indonesia dan menjadi rumah sakit ke-10 di kota madiun jawa timur (Hendra, 2023). Tahap pertama akan di bangun bangunan 5 lantai dengan total luas lahan 15.236 m²[5]. Dari latar belakang diatas penelitian mengenai perencanaan sistem instalasi plumbing air bersih dan air kotor ini dilaksanakan di gedung Rumah Sakit Hermina Madiun. Beberapa hal diperlukan untuk mengoptimalkan sistem plumbing yang mengacu pada standart yang telah ditetapkan sehingga mampu menciptakan sistem jaringan air bersih dan air kotor yang baik.

Dalam penelitian ini, dilakukan studi alternratif perencanaan sistem *plumbing* pada gedung Rumah Sakit Hermina Madiun dikarenakan ketika proses pemasangan pipa terdapat beberapa Clash (benturan) antara pipa dengan struktur bangunan dan juga tekanan dan debit air bersih yang keluar pada lantai 4 dan 5 sangat kecil sehingga mengakibatkan penggunaan air bersih menjadi kurang maksimal dengan mengacu pada SNI 03-7065-2005 [6] tentang tata cara perencanaan sistem *Plumbing* dan SNI 03-8153- 2015 [7] tentang sistem *Plumbing* Pada Bangunan.

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam pelaksanaan instalasi *Plumbing* pada proyek Universitas Terbuka Surabaya ini ditemukan beberapa masalah yang dihadapi oleh para pelaksana yaitu:

1. Belum ada perhitungan kebutuhan air bersih dan debit air kotor pada Gedung Rumah Sakit Hermina Madiun.
2. Belum ada alternatif desain instalasi air bersih dan air kotor menggunakan *Software Autodesk Revit* pada Gedung Rumah Sakit Hermina Madiun.
3. Belum ada perhitungan kapasitas penampung air bawah (*Ground Water Tank*) dan belum diketahui kapasitas penampug air atas (*Roof Tank*) untuk air bersih pada Gedung Rumah Sakit Hermina Madiun.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Berapa besar debit kebutuhan air bersih dan debit air kotor pada Gedung Rumah Sakit Hermina Madiun?
2. Bagaimana alternatif desain instalasi air bersih dan air kotor menggunakan *Software Autodesk Revit* pada Gedung Rumah Sakit Hermina Madiun?
3. Berapa kapasitas penampung air bawah (*Ground Water Tank*) dan kapasitas penampung air atas (*Roof Tank*) untuk air bersih pada Gedung Rumah Sakit Hermina Madiun?

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan bahwa pembahasan tidak menyimpang dari masalah yang telah dibahas, maka batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Tidak membahas perencanaan instalasi pengolahan air limbah dan grease trap/ alat penyaring air limbah pada distribusi air limbah.
2. Penelitian ini tidak membahas Rencana Anggaran Biaya dan metode pelaksanaan konstruksi.
3. Acuan yang digunakan dalam perencanaan adalah SNI-03-7065 Tata cara perencanaan system plumbing, SNI 8153-2015 tentang Sistem Plumbing pada Bangunan, SNI-03-6481 Sistem Plumbing.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian berlokasi di proyek pembangunan Rumah Sakit Hermina yang terletak pada Jl. Sido Makmur-Manguharjo, Kecamatan Manguharjo, Kota Madiun, Jawa Timur. Rumah Sakit Hermina Madiun memiliki 6 lantai yang terdiri dari 5 lantai utama dan 1 lantai *Roof top*.

Berikut adalah data rincian informasi mengenai RS Hermina Madiun :

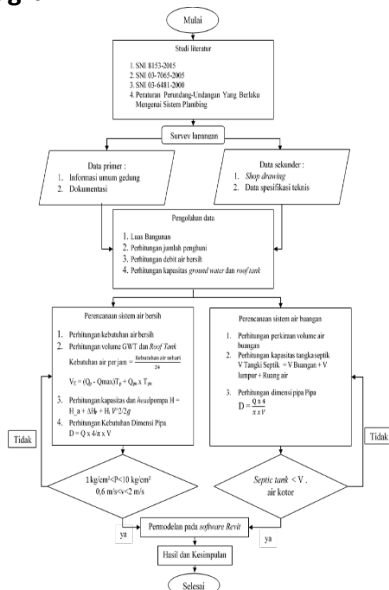
Nama : Proyek Rumah Sakit Hermina Madiun
Lokasi : Jl. Sido Makmur-Manguharjo, Kecmatan Manguharjo Kota Madiun, Jawa Timur.

Fungsi Bangunan : Bangunan Kesehatan

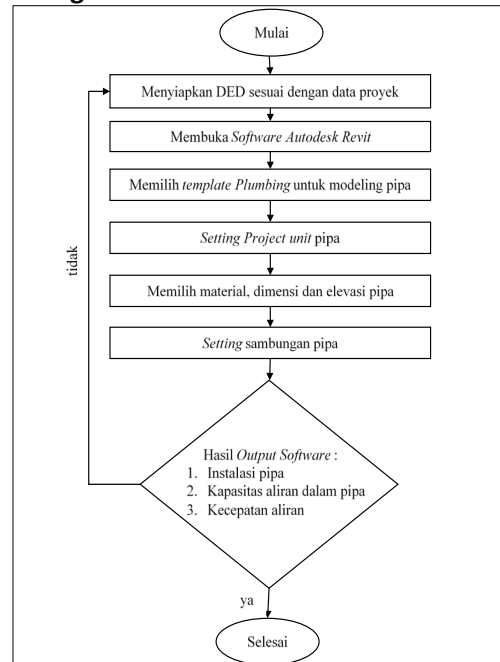
Jumlah Lantai : 6 Lantai

Luas Bangunan : Panjang : 63,5 m

2.2 Diagram Alir



2.3 Diagram *Revit*



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Tabel 1 Penggunaan air pada alat plambing

Jenis alat plumbi ng	Jumlah alat plumbi ng	Pemakai an air pada alat plumbing (liter)	Pengguna an alat plumbing / jam	Pengguna an air (Liter/jam)
Kloset	107	13	6	13910
Wastafe l	109	10	6	6540
Urinoir	12	5	6	360
Kran	129	10	6	7740
Shower	59	24	3	4248
Jet washer	107	10	6	6420
Jumlah				39218

3.2 Pemakaian Air Rata-Rata Perhari

Diketahui nilai $Q_h = 13,150 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan waktu pemakaian air rata – rata sehari adalah 9 jam (SNI 03-7065- 2005). sehingga untuk mengetahui pemakaian air rata - rata sehari adalah :

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_d/T \\ Q_d &= Q_h \times t \\ Q_d &= 13,150 \times 9 \\ Q_d &= 118,35 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

267 | Jurnal Rekayasa Sipil | Vol.15, No.2, Agustus 2025 | ISSN 2337 - 7720

adanya penambahan untuk pendingin gedung, pancuran air, penyiraman tanaman, dan lain sebagainya. Sehingga pemakaian air rata-rata sehari menjadi:

$$\begin{aligned} Qd &= (100\% + 20\%) \times Qd \\ Qd &= (100\% + 20\%) \times 118,35 \\ Qd &= 1,20 \times 118,35 \\ Qd &= 142,02 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Maka kebutuhan air rata-rata per hari pada jangka waktu 9 jam adalah sebanyak 142,02 m³/hari.

3.3 Perhitungan Kebutuhan Air Pada Jam Puncak

Ditetapkan C1 = 2 diambil dari nilai konstanta maksimum (Noerbambang, Soufian., & Morimura 2005), maka kebutuhan air pada jam puncak adalah:

$$\begin{aligned} Qh_{max} &= C1 \times Qh \\ &= 2 \times 13,150 \\ &= 26,3 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

3.4 Kebutuhan Rata-Rata Pengaliran Pipa Dinas (PDAM)

Pada gedung ini sumber air berasal dari *shallow well* dan sebagai cadangan diambil dari PDAM oleh karena itu dibutuhkan perhitungan kebutuhan rata-rata pengaliran pipa dinas diasumsikan sebesar 20 jam/hari sehingga didapatkan:

$$\begin{aligned} Qs &= \frac{Qd}{20 \text{ jam/hari}} \\ &= \frac{142,02}{20 \text{ jam/hari}} \\ &= 7,10 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3.5 Kapasitas Tangki Air Bawah (Ground Water Tank)

Dari perhitungan sebelumnya didapatkan Qd total = 142,02 m³ /hari dan untuk gedung perkantoran waktu pemakaian air rata-rata dalam sehari adalah 9 jam, sehingga perhitungan kapasitas tangki air bawah yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} VR &= Qd - \left(Qs \times \frac{2}{3} \times T \right) + Vf \\ &= 142,02 - \left(7,10 \times \frac{2}{3} \times 9 \right) + 227 \\ &= 142,02 - 42,6 + 227 \\ &= 326,42 \text{ m}^3 \text{ (efektif per hari)} \end{aligned}$$

Jadi, volume atau kapasitas ground water tank yaitu sebesar 326,42 m³ atau ± 330 m³ untuk 1

hari pemakaian. Dari hasil perhitungan volume tersebut dapat ditentukan dimensi dari tangki air bawah yaitu : 10 x 10 x 3,3

3.6 Kapasitas Tangki Air Atas (Roof Tank)

$$\begin{aligned} Qp &= Qm \text{ max} \\ &= 0,876 \text{ m}^3 / \text{menit} \\ Q_{max} &= Qh \text{ max} / 60 \\ &= 26,3 / 60 \\ &= 0,438 \text{ m}^3 / \text{menit} \\ Q_{pu} &= Q_{max} \end{aligned}$$

Diasumsikan

Jangka waktu kebutuhan puncak (Tp) = 60 menit

Jangka waktu pompa (Tpu) = 15 menit

Kapasitas efektif tangki air atas adalah:

$$\begin{aligned} VE &= (Qp - Q_{max}) Tp - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\ &= (0,876 - 0,438) 60 - (0,438 \times 15) \\ &= 19,71 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, volume tangki air atas adalah 19,71 m³ = 19710 liter maka dimensi yang digunakan untuk tangki air atas adalah 5 x 2 x 2

3.7 Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari Ground Water Tank ke Roof Tank

Menurut SNI 03-7065-2005 kecepatan aliran dalam pipa minimal 0,9 m/detik dan kecepatan aliran maksimal 2,0 m/detik. Kemudian direncanakan V asumsi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,007}{3,14 \times 2}} \\ &= 0,066 \text{ m} \\ &= 66 \text{ mm} \\ &= 65 \text{ mm} = 2 \frac{1}{2} \text{ inch} \\ V &= \frac{4Q}{\pi D^2} \\ &= \frac{4 \times 0,007}{3,14 \times 0,066^2} \\ &= 2,0 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol} &= V_{min} < V < V_{maks} \\ &= 0,9 \text{ m/detik} < 2,0 \text{ m/detik} < 2,0 \text{ m/detik} \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

3.8 Perhitungan Diameter Pipa Distribusi

Contoh perhitungan : Lantai 1

Sistem 1 : Unit Alat

Plumbing Jet Washer

Tabel 2 Tabel Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Pada Lantai 1

Lantai 1								
Sistem	Nama Alat Plumbing	WSFU	Laju Aliran Air (l/detik)	Laju Aliran Air (m ³ /detik)	Diameter Perhitungan (m)	Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	Wastafel	2	0,32	0,00032	0,014	14	15	1,81
	Wastafel	2	0,32	0,00032	0,014	14	15	1,81
	Wastafel	2	0,32	0,00032	0,014	14	15	1,81
	kran	2	0,32	0,00032	0,014	14	15	1,81
	kran	2	0,32	0,00032	0,014	14	15	1,81
	kran	2	0,32	0,00032	0,014	14	15	1,81

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

- Nama alat plumbing = Jet Washer
- Unit alat plumbing = 2 WSFU (pedoman plumbing Indonesia)
- Debit aliran air = 0,32 /detik
= 0,00032 m³/detik
- Diameter perhitungan = $\sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$
= $\sqrt{\frac{4 \times 0,00032}{3,14 \times 2}}$
= 0,014 m
= 14 mm
- Diameter pakai = 15 mm
- Kecepatan aliran = $\frac{4Q}{\pi D^2}$
= $\frac{4 \times 0,00032}{3,14 \times 15^2}$
= 1,811 m/s

3.9 Perhitungan Diameter Pipa Utama

Unit alat Plumbing = 1445 WSFU
(Pedoman Plumbing Indonesia)

- Debit aliran air = 16,55 liter/detik = 0,01655 m³/detik
- Diameter perhitungan = $\sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}}$
= $\sqrt{\frac{4 \times 0,01655}{3,14 \times 2}}$
= 0,103 m
= 103 mm
- Diameter pakai = 114 mm
= 4 Inch
(sesuai pasaran)
- Kecepatan aliran = $\frac{4Q}{\pi D^2}$
= $\frac{4 \times 0,01655}{3,14 \times 0,103^2}$

= 1,987 m/s

3.10 Perhitungan Tekanan

Tabel 3 Tabel hasil perhitungan tekanan air

Lantai	ρ (Kg/m ³)	g (m/s ²)	h (m)	Tekanan (N/m ²)	Kesimpulan
Lantai 1	997	9,81	20	195,661,4	Memenuhi Syarat
Lantai 2	997	9,81	16,2	158445,2	Memenuhi Syarat
Lantai 3	997	9,81	11,4	111498,4	Memenuhi Syarat
Lantai 4	997	9,81	7,6	74332,3	Tidak Memenuhi Syarat
Lantai 5	997	9,81	3,8	37166,1	Tidak Memenuhi Syarat

Sumber: Hasil Analisis, 2024

3.11 Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa

-Pompa Supply (Pompa Angkat)

- Hs = Tinggi Hisap
= 2,5 m
- Hd = Tinggi Tekan
= 23,3 m
- Ha = Hs + Hd
= 2,5 + 23,3
= 25,8 m

-Pipa hisap

- D = 0,066 m (Perhitungan GWT ke Roof Tank)
- V = 2 m/s (Perhitungan GWT ke Roof Tank)
- ν = 1.004 x 10⁻⁶ m²/s (Viskositas air pada suhu 20°)
- L = 2,5 m
- Re = $\frac{V \times D}{\nu}$
= $\frac{2 \times 0,066}{1,004 \times 10^{-6}}$

$$\begin{aligned}
 &= 131.474,10 \\
 \bullet \lambda &= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \\
 &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,066} \\
 &= 0,027 \\
 \bullet Hl &= \lambda \frac{Le \times V^2}{D \times 2g} \\
 &= 0,027 \frac{2,5 \times 2^2}{0,066 \times 2 \times 9,81} = 0,208 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Pipa hantar

$D = 0,036 \text{ m}$ (Perhitungan GWT ke Roof Tank)

$V = 2 \text{ m/s}$ (Perhitungan GWT ke Roof Tank)

$\nu = 1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (Viskositas air pada suhu 20°)

$L = 23,3 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 \bullet Re &= \frac{V \times D}{\nu} \\
 &= \frac{2 \times 0,066}{1,004 \times 10^{-6}} \\
 &= 131.474,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \lambda &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,066} \\
 &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,066} \\
 &= 0,027
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet Hl &= \lambda \frac{Le \times V^2}{D \times 2g} \\
 &= 0,027 \frac{23,3 \times 2^2}{0,066 \times 2 \times 9,81} \\
 &= 1,943 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3.12 Menentukan Jenis Pompa

Dengan debit pengaliran sebesar $0,438 \text{ m}^3/\text{menit}$ dan head pompa sebesar $27,951 \text{ m}$, dapat ditentukan tipe pompa yang sesuai dengan karakteristik tersebut. Maka digunakan

pompa transfer air bersih EBARA Type 50 x 40 FSHA.

Kapasitas : $100 - 300 \text{ liter/menit}$

Head : $15 - 60 \text{ meter}$

Packing Power : $5,5 \text{ kW} / 7,38 \text{ HP} / 380 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$

3.13 Perhitungan Debit Air Buangan dan Bak Ekualisasi

$$Qak = Qd \times 80\%$$

Dimana:

Qak = Debit air buangan

Qd = Debit kebutuhan air harian

Maka, perkiraan debit air buangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Qak &= Qd \times 80\% \\
 &= 118,35 \times 80\% \\
 &= 94,68 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

3.14 Perhitungan Volume Bak Ekualisi

$$VBE = \frac{HRT}{24} \times Qak$$

Dimana:

VBE = Volume bak ekualisasi

HRT = Hydraulic Retention Time (direncanakan selama 7 jam)

Qak = Debit air kotor

Maka, volume bak ekualisasi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 VBE &= \frac{HRT}{24} \times Qak \\
 VBE &= \frac{7}{24} \times 94,68 \\
 VBE &= 27,615
 \end{aligned}$$

Sehingga digunakan dimensi bak ekualisasi sebagai berikut: $4 \times 3,5 \times 2$.

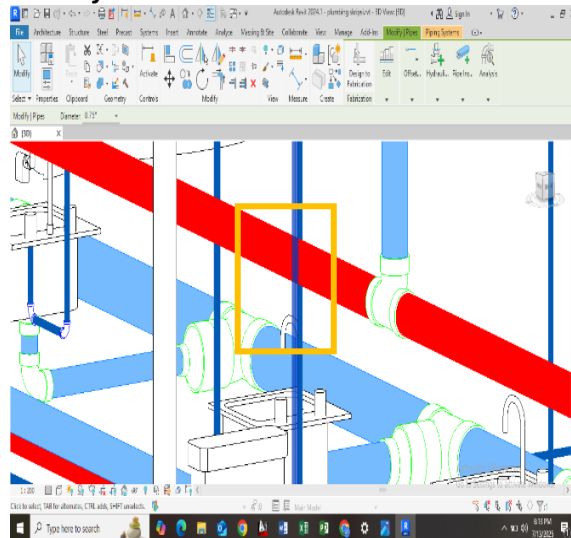
3.15 Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Pipa Air Buangan

Tabel 4 Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Buangan

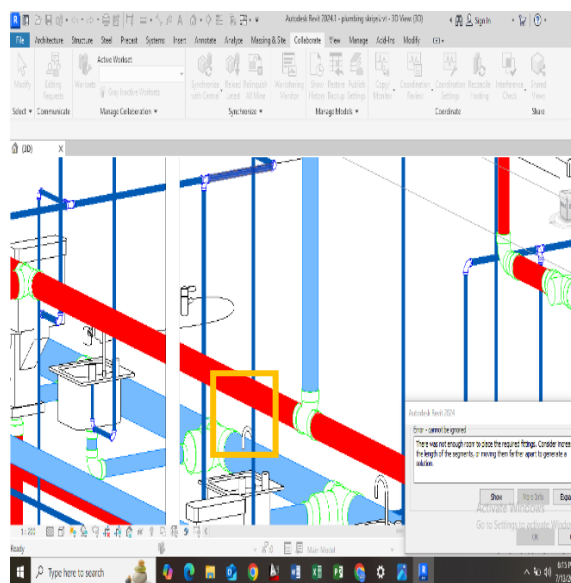
Alat Plumbing	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Beban Max Yang Diizinkan Dengan Diameter (Mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Air Kotor					
Kloset	8	80	63	80	3
Alat Plumbing	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Beban Max Yang Diizinkan Dengan Diameter (Mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Urinoir	4	50	50	50	2
Wastafel	1	32	32	32	1.5
Floor Drain	2	80	40	80	3

Sumber: Hasil Analisa ,2025

3.16 Hasil Analisis *Clash* Menggunakan *software Revit*



Gambar 5 Contoh *Clash* pada eksisting
Sumber: hasil anlis, 2025



Gambar 6 Modifikasi Pipa
Sumber: hasil analisis, 2025

3.17 Rekapitulasi Hasil Analisis *Clash* Menggunakan *Software Revit*

Tabel 5 Rekapitulasi Analisa Clash

Lantai	Jumlah clash
Lantai 1	0
Lantai 2	2
Lantai 3	0
Lantai 4	0
Lantai 5	0
Total	2

Sumber: Hasil Analisa ,2025

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Debit kebutuhan air bersih pada gedung Rumah Sakit Hermina Madiun yaitu 142,02 m³/hari dan debit air buangan yang dihasilkan yaitu 94,68 m³/hari.
2. *Software Autodesk Revit* dapat mengoptimalkan instalasi pemipaan air bersih dan air kotor sehingga deteksi tabrakan (*clash detection*) antar komponen dapat teridentifikasi.
3. Kapasitas tangki air bawah (*Ground Water Tank*) untuk air bersih yaitu 326,42 m³ dengan dimensi p = 10 m ; l = 10 m ; t = 3,3 m. Kapasitas efektif tangki air atas (*Roof Water Tank*) yaitu 19,71 m³ dengan dimensi p = 5 m ; l = 2 m ; t = 2 m, dan kapasitas bak ekualisasi air kotor dan air buangan yaitu 94,68 m³.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan beberapa saran yang dapat diajukan yakni sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan dengan menggunakan aplikasi BIM selain Autodesk Revit seperti ArchiCAD MEP.
2. Pada proses perencanaan sistem plumbing sebaiknya direncanakan dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dengan meninjau sistem IPAL agar menghindari terjadinya pencemaran lingkungan disekitar gedung rumah sakit yang dapat digunakan untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. S. Rahmawati and E. Noerhayati, "Studi Alternatif Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Auditorium Universitas Brawijaya," *J. Rekayasa Sipil (e ...*, vol. 12, no. 4, p. 2,

- 2022, [Online]. Available: <http://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/17725%0Ahttp://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/download/17725/13457>
- [2] A. Rahmawati, "Sistem distribusi Air Bersih dan Air Limbah Dgedung Neo Hotel Malang," vol. 12, no. 2, pp. 45–55.
 - [3] Noerbambang, Soufyan M., and M. Takeo, *Perancangan dan pemeliharaan sistem plambing*, 2nd ed. Jakarta: Pradnya Paramita, 1987.
 - [4] S. F. Namiroh *et al.*, "Plambing Pada Pembangunan Hotel Aston Mojokerto," vol. 12, no. 1, pp. 1–2, 2022.
 - [5] Hendra, "Bakal Jadi RS ke-10 di Kota Madiun, RS Hermina Ditarget Beroperasi Juni 2024 Nanti," *madiuntoday.id*, 2023. <https://madiuntoday.id/berita/2023/11/16/bakal-jadi-rs-ke-10-di-kota-madiun-rs-hermina-ditarget-beroperasi-juni-2024-nanti>
 - [6] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-7065-2005 Tata cara perencanaan sistem plambing*, no. SNI 03-7065-2005. Badan Standarisasi Nasional, 2005.
 - [7] Badan Standarisasi Nasional, *SNI-8153-2015 Tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung*. 2015.