

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM *PLUMBING*
AIR BERSIH BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW EXPERT*
PADA PROYEK GEDUNG RSUD IBNU SINA KABUPATEN
GRESIK**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Disusun Oleh :

Vira Farikhah Fauziyah

220.010.511.20

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2025

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM *PLUMBING*
AIR BERSIH BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW EXPERT*
PADA PROYEK GEDUNG RSUD IBNU SINA KABUPATEN
GRESIK**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Disusun Oleh :

Vira Farikhah Fauziyah

220.010.511.20

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**





**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(U N I S M A)
FAKULTAS TEKNIK
TERAKREDITASI**

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**“Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis Software Pipe
Flow Expert Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik”**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**

Disusun Oleh:

Vira Farikhah Fauziyah

220.010.511.20

Diajukan dan disahkan Oleh,

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati., M.T.

NPP. 1890200012

Dosen Pembimbing II



Anita Rahmawati S.ST., M.T.

NPP. 161308199032216

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


***** Dr. Erta Marlina ST. M.T. *****
FAK. TEKNIK
NPP. 131.703197632216

Ketua Prodi Teknik Sipil


Anita Rahmawati S.ST., M.T.
NPP. 161308199032216



UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(U N I S M A)
FAKULTAS TEKNIK
TERAKREDITASI

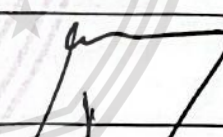
Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Vira Farikhah Fauziyah
NPM : 22001051120
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis *Software Pipe Flow Expert* Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik

Telah diperiksa dan disahkan pada tanggal : Juni 2025

No	Dosen Pembimbing	Tanda Tangan
1	<u>Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati., M.T.</u> NPP. 1890200012	
2	<u>Anita Rahmawati S.ST., M.T.</u> NPP. 161308199032216	
No	Dosen Penguji	Tanda Tangan
1	<u>Ir. Bambang Suprpto, MT.</u> NPP. 195604121988111005	
2	<u>Dr Azizah Rokhmawati, ST,MT</u> NPP. 0709057203	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ena Marlina ST. M.T.
NPP. 131.703197632216

Ketua Prodi Teknik Sipil

Anita Rahmawati S.ST., M.T.
NPP. 161308199032216



UNIVERSITAS ISLAM MALANG (U N I S M A) FAKULTAS TEKNIK TERAKREDITASI

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

LEMBAR ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vira Farikhah Fauziyah

NPM : 22001051120

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Skripsi/Tugas akhir yang berjudul :

“Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis *Software Pipe Flow Expert* Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik”

Merupakan karya tulis yang saya buat sendiri dan menurut keyakinan saya skripsi atau tugas akhir ini tidak mengandung bagian skripsi atau karya tulis yang pernah diterbitkan atau ditulis orang lain (jiplakkan), kecuali kutipan referensi yang dimuat dalam naskah skripsi atau tugas akhir ini.

Apabila kemudian hari pernyataan saya tidak benar maka saya sanggup menerima sanksi akademik apapun dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Malang, Juni 2025

Yang menyatakan,



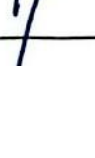
Vira Farikhah Fauziyah

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Vira Farikhah Fauziyah
NPM : 22001051120
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis *Software Pipe Flow Expert* Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati., M.T.

KONSULTASI BIMBINGAN

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1	19-08-2024	▪ Acc Judul Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis <i>Software Pipe Flow Expert</i> Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik	
2	23-09-2024	▪ Penulisan sesuaikan panduan ▪ Gambar diberi nomor ▪ Latar belakang dari umum ke khusus	
3	26-09-2024	▪ Buat PPT sempro ▪ Cek Daftar Pustaka	
3	27-09-2024	▪ ACC sempro	
4	25-10-2024	▪ Lanjut ke bab selanjutnya	
5	20-12-2024	▪ Hitung diameter pipa	
6	18-01-2025	▪ Lanjut ke perhitungan dengan aplikasi software	
7	21-01-2025	▪ Buat daftar isi, daftar tabel, dan lainnya ▪ Kesimpulan diperbaiki	
8	11-02-2025	▪ Buat PPT semhas ▪ Buat jurnal	
9	14-02-2025	▪ Acc semhas	



UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(U N I S M A)
FAKULTAS TEKNIK
TERAKREDITASI

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

10	05-05-2025	▪ Gambar yang kurang dilengkapi	
11	06-05-2025	▪ Acc sidang	

Malang, 2025

Dekan Fakultas Teknik

Dosen Pembimbing I



Dr. Endang Marlina ST. M.T.
NPP. 131.703197632216

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.
NPP. 1890200012





UNIVERSITAS ISLAM MALANG (U N I S M A) FAKULTAS TEKNIK TERAKREDITASI

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Vira Farikhah Fauziyah
NPM : 22001051120
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis *Software Pipe Flow Expert* Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik

Pembimbing II : Anita Rahmawati S.ST., M.T.

KONSULTASI BIMBINGAN

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1	26-09-2024	- Revisi bab I - Bab II, Kutipan literature, deskripsi tiap bab	
2	27-09-2024	- Perbaiki flowchat, daftar pustaka - Penelitian terdahulu (bab II)	
3	06-10-2024	Gambar desain denah eksisting	
3	06-10-2024	- Sipkan berkas sempro - Buat PPT sempro	
4	14-09-2024	ACC Sempro	
5	05-11-2024	- Tahapan Pipe Flow - Daftar pustaka - Lengkapi data	
6	28-02-2024	- Flowchart - Lanjutkan bab 4	
7	13-03-2024	Headloss dan velocity	
8	16-05-2024	- Penulisan - Kesimpulan dan Saran	
9	19-12-2024	- Aturan plumbing pakai yang terbaru - Disesuaikan dengan gambar eksisting	
10	28-02-2025	Acc semhas	



UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(U N I S M A)
FAKULTAS TEKNIK
TERAKREDITASI

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

11	10-05-2025	▪ Buat PPT ▪ Buat Jurnal	
12	15-05-2025	▪ Acc sidang	

Malang, 2025

Dekan Fakultas Teknik

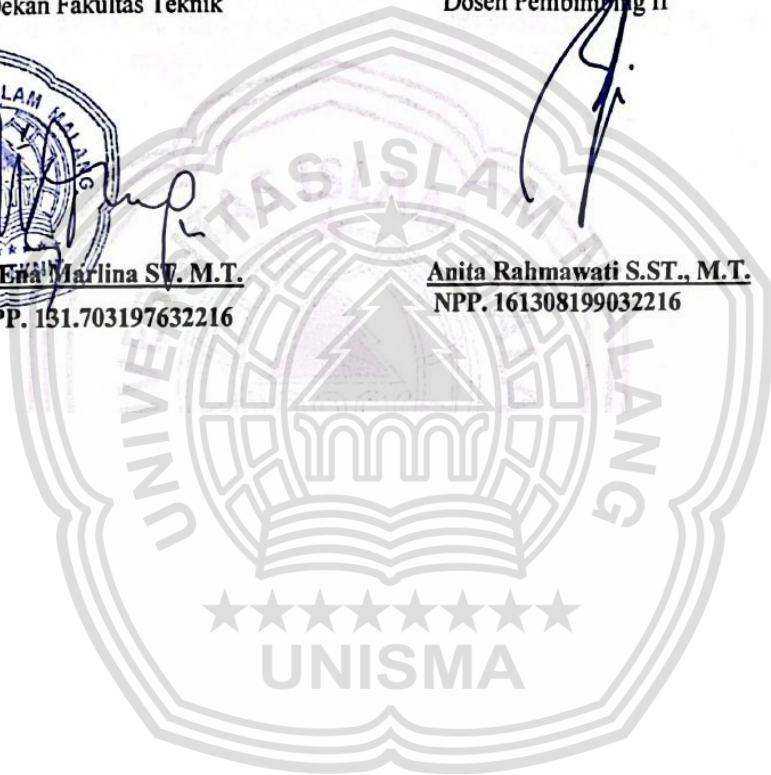
Dosen Pembimbing II



Dr. Erni Marlina S.T., M.T.
NPP. 151.703197632216



Anita Rahmawati S.ST., M.T.
NPP. 161308199032216





UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(U N I S M A)
FAKULTAS TEKNIK
TERAKREDITASI

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

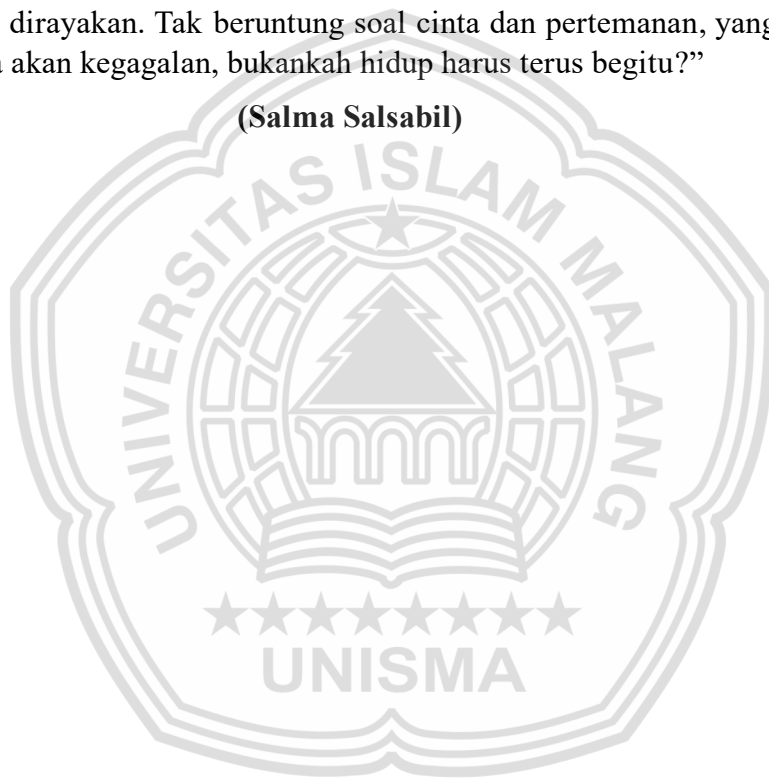
MOTTO

“From sprinkler splashes to fireplace ashes, you’ve got no reason to be afraid”

(Taylor Swift)

“Terimakasih, untuk semua luka kini mendewasakan, Terimakasih untuk semua cinta kau kan dirayakan. Tak beruntung soal cinta dan pertemanan, yang tlah ku lawan kecewa akan kegagalan, bukankah hidup harus terus begitu?”

(Salma Salsabil)



PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT, yang telah memberikan rahmat dan nikmat kepada saya, alhamdulillah saya masih diberi kesehatan, kesempatan dan ilmu yang bermanfaat serta hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Kuliah (Skripsi) ini dengan perasaan bahagia serta penuh rasa syukur. *Sholawat serta salam* semoga terlimpah *curahkan* kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Dengan dukungan, kasih sayang, nasihat serta do'a dari orang tercinta, saya persembahkan karya tulis ini sebagai bentuk terimakasih saya kepada :

1. Terimakasih kepada diri ini Vira Farikhah Fauziyah yang telah berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak menyerah dalam menjalani kehidupan
2. Kedua orang tua saya Bapak Mustajib Daroini dan Mama Jumaidah, yang senantiasa selalu mendukung, memotivasi, memberikan nasehat, mendoakan dan selalu sabar dalam mendidik saya. Tanpa kalian berdua saya tidak akan pernah menjadi seperti sekarang ini.
3. Kepada kakak saya Gilang Ramadhan, Sofie Bella dan Irfan Wardana terimakasih banyak atas dukungannya secara moril maupun materil, terimakasih juga atas segala motivasi dan dukungannya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studi sampai mendapat gelar sarjana.
4. Kepada Adik saya Jouhar Ramadhan dan keponakan-keponakan tercinta Shakeela dan Elzaf, terimakasih atas hadirnya kalian yang membuat penulis semangat dalam mengerjakan skripsi ini sampai dengan selesai.
5. Kepada Ronny, Ziko, Iqbal dan Dito teman-teman seperjuangan, terimakasih terhadap bantuan dalam segala hal terutama dalam memporeleh informasi terbaru dan terpercaya tentang situasi kondisi yang bersangkutan dengan Fakultas
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil Universitas Islam Malang angkatan 2020, dan kakak tingkat angkatan 2018, angkatan 2019 terimakasih atas dukungan dan segalanya.

BIODATA MAHASISWA**A. Data Pribadi**

Nama : Vira Farikhah Fauziyah
NPM : 22001051120
Tempat, Tanggal Lahir : Balikpapan, 06 Agustus 2002
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
Anak ke : 3 (Tiga)
Jumlah Saudara : 3 (Tiga)
Nama Ayah : Mustajib Daroini, M.Mpd.
Nama Ibu : Jumaidah, SE.
Alamat : Jl Dr Soetomo, Karang Rejo, Balikpapan
Tengah, Kalimantan Timur
Email : Virafarikhahfauziyah@gmail.com

**B. Riwayat Pendidikan**

SD : SDN 010
SMP : SMP Darul Qur'an
SMA/SMK Sederajat : SMAN 1
Perguruan Tinggi : Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1
pada Jurusan Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Malang pada Tahun 2020

C. Skripsi

Judul : Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing
Air Bersih Berbasis Software Pipe Flow Expert
Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina
Kabupaten Gresik
Tanggal Sidang : 11 Juni 2025

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang maha pengasih lagi maha penyayang, yang memiliki Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) dengan judul “Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis *Software Pipe Flow Expert* Pada Proyek Gedung Ibnu Sina Kabupaten Gresik” yang merupakan syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Islam Malang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Prof. Drs. H. Junaidi, M.Pd., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Malang.
2. Ibu Dr. Ena Marlina, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.
3. Ibu Anita Rahmawati, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang.
4. Ibu Dr. Ir. Eko Noerhayati, M.T., selaku dosen pembimbing I
5. Ibu Anita Rahmawati, S.ST., M.T., selaku dosen pembimbing II
6. Segenap Dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Malang yang telah membimbing serta memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
7. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan serta doa.

Dengan segala kerendahan hati, penyusun memohon maaf apabila terdapat kekurangan didalam skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang

Malang, Juni 2025

Vira Farikhah Fauziyah



UNIVERSITAS ISLAM MALANG (U N I S M A) FAKULTAS TEKNIK TERAKREDITASI

Program Studi : 1. Teknik Sipil 2. Teknik Mesin 3. Teknik Elektro

lan Mayjend Haryono 193 Malang Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 581734, 551932 ext.124 Faks. 0341 552249 e-mail: fak_teknik@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

RINGKASAN

Vira Farikhah Fauziyah, 220.010.511.20. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Berbasis Software Pipe Flow Expert Pada Proyek Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik, Dosen Pembimbing: **Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** Dan **Anita Rahmawati, S.ST., M.T.**

Sistem plumbing merupakan komponen vital dalam bangunan rumah sakit untuk menjamin distribusi air bersih dan pembuangan air kotor yang efektif dan higienis. Pada penelitian ini dilakukan studi alternatif perencanaan sistem plumbing pada Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik yang terdiri dari 8 lantai dengan luas bangunan $\pm 1.273 \text{ m}^2$. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kebutuhan debit air bersih dan buangan, mendesain instalasi plumbing menggunakan perangkat lunak Pipe Flow Expert, serta menentukan kapasitas tangki air bawah (Ground Water Tank) dan atas (Roof Tank).

Metode yang digunakan mencakup pengumpulan data primer dan sekunder, serta perhitungan manual kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni dan alat plumbing. Evaluasi sistem plumbing dilakukan menggunakan simulasi perangkat lunak Pipe Flow Expert yang memodelkan aliran fluida, tekanan, dan distribusi air di dalam jaringan pipa.

Hasil menunjukkan bahwa desain sistem distribusi air bersih dan air buangan pada gedung telah memenuhi standar efisiensi distribusi dan tekanan air sesuai SNI 8153:2015. Debit kebutuhan air bersih (Q_d) yang dihasilkan perhari sebesar $5,022 \text{ m}^3/\text{hari}$ Kapasitas tangki air bawah (Ground Water Tank) untuk air bersih sebesar $230,502 \text{ m}^3$ atau $\pm 235 \text{ m}^3$ untuk satu hari pemakaian dengan dimensi yang digunakan adalah $10 \text{ m} \times 7,67 \text{ m} \times 3 \text{ m}$. Kemudian, Kapasitas tangki air atas (Roof Tank) sebesar $1,0651 \text{ m}^3$ dengan dimensi yang digunakan adalah $1,375 \times 0,8 \times 1 \text{ m}$ Desain ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam perencanaan sistem plumbing gedung bertingkat lainnya.

Kata kunci: sistem plumbing, air bersih, air buangan, pipe flow expert, rumah sakit

SUMMARY

Vira Farikhah Fauziyah, 220.010.511.20. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Islam of Malang, Alternative Study Of Plumbing System Planning For Clean Water Based On Pipe Flow Expert Software In The Ibnu Sina Regency Hospital Building Project: Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati,M.T.. Dan Anita Rahmawati, S.ST.,M.T.*

Plumbing systems are essential components in hospital buildings to ensure effective and hygienic distribution of clean water and disposal of wastewater. This study presents an alternative plumbing system design for the RSUD Ibnu Sina Hospital Building in Gresik Regency, which consists of 8 floors with a total area of approximately 1.273 m². The objective is to determine the required flow rates for clean and wastewater, design the plumbing installation using the Pipe Flow Expert software, and calculate the required capacities for both Ground Water Tank and Roof Tank.

The methodology includes primary and secondary data collection, water demand calculations based on occupants and plumbing fixtures, and system evaluation using Pipe Flow Expert software to simulate fluid flow, pressure, and water distribution within the piping network.

The results show that the design of the clean water and wastewater systems meets the efficiency and pressure distribution standards according to SNI 8153:2015. The clean water requirement (Qd) produced per day is 5.022 m³/day. The capacity of the ground water tank for clean water is 230.502 m³ or ± 235 m³ for one day of use with the dimensions used being 10 m x 7.67 m x 3 m. Then, the capacity of the upper water tank (Roof Tank) is 1.0651 m³ with the dimensions used being 1.375 x 0.8 x 1 m. This design is expected to be a reference in planning other multi-storey building plumbing systems.

Keywords: *plumbing system, clean water, wastewater, pipe flow expert, hospital building*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat penelitian	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
1.7 Lingkup Pembahasan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Pengertian Sistem Plumbing Air Bersih.....	11
2.3 Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih.....	11
2.3.1. Sumber air bersih.....	12
2.3.2. Kebutuhan Air Bersih	12
2.3.3. Sistem Penyediaan Air Bersih.....	13
2.4 Pencegahan Pencemaran Air	13
2.5 Sistem Pemipaan Air Bersih Pada Bangunan	17
2.6 Laju Aliran Air.....	18
2.6.1. Tekanan Air Dan Kecepatan Aliran.....	24
2.7 Peralatan Penyediaan Air Bersih.....	26
2.7.1 Pipa	26
2.7.2 Penentuan Dimensi Pipa.....	28
2.7.3 Penahan pipa.....	28
2.7.4 Perlengkapan dan Aksesoris Pipa (<i>SNI 03-7065-2005</i>)	29
2.8 Tangki Air	32
2.9 Pompa Penyedia Air	33
2.10 Sistem Pembuangan.....	35
2.10.1. Klasifikasi Sistem Pembuangan Air.....	35
2.11. Sumber Air Buangan.....	36
2.11.1 Bagian-bagian Utama Sistem Jaringan Air Kotor	37
2.11.2 Dimensi Pipa Air Kotor.....	38
2.11.3 Pipa Buangan Induk.....	38
2.12 Pipa Pembuangan Alat Plambing	39

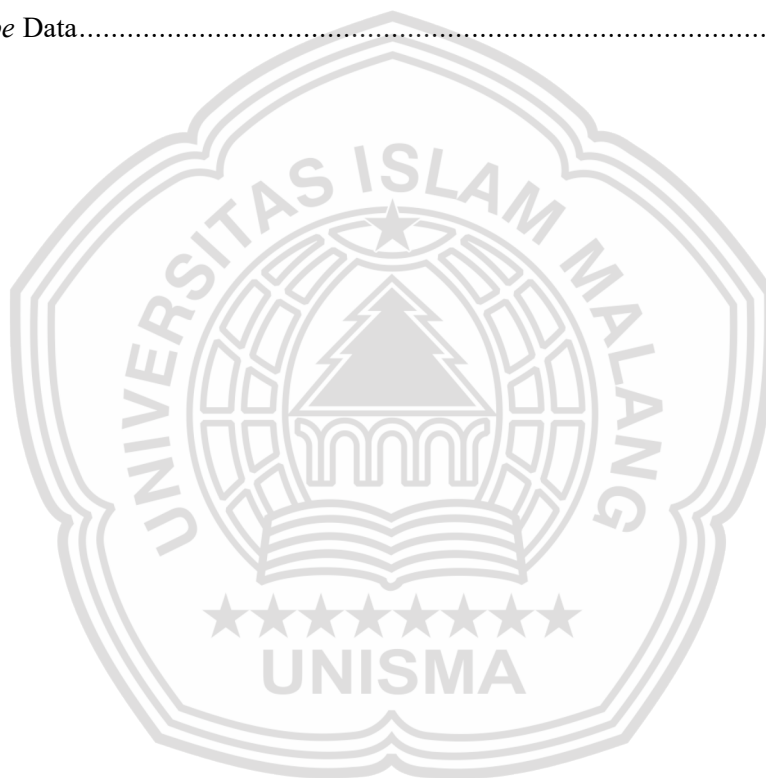
2.12.1 Pompa Air Buangan	46
2.12.2 Bak Ekualisasi	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	56
3.1 Tinjauan Umum.....	56
3.3 Metode Analisa Data	58
3.4 Diagram Alir Penelitian	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Perhitungan kebutuhan air bersih	62
4.1.2 Menghitung Pemakaian Rata-Rata Air Per Hari Jum (Q_d)	65
4.1.4 Perhitungan Kebutuhan Air Pada Jam Puncak ($Q_{h\ max}$)	68
4.1.5 Perhitungan Kebutuhan Air Pada Menit Puncak (Q_{m-max})	68
4.2 Perhitungan Kebutuhan Kapasitas Tangki	68
4.3 Sistem Pemipaan Air Bersih Serta Penentuan <i>Head Loss</i>	71
4.3.1 Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari GWT ke <i>Roof Tank</i>	71
4.3.3 Perhitungan Diameter Pipa Utama Air Bersih	89
4.3.4 Perhitungan <i>Headloss</i> Tiap Alat <i>Plumbing</i>	89
4.4 Perhitungan Tekanan Air	99
4.5 Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa	100
4.6 Sistem Pemipaan Air Kotor	104
4.6.1 Perhitungan Perkiraan Debit Air Buangan dan Bak Ekualisasi	104
4.6.2 Perhitungan diameter pipa cabang air kotor dan air buangan	105
4.6.3 Kemiringan Pipa Horizontal dan Kecepatan Aliran	113
4.6.4 Volume Lumpur	115
4.6.5 Ruang Air	115
4.6.6 Volume Septic Tank	116
4.7 Analisa dengan Aplikasi Pipe Flow Expert	116
4.7.1 Hasil Desain pada Software Pipe Flow Expert V8.17	120
4.8 Pemodelan Menggunakan Software Autodesk Revit 2025	122
4.8.2 Report Volume Pipa	123
4.8.3 Report Volume <i>Fitting</i> Pipa	125
BAB V PENUTUP	127
5.1 Kesimpulan	127
5.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	128
LAMPIRAN	130



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 2 Standar Kebutuhan Air menurut kelas Rumah Sakit dan Jenis Rawat	19
Tabel 2. 3 Laju Aliran Air Berdasarkan Nilai Unit Alat Plambing Kumulatif	19
Tabel 2. 4 Faktor Pemakaian Dan Jumlah Alat Plambing	22
Tabel 2. 5 Pemakaian Air Tiap Alat	22
Tabel 2. 6 Unit Beban Alat Plambing	24
Tabel 2. 7 Tekanan Minimum Yang Diperlukan Alat Plambing	25
Tabel 2. 8 Konversi Diameter Nominal Pipa	28
Tabel 2. 9 Nilai Kekasaran Untuk Berbagai Jenis Pipa	31
Tabel 2. 10 Kemiringan Pipa Pembuangan Horisontal	40
Tabel 2. 11 Diameter Minimum, Perangkat dan Pipa Buangan Alat Plambing	41
Tabel 2. 12 Unit Alat Plambing Sebagai Beban, Setiap Alat atau Kelompok	43
Tabel 2. 13 Beban Maksimum Unit Alat Plambing yang Diizinkan.	45
Tabel 3. 1 Data Umum Proyek	57
Tabel 3. 2 Diagram Alir Penyelesaian Skripsi	60
Tabel 3. 3 Diagram Alir <i>Pipe Flow Expert</i>	61
Tabel 4. 1 Luasan Pada Gedung RS Ibnu Sina	62
Tabel 4. 2 Diameter Nominal Pipa PPR-PN 16	72
Tabel 4. 3 Perhitungan Kecepatan	72
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 1	74
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 2	76
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 3	78
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 4	80
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 5	83
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 6	85
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 7	87
Tabel 4. 11 hasil perhitungan pipa utama distribusi air bersih	89
Tabel 4. 12 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 1	92
Tabel 4. 13 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 2	93
Tabel 4. 14 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 3	94
Tabel 4. 15 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 4	95
Tabel 4. 16 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 5	96
Tabel 4. 17 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 6	97
Tabel 4. 18 Perhitungan <i>Headloss</i> pada Lantai 7	98

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Tekanan Air Pada Tiap Lantai.....	100
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 1.....	107
Tabel 4. 21 Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 2	108
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 3.....	109
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 4.....	110
Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 5.....	111
Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 6.....	112
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 7.....	112
Tabel 4. 27 Kemiringan Minimum dari Diameter Pipa.....	113
Tabel 4. 28 Kemiringan Pipa Tegak Air Kotor dan Air Buangan	113
Tabel 4. 29 <i>Pipe</i> Data.....	120



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sambungan Langsung	15
Gambar 2. 2 Penyediaan Air Bersih Dengan Tangki Atap	16
Gambar 2. 3 Diagram Sistem Distribusi Air Bersih <i>Down Feed</i>	17
Gambar 2. 4 Diagram Sistem Distribusi Air Bersih <i>Up Feed</i>	18
Gambar 2. 5 Bagian - Bagian Utama Instalasi Pipa Air Kotor	38
Gambar 2. 6 Kemiringan Pipa Buangan Induk	39
Gambar 2. 7 Jendela Awal Aplikasi	47
Gambar 2. 8 Kotak Fluida Data.....	47
Gambar 2. 9 Tampilan isometri dan tabel tangki bawah	48
Gambar 2. 10 Tampilan Konfigurasi Pipa	48
Gambar 2. 11 Tampilan Konfigurasi Pompa	49
Gambar 2. 12 Tampilan konfigurasi tangka atas	49
Gambar 2. 13 Tampilan hasil results log	50
Gambar 2. 14 Tampilan final report	50
Gambar 2. 15 Jendela Awal Aplikasi.....	51
Gambar 2. 16 Tampilan Import Modeling	51
Gambar 2. 17 Tampilan North Plumbing Modeling	51
Gambar 2. 18 Tampilan Denah Perencanaan Plumbing Lantai Dasar	52
Gambar 2. 19 Tampilan Pipe Types	52
Gambar 2. 20 Tampilan <i>Piping Systems</i>	52
Gambar 2. 21 Tampilan Plan Views	53
Gambar 2. 22 Tampilan <i>Modify</i>	53
Gambar 2. 23 Tampilan <i>View Range</i>	53
Gambar 2. 24 Tampilan <i>Visibility</i>	54
Gambar 2. 25 Tampilan Plumbing Fixture	54
Gambar 2. 26 Tampilan <i>Systems Pipe</i>	54
Gambar 2. 27 Tampilan Type Properties.....	55
Gambar 2. 28 Tampilan <i>Load Family</i>	55
Gambar 3. 1 Lokasi Proyek Pembangunan RSUD Ibnu Sina Kab.Gresik	56
Gambar 3.2 Diagram Alir Penyelesaian Skripsi	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 3.3 Diagram Alir <i>Pipe Flow Expert</i> ...	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 4. 1 Desain 3 Dimensi <i>Ground Water Tank</i>	70
Gambar 4. 2 Skema Pipa Air Bersih Lantai 1	75
Gambar 4. 3 Skema Pipa Air Bersih Lantai 2	77
Gambar 4. 4 Skema Pipa Air Bersih Lantai 3	79
Gambar 4. 5 Skema Pipa Air Bersih Lantai 4	81
Gambar 4. 6 Skema Pipa Air Bersih Lantai 5	84
Gambar 4. 7 Skema Pipa Air Bersih Lantai 6	86
Gambar 4. 8 Skema Pipa Air Bersih Lantai 7	88
Gambar 4. 9 Tampilan awal dengan gaya isometrik.....	116
Gambar 4. 10 Tampilan <i>Ground Water Tank</i>	117
Gambar 4. 11 Tampilan Pipa di <i>Software Pipe Flow Expert</i> V8.17	118
Gambar 4. 12 Tampilan Pipa di <i>Software Pipe Flow Expert</i> V8.17	118
Gambar 4. 13 Tampilan <i>Roof Tank</i>	119

Gambar 4. 14 Tampilan <i>Result Log</i>	119
Gambar 4. 15 Tampilan Akhir Desain	120
Gambar 4. 16 Kondisi Eksisting	122
Gambar 4. 17 Modifikasi Jalur Pipa	122
Gambar 4. 18 Pilih Tab “Analyze”	123
Gambar 4. 19 Pilihan Tab “Analyze”	123
Gambar 4. 20 Pilihan Window “Schedule Properties”	124
Gambar 4. 21 Volume Pipa	124
Gambar 4. 22 Pilih Tab “Analyze”	125
Gambar 4. 23 Pilihan Window “New Schedule”	125
Gambar 4. 24 Pilihan Window “Schedule Properties”	126
Gambar 4. 25 Report Total Fitting Pipa	126



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air bersih merupakan hal terpenting bagi makhluk hidup. Sumber air yang paling sering digunakan berasal dari sumur gali, sumur pompa dan PAM (perusahaan air minum). Kualitas yang digunakan harus sesuai mutu yang ditentukan (Namiroh, 2022). Maka Diperlukan desain sistem plumbing yang tepat dalam memperoleh air bersih tersebut. Fungsi dari peralatan plumbing salah satunya yaitu untuk menyediakan air bersih ke tempat yang membutuhkan dengan jumlah aliran serta tekanan yang sesuai, dan kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu dan tetap menjaga kebersihan tempat-tempat yang dilaluinya (Noerbambang & Morimura, 2005).

Berdasarkan Undang-Undang Pasal 7 Ayat 3 Nomor 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, yang mengatur tentang perencanaan, pembangunan, pengawasan, dan pemeliharaan bangunan gedung di Indonesia. Pada setiap bangunan gedung harus memenuhi persyaratan keamdalan teknis yang mencakup keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kemudahan. Syarat kesehatan terdiri atas sistem penghawaan, pencahayaan, sanitasi dan penggunaan bahan bangunan gedung yang mencakup penyediaan air bersih, penyaluran air kotor.

Menurut SNI 8153:2015 tentang Sistem Plambing Pada bangunan gedung, plambing adalah sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan pipa dengan peralatannya di dalam bangunan gedung yang mencakup air hujan, air limbah, dan air minum yang dihubungkan dengan sistem kota atau sistem lain yang dibenarkan. Sedangkan sistem plambing adalah jaringan perpipaan meliputi penyediaan air minum, penanganan air limbah, bangunan penunjang, perpipaan distribusi dan drainase, termasuk semua sambungan, alat-alat dan perlengkapannya yang terpasang di dalam persil dan bangunan gedung, dan pemanas air dan ventilasi untuk tujuan yang sama.

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih terdapat hal penting yang juga harus diperhatikan yaitu mengenai sistem air buangan. Pencemaran limbah

cair adalah perubahan fisik air secara langsung atau tidak langsung yang dapat membahayakan, menimbulkan penyakit atau menghambat dua kelangsungan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini ditunjukkan oleh perubahan fisik, kimia, biologi atau radioaktif. Di sisi lain, kualitas air merupakan salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia. Secara umum penyebab pencemaran air dapat dibagi menjadi sumber pencemaran langsung dan tidak langsung, tergantung dari sumber pencemarannya (Rahmawati, 2020).

Sistem plumbing juga perlu perencanaan yang serius, karena tidak hanya berdampak pada efisiensi dan efektivitas, tetapi juga berdampak pada kesehatan dalam jangka panjang. Dalam hal ini Rumah sakit merupakan sarana pelayanan kesehatan, tempat berkumpulnya baik orang sakit maupun orang sehat, di rumah sakit juga memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan. Salah satu pencegahan penularan penyakit dan pencemaran lingkungan di rumah sakit, perlu adanya sanitasi yang baik yaitu dengan direncanakannya sistem plambing. plambing merupakan sistem teknologi pemipaan dan peralatan untuk menyediakan air bersih ke tempat yang diinginkan dengan kontinuitas yang memenuhi syarat dan membuang air limbah dari tempat tertentu tanpa mencemari sekitar, sehingga mampu menciptakan kondisi yang higienis dan nyaman (Rahayu, 2020).

Permasalahan air bersih, sanitasi, dan higiene yang buruk meningkatkan kejadian penyakit diare. Sebagian besar kematian diare di dunia (88%) disebabkan oleh air, sanitasi, atau higiene. Secara keseluruhan, hampir seluruh kematian ini terjadi di negara-negara berkembang, dan sekitar 84% diantaranya terjadi pada anak-anak. Di seluruh dunia, 780 juta orang tidak memiliki akses air minum yang layak dan 2,5 miliar kekurangan sanitasi yang layak.

Kebocoran atau kerusakan pada pipa juga dapat memicu asma dan alergi. Adapun kerusakan pada seal penampung air pada sistem drainase juga dapat menyebarkan patogen berbahaya seperti SARS, dan atau sebagainya.

Dalam hal ini, sistem plumbing mempunyai peranan yang sangat penting dalam menjaga kesehatan di lingkungan kerja, rumah sakit ataupun hunian

tempat tinggal. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan sistem plambing yang tepat agar air bersih dapat menjangkau ke seluruh bagian sehingga diharapkan kenyamanan dan kebutuhan air penghuni dapat terjamin serta lebih ekonomis dan efektif dalam operasi dan perawatannya. Perencanaan ini akan dilakukan pada pembangunan gedung Rumah Sakit Ibnu Sina yang berada di Jalan DR. Wahidin Sudiro Husodo No. 243B, Klanongan, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Memiliki 8 lantai dengan luas bangunan 1273,55 m².

Dengan mempertimbangkan hal-hal diatas maka perlu direncanakan desain sistem plumbing untuk Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ibnu Sina Gresik dengan seefisien dan seefektif mungkin dan mengacu pada standart yang telah ditetapkan sehingga mampu menciptakan sistem jaringan distribusi air bersih dan air limbah yang baik. Dengan latar belakang ini, maka akan dilakukan suatu perencanaan dalam Tugas Akhir dengan judul "Studi Alternatif Perencanaan Distribusi Air Bersih dan Air Limbah Pada Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ibnu Sina Gresik".

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang diperoleh dari latar belakang adalah:

1. Belum diketahui debit kebutuhan air bersih dan debit air buangan pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik.
2. Perlu adanya desain alternatif instalasi air bersih menggunakan *pipe flow expert* pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik yang digunakan sebagai perbandingan yang sudah ada.
3. Belum diketahui kapasitas penampung air bawah (*Ground Water Tank*) dan belum diketahui kapasitas penampug air atas (*Roof Tank*) untuk air bersih pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Berapakah besar debit kebutuhan air bersih dan air buangan pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik?

2. Bagaimana desain instalasi air bersih menggunakan *pipe flow expert* pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik.
3. Berapakah kapasitas penampung air bawah (*Ground Water Tank*) dan kapasitas penampung air atas (*Roof Tank*) untuk air bersih pada gedung RSUD Ibnu Sina Gresik ?

1.4 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan di atas, adapun tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Didapatkan besar debit kebutuhan air bersih dan jumlah air buangan yang dihasilkan oleh Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik.
2. Didapatkan suatu desain sistem instalasi air bersih menggunakan *pipe flow expert* pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik.
3. Didapatkan kapasitas penampung air bawah (*Ground Water Tank*) dan kapasitas penampung air atas (*Roof Tank*) untuk air bersih pada Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan muncul dalam perencanaan ini yaitu:

1. Bagi penulis sebagai pemenuhan syarat mendapatkan gelar Strata Satu (S1) Teknik Sipil serta sebagai pembelajaran ilmu pengetahuan mengenai sistem plumbing gedung bertingkat serta menerapkan teori-teori yang telah didapat.
2. Bagi instansi terkait hasil penelitian ini dapat memberikan pertimbangan mengenai perencanaan sistem perpipaan pada gedung bertingkat.
3. Bagi pembaca dapat dijadikan sebagai sumber referensi terutama rekan – rekan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang, khususnya mengenai perencanaan plumbing pada gedung bertingkat.

1.6 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas untuk mendapatkan hasil yang spesifik dalam studi ini, maka perlu diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Acuan yang digunakan dalam perencanaan adalah SNI-03-7065 Tata cara perencanaan system plumbing, SNI 8153-2015 tentang Sistem Plambing pada Bangunan, SNI-03-6481 Sistem Plumbing.
2. Dalam pembahasan tidak termasuk aspek kualitas air.
3. Tidak mendesain instalasi air kotor
4. Tidak membahas mengenai perencanaan struktur serta analisis rencana anggaran biaya (RAB).
5. Tidak membahas perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan alat penyaring air limbah pada distribusi air limbah.
6. Tidak melakukan perencanaan IPAL B3 (Bahan Beracun Berbahaya)
7. Tidak merencanakan instalasi air panas

1.7 Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup pembahasan sesuai dengan latar belakang dan indentifikasi masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih
 - a. Penentuan jumlah penghuni
 - b. Kebutuhan air bersih
 - c. Kapasitas tangki bawah
 - d. Kapasitas tangki atas
2. Sistem Pemipaan air bersih
 - a. Perhitungan dimensi pipa tegak dari ground water tank ke roof tank
 - b. Perhitungan diameter pipa utama air bersih
 - c. Perhitungan kerugian *head*
 - d. Perhitungan tekanan
 - e. Perhitungan kapasitas dan daya pompa
3. Perhitungan sistem pembuangan
 - a. Perhitungan air kotor
 - b. Dimensi pipa air kotor

- c. Kemiringan pipa
- d. Kapasitas tangka septik
- 4. Perhitungan sistem pembuangan
- 5. Hasil Desain dengan *Software pipe flow expert* V8.17
- 6. Hasil Desain dengan *Software Autodesk Revit* 2025



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian sejenis ini telah dilakukan sebelumnya, sebab penelitian-penelitian terdahulu dirasa sangat penting dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

NO	Penelitian Terdahulu	Judul	Metode	Hasil
1	Sherly Firdaus Namiroh (2022)	“ Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plambing pada pembangunan Hotel Aston Mojokerto”		Hasil dari perhitungan kebutuhan air Hotel Aston Mojokerto yaitu 24,842 m ³ /jam dengan debit air buangan sebesar 198,74 m ³ /hari. Untuk ukuran pipa tegak dari <i>Ground water tank</i> menuju <i>Roof tank</i> adalah 4 inch,
2	(Safiyanti& Pratama, t.t.) 2018	“Perencanaan sistem instalasi plambing air bersih gedung olifant school”	Pengumpulan dan pengolahan data, setelahnya merencanakan sistem instalasi plambing dan melakukan perhitungan bill of quantity	Total kebutuhan air bersih pada perencanaan ini adalah 51,77 m ³ /hari. Volume ground tank yang direncanakan adalah sebesar 62,13 m ³ dan volume roof tank sebesar 18,27 m ³ .

NO	Penelitian Terdahulu	Judul	Metode	Hasil
3	(Perdana, t.t.) 2015	“Studi evaluasi sistem plumbing dan fire hydrant pada proyek condotel horison ultima blok A dan blok B kota Batu”	Melakukan analisa dari berbagai data serta pengamatan atau observasi langsung di lapangan (lokasi proyek) sebagai pembanding dan pelengkap.	Debit air bersih untuk Blok A dan Blok B adalah 18.83 m ³ /hari, karena untuk mengatasi kebocoran maka perlu ditambahkan 20% sehingga menjadi 22.6 m ³ /hari.
4	(Rahayu dkk., 2020)	Perencanaan Sistem Instalasi Plumbing Air Bersih dengan Penerapan Alat Plumbing Hemat Air Di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi	dilakukan studi literatur dan pengumpulan data, yang mana data yang diambil yaitu data sekunder seperti denah gedung RSA UNSRAT, selanjutnya dilakukan perencanaan teknis	kebutuhan air bersih awal 66,72 m ³ /hari, pada perencanaan ini diterapkan <i>green building</i> . Pemasangan alat plumbing hemat air menghasilkan efisiensi penghematan air sebesar 40,64% atau mampu menghemat air sebesar 27,12 m ³ /hari. Dari pemakaian awal 66,72 m ³ /hari menjadi 31,68 m ³ /hari,

NO	Penelitian Terdahulu	Judul	Metode	Hasil
5	(Affiandi dkk., t.t., hlm. 2016)	“Perencanaan sistem instalasi plambing air bersih gedung hotel tebu”	mengambil data sekunder, denah lengkap dari gedung hotel yang dibangun. Denah gedung tersebut kemudian akan dijadikan dasar untuk perancangan instalasi plambing yang akan dibuat.	Air yang dapat dihemat dari hasil perhitungan sebesar 54,43 % dari kapasitas total kebutuhan air bersih sebesar 79 m ³ /hari. Hasil dari perhitungan dan pengolahan data didapat diameter pipa mendatar 20 sampai 80 mm dan diameter pipa tegak 50 sampai 80 mm.
6	(Sari & Noerhayati, 2024)	“Alternatif perencanaan sistem <i>plambing</i> air bersih dan air kotor pada proyek gedung Shafira Hotel Surabaya “	dengan pengumpulan data dan analisis data, yaitu secara primer melalui pengamatan langsung untuk mendapatkan data berupa dokumentasi visual.	kebutuhan air bersih untuk Gedung Shafira Hotel Surabaya ditetapkan pada 18 m ³ per jam atau 144 m ³ per hari, sedangkan air kotor yang dihasilkan adalah sekitar 115,2 m ³ per hari.
7	(Janizar dkk., 2020)	“Pemeriksaan kelaikan fungsi bangunan gedung rumah sakit”	Penelitian dilakukan pada dengan mengambil bangunan jenis rumah sakit	Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan, terdapat beberapa catatan perbaikan yang harus diperbaiki. Maka bangunan gedung Rumah Sakit X dapat dikategorikan Laik dengan Catatan Perbaikan

NO	Penelitian Terdahulu	Judul	Metode	Hasil
8	(Ilfan & Sari, 2022)	“Perancangan sistem plumbing di rumah sakit pendidikan universitas jambi”	Dalam merancang sistem plumbing di RS Pendidikan Universitas Jambi, digunakan SNI dan metode perhitungan yang dicakup dalam Noerbambang dan Morimura (2005)	(1) Jumlah kebutuhan air bersih pada gedung Rumah Sakit Universitas Jambi berdasarkan unit beban alat plumbing adalah 93.600 liter/hari. Air buangan yang dihasilkan adalah sebesar 74.880 liter/hari. (2) Jenis pipa yang digunakan pada sistem penyediaan air bersih adalah pipaPVC dengan diameter 13 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm dan 40 mm.
9	(Ridangka dkk., 2017)	“Analisis Kebutuhan Air Bersih Untuk Penghuni Rumah Susun Aparatur Sipil Negara Rumah Sakit Bahteramas di Kota Kendari”	Menggunakan tiga metode yaitu berdasarkan jumlah penghuni, jenis dan jumlah alat plumbing, berdasarkan unit beban alat plumbing dengan menggunakan data primer dan sekunder.	Pemakaian air rata – rata debitnya 29,50 m ³ /hari, kebutuhan air rata rata perhari sebesar 79,65 m ³ /hari,
10	(Adelia dkk., t.t.)2022	“Studi Alternatif Perencanaan Sistem distribusi Air Bersih dan Air Limbah digedung Neo Hotel Malang”	Melakukan survei lapangan dan mengumpulkan data teknis setelahnya menghitung dan mengolah data	Sistem distribusi air bersih yang digunakan adalah sistem tangki atap dan dari hasil perhitungan didapatkan total kebutuhan air bersih adalah 103,92m ³ /hari, kapasitas tangka bawah yang didistribusikan ke tangka atap yaitu

NO	Penelitian Terdahulu	Judul	Metode	Hasil
				berkapasitas 12m ³ . Sedangkan pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 15 mm sampai 65 mm

2.2 Pengertian Sistem Plumbing Air Bersih

Sistem distribusi air bersih merupakan sistem pemipaan yang disiapkan di dalam bangunan maupun di luar bangunan guna mengalirkan air bersih dari sumbernya hingga menuju outlet (keluaran). Sistem distribusi air bersih dibuat guna memenuhi kebutuhan akan air bersih yang layak konsumsi. Dalam sistem penyediaan air bersih terdapat hal penting yang harus diperhatikan yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air. Komponen utama dari sistem distribusi air bersih adalah sistem jaringan pipa. Adapaun kemungkinan terjadinya permasalahan pada jaringan pipa seperti kebocoran, terjadinya kerusakan pipa atau komponen lainnya, besarnya energi yang hilang dan penurunan tingkat pelayanan penyediaan air bersih untuk konsumen.

2.3 Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih

Perencanaan sistem jaringan air bersih adalah proses merancang dan mengembangkan rencana untuk menyediakan pasokan air bersih yang aman, terjangkau, dan teratur kepada masyarakat melalui jaringan pipa dan infrastruktur terkait. Tujuan perencanaan sistem jaringan air bersih adalah untuk memastikan bahwa pasokan air bersih yang memadai dapat tersedia untuk memenuhi kebutuhan pengguna, termasuk rumah tangga, bisnis, industri, dan institusi.

Perencanaan sistem jaringan air bersih penting untuk memastikan bahwa pasokan air bersih yang memadai tersedia untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan industri, serta untuk meminimalkan risiko terjadinya

kekurangan air dan dampak negatif lingkungan yang mungkin terjadi akibat pengambilan air yang berlebihan.

2.3.1. Sumber air bersih

Sumber air bersih diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air bersih para penghuni dalam gedung. Menurut SNI 03-6481-2000, “mengenai ketentuan tentang sumber air minum yaitu bangunan yang dilengkapi dengan sistem jaringan harus mendapat air minum yang cukup dari saluran air minum kota. Bila penyambungan tersebut tidak dapat dilakukan, karena tidak tersedianya saluran air minum kota atau karena sebab lain, maka harus disediakan sumber air lain yang memenuhi persyaratan air minum”.

a) Sumber Air PDAM

Sumber air PDAM sudah melewati tahapan klinis sehingga memenuhi standart kebutuhan air bersih. Sumber air PDAM juga memiliki sifat kontinuitas atau terus menerus dapat menyuplai kebutuhan air bersih selama 24 jam. Sumber air ini dapat langsung ditampung pada tangki air bawah (*Ground water tank*) yang kemudian akan dipompakan ke tangki air atas (*roof tank*).

b) Sumber Air *Deep Wheel*

Sumber air dari *deep wheel* tidak bersifat kontinu seperti pada PDAM. *Deep wheel* didapat dari pengeboran yang harus dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu apakah telah memenuhi syarat air bersih. Apabila belum memenuhi persyaratan maka air tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum ditampung oleh tangki air bawah (*Ground water tank*). Namun apabila air dari *deep wheel* telah memenuhi persyaratan maka dapat langsung ditampung pada tangki air bawah. Jika air dari *deep wheel* telah memenuhi persyaratan dapat langsung dialirkan untuk dapat ditampung pada tangki air bawah. (SNI 03-7065-2005)

2.3.2. Kebutuhan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih atau air minum yang aman melalui sistem penyediaan air minum dengan jaringan perpipaan dan bukan jaringan perpipaan terlindungi, nilai tersebut sudah diatur dalam peraturan menteri pekerjaan umum nomor. 14/PRT/M/2010 tentang standar pelayanan

minimum yaitu sebesar 60220 liter/orang/hari untuk permukiman dikawasan perkotaan.

2.3.3. Sistem Penyediaan Air Bersih

Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. Pada sistem penyediaan air bersih harus mencapai daerah distribusi dengan debit, tekanan, kuantitas dan kualitas yang cukup dengan standar higienis. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MEN.KES/PER.IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yang memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak. Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih suatu bangunan, kebutuhan akan air bersih tergantung dari fungsi kegunaan bangunan, jumlah peralatan sanitair dan jumlah penghuninya. Sumber air yang berasal dari *deepwall* (sumur bor) disalurkan menuju *ground tank* dan di pompa ke tandon.

Tujuan terpenting dari sistem penyediaan air adalah untuk meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup masyarakat. Dengan menyediakan air minum yang aman dan berkualitas, kita berharap dapat mengurangi penyakit yang disebabkan oleh air yang terkontaminasi.

2.4 Pencegahan Pencemaran Air

Adapun beberapa contoh pencemaran dan pencegahannya adalah (Soufyan M.Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000) :

a) Larangan hubungan pintas

Hubungan pintas (cross connection) adalah tidak diperkenankan adanya hubungan fisik antara dua sistim pipa yang kualitas airnya berbeda, Sistem jaringan air minum dan jaringan air yang diragukan kualitasnya di mana air akan dapat mengalir dari satu sistem ke sistem yang lainnya.

b) Pencegahan aliran-balik

terjadinya aliran masuk air bekas, air tercemar dari peralatan saniter atau tangki kedalam sistim pipa air akibat terjadinya tekanan negatif (back siphonage effect). Efek siphon-balik terjadi karena masuknya aliran ke dalam pipa air bersih dari air bekas, air tercemar, dari peralatan saniter atau tangki, disebabkan oleh timbulnya tekanan negatif dalam pipa. Tekanan negatif dalam sistem pipa sering disebabkan oleh terhentinya penyediaan air atau karena pertambahan kecepatan aliran yang cukup besar dalam pipa. Pencegahan aliran balik dapat dilakukan dengan menyediakan celah udara atau memasang penahan aliran-balik.

c) Pukulan Air

Penyebab pukulan air bila aliran dalam pipa dihentikan secara mendadak oleh keran atau katup, tekanan air pada sisi atas akan meningkat dengan tajam dan menimbulkan gelombang tekanan yang akan merambat dengan kecepatan tertentu, dan kemudian dipantulkan kembali ke tempat semula. Gejala ini menimbulkan kenaikan tekanan yang sangat tajam sehingga menyerupai suatu pukulan dan dinamakan gejala pukulan air (water hammer). Pukulan air cenderung terjadi dalam keadaan sebagai berikut (Soufyan M.Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000):

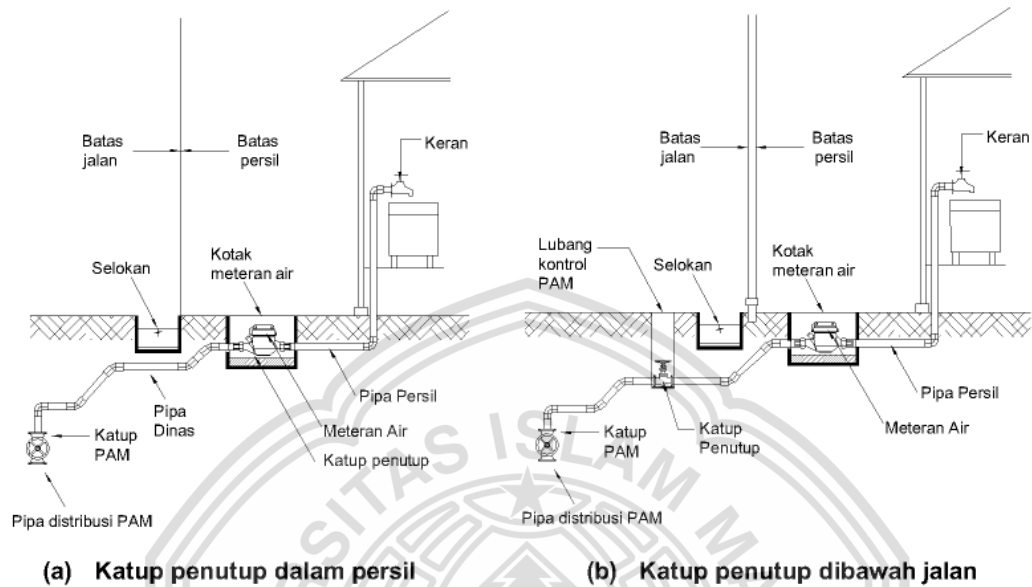
- a. Tempat-tempat di mana katup ditutup/dibuka mendadak;
- b. Keadaan di mana tekanan air dalam pipa selalu tinggi;
- c. Keadaan di mana kecepatan air dalam pipa selalu tinggi;
- d. Keadaan di mana banyak jalur ke atas dan ke bawah dalam sistem pipa;
- e. Keadaan di mana banyak belokan dibandingkan jalur lurus;
- f. Keadaan di mana temperatur air tinggi.

Sistem penyediaan air yang banyak digunakan dapat dikelompokkan menjadi beberapa sistem sebagai berikut :

a. Sistem sambungan langsung

Sistem sambungan langsung yang di maksud adalah pipa distribusi di dalam bangunan disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih. Pada

sistem langsung umumnya hanya untuk perumahan skala kecil karena tekanan pada pipa utama sangat rendah.



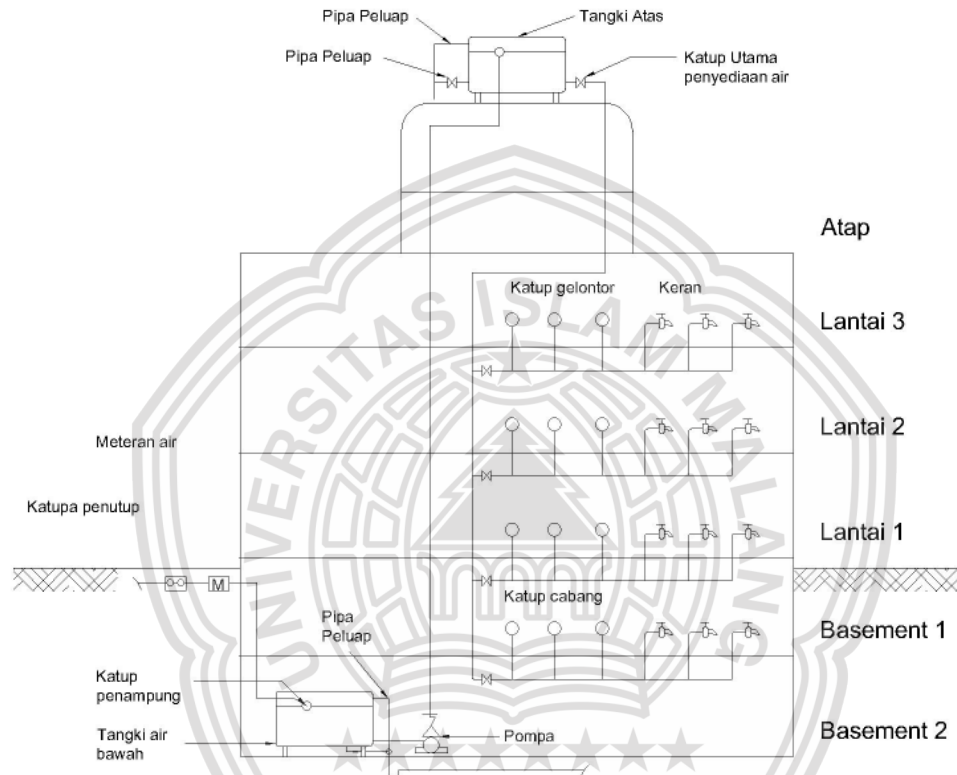
Gambar 2.1 Sambungan Langsung
Sumber : (Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005)

b. Sistem tangki atap

Dalam sistem ini, air ditampung dahulu dalam tangki bawah kemudian dipompakan ke tangki atap yang berada diatas bangunan atau lantai tertinggi dari bangunan kemudian didistribusikan di dalam gedung untuk kebutuhan akan air bersih. Sistem tangki atap ini diterapkan seringkali karena alasan-alasan berikut:

1. Selama airnya digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hamper tidak berarti. Perubahan yang terjadi hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.
2. Sistem pompa yang menaikkan air ketangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbulnya kesulitan. Pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat yang mendeteksi muka dalam tangki atap.
3. Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan misalnya, tangki tekan.

Pada setiap tangki bawah dan tangki atap harus dipasang alarm yang memberikan tanpa suara untuk muka air rendah dan air penuh. Tanda suara (alarm) ini biasanya dipasang pada ruang *control* atau ruang pengawas instalasi bangunan. hal terpenting dalam sistem tangki atap ini adalah menentukan letak “tangki atap” tersebut. Penentuan ini harus didasarkan atas jenis alat plumbing yang dipasang pada lantai tertinggi bangunan dan yang menuntut tekanan kerja tertinggi.



Gambar 2. 2 Penyediaan Air Bersih Dengan Tangki Atap
Sumber : (Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005)

c. Sistem Tangki Tekan

Prinsip sistem ini adalah sebagai berikut : air yang telah ditampung dalam tangki bawah, dipompakan ke dalam suatu bejana (tangki) tertutup sehingga udara di dalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh suatu detektor tekanan. Daerah fluktuasi biasanya ditetapkan 1- 1.5 kg/cm² . Sistem tangki tekan biasanya dirancang sedemikian rupa agar volume udara tidak lebih dari 30% terhadap volume tangki dan 70% volume tangki berisi air. Jika awalnya tangki tekan berisi udara bertekanan atmosfer, kemudian diisi air,

maka volume air yang akan mengalir hanya 10% volume tangki. Kelebihan sistem tangki tekan adalah: Dari segi estetika tidak menyolok jika dibandingkan dengan tangki atap, mudah perawatannya karena dapat dipasang dalam ruang dan harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang di atas menara.

d. Sistem Tanpa Tangki

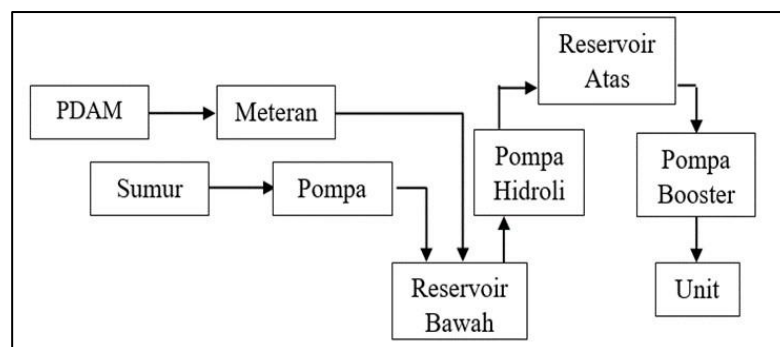
Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki tekan maupun tangki atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama. Ada dua macam pelaksanaan sistem ini, dikaitkan dengan kecepatan putaran pompa konstan dan variabel. Namun sistem ini dilarang di Indonesia, baik oleh perusahaan air minum maupun pada pipa-pipa utama dalam pemukiman khusus (tidak untuk umum).

2.5 Sistem Pemipaan Air Bersih Pada Bangunan

Sistem pemipaan air bersih dalam bangunan terdiri atas dua sistem yaitu sistem Down Feed dan Sistem Up Feed. Kedua sistem ini biasanya digunakan untuk distribusi air bersih pada bangunan midle rise dan high rise. (Noerbambang, S.M., dan Takeo, M. , 2000)

- Sistem Down Feed

Sistem ini adalah sistem distribusi air bersih pada bangunan dengan menggunakan reservoir bawah sebagai media untuk menampung debit air yang disuplai oleh sumur resapan dan PDAM sebelum didistribusikan ke reservoir atas oleh pompa hidrolik.



Gambar 2. 3 Diagram Sistem Distribusi Air Bersih *Down Feed*

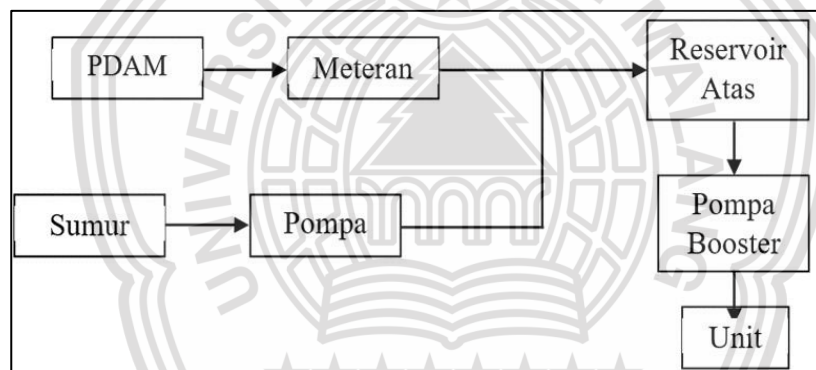
Sumber : Lufita sari,2018

Biasanya pada bangunan multi lantai dan high rise, reservoir bawah diletakkan di basement paling bawah dengan volume untuk menampung $\frac{2}{3}$ dari kebutuhan air bersih dan reservoir atas diletakkan dilantai atap dengan volume $\frac{1}{3}$ dari kebutuhan air bersih

- Sistem *Up Feed*

Pada sistem up feed, distribusi air bersih tidak menggunakan reservoir bawah seperti pada down feed dengan asumsi sumber air bersih berasal dari PDAM dan sumur.

Perbedaannya pada sistem ini air bersih dari sumber air langsung menuju ke reservoir atas. Dari reservoir atas didistribusikan ke dalam bangunan memakai pompa booster untuk menyamakan tekanan airnya. Volume reservoir atas menjadi lebih besar karena merupakan wadah satu-satunya untuk menyimpan cadangan air bersih.



Gambar 2. 4 Diagram Sistem Distribusi Air Bersih *Up Feed*
Sumber : Lufita sari, 2018

2.6 Laju Aliran Air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan untuk bangunan tersebut. Jumlah dan laju aliran air tersebut seharusnya diperoleh dari keadaan sesungguhnya, dan kemudian dibuat angka angka peramalan yang sedapat mungkin mendekati keadaan sesungguhnya setelah bangunan digunakan.

Tabel 2. 2 Standar Kebutuhan Air menurut kelas Rumah Sakit dan Jenis Rawat

No	Kelas Rumah Sakit/Jenis Rawat	SBM	Satuan	Keterangan
1	Semua Kelas	5 – 7,5	L/TT/Hari	Kuantitas air minum
2	A - B	400 – 450	L/TT/Hari	Kuantitas air untuk keperluan hygiene dan sanitasi
3	C - D	200 – 300	L/TT/Hari	Kuantitas air untuk keperluan hygiene dan sanitasi
4	Rawat Jalan	5	L/TT/Hari	Termasuk dalam SBM volume air sesuai kelas RS

(Sumber : PMK RI, 2019)

Tabel 2. 3 Laju Aliran Air Berdasarkan Nilai Unit Alat Plumbing Kumulatif

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/s	Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/s
1.	0,19		
2.	0,32		
3.	0,41		
4.	0,51		
5.	0,59	5	0,95
6.	0,68	6	1,10
7.	0,74	7	1,25
8.	0,81	8	1,40
9.	0,86	9	1,55
10.	0,92	10	1,70
11.	1,01	12	1,80
12.	1,07	14	1,91
13.	1,14	16	2,01
14.	1,19	18	2,11
15.	1,24	20	2,21
16.	1,36	25	2,40
17.	1,47	30	2,65

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/s	Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/s
18.	1,57	35	2,78
19.	1,66	40	2,90
20.	1,76	45	3,03
21.	1,84	50	3,15
22.	2,02	60	3,41
23.	2,21	70	3,66
24.	2,41	80	3,86
25.	2,59	90	4,06
26.	2,74	100	4,26
27.	3,03	120	4,61

Sumber : Pedoman Plumbing Indonesia

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menaksir besarnya laju aliran air, diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Berdasarkan Jumlah Pemakai

Metode ini didasarkan atas pemakaian air rata-rata sehari dari setiap penghuni, dan perkiraan jumlah penghuni. Dengan demikian jumlah pemakaian air sehari dapat diperkirakan. Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki atap, tangki bawah, pompa dan sebagainya

- Perhitungan Jumlah Penghuni

Apabila jumlah penghuni pada suatu bangunan tidak diketahui, dapat diperkirakan atau dihitung berdasarkan luasan efektif. Berdasarkan keputusan menteri permukiman dan prasarana wilayah nomor. 403/KPTS/M/2002 kebutuhan ruang per orang adalah 9 m² dengan perhitungan rata-rata ketinggian langit-langit kurang lebih 2,80 m. Sehingga dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

Jumlah penghuni :

$$\frac{\text{Luas bangunan/ruangan}}{\text{Beban penghunian}} = \dots\dots\dots (2-1)$$

- **Pemakaian Air Rata-Rata Perhari**

$$\frac{Q_d}{Q_h} = T = \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan :

Q_d = Jumlah penghuni x pemakaian air per orang/hari.

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m^3 /hari)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3 /hari)

T = Jangka waktu pemakaian (h)

- **Pemakaian Air Pada Jam Puncak**

$$Q_{h-max} = (C_1) \times (Q_h) \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana konstanta untuk “C₁” antara 1.5 sampai 2.0 tergantung kepada kepada lokasi, sifat penggunaan gedung dan sebagainya, konstanta untuk “C₂” antara 3,0 sampai 4,0. Sedangkan pemakaian air pada menit puncak dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{m-max} = \frac{(C_2) \times (Q_h)}{60} \dots\dots\dots (2-4)$$

Keterangan :

$Q_{m-max} = Q_p$

$Q_{h-max} = Q_{max}$

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m^3 /jam)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

C₂ = Konstanta bekisar antara 3,0 sampai 4,0

Tabel 2. 4 Faktor Pemakaian Dan Jumlah Alat Plumbing

Jumlah Alat Plumbing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Jenis Alat Plumbing												
Kloset dengan katup gelontor	1	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
		Satu	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10
Alat plumbing biasa	1	100	75	55	48	45	42	40	39	38	35	33
		Dua	3	5	6	7	10	13	16	19	25	33

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2000)

$$Y_n = Y_1 = [(Y_1 - Y_2) \times \frac{(x_n - x_1)}{(x_2 - x_1)}] \dots \dots \dots (2-5)$$

Keterangan :

Y_n = Faktor pemakaian (%)

Y_1 = Jenis alat plumbing pada jumlah 1

Y_2 = Jenis alat plumbing pada jumlah 2

X_1 = Jumlah alat plumbing 1

X_2 = Jumlah alat plumbing 2

X_n = Jumlah alat plumbing yang akan dicari

Tabel 2. 5 Pemakaian Air Tiap Alat

No	Nama alat plumbing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran air (liter/menit)	Waktu untuk Pengisian (detik)
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5-16.5 ¹⁾	6-12	110-180	8,2-10
	Kloset (dengan tangki gelontor)	13-15	6-12	15	60
2	Peturasan (dengan katup gelontor)	5	12-20	30	10
	Peturasan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18 (@4,5)	12	1,8-3,6	300
3	Peturasan, 5-7				

No	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran air (liter/menit)	Waktu untuk Pengisian (detik)
5	orang (dengan tangki gelontor)	22,5-31,5 (@4,5)	12	4,5-6,3	300
	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18
6	Bak cuci tangan biasa (<i>lavatory</i>)	10	6-12	15	40
7	Bak cuci dapur (<i>sink</i>) dengan keran 13 mm	15		15	60
	Bak cuci dapur (<i>sink</i>) dengan keran 22 mm	25	6-12	25	60
	Bak mandi rendam (<i>bathtub</i>)	125	3	30	250
11	Pancuran mandi (<i>shower</i>)	24-60		12	120-300
	Bak mandi gaya Jepang	Tergantung ukurannya	3	30	
12					

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura, (2005)

a. Berdasarkan Unit Beban Alat Plambing

Pada metode ini untuk setiap alat plambing ditetapkan suatu unit beban (*fixture unit*). Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan unit beban dari semua alat plambing yang dilayaninya, dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan kurva. Kurva ini memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat plambing dengan laju aliran air, dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari alat-alat plambing. (Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2000)

Tabel 2. 6 Unit Beban Alat Plumbing

Jenis alat plumbing	Jenis penyediaan air	Unit alat plumbing		Keterangan
		pribadi	umum	
Kloset	Katup gelontor	6	10	
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan dengan tiang	Katup gelontor		10	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Katup gelontor		5	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Tangki gelontor		3	
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1	
Bak cuci tangan	Keran	1	2	
Bak mandi rendam (Bath Tub)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi (shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi tunggal	Keran peneampur air dingin dan panas	2		
Bak cuci bersama	(untuk tiap keran)		2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	Gedung kantor, dsb.
Bak cuci dapur	Keran	2	4	Untuk umum : hotel atau restoran, dll
Bak cuci piring	Keran		5	
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3		
Pancuran minum	Keran air minum		2	
Pemanas air	Katup bola		2	

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2000)

2.6.1. Tekanan Air Dan Kecepatan Aliran

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plumbing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik berkisar dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan pemakai atau alat yang harus dilayani.

Tekanan minimum pada setiap saat pada titik aliran keluar harus 50 kPa (0,5 kg/cm²). Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan “standar” adalah 1,0 kg/cm² sedang tekanan statik 2,5 sampai 3,5 kg/cm² untuk hotel dan perumahan. Disamping itu, beberapa macam peralatan plumbing tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan

airnya kurang dari suatu batas minimum. Tekanan minimum yang dibutuhkan oleh alat plambing dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. 7 Tekanan Minimum Yang Diperlukan Alat Plambing

Nama Alat	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan Standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7 ¹⁾	1,0
Katup gelontor peturasan	0,42 ²⁾	
Keran yang menutup sendiri	0,73 ³⁾	
Pancuran mandi dengan pancaran halus/tajam	0,7	
Pancuran mandi biasa	0,35	
Keran biasa	0,3	
Pemanas air langsung dengan bahan bakar gas	0,25-0,7 ⁴⁾	

Sumber : SNI 03-7065-2005

Catatan :

- Tekanan minimum yang dibutuhkan katup gelontor untuk kloset dan urinoir yang dimuat dalam tabel ini minimal adalah tekanan statik pada waktu air mengalir dan tekanan maksimal adalah 4 kg/cm².
- Untuk keran dengan katup yang menutup secara otomatis, kalau tekanan air nya kurang dari minimal yang dibutuhkan maka katup tidak akan dapat menutup dengan rapat, sehingga air masih akan menetes dari keran.

Untuk mencari tekanan setiap lantai digunakan rumus :

$$P = \rho \times g \times h \dots\dots\dots (2-6)$$

Keterangan :

P = Tekanan (N/m²)

ρ = Kerapatan air (998.2 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

h = Tinggi Potensial (m)

Kecepatan aliran air yang terlampau tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan menimbulkan suara berisik dan kadang-kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa. Biasanya digunakan standar kecepatan sebesar 0,9 sampai 1,2 m/dtk, dan batas maksimumnya berkisar antara 1,5 sampai 2,0 m/dtk. Batas kecepatan 2,0 m/dtk sebaiknya diterapkan dalam penentuan pendahuluan ukuran pipa. Pemeriksaan kecepatan aliran dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$V = \frac{4 Q}{\pi \cdot D^2} \dots\dots\dots (2-7)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/det)

Q = Laju aliran (m³/det)

D = Diameter pipa (m)

2.7 Peralatan Penyediaan Air Bersih

Terbentuknya sistem plumbing tidak terlepas karena adanya peralatan penyediaan air bersih. Peralatan penyediaan air bersih merupakan semua peralatan yang dipasang di dalam ataupun di luar gedung yang berfungsi untuk menyediakan air bersih, baik itu air bersih dingin maupun air panas serta untuk mengeluarkan air buangan. Beberapa alat penyediaan air bersih adalah sebagai berikut :

2.7.1 Pipa

Pipa merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Berbagai jenis pipa yang umumnya digunakan pada instalasi didalam gedung adalah sebagai berikut:

a. Pipa PPR (PolyPropylene Random)

Pipa PPR adalah pipa steril dari bahan plastik Polypropilene yang tahan panas dan anti bocor. Sifat fisik dan sifat kimia yang sesuai untuk mentransfer air minum baik dingin maupun panas. Pipa PPR sangat cocok untuk digunakan sebagai pipa atau plambing yang membutuhkan tekanan tinggi selain itu juga memiliki ketahanan terhadap suhu panas untuk kebutuhan pipa air panas, baik

pada perumahan, Hotel, Apartement, Rumah sakit, Perkantoran dll. Pipa PPR Memenuhi standart untuk instalasi pemanas air siap minum (*Drinking Watter*)

b. Pipa PVC (poly Vinyl Chloride)

Pipa PVC adalah pipa yang terbuat dari gabungan material vinyl plastik yang menghasilkan pipa yang kuat, ringan, tidak berkarat serta viskositas bagian dalamnya tinggi. Jenis pipa ini biasa digunakan untuk instalasi air bersih dingin dan air kotor.

c. Pipa GIP (Galvanized Iron Pipe)

Pipa GIP biasanya digunakan untuk intalasi air bersih yang dingin saja, karena mempunyai tekanan untuk menahan air yang lebih tinggi.

d. Pipa HDPE (High Density Poly Ethylene)

Pipa HDPE terbuat dari bahan poly-ethylene yang mempunya kepadatan tinggi sehingga jenis pipa HDPE ini dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi. Pipa jenis ini biasa digunakan untuk instalasi air panas. Dalam menentukan jenis pipa yang akan digunakan harus diperhatikan jenis fluida yang akan dialirkan, debit air serta kecepatan aliran. Faktor - faktor tersebut pula yang akan menentukan diameter pipa yang akan digunakan. Untuk menentukan diameter pipa, dapat digunakan persamaan :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (2-8)$$

$$Q = \frac{\pi D^2 V}{4} \dots\dots\dots (2-9)$$

$$D^2 = \frac{4Q}{\pi V} \dots\dots\dots (2-10)$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \dots\dots\dots (2-11)$$

Keterangan : Q = Laju aliran air yang dibutuhkan (m^3 /s)

V = Kecepatan aliran air yang melalui pipa (m/s)

A = Luas penampang pipa (m^2)

Ketika air mengalir dalam pipa akan timbul kerugian-kerugian yang terjadi, kerugian terdiri atas kerugian gesek di dalam pipa dan kerugian di dalam belokan, reducer, katup dan sebagainya.

2.7.2 Penentuan Dimensi Pipa

Semakin kecil pipa dan semakin panjang, hambatannya semakin besar. Hambatan ini juga tergantung dari bahan apa pipa tersebut dibuat. Langkah penentuan diameter pipa:

- Menentukan jenis pipa.
- Tekanan air pada pipa induk.
- Menghitung kehilangan energi yang terjadi.
- Lihat gambar denah bangunan.
- Gambar rencana sistem jaringan berdasarkan denah bangunan

Tabel 2. 8 Konversi Diameter Nominal Pipa

British	Metris
3/16 "	6 mm
1/4 "	8 mm
3/8 "	10 mm
1/2 "	15 mm
1 "	25 mm
1 1/4 "	32 mm
1 1/2 "	40 mm
2 "	50 mm
2 1/2 "	65 mm
3 "	80 mm
3 1/2 "	90 mm
4 "	100 mm
5 "	125 mm
6 "	150 mm
8 "	200 mm
10 "	250 mm
12 "	300 mm

Sumber : (SNI 03-6481-2000, hal 117 Tentang Sistem Plumbing)

2.7.3 Penahan pipa

Penggantung, angker, pilar dan sejenis lainnya yang digunakan untuk menahan pipa harus dibuat dari bahan yang dibenarkan dan cukup kuat menahan beban pipa beserta isinya serta tidak menimbulkan efek galvanisasi (SNI 03-6481-2000, hal 76).

2.7.4 Perlengkapan dan Aksesoris Pipa (SNI 03-7065-2005)

Perlengkapan pipa adalah segala jenis peralatan yang digunakan dalam instalasi, pemeliharaan, dan perbaikan pipa.

1. *Flens*

Dipasang pada ujung pipa berguna sebagai penyambung pipa yang satu dengan yang lain dengan memakai baut dan mur, banyak dipergunakan pada sambungan yang tidak permanen agar mudah diperbaiki atau diganti.

2. *Belokan*

Digunakan untuk mengubah arah dari arah lurus dengan sudut perubahan standar yang merupakan sudut dari belokan tersebut.

3. *Katup (Valve)*

Ada berbagai macam katup yang dapat digunakan dalam sistem pemipaan. Untuk sistem plambing biasanya menggunakan katup sebagai berikut :

a. *Katup Sorong (Gate Valve)*

Katup ini mempunyai fungsi untuk menutup dan membuka instalasi pipa bila diperlukan, seperti bila ada kerusakan atau perbaikan. Katup ini biasanya dipasang pada pipa cabang dan sedekat mungkin dengan pipa utamanya

b. *Katup searah (Check Valve)*

Katup ini digunakan untuk aliran searah sehingga dapat mencegah arus balik dari air yang telah dipompakan pada saat aliran listrik mati.

c. *Global Valve*

Katup ini mempunyai fungsi sama dengan gate valve, fungsinya untuk mengatur atau membatasi laju aliran pada pipa cabang.

1. Kerugian *Head Mayor* (*Mayor Looses*)

Kerugian *head mayor* disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh fluida (kerugian kecil). Sebelum menghitung kerugian gesek dalam pipa, terlebih dahulu harus dikenali jenis aliran yang terjadi yaitu aliran laminar dan aliran turbulen. Untuk mengetahui jenis aliran, digunakan persamaan bilangan Reynolds :

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} \dots\dots\dots (2-12)$$

Keterangan :

Re	= Bilangan Reynolds (tak berdimensi)	
v	= Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa	(m/s)
D	= Diameter pipa	(m)
ν	= Viskositas kinematik zat cair	(m ² /s)
Re	< 2000, yaitu aliran bersifat laminar	
Re	> 4000, yaitu aliran bersifat turbulen	
Re	= 2000 - 4000, yaitu aliran bersifat transisi	

Kerugian gesek dalam pipa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut :

$$H_f = f \frac{L \times v^2}{D \times 2g} \dots\dots\dots (2-13)$$

Keterangan :

h_f	= Kerugian head karena gesekan (m)
f	= Faktor gesekan (didapat dari diagram moody)
D	= Diameter pipa (m) L = Panjang pipa (m)
V	= Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)
g	= Percepatan gravitasi (9,81 m/s ²)

Tabel 2. 9 Nilai Kekasaran Untuk Berbagai Jenis Pipa

Bahan	Kekasaran (e)	
	Mm	Ft
Brass	0,0015	0,000005
Concrete		
- Steel forms, smooth	0,18	0,0006
- Good joints, average	0,36	0,0012
- Rough, visible form mark	0,6	0,002
Copper	0,0015	0,000005
Corrugated metal (CMP)	45	0,15
Iron		
- Asphalted lined	0,12	0,004
- Cast	0,26	0,00085
- Ductile ; DIP-Cement mortar lined	0.12	0.0004
- Galvanized	0.15	0.0005
- Wrought	0.045	0.00015
Polyvinyl Chloride (PVC)	0.0015	0.000005
Polyethylene High Density (HDPE)	0.0015	0.000005
Steel		
- Enamel coated	0.0048	0.000016
- Riveted	0.9 - 9.0	0.003 - 0.03
- Seamless	0.004	0.000013
- Commercial	0.045	0.00015

Sumber: Jack B. Evett, Cheng Liu, *Fundamentals of Fluids Mechanics*. Mo Graw Hill New York, 1987. Hal 134.

Menurut Hagen-Poiseuille untuk aliran laminar ($Re < 2000$), faktor gesekan adalah hanya fungsi bilangan *Reynolds* saja. Sehingga faktor gesekan dirumuskan dengan:

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots (2-14)$$

Namun apabila aliran bersifat turbulen persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$hf = \lambda \frac{L \times v^2}{D \times 2g} \dots\dots\dots (2-15)$$

Untuk mencari λ kita menggunakan formula *Darcy-Weisbach* untuk aliran turbulen, dengan persamaan berikut :

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \dots\dots\dots(2-16)$$

2. Kerugian *Head Minor (Minor Looses)*

Selain kerugian head mayor atau kerugian yang disebabkan oleh gesekan, pada suatu jalur pipa juga terdapat kerugian head minor yang diakibatkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri aliran karena perubahan ukuran pipa, belokanbelokan, katup, reducer serta berbagai jenis sambungan. Besarnya kerugian minor akibat adanya kelengkapan pipa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H_f = \sum n \cdot k \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2-17)$$

Keterangan :

H_f = Kerugian *head* (m)

$\sum n$ = Jumlah kelengkapan pipa

K = Koefisien kerugian

v^2 = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

2.8 Tangki Air

Pada sistem plambing gedung – gedung bertingkat memerlukan peralatan penampung air yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih secara terus menerus. Tangki yang digunakan untuk menyediakan air bersih harus mampu menjaga kualitas air. (SNI 03-7065-2005)

a. Tangki Air Bawah (*Ground Water Tank*)

Tangki air bawah merupakan tempat penampungan air yang biasanya terdapat pada lantai bawah bangunan atau basement. Seluruh air yang berasal dari sumber PDAM dan Deep Wheel ditampung terlebih dahulu pada tangki air bawah.

- Untuk tangki air yang hanya digunakan menampung air, kapasitas tangki dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) \dots\dots\dots (2-18)$$

- Untuk tangki air yang juga berfungsi menyimpan air untuk pemadam kebakaran, dapat dihitung dengan :

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) + V_F \dots\dots\dots (2-19)$$

Keterangan : V_R	= Volume tangki air (m^3)
Q_d	= Jumlah kebutuhan air per hari (m^3 /hari)
Q_s	= Kapasitas pipa dinas (m^3 /jam)
T	= Rata – rata pemakaian air per hari (jam/hari)
V_F	= Cadangan air untuk pemadam kebakaran (m^3)

b. Tangki Air Atas (*Roof Tank*)

Tangki atas dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut yaitu sekitar 30 menit. Dalam keadaan tertentu dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu diperhitungkan jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat. Kapasitas tangki atas dinyatakan dengan rumus (*SNi 03-7065-2005*) :

$$V_E = (Q_p - Q_{MAX}) T_p + Q_{PU} \times T_{PU} \dots\dots\dots (2-20)$$

Keterangan, V_E	= Kapasitas efektif tangki atas (m^3)
Q_P	= Kebutuhan puncak (m^3 /s)
Q_{max}	= Kebutuhan jam puncak (m^3 /s)
Q_{PU}	= Kapasitas pompa pengisi (m^3 /s)
T_p	= Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)
T_{PU}	= Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

2.9 Pompa Penyedia Air

Untuk keperluan mengalirkan dan menaikkan air ke tangki atas maka diperlukan pompa. Perencanaan pompa harus mampu memberikan debit aliran air dan tekanan yang memadai. Terdapat dua macam pompa yang biasa

digunakan pada sistem penyediaan air bersih, yaitu pompa angkat dan pompa booster. (SNI 03-7065-2005)

a. Pompa Angkat (Pompa Supply)

Pompa angkat atau pompa transfer merupakan sebuah pompa yang digunakan untuk menghisap air dari tangki air bawah ke tangki air atas. Jenis pompa angkat yang biasa digunakan adalah pompa sentrifugal. Dalam suatu sistem dengan tangki atap biasanya kapasitas pompa angkat diambil sama dengan kebutuhan air pada jam puncak ($Q_{h_{max}}$). Untuk mencari besar head pompa yang dibutuhkan dapat digunakan persamaan bernouli sebagai berikut :

$$H = H_a + \Delta H_p + H_i \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2-21)$$

Keterangan :

- Tinggi Potensial (H_a) :
Tinggi potensial adalah jarak antara permukaan air tangki atas dengan permukaan air tangki bawah dalam gedung.

- Perbedaan Head Tekanan pada Kedua Permukaan Air (H_p) Karena P1 dan P2 merupakan tangki terbuka, maka P1 dan P2 = 0, sehingga :

$$\Delta H_p = H P_2 - H P_1 = 0 \text{ m} \dots\dots\dots(2-22)$$

- Kerugian head pada pipa (H_i)
- Tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa ($\frac{v^2}{2g}$)

Setelah mendapatkan besar head pompa angkat, kemudian dihitung besar daya pompa dengan menggunakan rumus :

$$N_h = (0.163) (Q) (H) (\gamma) \dots\dots\dots(2-23)$$

Keterangan :

H = Tinggi angkat total (m)

Q = Kapasitas pompa (m^3 /menit)

γ = Berat spesifik (kg/liter)

b. Pompa Air Dorong (*Booster*)

Pompa *booster* digunakan untuk mendistribusikan air pada lantai atas sampai roof floor. Untuk pompa ini tidak perlu dihitung head total, karena yang penting untuk pompa ini adalah tekanan yang mampu dihasilkan. Untuk memenuhi tekanan minimum alat-alat plambing maka tekanan pompa booster yang digunakan sebesar 2 kg/cm^2 atau

196000 N/m^2 . Kapasitas pompa booster dapat ditentukan dengan jumlah penghuni yang menempati lantai atas.

$$Q = n \times \text{kebutuhan air rata-rata} \dots\dots\dots (2-24)$$

Keterangan : Q = Kapasitas pompa angkat (m^3/menit)

n = Jumlah pemakai (orang)

2.10 Sistem Pembuangan

Sistem instalasi air buangan berfungsi untuk mengalirkan air yang telah terpakai dari dalam gedung menuju ke bangunan pengolahan limbah sebelum masuk ke saluran pembuangan umum terdekat agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan sekitar gedung ataupun pada gedung itu sendiri. Sistem pembuangan air yang tidak baik akan dapat menimbulkan pencemaran dan bahaya penyakit bagi para pengguna gedung ataupun terhadap lingkungan sekitar. Sehingga sistem pembuangan air merupakan salah satu bagian terpenting dalam suatu gedung, sehingga harus direncanakan dengan sebaik mungkin dan sesuai dengan standart yang ditetapkan.

Sistem pembuangan air buangan atau air kotor di dalam gedung dapat dibedakan menjadi dua Berdasarkan SNI 03-7065-2005 yaitu :

- Sistem campuran, adalah pembuangan dimana air kotor dan air bekas dikumpulkan dan dialirkan ke dalam satu saluran.
- Sistem terpisah, adalah pembuangan dimana air kotor dan air bekas masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah.

2.10.1. Klasifikasi Sistem Pembuangan Air

Dalam buku (Soufyan Moh. Noerbambang, & Takeo Morimura, 2005).

Sistem pembuangan air dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain :

1) Klasifikasi menurut jenis air buangan

- A. Sistem pembuangan air kotor adalah sistem pembuangan yang berasal dari kloset dan urinoir yang dikumpulkan dan dialirkan keluar. Buangan kloset termasuk kedalam golongan limbah padat organik yang dapat membusuk sehingga harus diolah dengan benar.
- B. Sistem pembuangan air bekas adalah pembuangan yang berasal dari air bekas yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
- C. Sistem pembuangan air hujan adalah sistem pembuangan air hujan dari atap gedung dan pekarangan yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
- D. Sistem pembuangan air dari dapur khusus untuk air buangan yang berasal dari bak cuci dapur sebaiknya dilengkapi dengan perangkat lemak.

2) Klasifikasi menurut letaknya

- A. Sistem pembuangan dalam gedung
Yaitu sistem pembuangan yang terletak dalam gedung, sampai jarak satu meter dari dinding paling luar gedung tersebut.
- B. Sistem pembuangan di luar gedung
Yaitu sistem pembuangan di luar gedung, dinding paling luar gedung tersebut sampai ke riol umum.

4) Klasifikasi menurut cara pengaliran

- A. Sistem gravitasi
Dimana air buangan mengalir dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran umum yang letaknya lebih rendah.
- B. Sistem bertekanan
Dimana saluran umum letaknya lebih tinggi dari letak alat-alat plambing sehingga air buangan dikumpulkan lebih dahulu dalam suatu bak penampung kemudian dipompakan keluar ke dalam riol umum.

2.11. Sumber Air Buangan

Menurut keputusan menteri permukiman dan prasarana wilayah nomor. 534/KPTS/M/2001 tentang pedoman standar pelayanan minimal pedoman

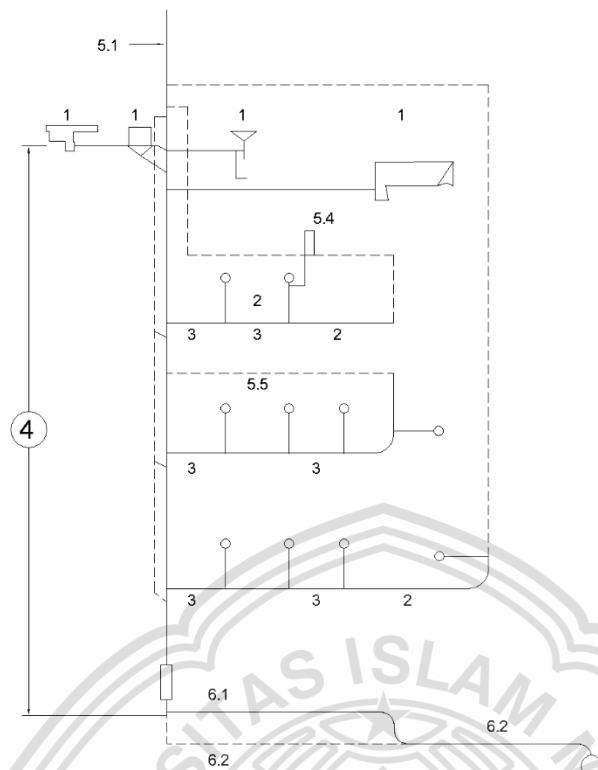
penentuan standar pelayanan minimal bidang penataan ruang, perumahan dan permukiman dan pekerjaan umum, Sumber air buangan secara umum didapatkan dari 80% jumlah total penggunaan air bersih suatu penduduk. Indikatornya adalah tingkat penyediaan sarana sanitasi terhadap jumlah penghuni.

2.11.1 Bagian-bagian Utama Sistem Jaringan Air Kotor

Perencanaan dan konstruksi sistem jaringan air kotor untuk gedung bertingkat harus memperhatikan faktor – faktor seperti jumlah dan tipe peralatan sanitasi yang digunakan, jarak setiap peralatan sanitasi ke *stack*, kemiringan pipa agar air dapat mengalir dengan lancar, serta sistem ventilasi untuk mencegah penumpukan gas berbahaya di dalam pipa.

Bila dilihat dari segi konstruksinya, maka instalasi pipa air kotor alat saniter dapat digolongkan menjadi :

1. Obyek penyaluran air kotor
2. Pipa buang sambungan tunggal
3. Pipa buang mendatar sambungan kolektif
4. Pipa buang tegak lurus
 - 5.1 Pipa saluran udara primer
 - 5.2 Pipa saluran udara samping langsung
 - 5.3 Pipa saluran udara samping tidak langsung
 - 5.4 Pipa saluran sekunder
 - 5.5 Pipa saluran udara pada pipa buang mendatar kolektif
- 6.1. Pipa buang induk terbuka
- 6.2 Pipa buang induk tertutup



Gambar 2. 5 Bagian - Bagian Utama Instalasi Pipa Air Kotor
Sumber : (Goole Images, 2023)

2.11.2 Dimensi Pipa Air Kotor

Pada dasarnya perhitungan sama seperti cara mencari dimensi pipa air bersih. Namun, dalam hal debit yang digunakan adalah 80% dari pengguna air bersih dari jumlah penghuni dan perhitungan hanya dilakukan pada pipa induknya saja. (Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005).

2.11.3 Pipa Buangan Induk

Pipa buang yang dipasang mendatar pada lantai dasar bangunan dan berfungsi untuk menerima buangan air kotor atau air bekas dari pipa buang tegak lurus, pipa sambungan dan atau pipa cabang dinamakan pipa buang induk.

Dalam pemasangannya instalasi pipa buang induk suatu bangunan hendaknya memerhatikan ketentuan-ketentuan teknis sebagai berikut :

- pada pemasangan pipa induk hendaknya pipa selalu diletakkan dengan kemiringan yang sama yaitu antara 2% sampai dengan 5%.
- Apabila dikehendaki pada pipa buang induk ada penyambungan pipa buang sambungan tunggal secara langsung, terutama untuk pipa buang tegak lurus

- Ukuran minimum pipa cabang mendatar, harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar dari perangkat alat plambing yang dilayaninya.
- Ukuran minimum pipa tegak, harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar cabang mendatar yang disambungkan ke pipa tegak tersebut.
- Pengecilan ukuran pipa tidak boleh dalam arah air buangan. Pengecualian hanya pada kloset, dimana pada lobang keluarnya dengan diameter 100 mm dipasang pengecilan pipa 100×75 mm. cabang mendatar yang melayani satu kloset harus mempunyai diameter minimal 75 mm, untuk dua kloset atau lebih minimal 100 mm
- Pipa dibawah tanah adalah pipa pembuangan yang ditanam dalam tanah atau dibawah lantai harus mempunyai ukuran minimal 50 mm
- Interval cabang adalah jarak pada pipa tegak antara dua titik dimana cabang mendatar disambungkan pada pipa tegak tersebut, jarak ini minimal 2,5 m. Pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuaidengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan agar mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm).

Tabel 2. 10 Kemiringan Pipa Pembuangan Horisontal

Diameter pipa (mm)	Kemiringan Minimum
75 atau kurang	1/50
100 atau kurang	1/100

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005

Kecepatan yang baik dalam pipa berkisar antara 0.6 sampai 1.2 m/detik. Kemiringan pipa pembuangan gedung dan riol gedung dapat dibuat lebih landai daripada yang dinyatakan dalam tabel 2.8. Jika kecepatan kurang dari 0.6 m/detik maka kotoran dalam air buangan akan mengendap sehingga pipa dapat tersumbat. Disamping itu kemiringan yang lebih curam dari 1/50 cenderung akan

menimbulkan efek sifon yang akan menyedot air penutup dalam perangkat alat plambing. Dengan demikian diameter pipa pembuang sangat berpengaruh dalam menentukan kemiringan serta kecepatan aliran dalam pipa.

Tabel 2. 11 Diameter Minimum, Perangkat dan Pipa Buangan Alat Plambing

No	Alat Plambing	Diameter Perangkat Minimum (mm)	Diameter Pipa Buangan Alat Plambing Minimum (mm)
1	Kloset	75	75
2	Peturasan		
	- Tipe menempel dinding	40	40
	- Tipe gantung di dinding	40 – 50	40 - 50
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	75
	- Untuk umum : untuk 2 orang	50	50
	untuk 3 - 4 orang	65	65
	untuk 5 - 6 orang	75	75
3	Bak cuci tangan (Lavatory)	32	32 - 40
4	Bak cuci tangan (wash bashin)		
	- Ukuran biasa	32	32
	- Ukuran kecil	25	25
5	Bak cuci, praktek dokter gigi, salon dan tempat cukur	32	32 - 40
6	Pancuran minum	32	32
7	Bak mandi		
	- Berendam (bath tub)	40 – 50	40 - 50
	- Model jepang (untuk dirumah)	40	40 - 50
	- Untuk umum	50 – 75	50 - 75
8	Pancuran mandi (dalam ruangan)	50	50
9	Bidet	32	32
10	Bak cuci, untuk pel	65	65

No	Alat Plambing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Diameter Pipa Buangan Alat Plambing Minimum (mm)
	- Ukuran besar	75 – 100	75 - 100
11	Bak cuci pakaian	40	40
12	Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	50
13	Kombinasi bak cuci tangan, untuk 2 - 4 orang	40 – 50	40 - 50
14	Bak cuci tangan, rumah sakit	40	40 - 50
15	Bak cuci, laboratorium kimia	40 – 50	40 - 50
16	Bak cuci, macam-macam		
	- Dapur, untuk rumah	40 – 50	40 - 50
	- Hotel, Komersial	50	50
	- Bar	32	32
	- Dapur kecil, cuci piring	40 – 50	40 - 50
	- Dapur, untuk cuci sayuran	50	50
	- Penghancur kotoran (disposer) untuk rumah	40	40
	- Penghancur kotoran (disposer) besar (untuk restoran)	50	50
17	Buangan Lantai (floor drain)	40 – 75	40 - 75

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005

Ukuran pipa pembuang dapat ditentukan berdasarkan jumlah nilai unit alat plambing yang dilayani pipa yang bersangkutan.

Tabel 2. 12 Unit Alat Plambing Sebagai Beban, Setiap Alat atau Kelompok

No	Alat Plambing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plambing Sebagai Beban
1	Kloset : tangki gelontor	75	4
	katup gelontor		8
2	Peturasan		
	- Tipe menempel dinding	40	4
	- Tipe gantung di dinding	40 – 50	4
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	8
	- Untuk umum, model palung setiap 0.60 m		2
3	Bak cuci tangan (Lavatory)	32	1
4	Bak cuci tangan (wash bashin)		
	- Ukuran biasa	32	1
	- Ukuran kecil	25	0.5
5	Bak cuci, praktek dokter gigi,	32	1
	- alat perawatan gigi	32	0.5
6	Bak cuci, salon dan tempat cukur	32	2
7	Pancuran minum	32	0.5
8	Bak mandi		
	- Berendam (bath tub)	40 – 50	3
	- Model jepang (untuk dirumah)	40	2
	- Untuk umum	50 – 75	4-6
9	Pancuran mandi :		
	- untuk rumah	50	2
	- untuk umum, tiap pancuran		3
10	Bidet	32	3
11	Bak cuci, untuk pel	75 – 100	8
12	Bak cuci pakaian	40	2
13	Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	3

No	Alat Plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban
14	Kombinasi bak cuci dapur dengan penghancur kotoran	40 (terpisah)	4
15	Bak cuci tangan, kamar bedah		
	- Ukuran besar		2
	- Ukuran kecil		1.5
16	Bak cuci, laboratorium kimia	40 – 50	1.5
17	Bak cuci, macam-macam		
	- Dapur, untuk rumah	40 – 50	2 – 4
	- Dapur, dengan penghancur makanan, untuk rumah	40 – 50	3
	- Hotel, Komersial	50	4
	- Bar	32	1.5
	- Dapur kecil, cuci piring	40 – 50	2 – 4
18	Mesin cuci		
	- Untuk rumah	40	2
	- Paralel, dihitung setiap orang	-	0.5
19	Buangan Lantai (floor drain)	40	0.5
		50	1
		75	2
20	Kelompok alat plumbing dalam kamar mandi terdiri dari satu kloset, satu bak cuci tangan, satu bak mandi rendam atau satu pancuran mandi :		
	- Dengan kloset tangki gelontor		6
	- Dengan kloset katup gelontor		8
21	Pompa penguras (sump pump), untuk setiap 3.8 liter/min		2

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005

Tabel 2. 13 Beban Maksimum Unit Alat Plambing yang Diizinkan, Untuk Cabang Horisontal dan Pipa Tegak Buangan.

Diameter Pipa	Beban Maksimum Unit Alat Plambing yang Diizinkan, untuk Cabang Horisontal dan Pipa Tegak Buangan											
	Cabang Mendatar			Satu pipa tegak setinggi 3 tingkat, atau untuk 3 interval			Pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat					
							Jumlah untuk satu pipa tegak			Jumlah untuk cabang satu tingkat		
(mm)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)
32	1	100	1	2	100	2	2	100	2	1	100	1
40	3	100	3	4	100	4	8	100	8	2	100	2
50	5	90	6	9	90	10	24	100	24	6	100	6
65	10	80	12	18	90	20	48	90	42	9	100	9
75	14	70	20	27	90	30	54	90	60	14	90	16
100	96	60	160	192	80	240	400	80	500	72	80	90
125	216	60	360	432	80	540	880	80	1100	160	80	200
150	372	60	620	768	80	960	1520	80	1900	280	80	350
200	840	60	1400	1760	80	2200	2880	80	3600	480	80	600
250	1500	60	2500	2660	70	3800	3920	70	5600	700	70	1000
300	2340	60	3900	4200	70	6000	5880	70	8400	1050	70	1500
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005

2.12.1 Pompa Air Buangan

Pompa yang biasanya sering digunakan dalam sistem pengolahan air buangan terdapat dua tipe yaitu tipe pompa celup/benam (*submersible pump*) dan pompa sentrifugal. Jenis pompa yang sering digunakan yaitu pompa celup dengan grinder, karena grinder merupakan sebuah perangkat mekanis yang berfungsi menghancurkan padatan atau mencabik - cabik limbah. Setelah menghancurkan padatan, pompa akan mentransfer air limbah ke dalam bak pengolah air buangan atau *sewage treatment plant* (STP).

2.12.2 Bak Ekualisasi

Dalam proses pengolahan air buangan, jumlah air buangan maupun konsentrasi polutan organik sangat berfluktuasi sebaiknya dilengkapi dengan bak ekualisasi sehingga proses pengolahan air buangan dapat berjalan dengan stabil. Bak ekualisasi berfungsi sebagai pengatur debit air buangan yang akan diolah dan untuk menyeragamkan konsentrasi zat pencemarannya agar homogen dan proses pengolahan air buangan berjalan dengan stabil. Bak ekualisasi hanya sebagai tampungan sementara dari air buangan yang kemudian akan diolah pada bangunan pengolah limbah *Sewage Treatment Plant* (STP) sehingga air buangan yang dihasilkan tidak berbahaya dan mencemari lingkungan sekitar. Untuk dapat menghitung volume tampungan bak ekualisasi diperlukan perkiraan volume air buangan yang dihasilkan oleh gedung tersebut. Karena pada perhitungan volume air buangan tidak terpaut dengan koefisien apapun, maka dapat dihitung dengan menjumlahnya setiap lantai dengan rumus:

$$Q_{ab} = Q_d \text{ total} \times 80\% \dots \dots \dots (2-25)$$

Keterangan :

$$Q_{ab} = \text{Volume air buangan (m}^3/\text{hari)}$$

$$Q_d = \text{Jumlah debit total (m}^3/\text{hari)}$$

Waktu tinggal didalam bak ekualisasi atau *Hydraulic Retention Time* (HRT) umumnya berkisar antara 6 - 10 jam, sehingga untuk dapat menghitung volume bak ekualisasi yang diperlukan adalah sebagai berikut :

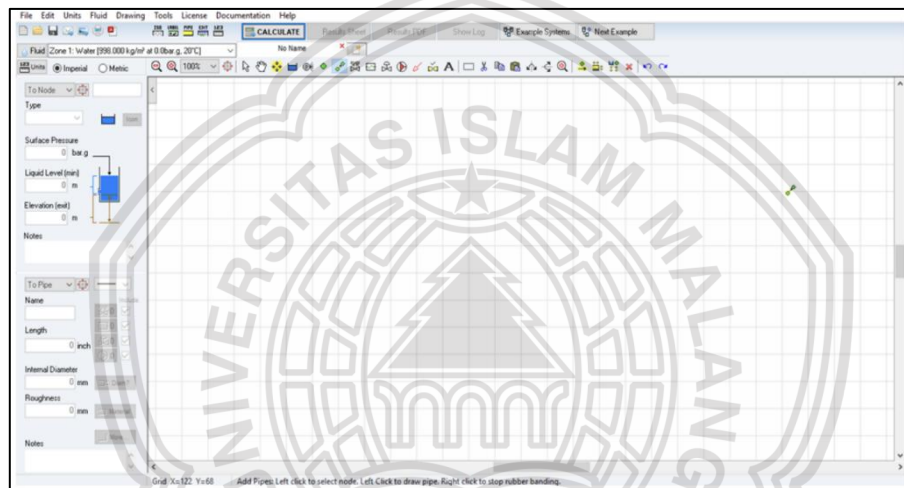
$$\text{Volume bak ekualisasi} = \frac{HRT}{24} \times a \dots \dots \dots (2-26)$$

2.5. Langkah Kerja Menggunakan *Pipe Flow Expert*

Pipe Flow Expert adalah *software* untuk mempermudah *Engineer* menganalisis jaringan pipa yang kompleks sehingga diperoleh hasil perilaku aliran dalam pipa. *Pipe Flow Expert* produksi dari www.pipeflow.co.uk (negara inggris), dibuat untuk membantu *Engineer* dalam menganalisa dan menyelesaikan permasalahan aliran dalam pipa *incompressible / fluid flow* baik mengenai kecepatan aliran, perubahan tekanan dan lain-lain pada seluruh jaringan pipa.

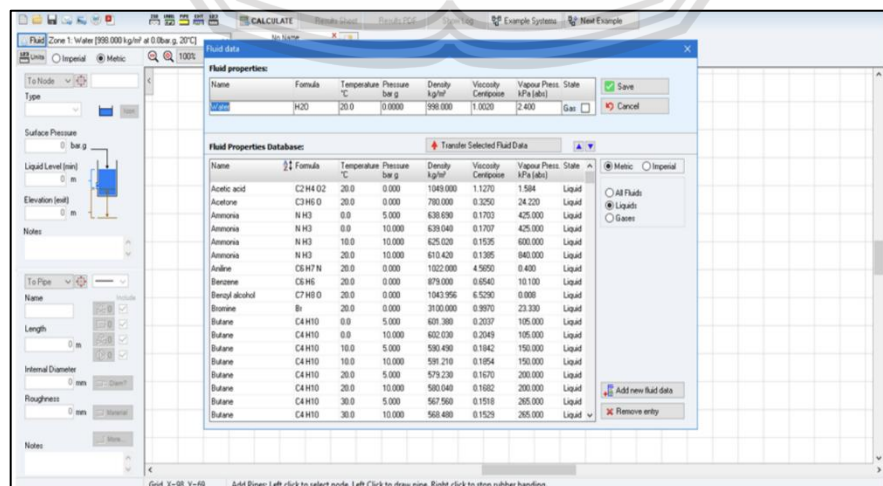
Berikut penjelasan singkat dalam menjalankan Aplikasi *Pipe Flow Expert*

1. Langkah awal yaitu buka aplikasi *Pipe Flow Expert*



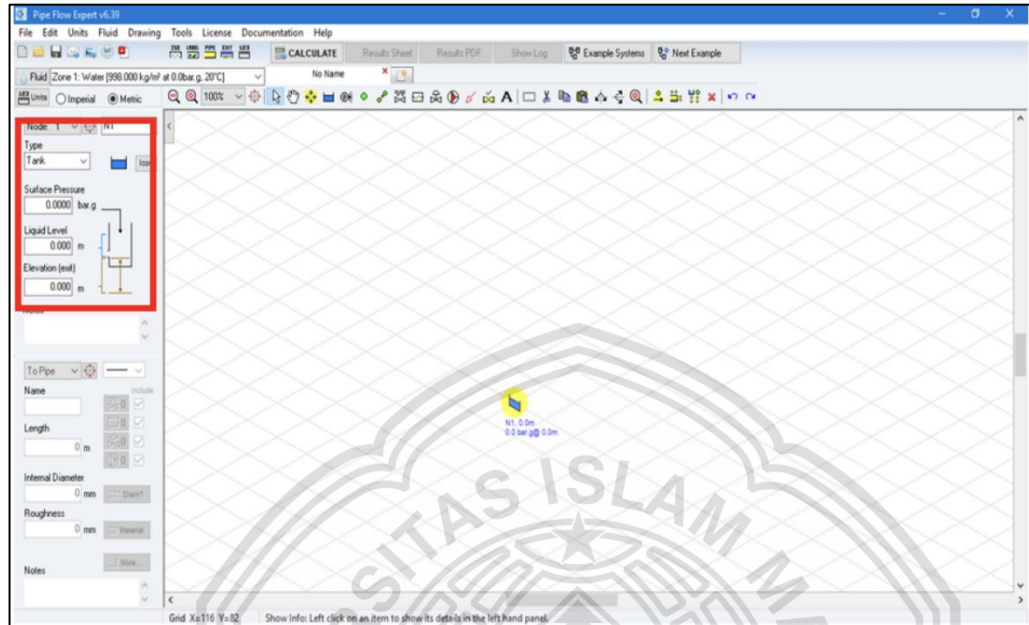
Gambar 2. 7 Jendela Awal Aplikasi
Sumber : Program *Pipe Flow Expert*

2. Kemudian klik pada *toolbar fluid* untuk mengganti jenis cairan sekaligus mengganti satuan ke *metric*.



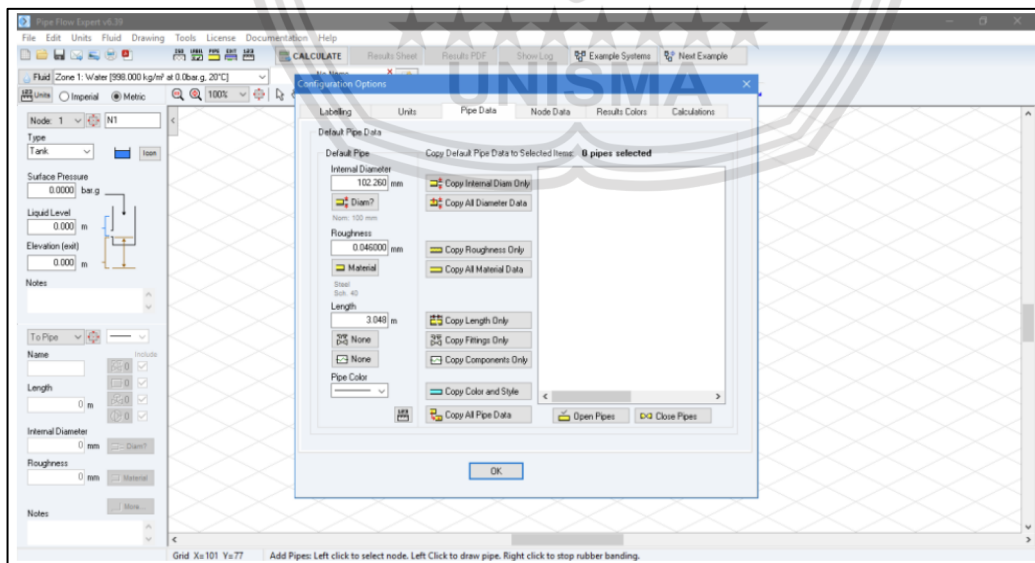
Gambar 2. 8 Kotak Fluida Data
Sumber : Program *Pipe Flow Expert*

3. Buat tampilan isometri untuk memudahkan permodelan. Kemudian klik *add tank* untuk menambahkan tangki air sekaligus mengubah liquid level dan tekanan permukaannya.



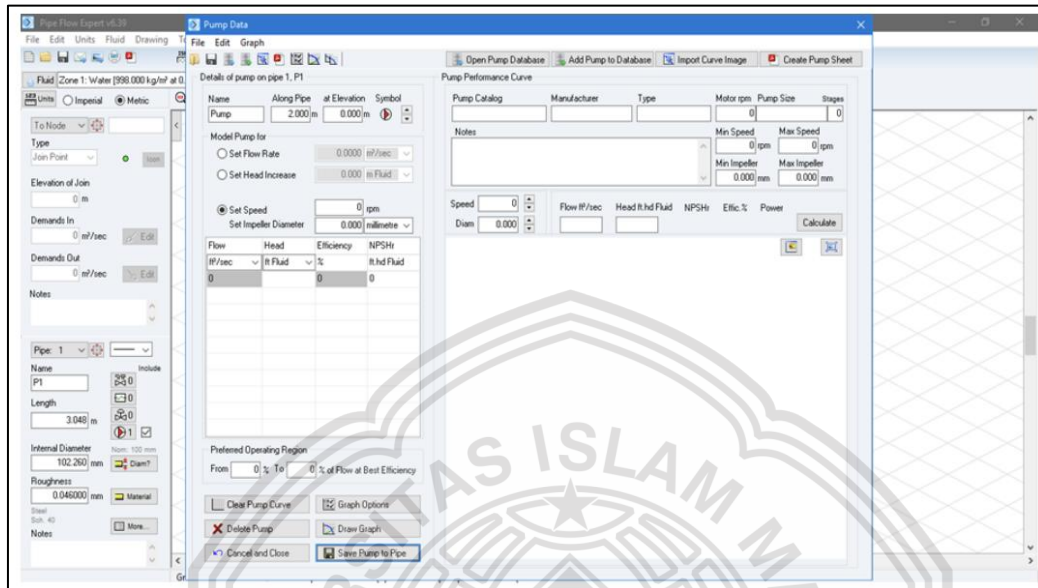
Gambar 2. 9 Tampilan isometri dan tabel tangki bawah
Sumber : (Program *Pipe Flow Expert*)

4. Tambahkan pipa dengan klik *add pipe* pada baris *toolbar* dan Tarik garis sesuai kemiringan pada garis isometri dan edit kekasaran , Panjang serta diameter dalam pipa pada tabel opsi konfigurasi.



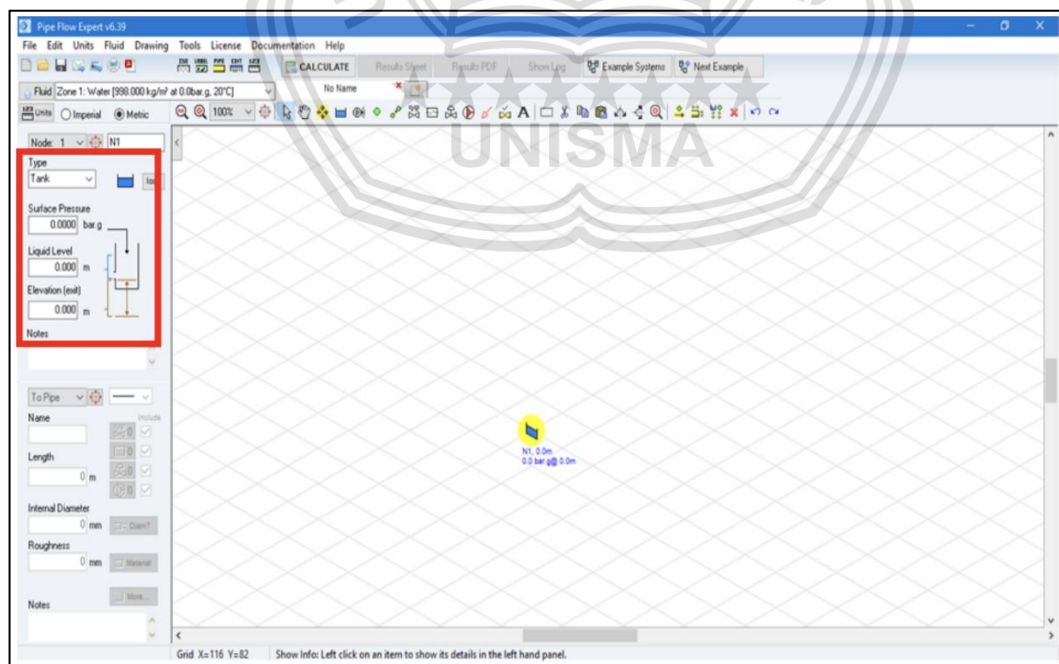
Gambar 2. 10 Tampilan Konfigurasi Pipa
Sumber : (Program *Pipe Flow Expert*)

5. Kemudian tambahkan jika ada aksesoris pada tiap penambahan pipa seperti *elbow* ataupun *gate valve*, selanjutnya *add pump* dengan klik logo pada *toolbar* untuk menambahkan pompa dan masukan data pompa pada tampilan pump data kemudian *save data pump*.



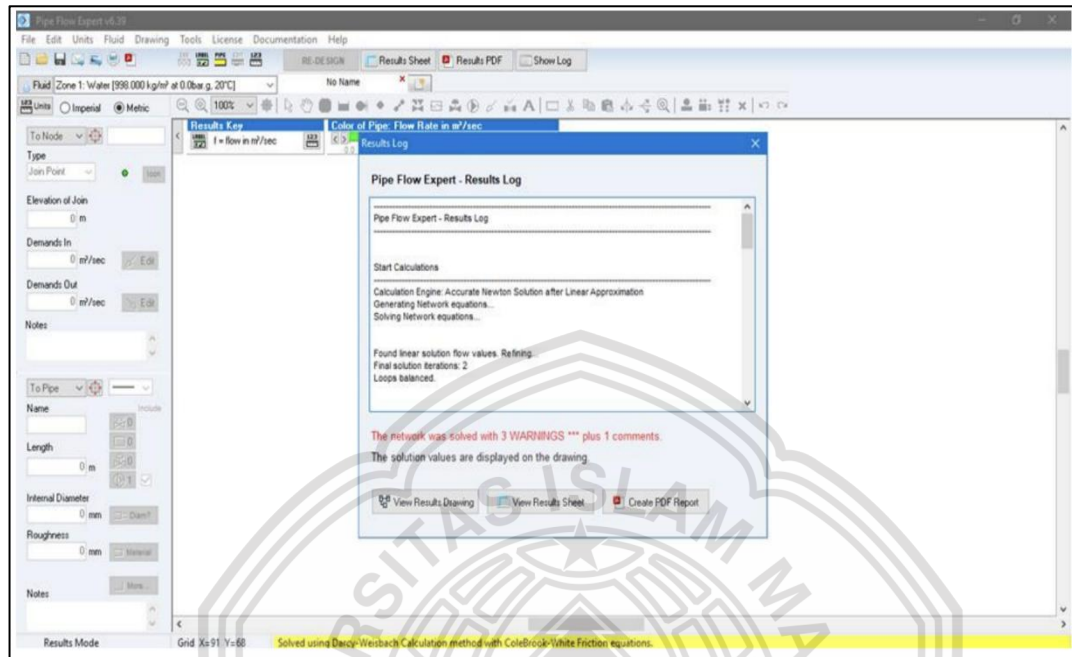
Gambar 2. 11 Tampilan Konfigurasi Pompa
Sumber : (Program *Pipe Flow Expert*)

6. Jika sudah, tambahkan lagi pipa seperti desain yang diinginkan dan tambahkan lagi tangki untuk bagian atas atau *Roof Tank* lalu edit pada tabel tangki.



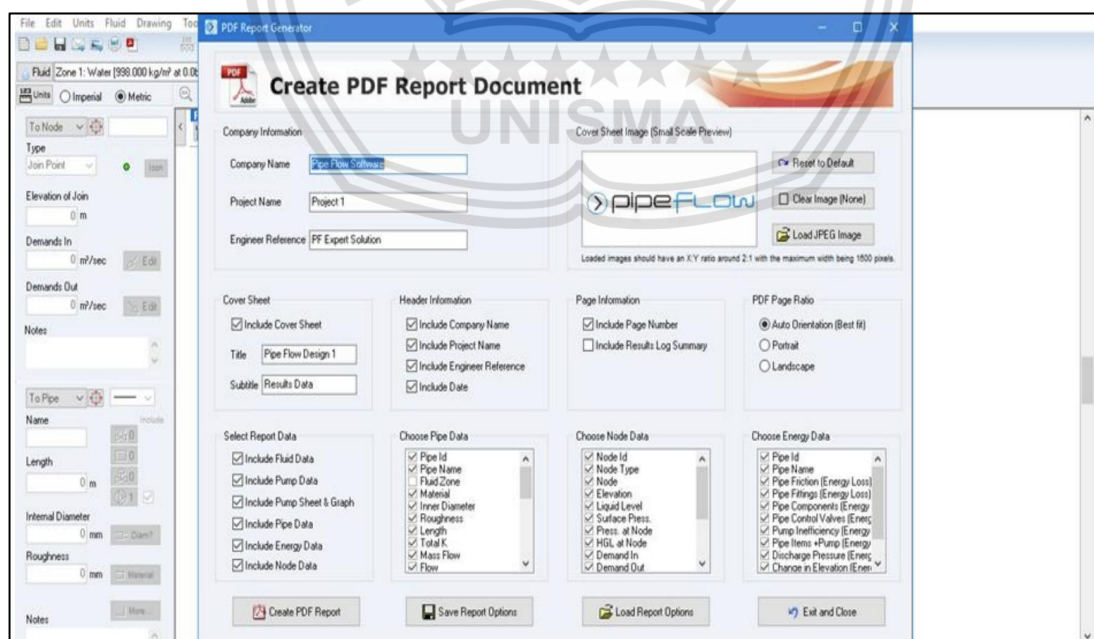
Gambar 2. 12 Tampilan konfigurasi tangka atas
Sumber : (Program *Pipe Flow Expert*)

7. Langkah terakhir jika sudah semua klik *calculation* pada *toolbar* atas untuk melihat hasil pada tabel *results log* dan jika ada maka perbaiki sesuai perintah pada *results log*.



Gambar 2. 13 Tampilan hasil results log
Sumber : (Program *Pipe Flow Expert*)

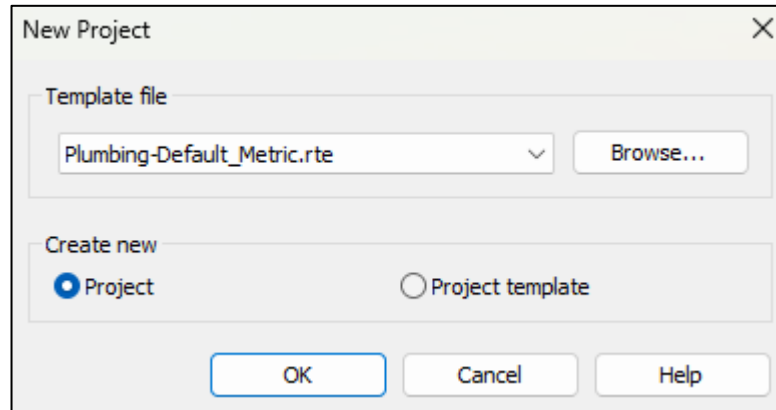
8. Jika sudah selesai dan tidak ada masalah langsung saja klik *create PDF report* dan *save*.



Gambar 2. 14 Tampilan final report
Sumber : (Program *Pipe Flow Expert*)

2.6. Langkah Kerja Menggunakan Autodesk Revit

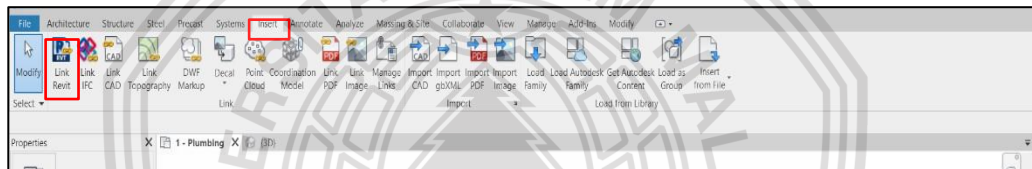
1. Membuat *new project* dengan *template file* “*plumbing default metric*”.



Gambar 2. 15 Jendela Awal Aplikasi

Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

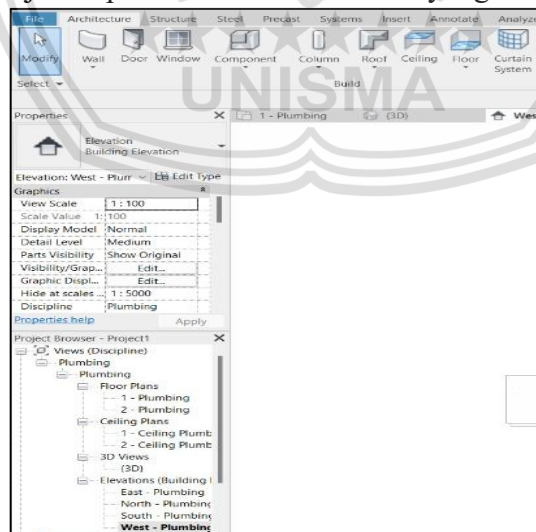
2. Selanjutnya yakni pengerjaan pemodelan plumbing dengan cara “*import modeling*”. Klik “*insert*” pada tab lalu pilih “*link revit*” jika sudah membuat modeling gedung.



Gambar 2. 16 Tampilan Import Modeling

Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

3. Kemudian, membuat level elevasi tiap lantai. Pada tab “*project browser*” bagian “*elevation*” pilih “*west*”. Setelah itu, pada tab “*architecture*” klik “*level*” dan lanjutkan pembuatan level elevasi yang ada di gambar proyek



Gambar 2. 17 Tampilan North Plumbing Modeling

Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

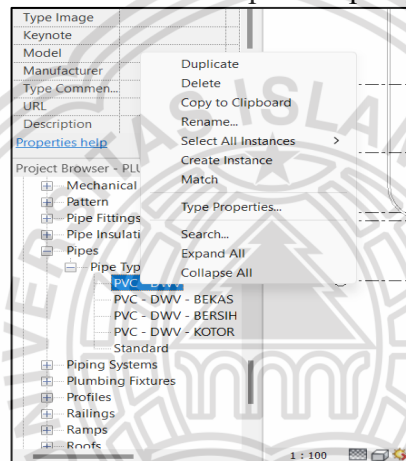
4. Selanjutnya, import CAD dengan klik “*import CAD*” pada tab. Lalu, pilih gambar CAD yang akan di masukkan dan sesuaikan.



Gambar 2. 18 Tampilan Denah Perencanaan Plumbing Lantai Dasar
Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

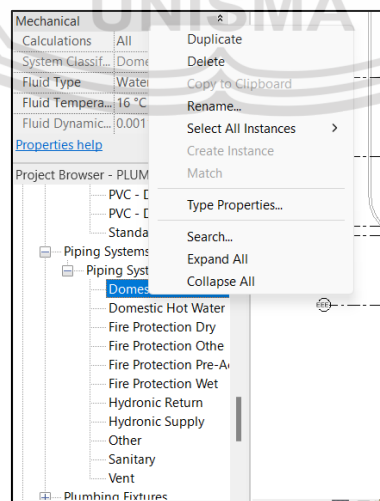
5. Kemudian, mengatur *system* dengan scroll “*project browser*” sampai menemukan bagian “*families*” pilih “*pipes*” dan “*pipe types*”. Kemudian membagi isi “*pipe types*” menjadi beberapa bagian agar mempermudah saat *report volume* dengan cara klik kanan pada “*PVC-DWV*” lalu pilih “*duplicate*” sampai 4 bagian sesuai yang di butuhkan dan “*rename*”.

Gambar 2. 19 Tampilan Pipe Types



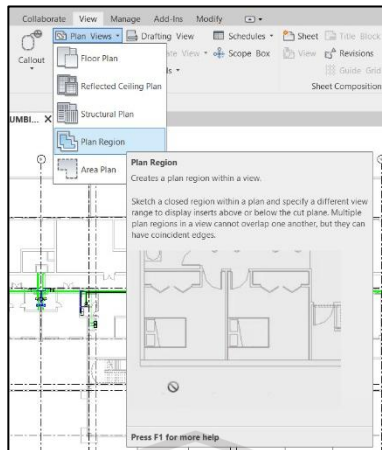
Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

Setelah Itu, lakukan tahapan yang sama pada bagian “*piping system*” sesuaikan jenis yang akan di “*duplicate*” dan “*rename*”



Gambar 2. 20 Tampilan *Piping Systems*
Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

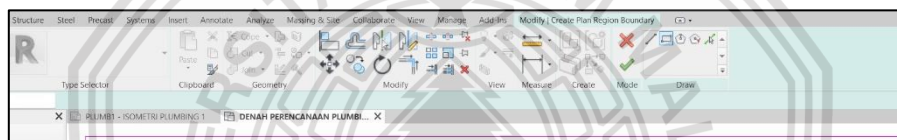
6. Setting *view range* dengan cara klik tab “*view*” bagian “*plan views*” pilih “*plan region*”.



Gambar 2. 21 Tampilan Plan Views

Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

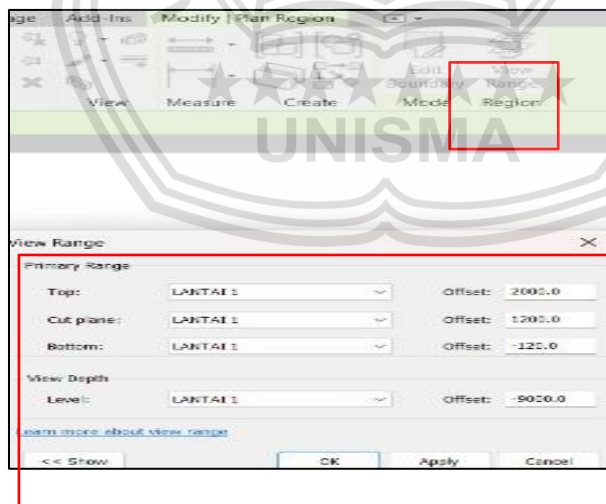
Setelah itu, pada tab “*modify*” pilih “*rectangle*” lalu Tarik dari ujung seperti meblok dan klik tab yang berbentuk centang



Gambar 2. 22 Tampilan *Modify*

Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

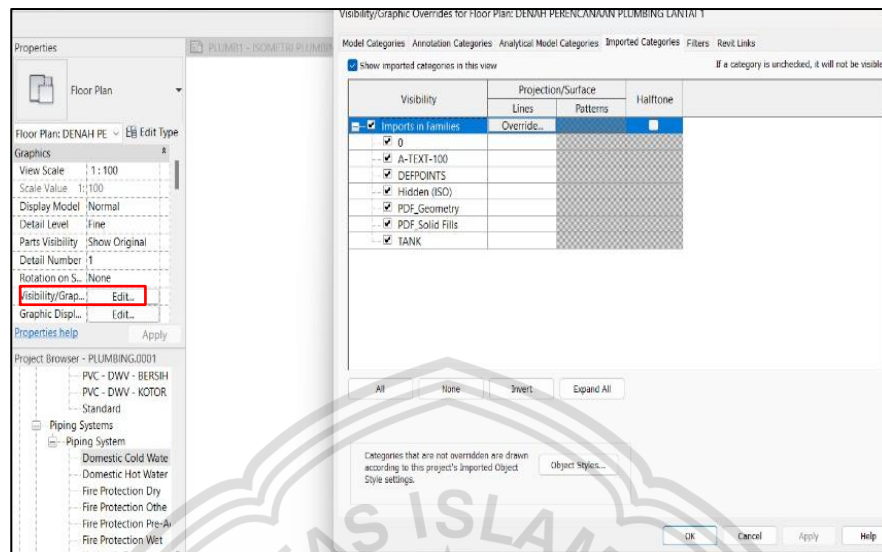
Kemudian, klik “*view range*” pada tab dan sesuaikan “*offset*” pada bagian “*top*” dan “*level*” sesuai dengan kebutuhan elevasi pipa terdalam dan tertinggi.



Gambar 2. 23 Tampilan *View Range*

Sumber : (Program Autodesk Revit, 2025)

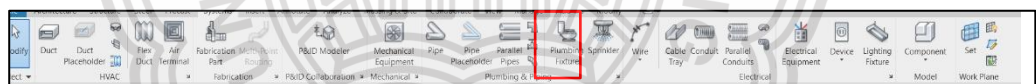
7. Import placement sanitair dengan cara edit “visibility” lalu pada tab tersebut pilih “imported categories” centang sesuai dengan kebutuhan dan klik “OK”



Gambar 2. 24 Tampilan *Visibility*

Sumber : (Software Autodesk Revit, 2025)

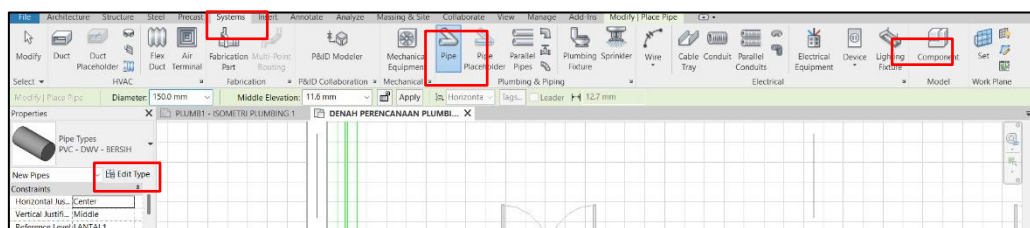
Kemudian, isi penempatan alat plumbing dengan klik “system” pada tab lalu pilih “plumbing fixture” dan sesuaikan penempatan dan alat plumbing yang dibutuhkan.



Gambar 2. 25 Tampilan *Plumbing Fixture*

Sumber: (Software Autodesk Revit, 2025)

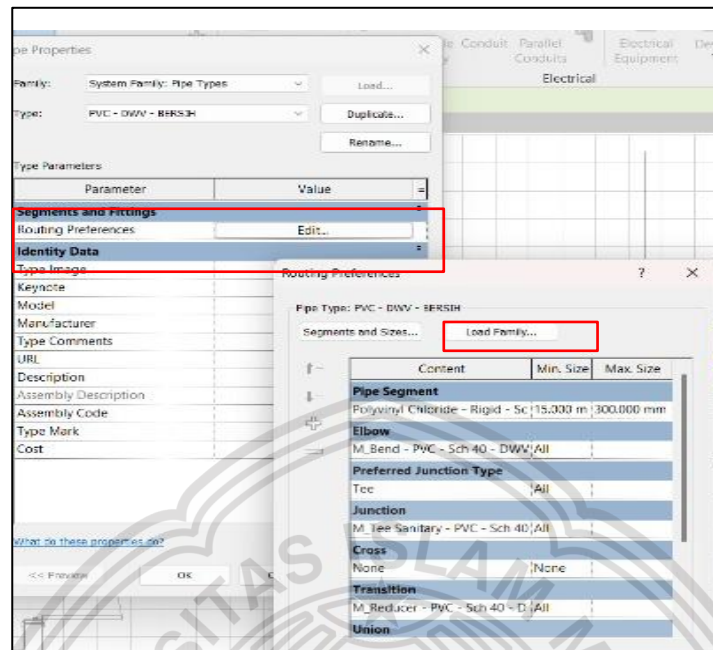
8. Selanjutnya, setting fitting pipa dengan cara klik “system” pada tab pilih “pipe” kemudian “edit type”.



Gambar 2. 26 Tampilan *Systems Pipe*

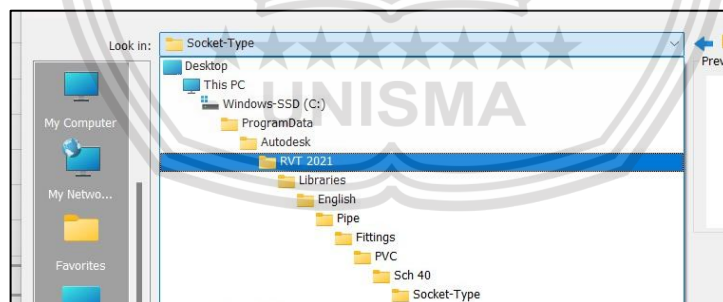
Sumber: (Software Autodesk Revit, 2025)

Setelah klik “edit type” pada “type properties” bagian “segment and fitting” klik edit dan “load family”.



Gambar 2. 27 Tampilan Type Properties
Sumber: (Software Autodesk Revit, 2025)

Selanjutnya, pilih file yang sesuai pada gambar di bawah ini dan pada bagian “socket type” blok semua pilih dan klik “open” dan jika semua sudah tersedia klik “OK”.



Gambar 2. 28 Tampilan Load Family
Sumber: (Software Autodesk Revit, 2025)

9. Setelah tahapan selesai di lanjutkan dengan modeling pipa air bersih dan air buangan secara bertahap dan sesuaikan dengan aliran pada gambar CAD.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Kabupaten Gresik merupakan salah satu penyangga utama Kota Surabaya yang memiliki luas sekitar 1.194 km² dengan berbatasan dengan Kota Surabaya dan Selat Madura di sebelah timur, Kabupaten Lamongan di sebelah barat, Laut Jawa di sebelah utara, serta Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Mojokerto di sebelah selatan. Daerah Gresik dikenal sebagai tempat berdirinya pabrik semen pertama dan Perusahaan semen terbesar di Indonesia yang bernama Semen Gresik. Tak hanya itu pabrik peleburan dan pemurnian tambang (smelter) terbesar di dunia milik PT Freeport Indonesia juga berada di Gresik.

Secara umum lokasi penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini berada di Jalan DR. Wahidin Sudiro Husodo No.243B, Klangonan, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik Jawa Timur. Gedung RSUD Ibnu Sina ini berjumlah 8 lantai.

Berikut ini gambar peta penelitian :



Gambar 3. 1 Lokasi Proyek Pembangunan RSUD Ibnu Sina Kab.Gresik
Sumber : (*Peta Digital*, 2023)

3.2 Metode Pengumpulan Data

Seluruh data perencanaan sistem jaringan pipa pada gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder yang diperoleh dari kontraktor Anugerah Tigamas (Persero). Adapun data-data tersebut sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat secara langsung dilapangan baik secara visual maupun pengamatan. Dalam penelitian ini data primer yang dibutuhkan berupa foto dokumentasi area penelitian.

Tabel 3. 1 Data Umum Proyek

Uraian	Keterangan
Nama Proyek	Pembangunan Gedung Rawat Jalan Terpadu & Dignostic Center 1-RSUD IBNU SINA
Aalamat proyek	Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas, Kab. Gresik
Pemilik proyek	
Manajemen kontruksi	PT. YODA KARYA (Persero)
Kontraktor	ANUGERAH TIGAMAS – KSO
Luas bangunan	1273,55 m ²
Tinggi bangunan	33,6 m
Lantai dasar	+0,45 m
Lantai 2	+4,65 m
Lantai 3	+8,85 m
Lantai 4	+13,05 m
Lantai 5	+17,25 m
Lantai 6	+21,45 m
Lantai 7	+25,65 m

Uraian	Keterangan
Lantai 8 (Atap)	+29,85 m
Kedalaman tiang pancang	18 m
Struktur bangunan	Beton bertulang

Sumber : Dokumen Internal Proyek 2023

b. Data Sekunder

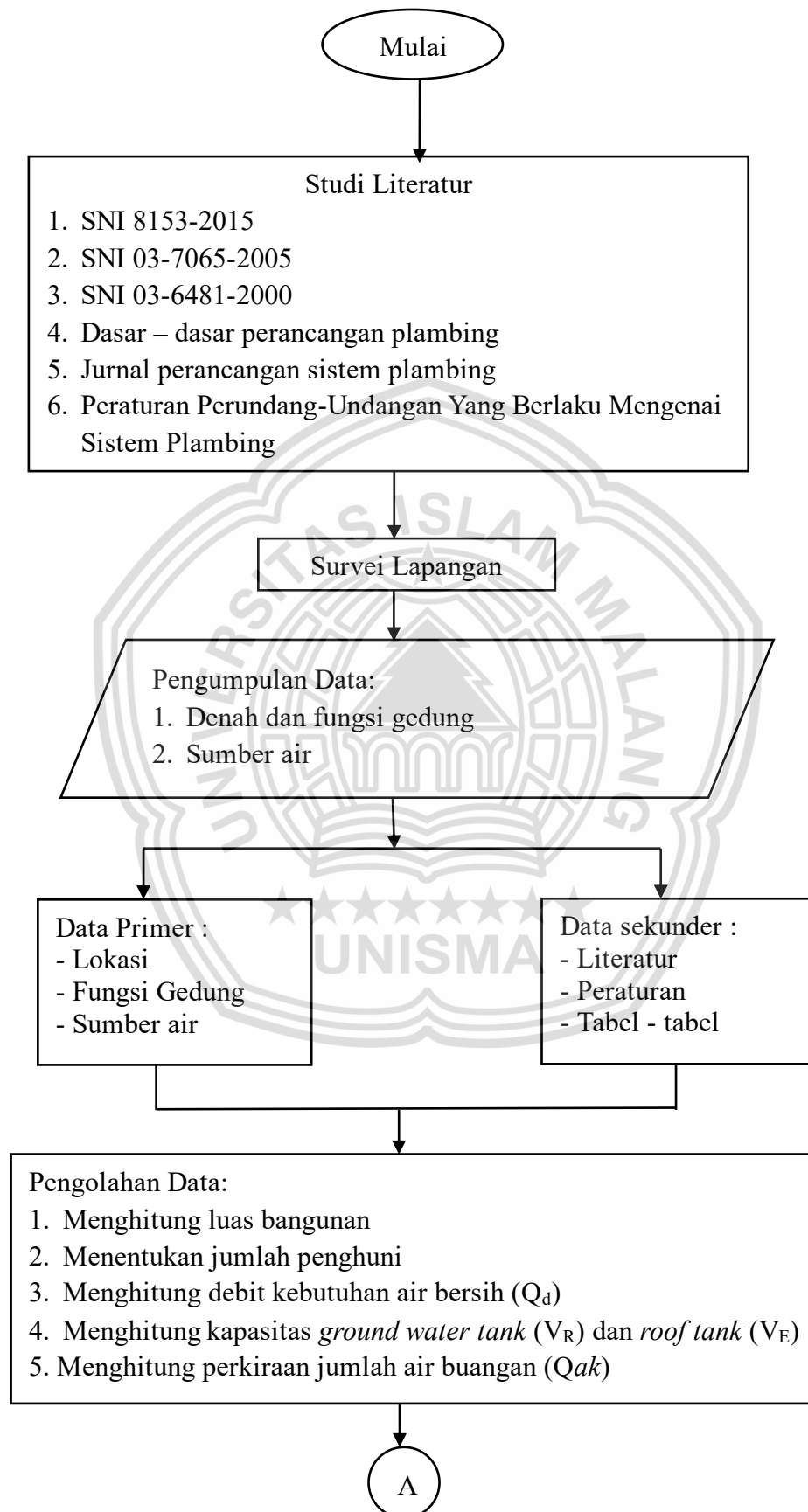
Data sekunder merupakan data yang didapat dari peraturan – peraturan atau ketentuan – ketentuan yang berlaku yang dilakukan dalam perencanaan. Yang merupakan data penunjang dalam merencanakannya, Klasifikasi data sekunder ini antara lain literatur – literatur penunjang, tabel dan yang berkaitan erat dengan proses perancangan sistem plumbing pada proyek gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik

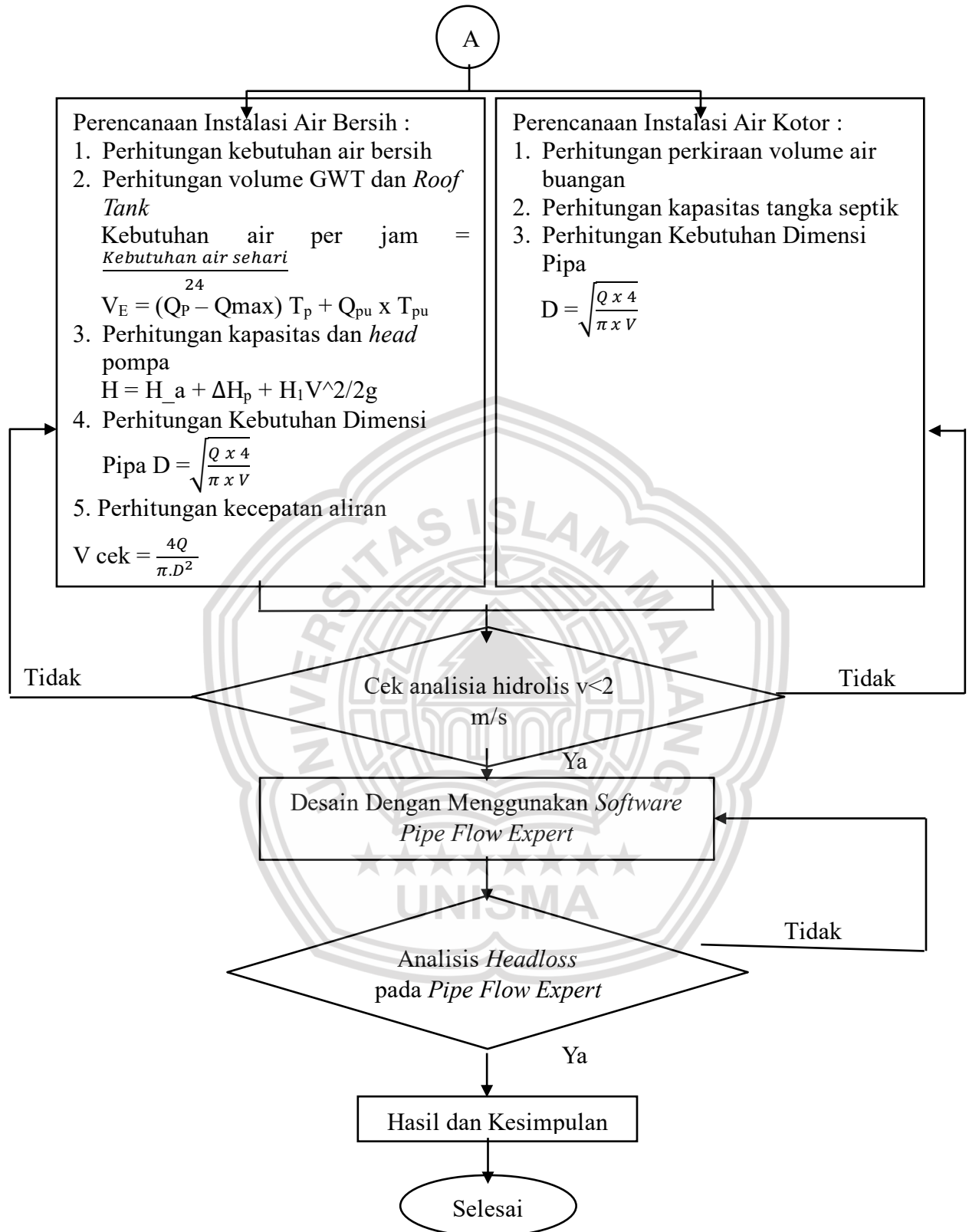
3.3 Metode Analisa Data

Dalam penelitian ini rencana analisis yang digunakan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan desain pendistribusian air bersih mulai dari tangki bawah (*ground water tank*) menuju tangki atas (*roof tank*) untuk kemudian disalurkan.
2. Menghitung kebutuhan air bersih dan perkiraan jumlah air buangan yang dihasilkan gedung tersebut.
3. Menghitung volume tampungan air bawah (*Ground Tank Water*) dan tampungan air atas (*Roof Tank*).
4. Menghitung kapasitas dan *head* pompa.
5. Menghitung diameter pipa yang akan dibutuhkan dan disesuaikan dengan diameter yang tersedia dipasaran.
6. Mengetahui kondisi hidraulik seperti tekanan dalam pipa, kecepatan aliran dalam pipa, volume aliran dalam menggunakan *Software Pipe Flow Expert V8,17*.

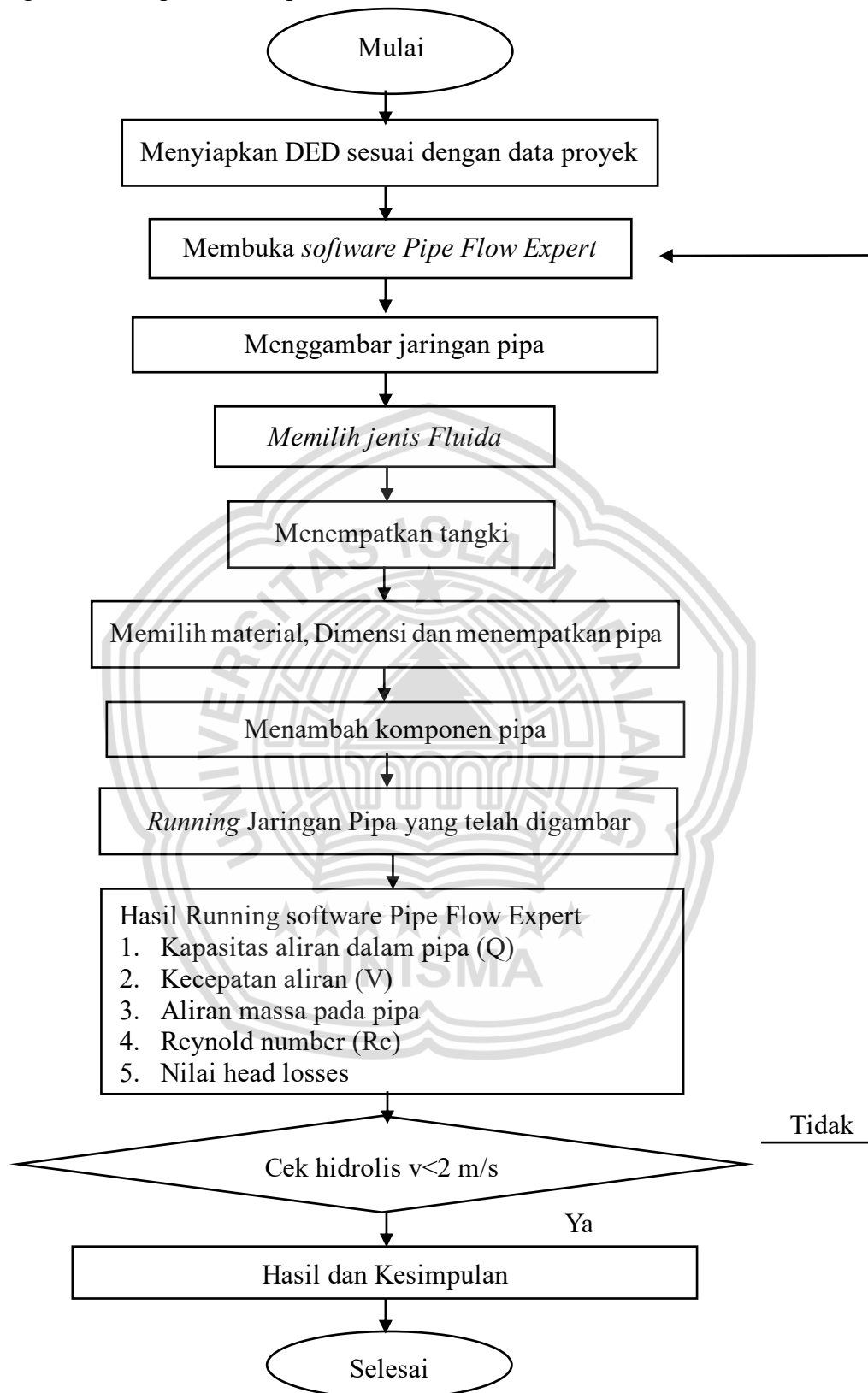
3.4 Diagram Alir Penelitian





Tabel 3. 2 Diagram Alir Penyelesaian Skripsi
Sumber : (Dokumen Pribadi, 2025)

3.5 Diagram Alir Pipe Flow Expert



Tabel 3. 3 Diagram Alir *Pipe Flow Expert*
Sumber : (Dokumen Pribadi, 2025)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan kebutuhan air bersih

Dalam merencanakan jaringan air bersih dan kebutuhan air bersih, memerlukan jumlah penghuni, jenis dan jumlah alat plambing serta beban unit alat plambing. Pada penelitian ini penulis menentukan besarnya kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah pengguna gedung. Untuk jumlah pengguna gedung RS Ibnu Sina Kab. Gresik ini dapat di analisa luas lantai efektifnya sehingga dapat menetapkan jumlah pengguna gedung. Jumlah lantai pada gedung ini 8 lantai (7 Lantai dan 1 Atap) .

Tabel 4. 1 Luasan Pada Gedung RS Ibnu Sina

No	Lantai	Uraian	Luas Area
1	Lantai Dasar	Teras	65.82
		Lobby	48.49
		Ruang Tunggu	107.25
		PIT Lift	10.84
		Toilet Pria	22.2
		Toilet Perempuan	21.83
		Ruang Poly	44.6
		Pantry	19.63
		Ruang Tunggu Poly	100.12
		Ruang Poly Umum	37.71
		Sub Total	522.59
2	Lantai 2	Toilet	8.11
		Ruang Janitor	2.29
		spoelhook	2.15
		Ruang Autoclave	2.96
		Ruangan Micro Non TB	40.22
		Ruang Bersih	8.99
		Ante Room	9.26
		Ruang Pengecetan	4.48
		Ruang Kimia Klinik	79.44
		Ruang Sampling	17.41
		Ruang Adm / Periksa	17.06
		Ruang ka.inst & ka.lab	14.36
		Pantry	10.4
		Mini Lab	18.32
		Gudang	20.1
		Gudang Reagent	10.23
		Ruang Pertemuan	42.27

No	Lantai	Uraian	Luas Area
		Ruang Sterilisasi	4.71
		Ruang Pembacaan	3.22
		Ante Room Reparasi	8.26
		Ruang Reparasi	6.79
		PIT Lift	10.84
		Koridor	47.54
		Sub Total	522.59
3	Lantai 3	Ruang Antara	12.78
		Janitor	2.29
		Toilet Perempuan	11.57
		Toilet Pria	14.1
		Toilet Dokter	7.56
		Ruang Bedah Umum	25.2
		Ruang Bedah TKV	29.76
		Ruang Bedah Digestif	32.07
		Ruang Bedah Urology	29.91
		Ruang uroflowmetri	23.81
		Toilet dokter uroflowmetri	2.14
		Ruang Administrasi	18.21
		Ruang poly Anastesi	16.03
		Ruang Bedah syaraf	18.93
		Ruang Tindakan	17
		Ruang Bedah Orthopedi	29.38
		Toilet Dokter orthopedi	2.1
		Balkon Samping	18.47
		Ruang Tunggu	114.87
		PIT Lift	10.84
		Balkon depan	28.2
		Sub Total	522.59
4	Lantai 4	Ruang Antara	12.78
		Janitor	2.29
		Toilet Perempuan	11.57
		Toilet Pria	14.1
		Toilet Dokter	7.56
		Ruang Periksa	118.54
		Ruang Administrasi	18.21
		Ruang Pojok Kognitif	16
		Ruang Tindakan Syaraf	18.93
		Ruang Periksa Syaraf	32.07
		Toilet Dokter Syaraf	2.07
		Balkon Samping	18.47
		Ruang Tunggu	114.87
		PIT Lift	10.84
		Balkon depan	28.2

No	Lantai	Uraian	Luas Area
		Sub Total	522.59
5	Lantai 5	Ruang Antara	12.78
		Janitor	2.29
		Toilet Perempuan	11.57
		Toilet Pria	14.1
		Ruang OKA	24.22
		Ruang Ganti	13.39
		Ruang Dental 1	22
		Ruang Dental 2	22
		Ruang Dental 3	18.57
		Ruang Dental Unit 4	19.83
		Ruang Dental Unit 5	19.83
		Ruang Dental Unit 6	21.06
		Ruang Adm	9.77
		Ruang Dokter	25.32
		Toilet Dokter	3.02
		Koridor Toilet	51.5
		Koridor Kleuar & Masuk Paramedic	30.42
		Toilet Umum Dokter	5.95
		PIT Lift	10.84
		Sub Total	522.59
6		Ruang Antara	12.78
		Janitor	2.29
		Toilet Perempuan	11.57
		Toilet Pria	14.1
		Toilet Dokter	7.56
		Ruang Musholah	16.08
		Ruang Arsip	26
		Ruang Sekertariat Komkordik	28
		Ruang KA Komkordik	10.6
		Ruang diskusi	48.04
		Ruang Skill Lab	24.07
		Perpustakaan	30.1
		Ruang Pembelajaran	87.58
		Balkon Depan	62.94
		Koridor	71.8
		Loker DM & RM	17.23
		PIT Lift	10.84
		Sub Total	522.59
7	Lantai 7	PIT Lift	10.84
		smoking area	53.37
		Taman	406.6
		Sub Total	518.52
8	Lantai 8	Atap	463.6

No	Lantai	Uraian	Luas Area
Sub Total			513.06

Sumber, Hasil Analisis, 2025

4.1.1 Perhitungan Jumlah Pengguna Gedung

Dalam menghitung jumlah penghuni berdasarkan keputusan menteri permukiman dan prasarana wilayah nomor. 403/KPTS/M/2002. Perhitungan dilakukan sesuai dengan ruang gerak pada ruangan.

Berikut rumus yang digunakan :

Jumlah Penghuni = Luas bangunan / ruangan² Ruang gerak

Keterangan :

Ruang gerak (5 m²/orang)

Jumlah Pengguna Lantai Satu = $\frac{522.59}{5} = 104,5$ dibulatkan menjadi 105 orang

Jumlah Pengguna Lantai Dua = $\frac{522.59}{5} = 104,5$ dibulatkan menjadi 105 orang

Jumlah Pengguna Lantai Tiga = $\frac{522.59}{5} = 104,5$ dibulatkan menjadi 105 orang

Jumlah Pengguna Lantai Empat = $\frac{522.59}{5} = 104,5$ dibulatkan menjadi 105 orang

Jumlah Pengguna Lantai Lima = $\frac{522.59}{5} = 104,5$ dibulatkan menjadi 105 orang

Jumlah Pengguna Lantai Enam = $\frac{522.59}{5} = 104,5$ dibulatkan menjadi 105 orang

Jumlah Pengguna Lantai Tujuh = $\frac{518.52}{5} = 103,7$ dibulatkan menjadi 104 orang

Jumlah Pengguna Lantai Delapan = $\frac{513.06}{5} = 102,6$ dibulatkan menjadi 103 orang

Σ Total Penghuni = 837 orang

Didapatkan jumlah penghuni pada gedung rumah sakit ini sebanyak 837 orang.

4.1.2 Menghitung Pemakaian Rata-Rata Air Per Hari Jum (Qd)

Dalam perhitungan kebutuhan air bersih menurut SNI 03-7065-2005 tentang tata cara perencanaan sistem plumbing gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ibnu Sina termasuk pemakaian air rata-rata per orang setiap hari pada

jenis gedung rumah sakit dengan kategori umum untuk pasien rawat jalan sebesar 5 liter/orang/hari (hal 19)

Maka jumlah kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut :

Qd = banyak penghuni x 5 liter perorang perhari

Qd Lantai Satu = 105 x 5 liter perorang perhari

= 525 liter/hari

= 0,525 m³/hari

Qd lantai Dua = 105 x 5 liter perorang perhari

= 525 liter/hari

= 0,525 m³/hari

Qd Lantai Tiga = 105 x 5 liter perorang perhari

= 525 liter/hari

= 0,525 m³/hari

Qd lantai Empat = 105 x 5 liter perorang perhari

= 525 liter/hari

= 0,525 m³/hari

Qd Lantai Lima = 105 x 5 liter perorang perhari

= 525 liter/hari

= 0,525 m³/hari

Qd lantai Enam = 105 x 5 liter perorang perhari

= 525 liter/hari

= 0,525 m³/hari

Qd lantai Tujuh = 104 x 5 liter perorang perhari

= 520 liter/hari

= 0,52 m³/hari

$$\begin{aligned} Q_d \text{ lantai Delapan} &= 103 \times 5 \text{ liter perorang perhari} \\ &= 515 \text{ liter/hari} \\ &= 0,515 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi, Pemakaian air bersih rata – rata perhari adalah:

$$\begin{aligned} Q_d \text{ total} &= 0,525 + 0,525 + 0,525 + 0,525 + 0,525 + 0,525 + 0,52 + \\ &\quad 0,515 \\ &= 4,185 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 4185 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Dimana :

$$Q_d = \text{Jumlah kebutuhan air per hari (m}^3/\text{hari)}$$

Untuk menentukan Kebutuhan pemakaian air bersih dalam sehari yaitu dengan mengalikan jumlah kebutuhan air bersih dengan 100% ditambah dengan 20% nya, karena diperkirakan perlu adanya penambahan untuk pendingin gedung, pancuran air, penyiraman tanaman, dan lain sebagainya (Sunarno, 2005). Sehingga pemakaian air rata-rata sehari menjadi :

$$\begin{aligned} Q_d \text{ perhari} &= (100\% + 20\%) \times Q_d \text{ total} \\ &= (100\% + 20\%) \times 4,185 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1,2 \times 4,185 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 5,022 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.1.3 Menghitung Pemakaian Rata-Rata Air Per Jam (Q_h)

pada buku (Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura, 2005) jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari untuk gedung rumah sakit adalah 8-10 jam. Diasumsikan Pada pemakaian air rata-rata sehari (T) ini memakai durasi 8 jam, sehingga diperoleh jumlah pemakaian air jam kerja melalui perhitungan (Q_h) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{Q_d}{T} \\ &= \frac{5,022 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}} \end{aligned}$$

$$= 0,628 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Q_h = Kebutuhan air rata-rata pada jam kerja (m^3/jam)

Q_d = Jumlah kebutuhan air per hari (m^3/hari)

t = Rata-rata pemakaian air bersih perhari (jam/hari)

4.1.4 Perhitungan Kebutuhan Air Pada Jam Puncak ($Q_{h \text{ max}}$)

Menurut Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005, konstanta “ c_1 ” sekitar 1,5 sampai 2. Nilai C_1 (konstanta untuk jam puncak) = 2 diambil dari nilai konstanta maksimum, maka kebutuhan air pada jam puncak adalah :

$$\begin{aligned} Q_{h \text{ max}} &= Q_h \times C_1 \\ &= 0,628 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \\ &= 1,256 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1.256 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

4.1.5 Perhitungan Kebutuhan Air Pada Menit Puncak ($Q_{m \text{ max}}$)

Menurut Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005, konstanta “ C_2 ” sekitar 3,0 sampai 4,0. Nilai C_2 (konstanta untuk jam puncak) = 4 diambil dari nilai konstanta maksimum, maka kebutuhan air pada menit puncak adalah :

$$\begin{aligned} Q_{m \text{ max}} (Q_p) &= \frac{(C_2 \times Q_h)}{60 \text{ menit}} \\ &= \frac{4 \times 0,628}{60 \text{ menit}} \\ &= 0,042 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 42 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

4.2 Perhitungan Kebutuhan Kapasitas Tangki

Tangki ini di maksudkan untuk menampung kebutuhan air bersih sehari – hari. Kebutuhan air bersih pada jam puncak, pemakaian ini diperhitungkan sebagai kapasitas dari tangki, sehingga sebelum dan sesudah jam puncak pemakaian air bersih tetap terpenuhi.

Dalam perhitungan kebutuhan tangki terbagi menjadi 2, yaitu tangki bawah dan tangki atas

1. Kapasitas Tangki Air Bawah (*Ground Water Tank*)

Air yang ditampung pada bak air bawah (*ground water tank*) diperlukan ukuran yang sesuai dengan kapasitas penampungan sehingga air pada jam puncak dapat tercukupi. Penentuan ukuran atau kapasitas *ground water tank* ditentukan berdasarkan perhitungan sebagai berikut :

V_f = Cadangan air untuk pemadam kebakaran dengan kapasitas pompa hydrant 1000 USGPM dan lama waktu pemadaman api adalah 60 menit (sesuai dengan NFPA)

$$= 1000 \text{ USGM} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 60.000 \text{ USGM (per menit)}$$

$$= 227 \text{ m}^3$$

$$= 1 \text{ USGPM} = 0,003785 \text{ m}^3$$

V_R

$$= Q_d - Q_s \cdot T$$

$$= Q_d - (Q_s \cdot \frac{2}{3} \cdot T) + V_f$$

$$= 5,022 \text{ m}^3/\text{hari} - (0,2511 \text{ m}^3/\text{hari} \times \frac{2}{3} \times 9 \text{ jam}) + 227$$

$$= 230,515 \text{ m}^3$$

Jadi, volume pada *ground water tank* sebesar sebesar $230,515 \text{ m}^3$ atau $\pm 235 \text{ m}^3$ untuk satu hari pemakaian dengan dimensi yang digunakan adalah $10 \text{ m} \times 7,67 \text{ m} \times 3 \text{ m}$

Dimana:

$$Q_s = \text{Kapasitas pipa dinas (m}^3/\text{hari)}$$

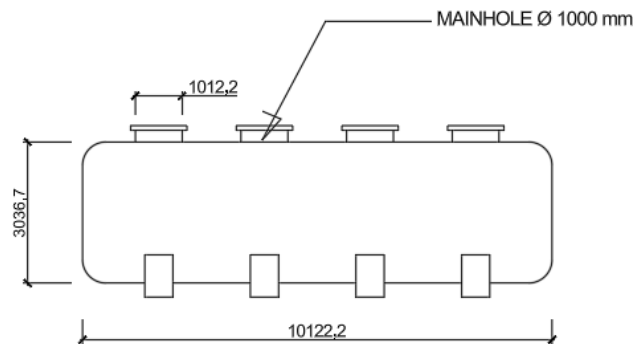
$$Q_s = \frac{Q_d}{20 \text{ jam/hari}}$$

$$= \frac{5,022}{20 \text{ jam/hari}}$$

$$= 0,2511 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_d = 5,022 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$T = \text{Rata-rata jangka waktu pemakaian (9 jam)}$$



Gambar 4. 1 Desain 3 Dimensi *Ground Water Tank*

Sumber: (Gambar Pribadi, 2025)

2. Kapasitas Tangki Air Atas (*Roof Tank*)

Tangki atas digunakan untuk menampung kebutuhan puncak dan biasanya di sediakan dengan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan jam puncak. Dalam menentukan dimensi bak air atas (*Roof Tank*) terlebih dahulu harus ditentukan kapasitas volume air yang harus ditampung dalam bak tersebut. Penentuan kapasitas volume tangki air atas menggunakan persamaan dapat ditentukan melalui perhitungan seperti berikut :

$$\begin{aligned} V_E &= (Q_p - Q_{\max}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\ &= (0,042 \text{ m}^3/\text{menit} - 0,0209 \text{ m}^3/\text{menit}) 60 \text{ menit} - (0,0209 \text{ m}^3/\text{menit} \times 10) \\ &= 1,0651 \text{ m}^3 \text{ (posisi pada lantai atap)} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} Q_p &= Q_{m \max} \\ &= 0,042 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= Q_{h-\max} / 60 \\ &= 1,256 \text{ m}^3/\text{jam} / 60 \\ &= 0,0209 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

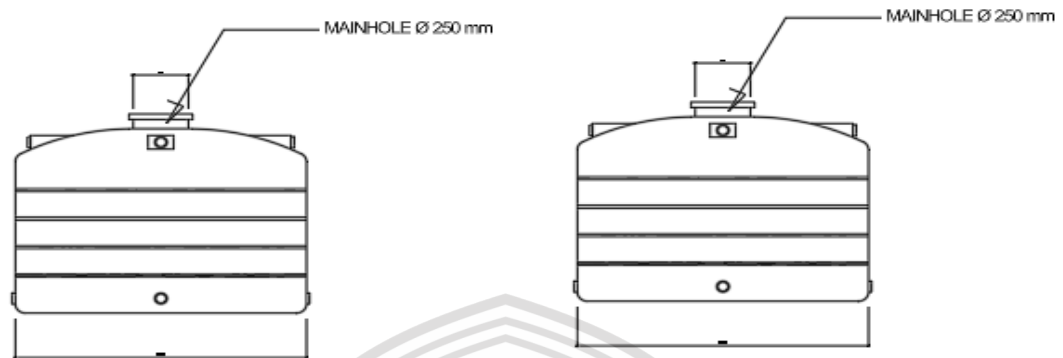
$$Q_{pu} = Q_{\max}$$

T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit) = 60 menit (diasumsikan)

T_{pu} = Jangka waktu kerja pompa (menit) = 10 menit (diasumsikan)

- Kapasitas efektif tangka air atas adalah :

Jadi volume tangki air atas adalah $1,057 \text{ m}^3 = 1.057 \text{ liter}$ maka dimensi yang digunakan untuk tangki air atas adalah $1,375 \times 0,8 \times 1 \text{ m}$ dengan volume efektif tangki 1.100 liter.



Gambar 4. 2 Desain 3 Dimensi *Roof Tank*

Sumber: (Gambar Pribadi, 2025)

4.3 Sistem Pemipaan Air Bersih Serta Penentuan *Head Loss*

4.3.1 Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari GWT ke *Roof Tank*

Nilai kapasitas aliran air diperlukan dalam merencanakan diameter pipa tegak, berikut perhitungannya :

a) Kecepatan pengaliran (v) Kecepatan aliran dalam pipa menurut SNI 03-7065-2005 minimal 0,9 m/detik dan maksimal 2,0 m/detik. Diasumsikan pada gedung ini memakai kecepatan aliran sebesar 1,5 m/detik.

b) Debit pengaliran puncak (Q) Debit pengaliran puncak ini disesuaikan dengan hasil dari perhitungan pemakaian air pada jam puncak.

$$\begin{aligned} Q_{pu} &= 0,042 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 0,042 / 60 \\ &= 0,0007 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

c) Menentukan diameter pipa tegak

d) Penentuan dimensi pipa tegak dari ground water tank menuju roof tank

Mencari diameter pipa air bersih dengan menggunakan persamaan

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,0007}{3,14 \times 2}}$$

$$= 0.021 \text{ m} = 25 \text{ mm} = (1 \text{ inchi})$$

Setelah mendapat diameter dari hasil perhitungan, dilakukan penyesuaian diameter yang tersedia di pasaran. Direncanakan distribusi air bersih menggunakan pipa PPR PN 16. Berikut ini tabel diameter nominal pipa :

Tabel 4. 2 Diameter Nominal Pipa PPR-PN 16

Mm	inchi	mm	inchi
15	½	80	3½
20	¾	100	4
25	1	125	5
32	1¼	150	6
40	1½	200	8
50	2	250	10
65	2½	300	12
75	3	400	16

Sumber : (<https://ragampipa.com>, 2023)

e) Perhitungan kecepatan pengaliran yang sebenarnya (Vcek) Menghitung kecepatan pengaliran sebenarnya (Vcek) kontrol kecepatannya minimal 0,9 m/detik dan maksimal 2,0 m/detik sesuai dengan SNI 03-7065-2005 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_{cek} &= \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} \\
 &= \frac{4 \times 0,0007 \text{ m}^3/\text{detik}}{3,14 \times 0,025^2} \\
 &= 1,42 \text{ m/detik} < 2 \text{ m/detik (OKE)}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 3 Perhitungan Kecepatan

Diameter pipa (D)	Debit pengaliran puncak (Q)	π	V (m/s)	Keterangan (V < 2 m/s)
15 (½ inchi)	0,0007	3,14	3.963198868	Tidak memenuhi
20 (¾ inchi)	0,0007	3,14	2.229299363	Tidak memenuhi
25 (1 inchi)	0,0007	3,14	1.426751592	Memenuhi
32 (1 ¼ inchi)	0,0007	3,14	0.870820064	Tidak memenuhi
40 (1 ½ inchi)	0,0007	3,14	0.557324841	Tidak memenuhi

Diameter pipa (D)	Debit pengaliran puncak (Q)	π	V (m/s)	Keterangan
50 (2 inchi)	0,0007	3,14	0.356687898	Tidak memenuhi
65 (2 ½ inchi)	0,0007	3,14	0.211057928	Tidak memenuhi
75 (3 inchi)	0,0007	3,14	0.158527955	Tidak memenuhi
80 (3½ inchi)	0,0007	3,14	0.13933121	Tidak memenuhi
100 (4 inchi)	0,0007	3,14	8.917197452	Tidak memenuhi
125 (5 inchi)	0,0007	3,14	5.707006369	Tidak memenuhi
150 (6 inchi)	0,0007	3,14	3.963198868	Tidak memenuhi
200 (8 inchi)	0,0007	3,14	2.229299363	Tidak memenuhi
250 (10 inchi)	0,0007	3,14	1.426751592	Memenuhi
300 (12 inchi)	0,0007	3,14	0.990799717	Tidak memenuhi
400 (16 inchi)	0,0007	3,14	0.557324841	Tidak memenuhi

Sumber: Hasil Analisa, 2025

4.3.2 Perhitungan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih

Contoh perhitungan : Lantai 1

Sistem 1 : Unit Alat Plumbing *Jet Washer*

- Nama alat plumbing : *Jet Washer*
- Unit alat plumbing : 2 WSFU (pedoman plumbing Indonesia)
- Debit aliran air = 0,032 l/detik = 0,00032 m^3 /detik
- Diameter perhitungan

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,00032}{3,14 \times 2}}$$

$$= 0,014 \text{ m} = 14 \text{ mm}$$
- Diameter pakai = 15 mm
- Kecepatan aliran

$$= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{4 \times 0,00032}{3,14 \times 15^2}$$

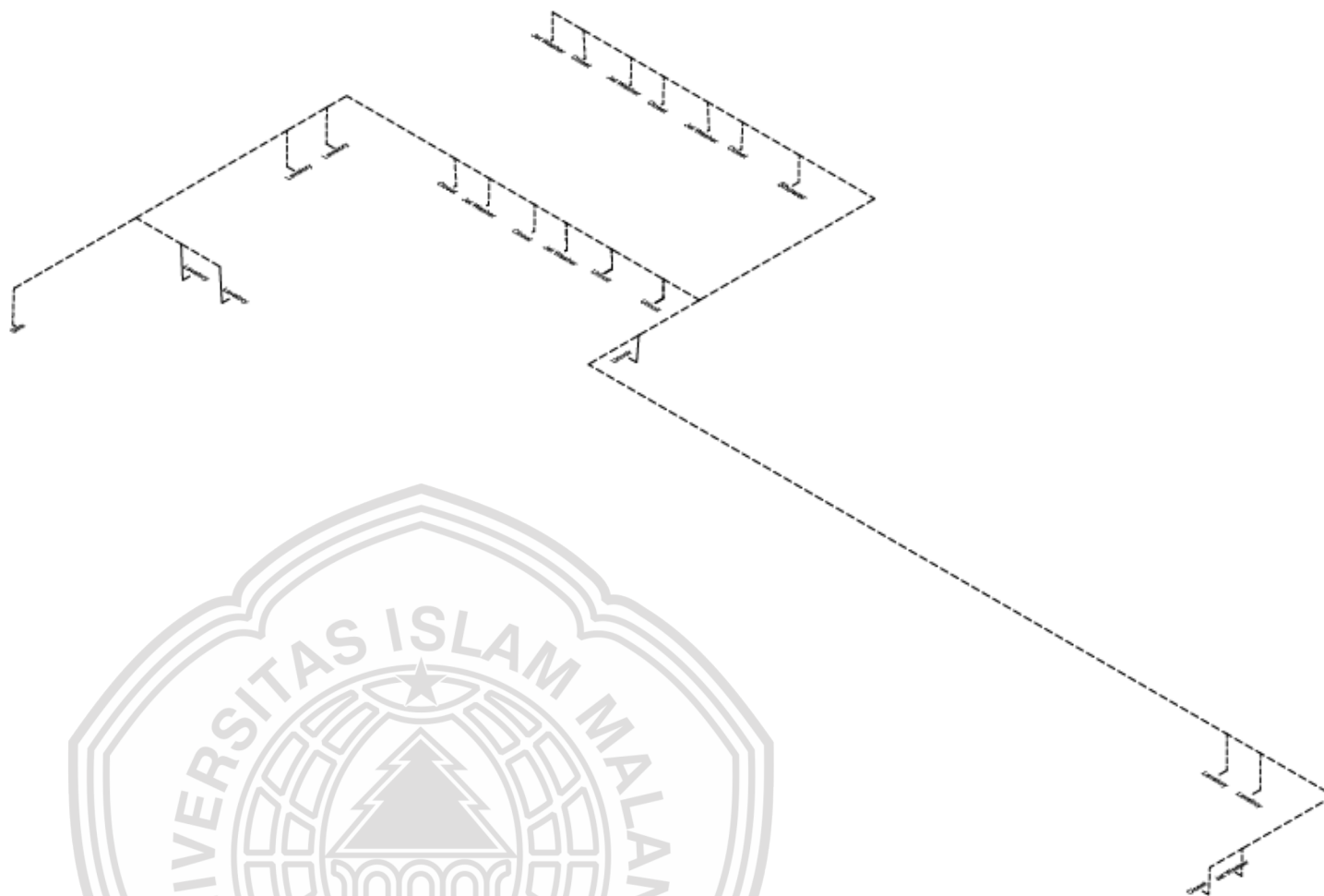
$$= 1,812 < 2 \text{ m/detik (OKE)}$$

Hasil perhitungan diameter pipa air bersih pada tiap lantai akan disajikan dalam tabel dengan cara perhitungan yang sama seperti yang tertera di atas.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 1

LANTAI 1								
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	shower	4	0,51	0,00051	0,01802	18	20	1,624
Sistem 2	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 3	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,01616	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,01616	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,01616	16	20	1,305
sistem 4	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	sink	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 5	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878

Sumber, Hasil Analisa, 2025

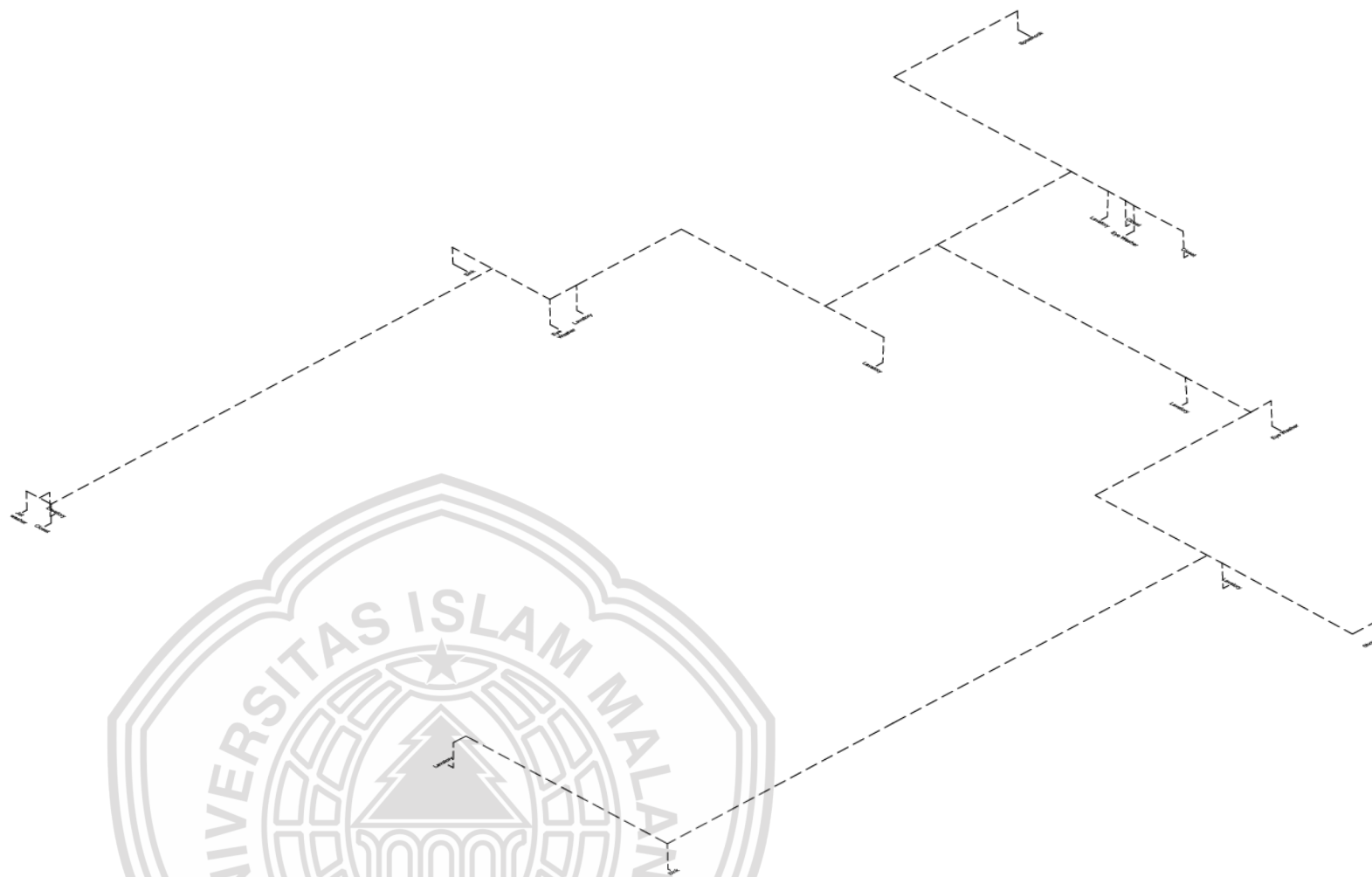


Gambar 4. 2 Skema Pipa Air Bersih Lantai 1
Sumber: (Gambar Pribadi, 2025)

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 2

LANTAI 2								
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	Spoelhook	1	0,4	0,0004	0,01596	16	20	1,273
Sistem 2	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
Sistem 3	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	eye washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
Sistem 4	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	eye washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 5	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	shower	4	0,51	0,00051	0,01802	18	20	1,624
sistem 6	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 7	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	eye washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	sink	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 8	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Jet Washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
sistem 9	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	sink	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	Lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811

Sumber : Hasil Analisis, 2025

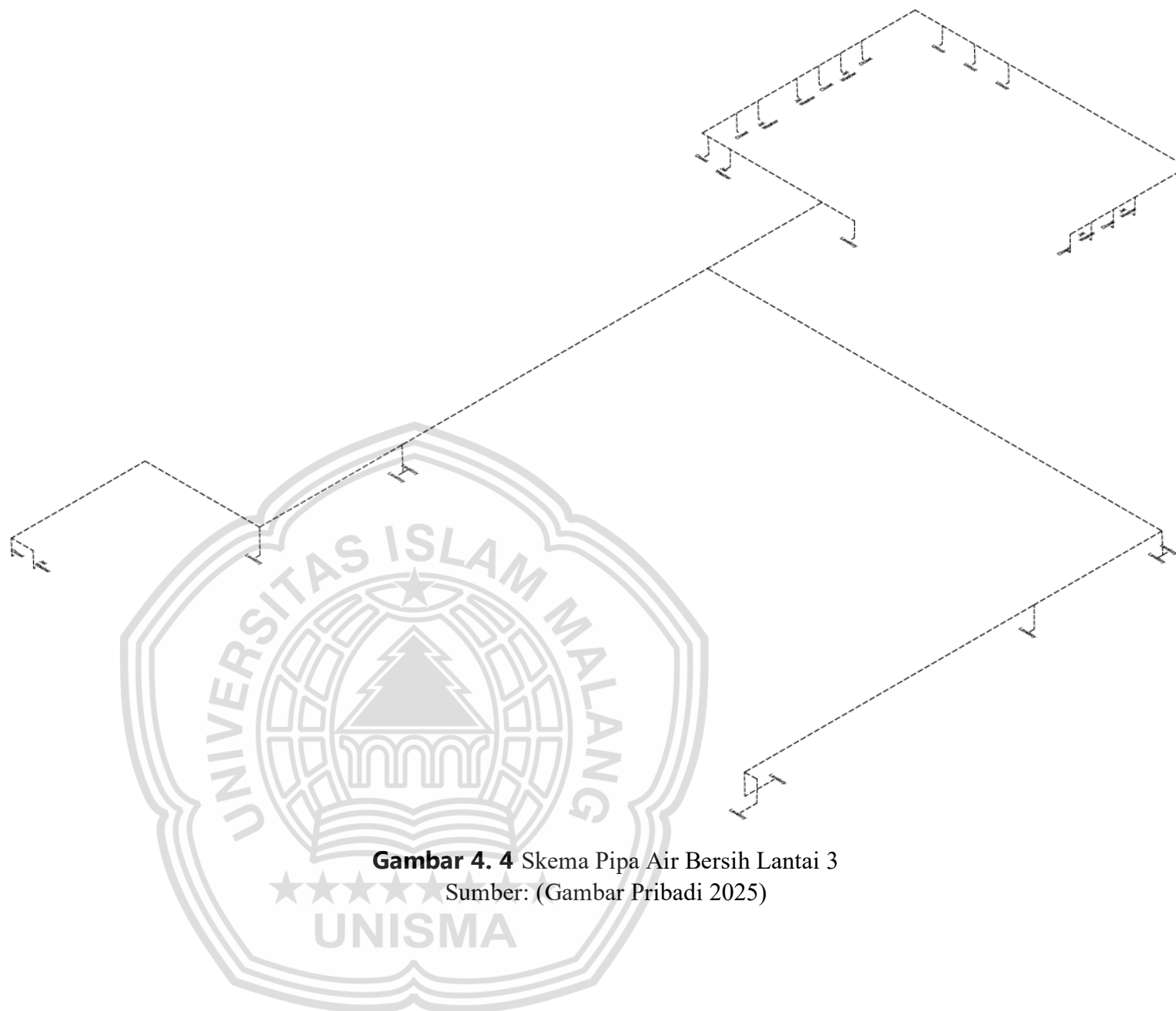


Gambar 4. 3 Skema Pipa Air Bersih Lantai 2
Sumber: (Gambar Pribadi 2025)

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 3

LANTAI 3								
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,01616	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,01616	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,01616	16	20	1,305
sistem 2	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
sistem 3	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 4	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 5	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 6	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 7	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
sistem 8	lavatory	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,01939	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,01428	14	15	1,811

Sumber : Hasil Analisis, 2025



Gambar 4. 4 Skema Pipa Air Bersih Lantai 3

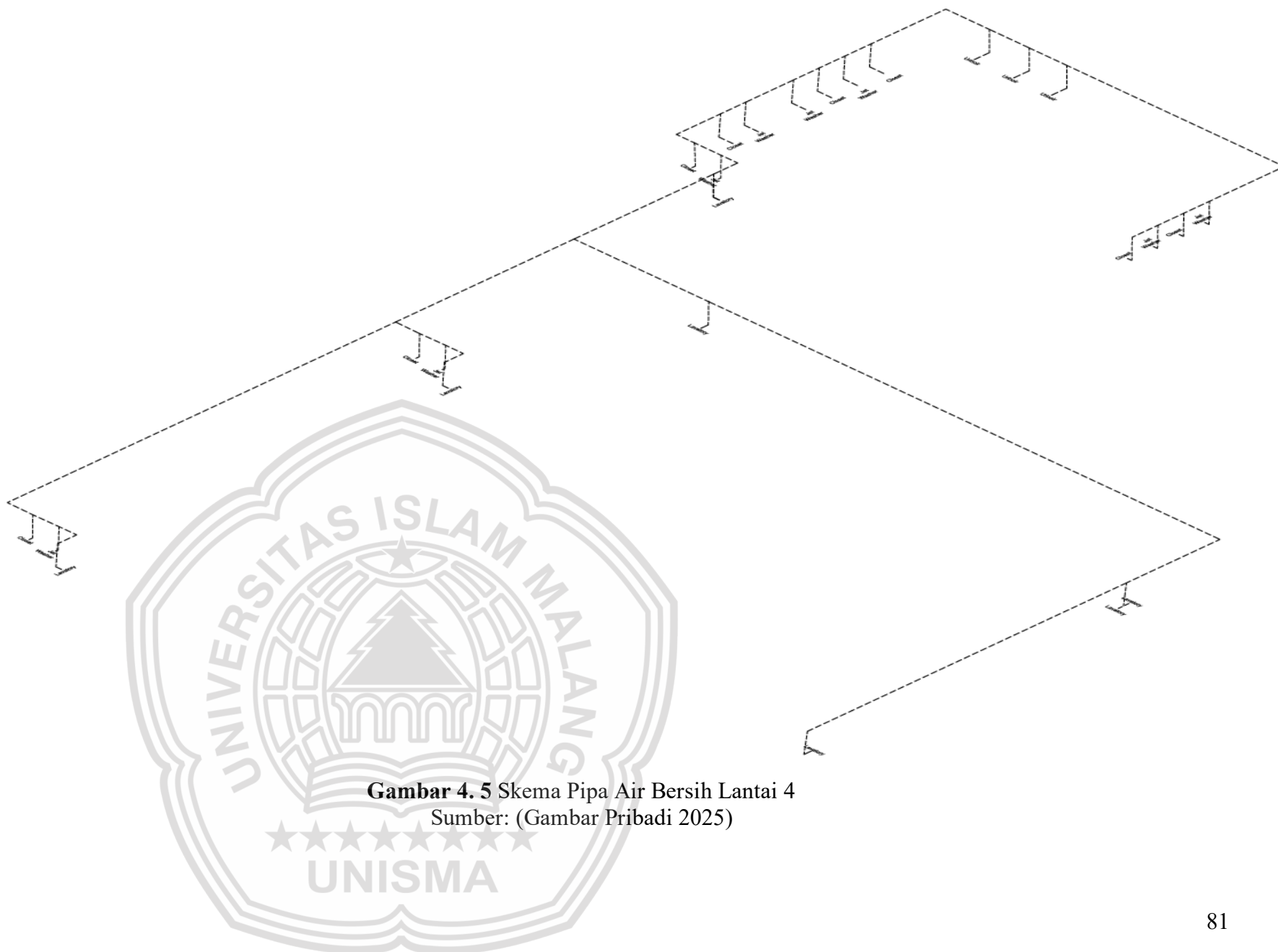
Sumber: (Gambar Pribadi 2025)

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 4

LANTAI 4								
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
sistem 2	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
sistem 3	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
sistem 4	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
sistem 5	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
sistem 6	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
sistem 7	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
sistem 8	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811

Sumber : Hasil Analisis, 2025





Gambar 4. 5 Skema Pipa Air Bersih Lantai 4
Sumber: (Gambar Pribadi 2025)

LANTAI 5

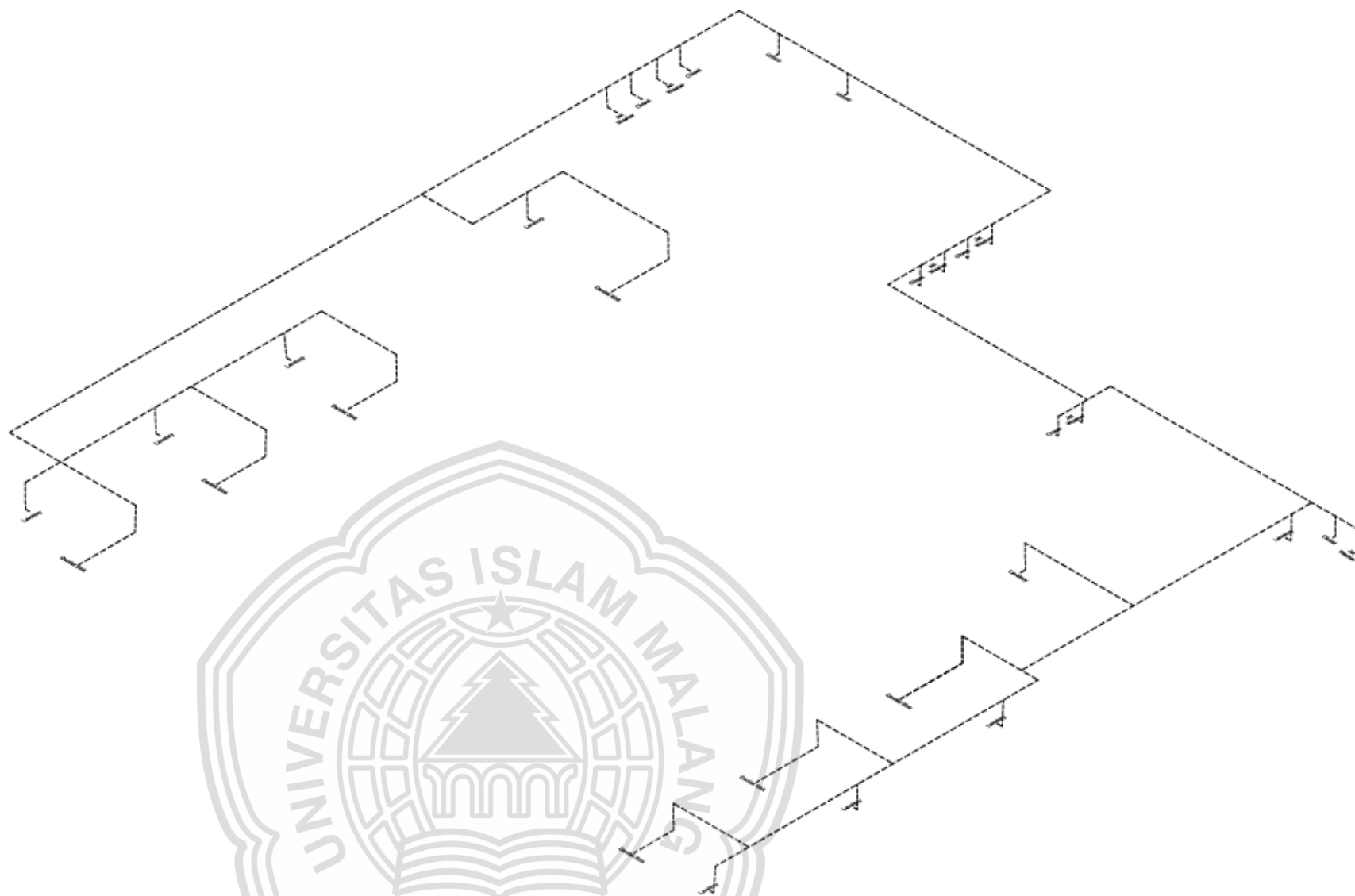
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
sistem 2	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
sistem 3	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
sistem 4	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
sistem 5	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075
sistem 6	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075
sistem 7	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075
sistem 8	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811

	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075
sistem 9	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075
sistem 10	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075
sistem 11	lavatory	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	Dentist sink	1	0,19	0,00019	0,011000869	11	15	1,075

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 5

Sumber : Hasil Analisis, 2025





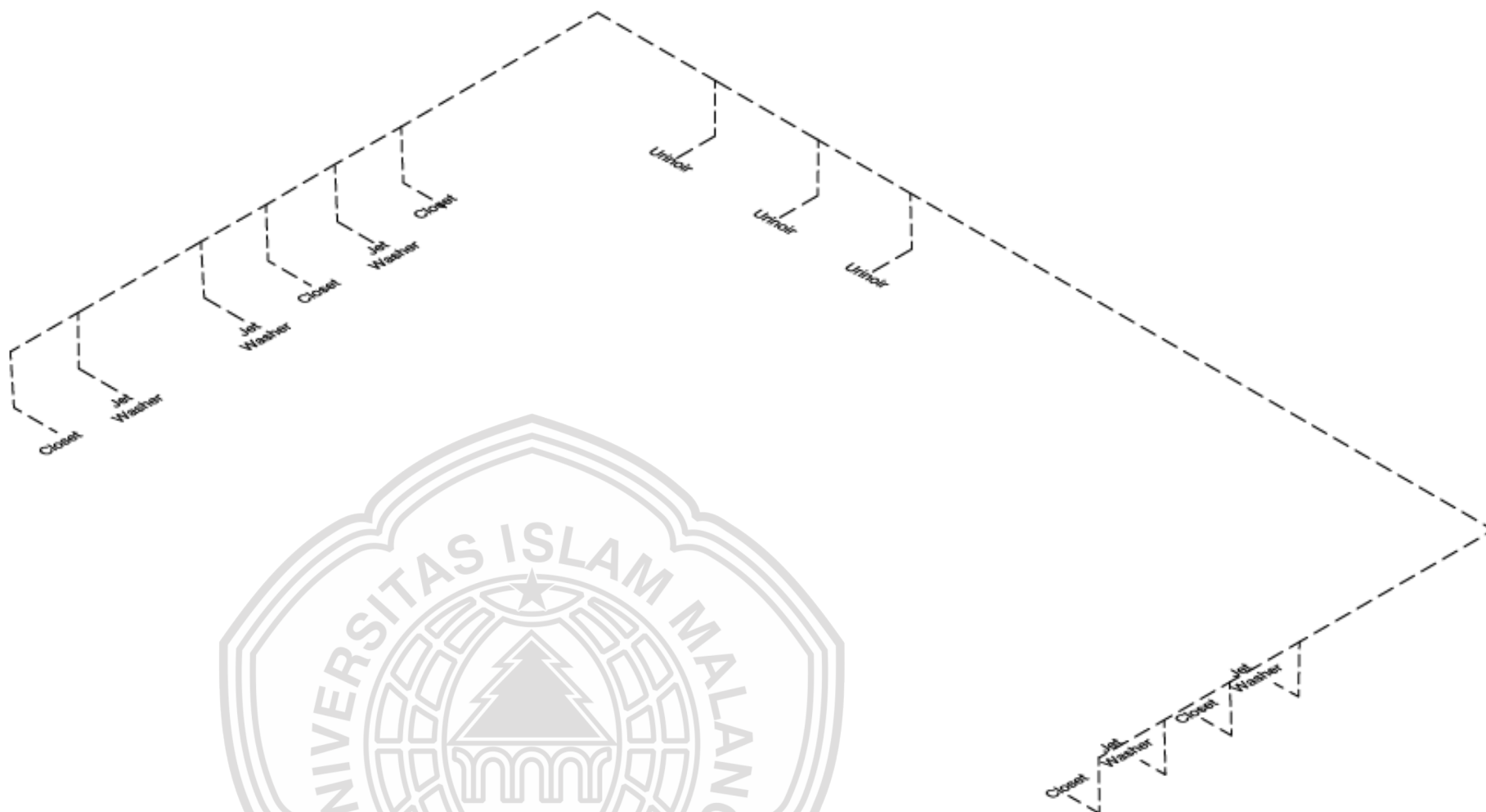
★★★★★ **Gambar 4. 6** Skema Pipa Air Bersih Lantai 5
Sumber: (Gambar Pribadi 2025)

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 6

LANTAI 6								
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
sistem 2	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,332	0,000332	0,014541835	14	15	1,879
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
sistem 3	shower	4	0,51	0,00051	0,018023339	18	20	1,624

Sumber: Hasil Analisis, 2025



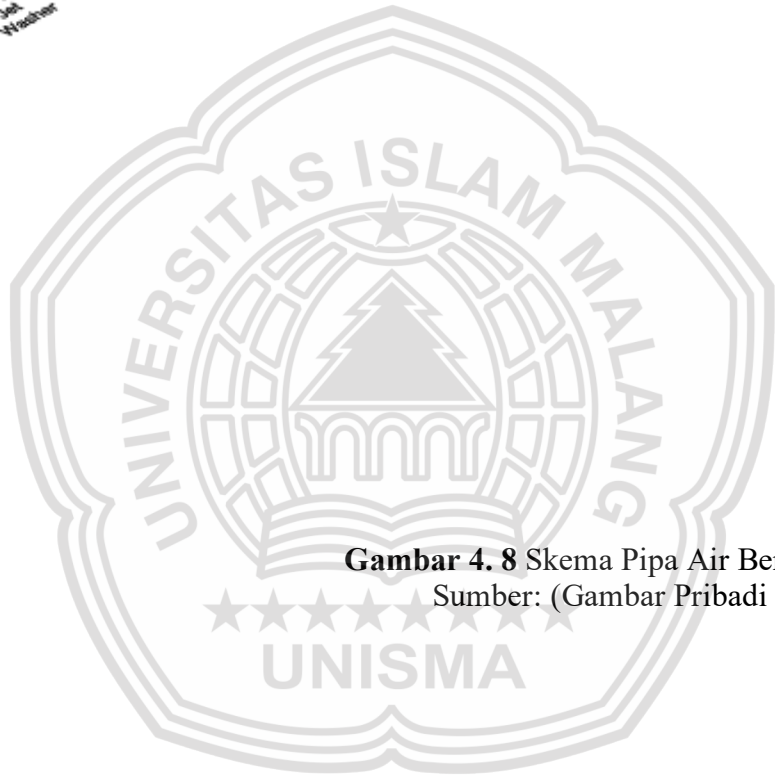


Gambar 4. 7 Skema Pipa Air Bersih Lantai 6
Sumber: (Gambar Pribadi 2025)

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Lantai 7

LANTAI 7								
Sistem	Nama Alat Plambing	WSFU	Laju Aliran Air (1/detik)	Laju Aliran Air (m3/detik)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Sistem 1	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	19	2,081
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	urinoir	3	0,41	0,00041	0,016160028	16	20	1,305
	jet washer	2	0,32	0,00032	0,014276612	14	15	1,811
	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878
	jet washer	2	0,332	0,000332	0,014541835	14	15	1,879
sistem 2	closet	5	0,59	0,00059	0,019385463	19	20	1,878

Sumber: Hasil Analisis, 2025



Sumber: (Gambar Pribadi 2025)

4.3.3 Perhitungan Diameter Pipa Utama Air Bersih

- Unit alat plumbing : 400 WSFU
- Debit aliran air : 8,01 l/detik = 0,00801 $m^3/detik$
- Diameter perhitungan
$$= \sqrt{\frac{4.Q}{\pi.v}}$$
$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,00801 \text{ } m^3/detik}{3,14 \times 2}}$$
$$= 0,071 \text{ m} = 71 \text{ mm}$$
- Diameter pakai = 75 mm = 3 inchi
- Kecepatan aliran (V)
$$= \frac{4.Q}{\pi.D^2}$$
$$= \frac{4 \times 0,00801 \text{ } m^3/detik}{3,14 \times 75^2}$$
$$= 1,814 \text{ m/detik} < 2 \text{ m/detik (OKE)}$$

Tabel 4. 11 hasil perhitungan pipa utama distribusi air bersih

SISTEM	WSFU	Laju Aliran Air (l/detik)	Laju Aliran Air ($m^3/detik$)	Diameter Perhitungan (m)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
Pipa Utama	400	8,01	0,00801	0,071	71	75	1,814

Sumber : (Hasil Analisis, 2025)

4.3.4 Perhitungan Headloss Tiap Alat Plumbing

Kerugian *head* yang terjadi merupakan akibat dari gesekan antara air dengan pipa. Kerugian *head* dapat digunakan untuk memperhitungkan besarnya tekanan air yang keluar pada alat plumbing. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung kerugian *head* :

1. Menentukan peralatan pipa yang digunakan, seperti sambungan pipa, belokan maupun katup (*valve*).
2. Mencari besarnya panjang ekivalen dari pipa dengan menggunakan tabel.
3. Menentukan bilangan *Reynold* aliran air didalam pipa dengan menggunakan rumus :

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Dimana:

- Re = Bilangan Reynolds
V = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)
D = Diameter pipa (m)
 ν = Viskositas kinematik zat cair (m²/s)

4. Menentukan kerugian *head* total dengan menggunakan rumus:

$$H_l = \lambda \frac{L_e \times V^2}{D \times 2g}$$

Dimana:

- H_l = Kerugian Head total (m)
 λ = Faktor gesekan
D = Diameter pipa (m)
L_e = Panjang ekivalen pipa (m)
V = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)
g = Percepatan gravitasi (9,81 m²/s)

Contoh perhitungannya : Pada lantai 1
Sistem 1 : Unit alat plumbing jet washer
Diketahui

$$\begin{aligned} D &= 0,015 \text{ m} \\ V &= 1,812 \\ \nu &= 1,004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik} \\ \lambda &= \text{Faktor gesekan} \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_e &= \text{Panjang ekivalen (m)} \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Re} &= \frac{V \times D}{\nu} \\ &= \frac{1,812 \text{ m/detik} \times 0,015}{1,004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}} \\ &= 27072 \end{aligned}$$

$$- \lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$\begin{aligned} &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,015} \\ &= 0,053 \\ - \quad H_l &= \lambda \frac{L_e \times V^2}{D \times 2g} \\ &= 0,053 \frac{0,64 \times 1,812^2}{0,015 \times 2 \times 9,81} \\ &= 0,378 \text{ m} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan headloss tiap alat plumbing akan disajikan dalam bentuk tabel dengan cara perhitungan yang sama seperti yang tertera di atas.



Tabel 4. 12 Perhitungan *Headloss* pada Lantai 1

LANTAI 1								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	V	Panjang pipa (L) (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
Sistem 1	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,64	27071,71315	0,04	0,37843
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,88	37430,27888	0,045	0,41965
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,64	27071,71315	0,04	0,37843
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,88	37430,27888	0,045	0,41965
	JW - CL	0,02	1,812	0,000001004	0,64	36095,61753	0,045	0,28382
	CL - SW	0,02	1,879	0,000001004	1,12	37430,27888	0,045	0,53409
	SW - S1	0,02	1,624	0,000001004	2,68	32350,59761	0,045	0,95467
Sistem 2	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	0,97	27071,71315	0,04	0,57355
	LV - S2	0,015	1,812	0,000001004	2,61	27071,71315	0,04	1,54327
sistem 3	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,64	27071,71315	0,04	0,37843
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,88	37430,27888	0,045	0,41965
	JW - UR	0,02	1,879	0,000001004	0,81	37430,27888	0,045	0,38627
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	1,2	26015,93625	0,045	0,27645
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	2,12	26015,93625	0,045	0,48839
	UR - S3	0,02	1,306	0,000001004	2,47	26015,93625	0,045	0,56902
sistem 4	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	0,96	27071,71315	0,04	0,56764
	LV - SN	0,015	1,812	0,000001004	3,1	27071,71315	0,04	1,83301
	SN - S4	0,015	1,812	0,000001004	2,69	27071,71315	0,04	1,59058
sistem 5	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	0,87	27071,71315	0,04	0,51442
	LV - JW	0,015	1,812	0,000001004	3,69	27071,71315	0,04	2,18187
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,73	27071,71315	0,04	0,43164
	CL - S5	0,02	1,879	0,000001004	2,52	37430,27888	0,045	1,20171

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Tabel 4. 13 Perhitungan *Headloss* pada Lantai 2

LANTAI 2								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	Hl
Sistem 1	SH - S1	0,02	1,879	0,000001004	2,34	37430,27888	0,045	1,1159
Sistem 2	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,64	27071,71315	0,04	0,3784
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,88	37430,27888	0,045	0,4196
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,64	27071,71315	0,04	0,3784
	CL - S2	0,02	1,879	0,000001004	2,39	37430,27888	0,045	1,1397
Sistem 3	LV - EW	0,015	1,812	0,000001004	0,97	27071,71315	0,04	0,5736
	EW - S3	0,015	1,812	0,000001004	2,12	27071,71315	0,04	1,2535
Sistem 4	LV - EW	0,015	1,812	0,000001004	2,35	27071,71315	0,04	1,3895
	EW - S4	0,015	1,812	0,000001004	2,21	27071,71315	0,04	1,3068
sistem 5	LV - SW	0,015	1,812	0,000001004	3,95	27071,71315	0,04	2,3356
	SW - S5	0,02	1,624	0,000001004	2,09	32350,59761	0,045	0,7445
sistem 6	LV - S6	0,015	1,812	0,000001004	2,35	27071,71315	0,04	1,3895
sistem 7	LV - EW	0,015	1,812	0,000001004	0,96	27071,71315	0,04	0,5676
	EW - SN	0,015	1,812	0,000001004	3,93	27071,71315	0,04	2,3238
	SN - S7	0,015	1,812	0,000001004	2,24	27071,71315	0,04	1,3245
sistem 8	LV - JW	0,015	1,812	0,000001004	0,77	27071,71315	0,04	0,4553
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,73	27071,71315	0,04	0,4316
	CL - S8	0,02	1,879	0,000001004	2,52	37430,27888	0,045	1,2017
sistem 9	LV - SN	0,015	1,812	0,000001004	5,37	27071,71315	0,04	3,1752
	SN - LV	0,015	1,812	0,000001004	5,52	27071,71315	0,04	3,2639
	LV - S9	0,015	1,812	0,000001004	3,38	27071,71315	0,04	1,9986

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 14 Perhitungan *Headloss* pada Lantai 3

LANTAI 3								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
Sistem 1	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,66	27071,71315	0,04	0,41965
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,63	37430,27888	0,045	0,30043
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,66	27071,71315	0,04	0,39025
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,73	37430,27888	0,045	0,34812
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,64	27071,71315	0,04	0,37843
	CL - UR	0,02	1,879	0,000001004	2,1	37430,27888	0,045	21598,89
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	1,2	26015,93625	0,045	10441,24
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	0,9	26015,93625	0,045	0,20734
	UR - S1	0,02	1,306	0,000001004	2,48	26015,93625	0,045	0,57133
sistem 2	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,65	27071,71315	0,04	0,38434
	CL - JW	0,02	1,202	0,000001004	1,76	23944,22311	0,045	0,34345
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,79	27071,71315	0,04	0,46712
	CL - S2	0,02	1,202	0,000001004	2,23	23944,22311	0,045	0,43517
sistem 3	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	0,23	27071,71315	0,04	0,13600
	LV - S3	0,015	1,812	0,000001004	2,47	27071,71315	0,04	1,46049
sistem 4	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,79	27071,71315	0,04	0,46712
	CL - LV	0,02	1,879	0,000001004	3,42	37430,27888	0,045	1,63090
	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	2,37	27071,71315	0,04	1,40136
sistem 5	LV - S5	0,015	1,812	0,000001004	1,42	27071,71315	0,04	0,83963
sistem 6	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	0,24	27071,71315	0,04	0,14191
	LV - S6	0,015	1,812	0,000001004	2,41	27071,71315	0,04	1,42501
sistem 7	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	1,56	27071,71315	0,04	0,92242
	LV - S7	0,015	1,812	0,000001004	2,57	27071,71315	0,04	1,51962
sistem 8	LV - CL	0,015	1,812	0,000001004	7,57	27071,71315	0,04	4,47608
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,69	37430,27888	0,045	0,32904
	JW - S8	0,015	1,812	0,000001004	2,39	27071,71315	0,04	1,41319

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 15 Perhitungan Headloss pada Lantai 4

LANTAI 4								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
Sistem 1	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	1,27	27071,71315	0,04	0,7509
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	1,4	37430,27888	0,045	0,30043
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,92	27071,71315	0,04	0,5440
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,91	37430,27888	0,045	0,4340
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	3,1	27071,71315	0,04	1,8034
	CL - UR	0,02	1,879	0,000001004	3,05	37430,27888	0,045	1,4545
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	01.01	26015,93625	0,045	0,2834
.	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	01.01	26015,93625	0,045	0,2834
	UR - S1	0,02	1,306	0,000001004	2,43	26015,93625	0,045	0,5598
sistem 2	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,77	27071,71315	0,04	0,4553
	CL - JW	0,02	1,202	0,000001004	0,67	23944,22311	0,045	0,1307
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,68	27071,71315	0,04	0,4021
	CL - S2	0,02	1,202	0,000001004	2,36	23944,22311	0,045	0,4605
sistem 3	LV - LV	0,02	1,075	0,000001004	0,23	21414,34263	0,045	0,0359
	LV - S3	0,02	1,075	0,000001004	2,42	21414,34263	0,045	0,3777
sistem 4	CL - JW	0,02	1,019	0,000001004	0,74	20298,80478	0,045	0,1038
	JW - LV	0,015	1,812	0,000001004	1,07	27071,71315	0,04	0,6327
.	LV - S4	0,015	1,812	0,000001004	2,36	27071,71315	0,04	1,3954
sistem 5	LV - S5	0,015	1,812	0,000001004	0,19	27071,71315	0,04	0,1123
sistem 6	LV - JW	0,015	1,812	0,000001004	0,71	27071,71315	0,04	0,4198
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,95	27071,71315	0,04	0,5617
	CL - S6	0,02	1,879	0,000001004	2,42	37430,27888	0,045	1,1540
sistem 7	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,95	37430,27888	0,045	0,4530
	JW - LV	0,015	1,812	0,000001004	0,71	27071,71315	0,04	0,4198
	LV - S7	0,015	1,812	0,000001004	2,57	27071,71315	0,04	1,5196
sistem 8	LV - S8	0,015	1,812	0,000001004	2,17	27071,71315	0,04	1,2831

Sumber: Hasil Analisi, 2025

Tabel 4. 16 Perhitungan *Headloss* pada Lantai 5

LANTAI 5								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
Sistem 1	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	00.01	27071,71315	0,04	0,41965
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,87	37430,27888	0,045	0,41487731
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,83	27071,71315	0,04	0,49077235
	CL - UR	0,02	1,879	0,000001004	2,4	37430,27888	0,045	1,144489131
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	01.06	26015,93625	0,045	10469,11031
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	0,99	26015,93625	0,045	0,228070135
	UR - S1	0,02	1,306	0,000001004	2,44	26015,93625	0,045	0,562112252
sistem 2	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,69	37430,27888	0,045	0,329040625
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,63	27071,71315	0,04	0,372513952
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,65	37430,27888	0,045	0,309965806
	JW - S2	0,015	1,812	0,000001004	2,36	27071,71315	0,04	1,395449091
sistem 3	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,71	27071,71315	0,04	0,419817311
	CL - S3	0,02	1,879	0,000001004	0,95	37430,27888	0,045	0,453026948
sistem 4	LV - CL	0,015	1,812	0,000001004	1.2	27071,71315	0,04	26799,12676
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,63	37430,27888	0,045	0,300428397
	JW - S4	0,015	1,812	0,000001004	2,31	27071,71315	0,04	1,365884492
sistem 5	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	3,52	27071,71315	0,04	2,081347797
	DS - S6	0,015	1,812	0,000001004	1,43	27071,71315	0,04	0,845547543
sistem 6	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	2,81	27071,71315	0,04	1,661530486
	DS - S7	0,015	1,812	0,000001004	1,19	27071,71315	0,04	0,703637465
sistem 7	LV - LV	0,015	1,812	0,000001004	5,89	27071,71315	0,04	3,482709808
	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	2,78	27071,71315	0,04	1,643791726
	DS - S8	0,015	1,812	0,000001004	1,52	27071,71315	0,04	0,898763821
sistem 8	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	2,77	27071,71315	0,04	1,637878806

LANTAI 5								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
	DS - S9	0,015	1,812	0,000001004	1,51	27071,71315	0,04	0,892850902
sistem 9	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	2,76	27071,71315	0,04	1,631965886
	DS - S10	0,015	1,812	0,000001004	1,19	27071,71315	0,04	0,703637465
sistem 10	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	2,78	27071,71315	0,04	1,643791726
	DS - S11	0,015	1,812	0,000001004	1,38	27071,71315	0,04	0,815982943
sistem 11	LV - DS	0,015	1,812	0,000001004	2,74	27071,71315	0,04	1,620140046
	DS - S12	0,015	1,812	0,000001004	0,96	27071,71315	0,04	0,567640308

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 17 Perhitungan Headloss pada Lantai 6

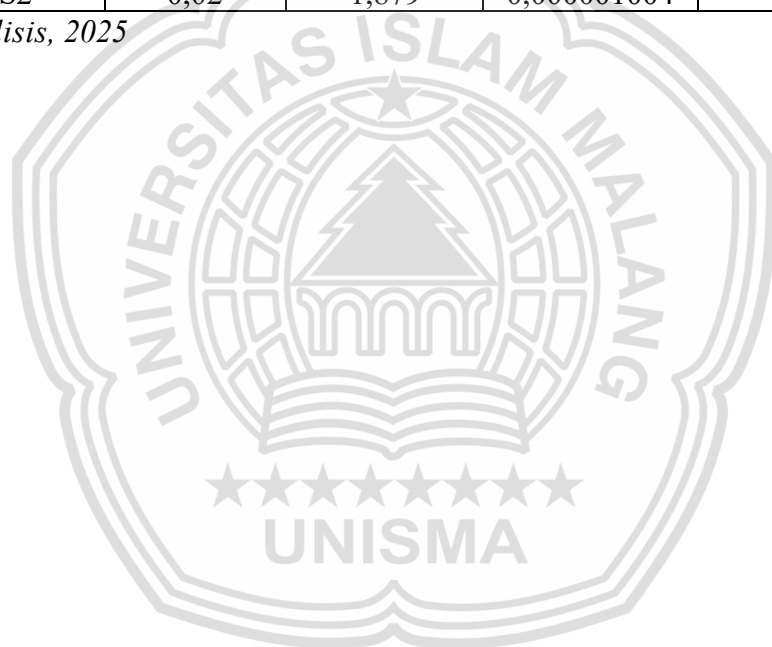
LANTAI 6								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
Sistem 1	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	1,31	27071,71315	0,04	0,774592504
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	1,43	37430,27888	0,045	0,681924774
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,93	27071,71315	0,04	0,549901549
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,95	37430,27888	0,045	0,453026948
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,95	27071,71315	0,04	0,561727388
	CL - UR	0,02	1,879	0,000001004	3,04	37430,27888	0,045	1,449686233
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	1,25	26015,93625	0,045	0,287967342
	UR - S1	0,02	1,306	0,000001004	2,6	26015,93625	0,045	0,598972071
sistem 2	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	1,05	27071,71315	0,04	0,620856587
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,8	37430,27888	0,045	0,381496377
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,82	27071,71315	0,04	0,48485943
	CL - S2	0,02	1,879	0,000001004	2,49	37430,27888	0,045	1,187407474

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 18 Perhitungan *Headloss* pada Lantai 7

LANTAI 7								
Sistem	Nama Alat Plambing	Diameter pakai (m)	V (m/s)	v	L total (m)	Re	Faktor gesekan (λ)	HI
Sistem 1	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	1,31	27071,71315	0,04	0,774592504
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	1,43	37430,27888	0,045	0,681924774
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,93	27071,71315	0,04	0,549901549
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,95	37430,27888	0,045	0,453026948
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,95	27071,71315	0,04	0,561727388
	CL - UR	0,02	1,879	0,000001004	3,04	37430,27888	0,045	1,449686233
	UR - UR	0,02	1,306	0,000001004	1,25	26015,93625	0,045	0,287967342
	UR - S1	0,02	1,306	0,000001004	2,6	26015,93625	0,045	0,598972071
sistem 2	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	1,05	27071,71315	0,04	0,620856587
	CL - JW	0,02	1,879	0,000001004	0,8	37430,27888	0,045	0,381496377
	JW - CL	0,015	1,812	0,000001004	0,82	27071,71315	0,04	0,48485943
	CL - S2	0,02	1,879	0,000001004	2,49	37430,27888	0,045	1,187407474

Sumber: Hasil Analisis, 2025



4.4 Perhitungan Tekanan Air

Perhitungan tekanan air diperlukan untuk mengetahui besar tekanan air yang keluar melalui alat plumbing pada setiap lantai. Diharapkan masih dalam batas tekanan perencanaan untuk gedung bertingkat yaitu:

$$P_{\min} = 1 \text{ atm} = 101337 \text{ N/m}^2$$

$$P_{\max} = 2 \text{ atm} = 504348 \text{ N/m}^2$$

$P_{\min} = 1 \text{ atm} \rightarrow$ Tekanan minimal agar air bisa mengalir lancar keluar dari kran atau shower.

$P_{\max} = 4 \text{ atm} \rightarrow$ Batas maksimal agar tidak merusak pipa, sambungan, atau perlengkapan sanitasi.

Berikut adalah langkah-langkah perhitungan tekanan air:

1. Menentukan head statik tiap lantai
2. Menentukan kerugian head tiap lantai dari ketinggian muka air roof tank pada kondisi full $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$.
3. Menentukan tekanan tiap lantai dengan rumus :

$$\begin{aligned} P &= \rho \times g \times h \\ &= 997 \times 9.81 \times 32.35 \\ &= 316401.4395 \end{aligned}$$

Keterangan:

P = Tekanan (N/m^2)

ρ = Kerapatan air 200 (997 kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s^2)

h = Tinggi potensial (m) (Tinggi lantai dari lantai teratas)

Jadi, atm adalah satuan tekanan, dan dalam plumbing, digunakan untuk mengetahui seberapa kuat dorongan air di setiap lantai. Jika tekanannya terlalu kecil ($< 1 \text{ atm}$), air mungkin tidak keluar. Jika terlalu besar ($> 4 \text{ atm}$), bisa berisiko merusak sistem.

Maka didapatkan hasil perhitungan tekanan tiap lantai selanjutnya diberikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Tekanan Air Pada Tiap Lantai

No	Lantai	ρ (kg/m ³)	g (m/s)	h (m)	Tekanan (N/m)	Kesimpulan
1	Lantai 1	997	9.81	32.35	316401.4395	Memenuhi Syarat
2	Lantai 2	997	9.81	29.4	287548.758	Memenuhi Syarat
3	Lantai 3	997	9.81	25.2	246470.364	Memenuhi Syarat
4	Lantai 4	997	9.81	21	205391.97	Memenuhi Syarat
5	Lantai 5	997	9.81	16.8	164313.576	Memenuhi Syarat
6	Lantai 6	997	9.81	12.6	123235.182	Memenuhi Syarat
7	Lantai 7	997	9.81	8.4	82156.788	Tidak Memenuhi
8	Lantai 8	997	9.81	4.2	41078.394	Tidak Memenuhi

Sumber : (Hasil Perhitungan, 2025)

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa pada lantai 7 dan lantai 8 memiliki tekanan air dibawah batas minimum, sehingga diperlukan pompa *booster* untuk menaikkan tekanannya.

4.5 Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa

Diperlukan dua macam pompa yang digunakan untuk memenuhi sistem distribusi air bersih pada gedung hotel ini, yakni pompa *supply* dan pompa *booster*.

A. Pompa *Supply* (Pompa Angkat)

Kapasitas yang digunakan sesuai dengan kebutuhan air pada jam puncak (Q_h max) yakni sebesar $0,5306 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,01768 \text{ m}^3/\text{menit}$ 17,68 liter/menit. Kecepatan aliran pompa diasumsikan sebesar 2 m/s (SNI 03-1745-2000 tentang sistem plumbing). Untuk mencari besar daya pompa *supply* maka harus diketahui tinggi angkat totalnya terlebih dahulu.

- Tinggi Potensial (H_a)

$$\begin{aligned} H_s &= \text{Tinggi Hisap} \\ &= 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_d &= \text{Tinggi Tekan} \\ &= 26,60 \end{aligned}$$

$$H_a = H_s + H_d$$

$$= 4,5 + 26,60$$

$$= 31,1 \text{ m}$$

- Perbedaan Tekan Statis (ΔH_p)

Karena P1 dan P2 merupakan tangki terbuka, maka :

$$\Delta H_p = H_{P2} - H_{P1}$$

$$= 0$$

- Tekanan Kecepatan ($\frac{v^2}{2g}$)

Karena diameter pipa hisap sama dengan diameter pipa hantar maka :

$$(v_d = v_s), \frac{v^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Kerugian tekanan akibat gesekan air pada pipa (H_f)

- Pipa hisap

Diketahui :

$$D = 0,025 \text{ m (Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari GWT ke Roof Tank)}$$

$$V = 1,42 \text{ m/s (Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari GWT ke Roof Tank)}$$

$$\nu = 1,006 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ atau } 0,000001004 \text{ (Viskositas air pada suhu } 20^\circ)$$

$$L = 4,5 \text{ m}$$

Terdapat kerugian peralatan pipa, yaitu 1 buah katup sorong = 0,39 m Maka $L_{\text{total}} = 4,89 \text{ m}$.

$$- \text{ Re} = \frac{V \times D}{\nu}$$

$$= \frac{1,42 \times 0,025}{0,000001004}$$

$$= 35358$$

$$- \lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,025}$$

$$= 0,04$$

$$- \text{ HI} = \lambda \frac{L_e \times V^2}{D \times 2g}$$

$$= 0,04 \frac{4,89 \times 1,42^2}{0,025 \times 19,62}$$

$$= 0,804 \text{ m}$$

- Pipa hantar

Diketahui :

$$D = 0,025 \text{ m (Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari GWT ke Roof Tank)}$$

$$V = 1,42 \text{ m/s (Perhitungan Dimensi Pipa Tegak dari GWT ke Roof Tank)}$$

$$\nu = 1.006 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ atau } 0,000001004 \text{ (Viskositas air pada suhu } 20^\circ)$$

$$L = 31,1 \text{ m}$$

Terdapat kerugian alir pipa, yaitu :

- 2 buah belokan 90° (50 mm) $= 2,1 \times 2 = 4,2$
- 1 buah katub sorong $= 0,39 \text{ m}$

Maka L total adalah $4,59 + 31,1 = 35,69$

$$\text{- Re} = \frac{V \times D}{\nu}$$

$$= \frac{1,42 \times 0,025}{0,000001004} = 35358$$

$$\text{- } \lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,025} = 0,04$$

$$\text{- HI} = \lambda \frac{L_e \times V^2}{D \times 2g}$$

$$= 0,04 \frac{35,69 \times 1,42^2}{0,025 \times 2 \times 19,62}$$

$$= 5,868 \text{ m}$$

Jadi kerugian *head* pada hisap dan pipa hantar adalah :

$$H_f = 0,804 \text{ m} + 5,868 \text{ m}$$

$$= 6,672 \text{ m}$$

$$H = H_a + \Delta H_p + H_f + \frac{V^2}{2g}$$

$$= 31,1 + 0 + 6,672 + 0$$

$$= 37,772 \text{ m}$$

Daya pompa *supply* adalah :

$$\begin{aligned} N_h &= \frac{\gamma \times Q \times H}{50\%} \\ &= 9806,65 \times 0,0007 \times 37,772 \\ &= 518,58 \text{ N m/det} \\ &= 0,51858 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} P &= \text{Daya pompa (kW)} \\ \gamma &= \text{Berat air per satuan volume (9806,56 N/m}^3\text{)} \\ Q &= \text{Kapasitas pompa (0,0007 m}^3\text{/detik)} \\ H &= \text{Total head pompa (37,772 m)} \\ \eta_p &= \text{Efisiensi Pompa (50\%)} \end{aligned}$$

B. Pompa Booster

Untuk mencukupi tekanan yang diperlukan, maka asumsi tekanan yang harus tercapai dengan minimal tekanan yang dipersyaratkan sebesar 0,7 kg/cm² sehingga dapat ditentukan penggunaan booster pump untuk distribusi air bersih pada lantai dimana bila menggunakan gaya gravitasi tekanan yang dihasilkan kurang dari 0, kg/cm² (SNI 03-7065-2005). Berikut merupakan perhitungan tekanan yang harus dicapai oleh booster pump:

$$P_{BP} = (P_{pre} + P_{min}) \times 1,5$$

Dimana : P_{BP} = Tekanan pada (kgf/cm²)

$$\begin{aligned} P_{pre} &= \text{Tekanan distribusi air bersih pada lantai akan dihitung Tekanan} \\ &\text{pada lantai 7} \quad \quad \quad = 82156,788 \text{ N/m}^2 \\ &\quad \quad \quad = 0,8379 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$(1 \text{ N/m}^2 = 0,000010197 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$P_{min} = \text{Tekanan minimal yang dipersyaratkan (0,7 kgf/cm}^2\text{)}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{BP} &= (P_{pre} + P_{min}) \times 1,5 \\ &= (0,8379 + 0,7) \times 1,5 \\ &= 2,307 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

Jadi pada sistem distribusi air bersih untuk lantai 7 dan lantai 8 diperlukan booster pump dengan tekanan minimum pada booster pump sebesar 2,307 kgf/cm²

4.6 Sistem Pemipaan Air Kotor

Penentuan dimensi pipa air kotor dan air buangan ditentukan berdasarkan nilai unit alat plumbing yang dilayani, hal ini berdasarkan pada SNI 8153 – 2015 tentang Sistem Plumbing pada Gedung.

4.6.1 Perhitungan Perkiraan Debit Air Buangan dan Bak Ekualisasi

Dalam perencanaan sistem pembuangan diperlukan perhitungan perkiraan debit air buangan yang dihasilkan pada gedung ini untuk memperhitungkan volume bak ekualisasi.

A. Perhitungan perkiraan debit air buangan

Debit air buangan dapat dihitung dengan menjumlahkan debit air buangan tiap lantai dikarenakan tidak terpaut dengan koefisien apapun, maka debit air buangan dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$Q_{ak} = Q_d \times 80\%$$

Dimana :

$$Q_{ak} = \text{Debit air buangan}$$

$$Q_d = \text{Debit kebutuhan air harian}$$

Maka, perkiraan debit air buangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{ak} &= Q_d \times 80 \% \\ &= 5,022 \times 80\% \\ &= 401,76 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

B. Perhitungan volume bak ekualisasi

Bak ekualisasi digunakan sebagai tampungan sementara air buangan yang akan disalurkan ke bak pembuangan utama, sehingga perlu diketahui perkiraan kapasitas bak ekualisasinya terlebih dahulu.

$$\text{Penghuni total} = 834 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air bersih rata – rata perhari} &= 401,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 32,141 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi yaitu 6 – 10 jam, dalam perencanaan ini ditetapkan waktu tinggal di dalam bak ekualisasi selama 7 jam, maka volume bak ekualisasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus seperti berikut:

$$V_{BE} = \frac{\text{HRT}}{24} \times Q_{ak}$$

Dimana :

$$V_{BE} = \text{Volume bak ekualisasi}$$

$$\text{HRT} = \text{Hydraulic Retention Time (direncanakan selama 7 jam)}$$

$$Q_{ak} = \text{Debit air kotor}$$

Maka, volume bak ekualisasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{BE} &= \frac{8}{24} \times Q_{ak} \\ &= 0,3 \times 32,141 \\ &= 9,642 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga digunakan dimensi bak ekualisasi sebagai berikut:

$$\text{Panjang} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2 \text{ m}$$

Pompa air limbah dengan

$$Q_{ak} = 32,141 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka didapat flow rate = 35 m³/hari

4.6.2 Perhitungan diameter pipa cabang air kotor dan air buangan

Digunakan contoh perhitungan pada lantai 1

- Diameter pipa air kotor

Nama alat plumbing : Closet

Unit beban air kotor : 4

Diameter minimum : 75 mm

Diameter pipa : 50 mm

Diameter minimum > diameter pipa, menurut tabel beban maksimum sehingga digunakan diameter pipa air kotor sebesar

- Diameter pipa air buangan

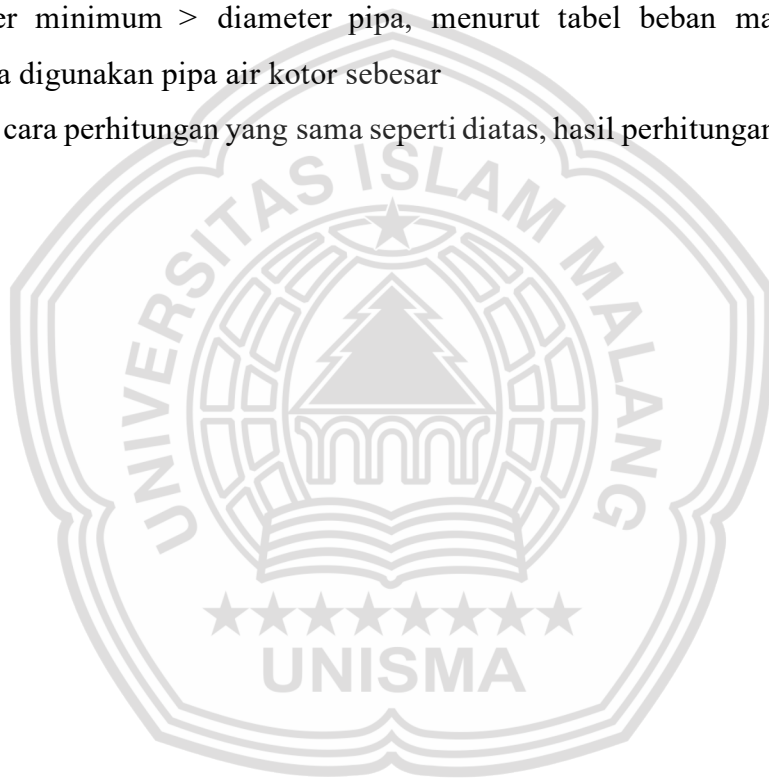
Nama alat plumbing : Lavatory

Unit beban air kotor : 1

Diameter pipa : 32 mm

Diameter minimum > diameter pipa, menurut tabel beban maksimum sehingga digunakan pipa air kotor sebesar

Dengan cara perhitungan yang sama seperti diatas, hasil perhitungan lainnya



Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 1

LANTAI 1					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Pipa Air Buangan					
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber : Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 21 Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 2

LANTAI 2					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Pipa Air Buangan					
Spoelhook	1,5	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
eye washer	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
eye washer	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
shower	4	50	50	50	3
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
eye washer	1	32	32	32	1,5
sink	2	45	50	45	3
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 3

LANTAI 3					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Pipa Air Buangan					
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 4

LANTAI 4					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Pipa Air Buangan					
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Lavatory	1	32	32	32	1,5
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 5

LANTAI 5					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Pipa Air Buangan					
Lavatory	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
lavatory	1	32	32	32	1,5
Dentist sink	1	32	32	32	1,5
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 6

LANTAI 6					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Kotor dan Bangunan Lantai 7

LANTAI 7					
Alat Plumbing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Maksimum Alat Plumbing (mm)	Diameter Perencanaan (mm)	Inchi
Pipa Air Kotor					
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Closet	4	75	50	75	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Urinoir	4	40	50	40	3
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2
Floor Drain	2	50	50	50	2

Sumber: Hasil Analisis, 2025

4.6.3 Kemiringan Pipa Horizontal dan Kecepatan Aliran

Dalam buku Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing (Soufyan & Morimura, 2005) menyatakan bahwa pipa dianggap tidak penuh berisi air buangan, melainkan hanya terisi tidak lebih $\frac{2}{3}$ terhadap penampang pipa, sehingga bagian atas yang kosong cukup untuk mengalirkan udara. Kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm). Maka direncanakan kerimiringan pipa horizontal sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Kemiringan Minimum dari Diameter Pipa

Diameter pipa (m)	Kemiringan minimum
75 atau kurang	1/50
100 atau kurang	1/100

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Sehingga didapatkan kemiringan pipa tegak air kotor dan air buangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 28 Kemiringan Pipa Tegak Air Kotor dan Air Buangan

Jenis Pipa Tegak	Diameter Pipa (mm)	Kemiringan Pipa (%)
Pipa Air Kotor (Black Water)	100	1
Pipa Air Buangan (Grey Water)	100	1

Sumber: (Hasil Analisa Perhitungan, 2025)

Kecepatan aliran yang diizinkan yaitu 0,6 m/det dan maksimal 1,2 m/det untuk menghitung kecepatan aliran dalam pipa utama menggunakan rumus *manning*. Sesuai dengan kriteria perencanaan air buangan dan air kotor, maka direncanakan tinggi air buangan $\frac{2}{3}$ dari penampang pipa, sehingga:

$$h = \frac{2}{3} D$$

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x 1^{1/2}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana:

h : Tinggi air buangan (m)

D : Diameter pipa (m)

V : Kecepatan (m/s)

n : Koefisien Kekasaran

I : Kemiringan Pipa

R : Jari-jari hidrolis (m)

A : Luas penampang (m)

P : Keliling basah

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{\left(\frac{2}{3}\right) \times \left(\frac{1}{4}\right) \times \pi \times D^2}{\left(\frac{2}{3}\right) \times \pi \times D} = \frac{1}{4} \times D = \frac{1}{4} \times 0,1 \\ &= 0,025 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times 1^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,009} \times 0,025^{2/3} \times \frac{1^{1/2}}{100} \\ &= 0,950 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$V > V_{\min}$$

$$V > V_{\max} \text{ (OKE)}$$

Perhitungan Pipa Vent (Tipikal Toilet)

Pipa vent dihitung berdasarkan ketentuan SNI 03-6481-2000, halaman 105 sub bab 7.23.3 yaitu untuk nilai unit alat plumbing dihubungkan sehingga didapatkan:

Untuk pipa tegak air kotor : 100 mm

Untuk pipa tegak air buangan : 100 mm

Ukuran pipa tegak vent : 80 mm

4.6.4 Volume Lumpur

Volume lumpur yang dihasilkan adalah 30 liter/jiwa. Volume lumpur sendiri terbagi menjadi 2 yakni, lumpur mentah dan lumpur matang.

- Volume lumpur matang

$$\begin{aligned}\text{Volume lumpur matang} &= \text{jumlah jiwa} \times \text{periode pengurasan} \times \text{lumpur per jiwa} \\ &= 837 \text{ jiwa} \times 2 \text{ tahun} \times 30 \text{ liter/jiwa} \\ &= 50,220 \text{ liter} \\ &= 50,22 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Volume lumpur mentah

$$\begin{aligned}\text{Volume lumpur mentah} &= \text{jumlah jiwa} \times \frac{\text{proses mineralisasi}}{1 \text{ tahun}} \times \text{lumpur per jiwa} \\ &= 837 \text{ jiwa} \times \frac{75}{365} \times 30 \text{ liter/jiwa} \\ &= 5,159 \text{ liter} \\ &= 5.159 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka di peroleh volume lumpur

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= \text{volume lumpur matang} + \text{volume lumpur mentah} \\ &= 50,22 \text{ m}^3 + 5.159 \text{ m}^3 \\ &= 55.379 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.6.5 Ruang Air

Volume ruang air diperoleh dari jumlah kotoran yang dihasilkan dalam sehari yaitu 1 liter/hari dan banyaknya air pengencer sebesar 25 kali. Maka diperoleh volume ruang air sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Ruang Air} &= \text{jumlah jiwa} \times \text{lamanya penahan air dalam tangka} \times \\ &\quad \text{banyak air pengencer} \times \text{Banyaknya kotoran dalam} \\ &\quad \text{sehari} \\ &= 837 \times 3 \times 25 \times 1 \text{ liter/jiwa/hari} \\ &= 64,775 \text{ liter} \\ &= 64.775 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.6.6 Volume Septic Tank

Volume septic tank diperoleh dari penjumlahan antara ruang air dengan volume lumpur dan volume buangan yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Volume septic tank} &= \text{volume buangan} + \text{volume lumpur} + \text{ruang air} \\ &= 401,76 \text{ m}^3/\text{hari} + 55.379 \text{ m}^3 + 64.775 \text{ m}^3 \\ &= 521.91 \text{ m}^3\end{aligned}$$

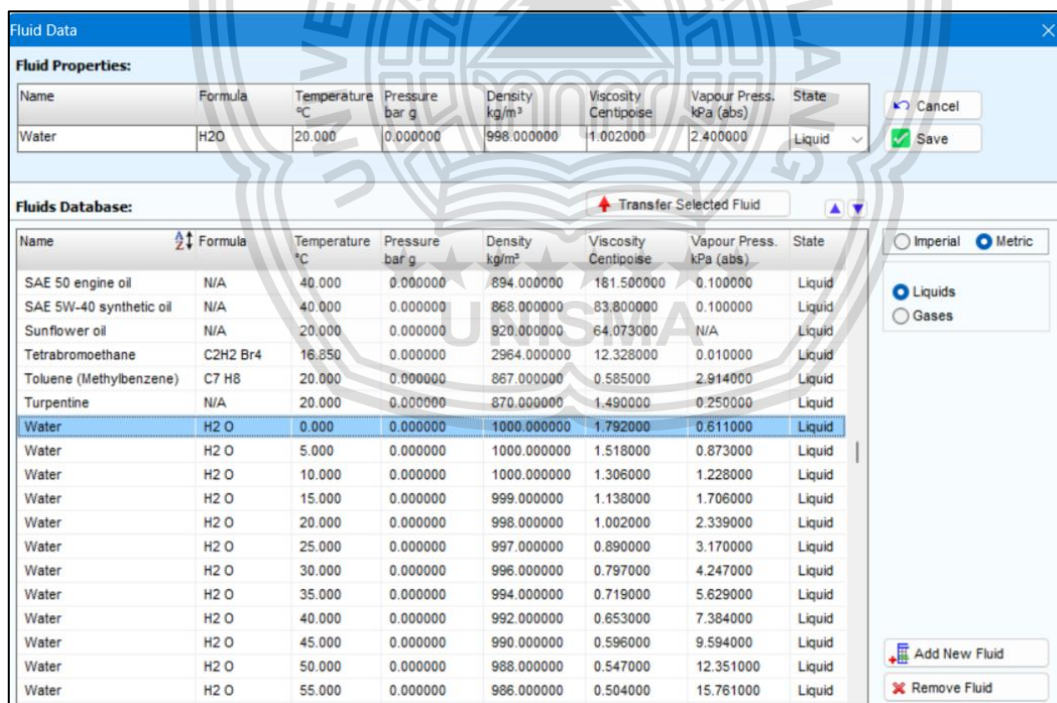
Sehingga diperoleh dimensi tangka septic 6 m x 10 m x 8,7 m.

4.7 Analisa dengan Aplikasi Pipe Flow Expert

Setelah melakukan perhitungan secara manual dan memperoleh beberapa data yang dibutuhkan untuk dimasukkan ke dalam aplikasi untuk di sesuaikan dengan desain yang dibuat. Berikut langkah-langkah mengaplikasikannya:

1. Mengatur jenis cairan, satuan, dan tampilan isometri

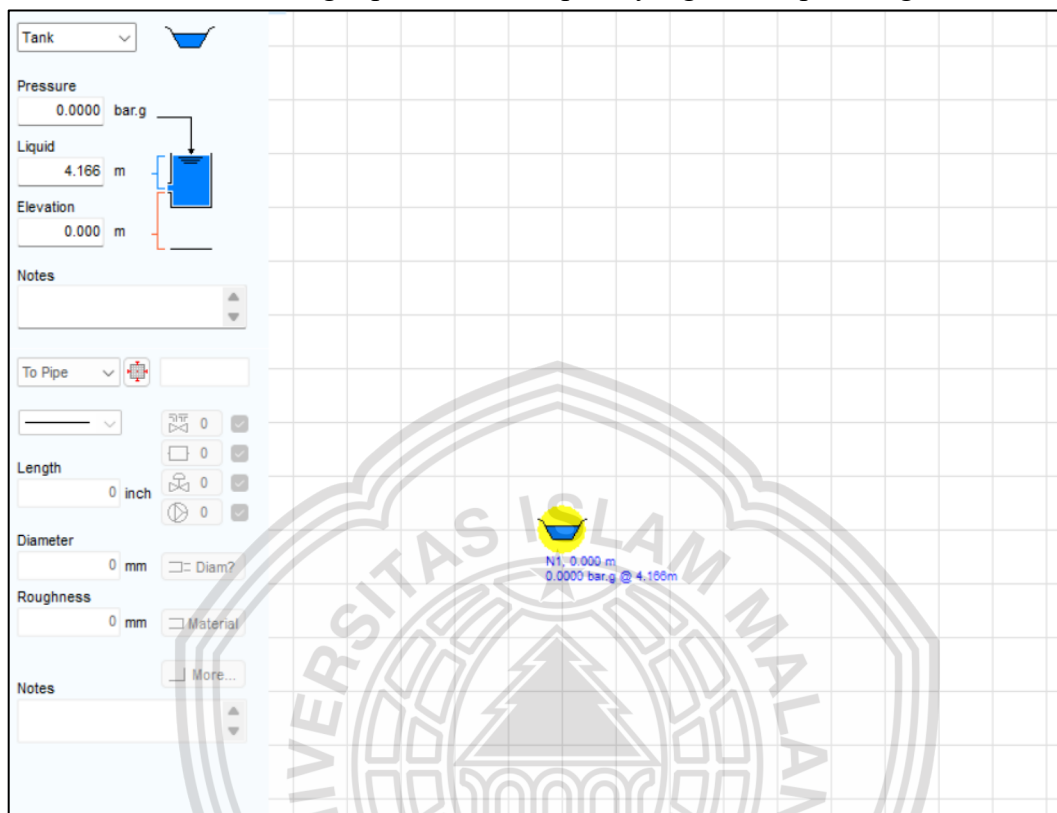
- Langkah awal buka aplikasi *Pipe Flow Expert*
- Klik *fluid – Change Fluid* - Pilih *Air* - *Save*
- Kemudian ganti satuan dari *Imperial* ke *Metric*



Gambar 4. 9 Tampilan awal dengan gaya isometrik
Sumber: (Program *Pipe Flow Expert* V8.17, 2025)

2. Menambahkan Tanki air bawah (*Ground Water Tank*)

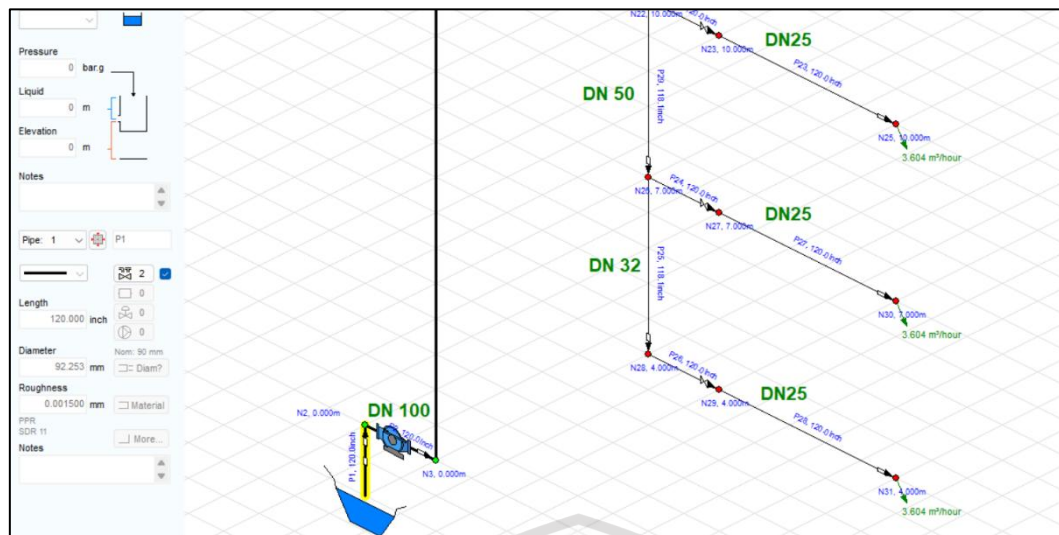
- Klik *Add Tank* pada menu toolbar lalu klik kiri untuk Ok
- Kemudian edit tangki pada tabel tampilan yang berada pada bagian kiri



Gambar 4. 10 Tampilan *Ground Water Tank*
Sumber: (Program *Pipe Flow Expert* V8.17, 2025)

3. Menambahkan Pipa dan Aksesoris

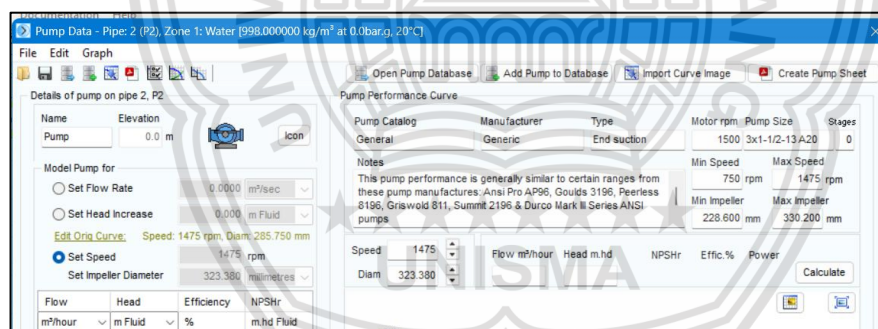
- Klik *Add Pipe* pada pilihan *toolbar*
- Letakkan titik pertama pada *Ground Water Tank* kemudian Tarik sesuai sumbu isometri
- Edit bagian pipa seperti tingkat kekasaran, Panjang pipa dan beri aksesoris pada pipa jika ada dan tambahkan seterusnya sesuai desain.



Gambar 4. 11 Tampilan Pipa di *Software Pipe Flow Expert V8.17*
Sumber: (Program *Pipe Flow Expert V8.17*, 2025)

4. Menambahkan Pompa

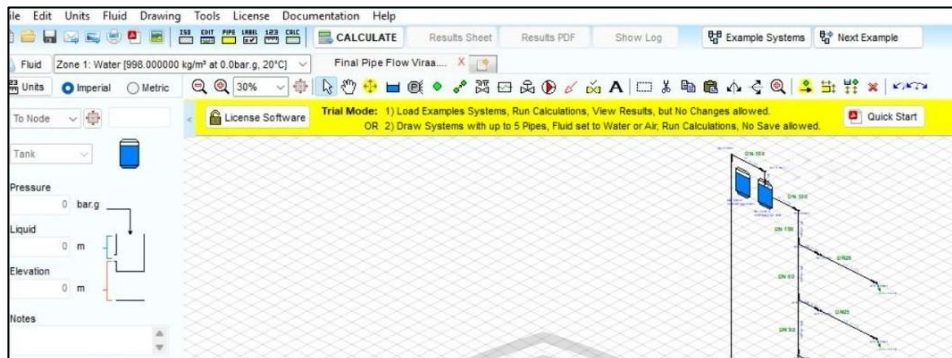
- Klik **Add Pump** pada pilihan *toolbar*
- Kemudian letakkan pada titik yang sudah direncanakan
- Lalu edit elevasi dan masukan data perhitungan pada tabel **Pump Data** lalu tekan **Save Pump Data**.



Gambar 4. 12 Tampilan Pipa di *Software Pipe Flow Expert V8.17*
Sumber: (Program *Pipe Flow Expert V8.17*, 2025)

5. Menambahkan Tangki Air Atas (*Roof Tank*)

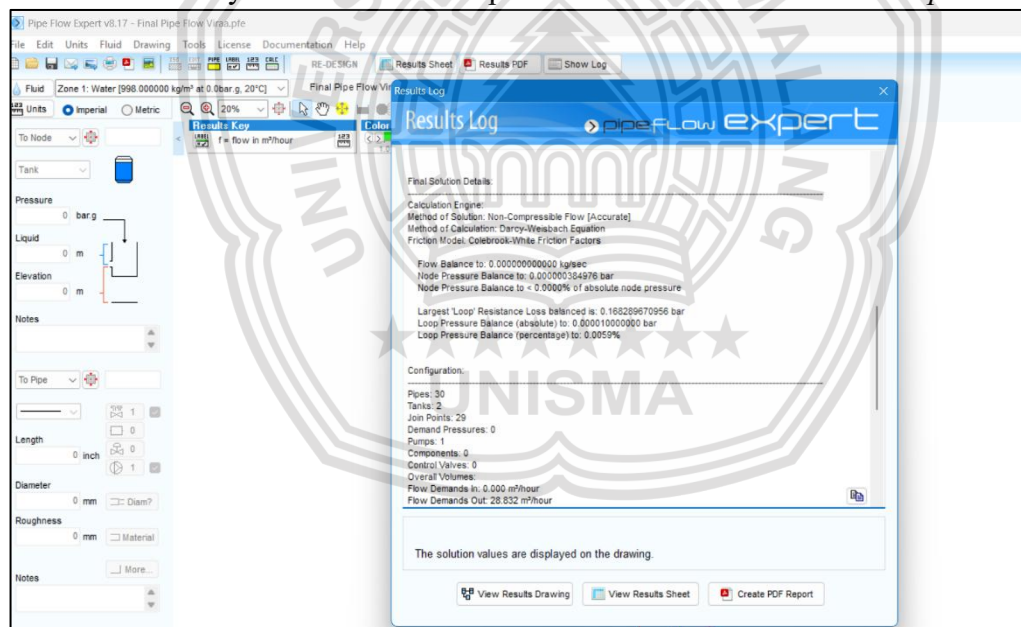
- Klik *Add Tank* pada menu *toolbar* lalu klik kiri untuk Ok
- Kemudian edit tangki pada tabel tampilan yang berada pada bagian kiri



Gambar 4. 13 Tampilan *Roof Tank*
Sumber: (Program *Pipe Flow Expert* V8.17, 2025)

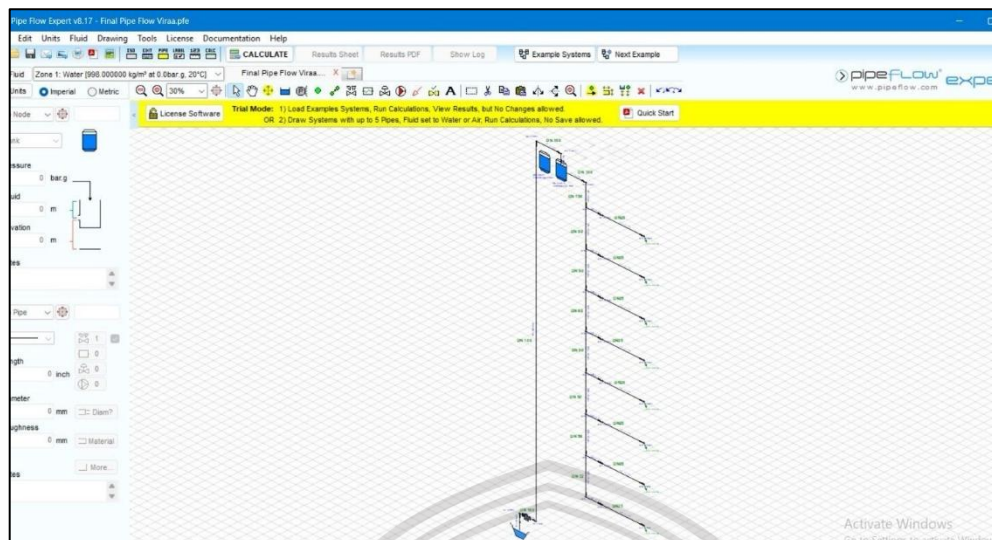
6. Hasil Akhir Desain

- Klik *Calculate* pada *toolbar* dan akan keluar *Results Log*
- Jika sudah yakin dan tidak ada permasalahan klik *Create PDF Report*



Gambar 4. 14 Tampilan *Result Log*
Sumber: (Program *Pipe Flow Expert* V8.17, 2025)

4.7.1 Hasil Desain pada Software Pipe Flow Expert V8.17



Gambar 4. 15 Tampilan Akhir Desain

Sumber : (Program *Pipe Flow Expert* V8.17, 2025)

Setelah selesai maka didapatkan hasil permodelan menggunakan aplikasi atau *software pipe flow expert* V8.17, berikut data yang diperoleh :

Tabel 4. 29 Pipe Data

Pipe Id	Pipe Name And Notes	Material	Flow (m/s)	Velocity (m/s)	Kesimpulan
1	P1	PPR-PN	43.220	1.796	Memenuhi
2	P2	PPR-PN	43.220	1.796	Memenuhi
3	P3	PPR-PN	43.220	1.796	Memenuhi
4	P4	PPR-PN	43.220	1.796	Memenuhi
5	P5	PPR-PN	43.220	1.796	Memenuhi
6	P6	PPR-PN	28.832	1.198	Memenuhi
7	P7	PPR-PN	28.832	1.198	Memenuhi
8	P8	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
9	P9	PPR-PN	25.228	1.732	Memenuhi

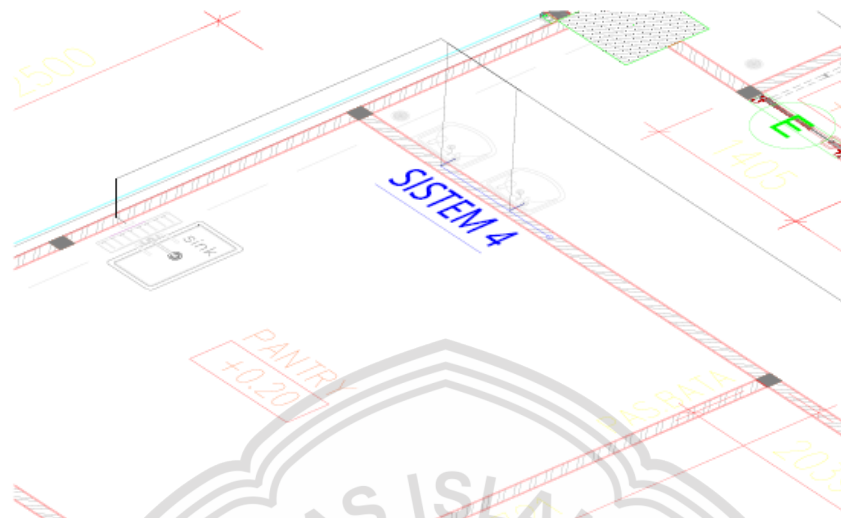
<i>Pipe Id</i>	<i>Pipe Name And Notes</i>	<i>Material</i>	<i>Flow (m/s)</i>	<i>Velocity (m/s)</i>	<i>Kesimpulan</i>
10	P10	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
11	P11	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
12	P12	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
13	P13	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
14	P14	PPR-PN	18.020	1.237	Memenuhi
15	P15	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
16	P16	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
17	P17	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
18	P18	PPR-PN	21.624	1.484	Memenuhi
19	P19	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
20	P20	PPR-PN	10.812	1.613	Memenuhi
21	P21	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
22	P22	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
23	P23	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
24	P24	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
25	P25	PPR-PN	3.604	1.100	Memenuhi
26	P26	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
27	P27	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi
28	P28	PPR-PN	3.604	1.795	Memenuhi

Sumber : (Hasil Analisa Perhitungan, 2025)

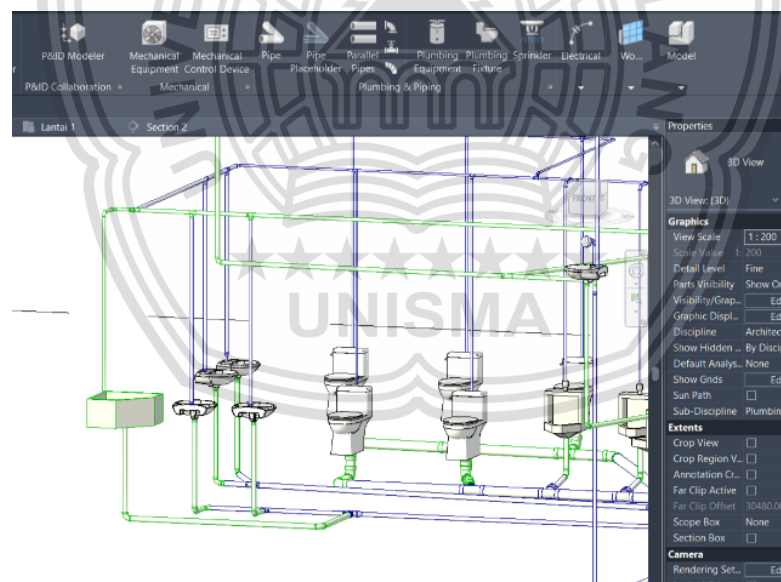
Dari hasil evaluasi desain menggunakan aplikasi atau *software Pipe Flow Expert* didapatkan $v < 2$ m/s, hal ini menunjukkan bahwa desain dapat digunakan pada lapangan dan aman.

4.8 Pemodelan Menggunakan Software Autodesk Revit 2025

mengontrol tata letak pipa untuk menghindari clash dan kehilangan energi pada pipa, dengan merubah posisi pipa menggunakan tool “move”



Gambar 4. 16 Kondisi Eksisting
Sumber : Data Lapangan, 2025

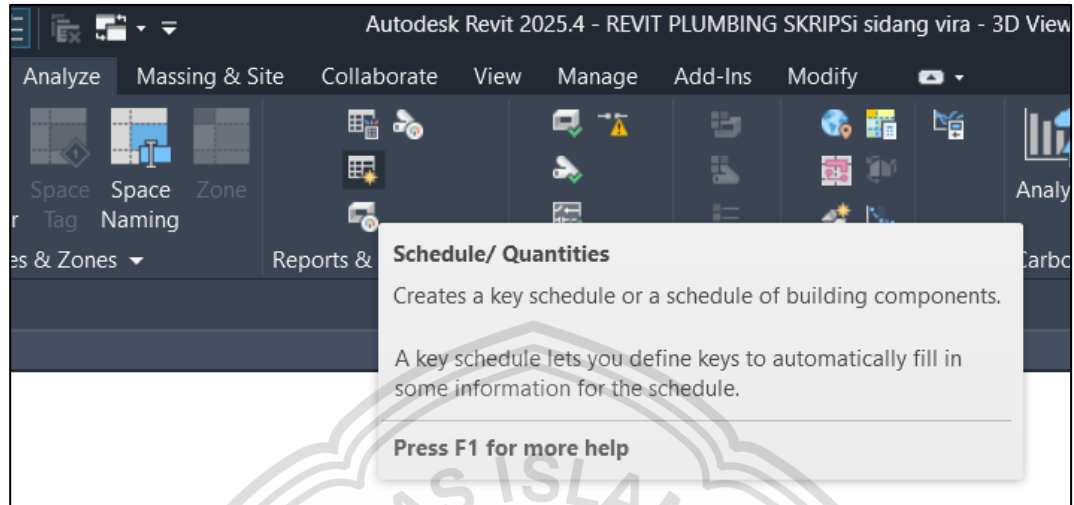


Gambar 4. 17 Modifikasi Jalur Pipa
Sumber : Dokumentasi pribadi, 2025

4.8.2 Report Volume Pipa

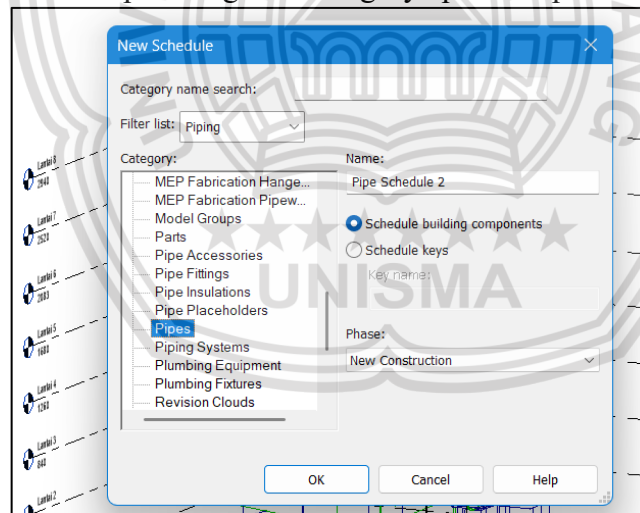
Hasil report volume pipa dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Klik “Analyze” pada tab, lalu pilih “Schedule/Quantities” seperti gambar berikut.



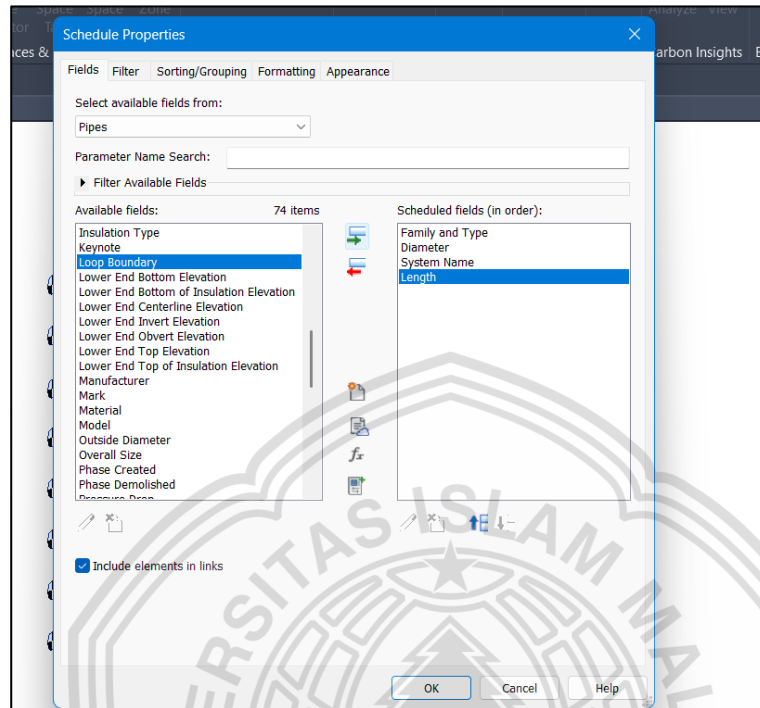
Gambar 4. 18 Pilih Tab “Analyze”
Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

- 2) Kemudian pada window “New Schedule”, pilih “Piping” pada bagian “Filter List” lalu pada bagian “Category” pilih “Pipes” dan klik “OK”.



Gambar 4. 19 Pilihan Tab “Analyze”
Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

- 3) Setelah itu, window “Schedule Properties” terbuka masukkan “Scheduled Fields” dengan memilih di tampilan “Available Fields” sesuai gambar dibawah ini. Kemudian jika sudah dimasukkan klik “OK”.



Gambar 4. 20 Pilihan Window “Schedule Properties”

Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

- 4) Hasil *report* total volume pipa.

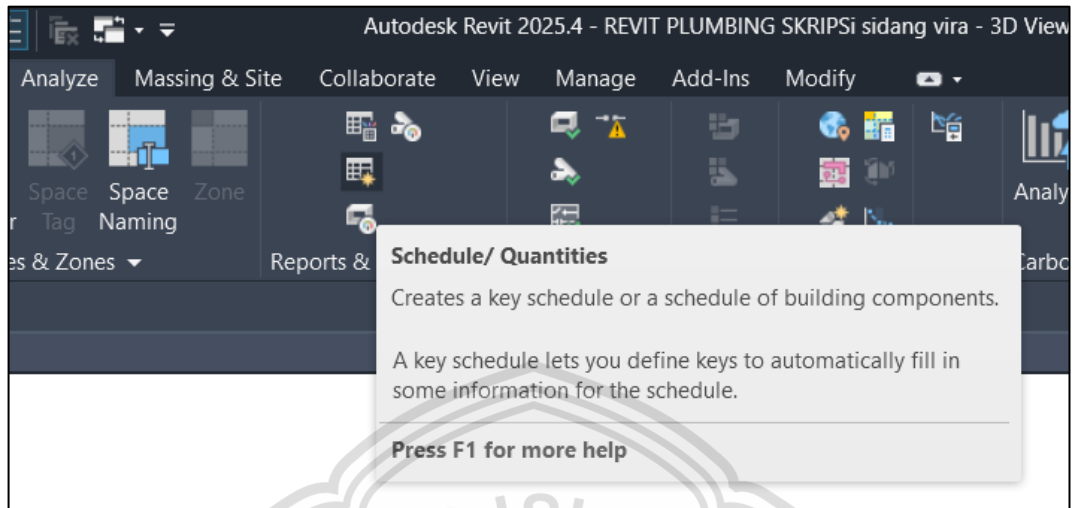
<Pipe Schedule 3>			
A	B	C	D
Family and Type	Diameter	System Name	Length
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	17
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	643
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	37
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	643
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	57
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	643
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	457
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	6
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	358
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	2480
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	3785
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	358
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	2480
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	3510
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	458
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	2480
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	40.0 mm	Sanitary 2	858
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	40.0 mm	Sanitary 2	543
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm	Sanitary 2	58
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	40.0 mm	Sanitary 2	246

Gambar 4. 21 Volume Pipa

Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

4.8.3 Report Volume *Fitting* Pipa

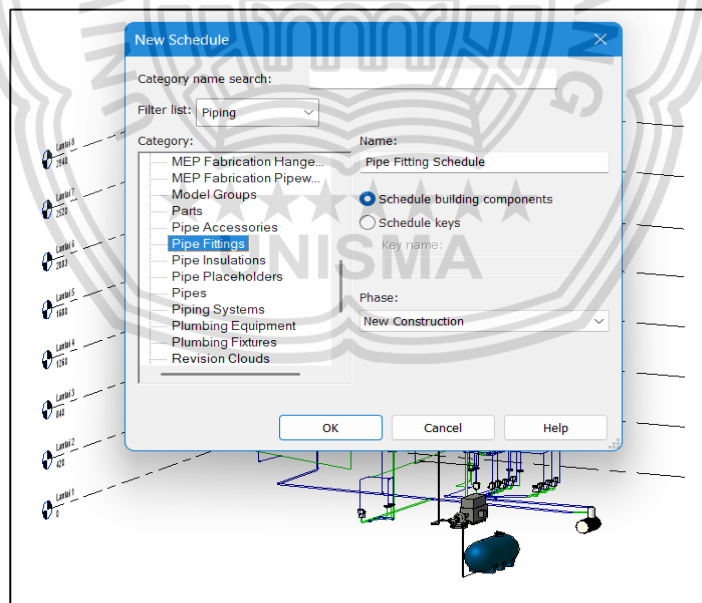
- 1) Klik “Analyze” pada tab, lalu pilih “Schedule/Quantities” seperti gambar berikut.



Gambar 4. 22 Pilih Tab “Analyze”

Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

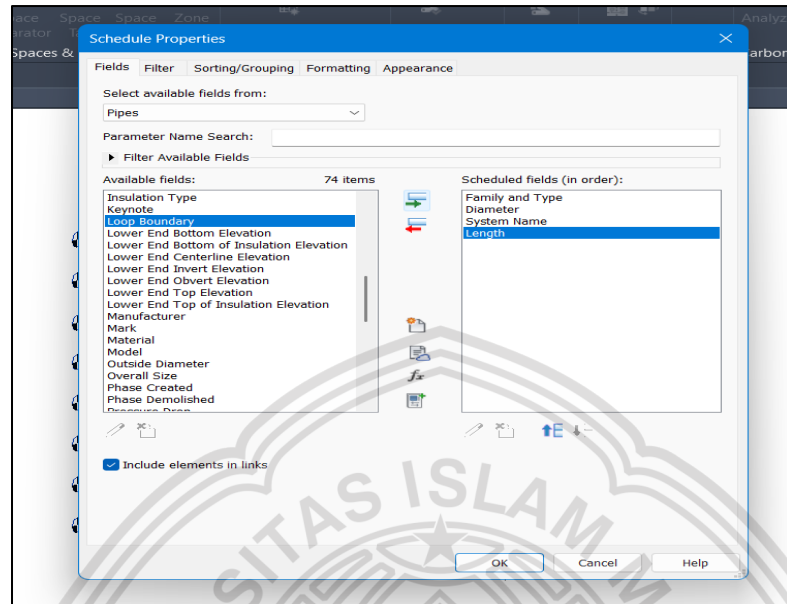
- 2) Kemudian pada window “New Schedule”, pilih “Piping” pada bagian “Filter List” lalu pada bagian “Category” pilih “Pipe Fittings” dan klik “OK”.



Gambar 4. 23 Pilihan Window “New Schedule”

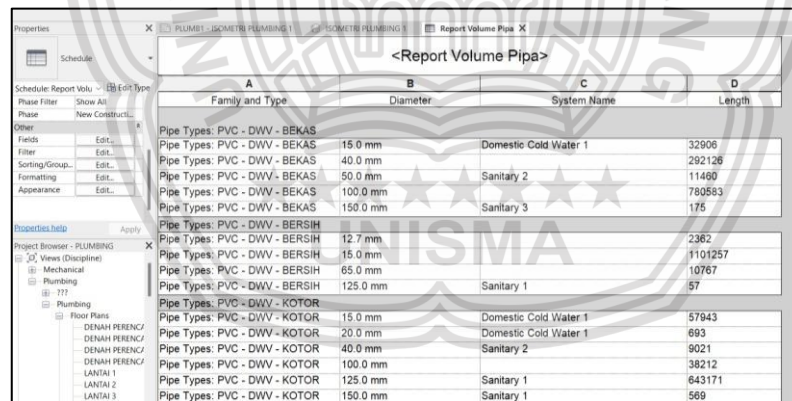
Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

- 3) Setelah itu, window “Schedule Properties” terbuka masukkan “Scheduled Fields” dengan memilih di tampilan “Available Fields” sesuai gambar dibawah ini. Kemudian jika sudah dimasukkan klik “OK”.



Gambar 4. 24 Pilihan Window “Schedule Properties”
Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

- 4) Hasil *report* total volume pipa.



A	B	C	D
Family and Type	Diameter	System Name	Length
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	15.0 mm	Domestic Cold Water 1	32906
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	40.0 mm		292126
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	50.0 mm	Sanitary 2	11460
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	100.0 mm		780563
Pipe Types: PVC - DWV - BEKAS	150.0 mm	Sanitary 3	175
Pipe Types: PVC - DWV - BERSIH			
Pipe Types: PVC - DWV - BERSIH	12.7 mm		2362
Pipe Types: PVC - DWV - BERSIH	15.0 mm		1101257
Pipe Types: PVC - DWV - BERSIH	65.0 mm		10767
Pipe Types: PVC - DWV - BERSIH	125.0 mm	Sanitary 1	57
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR			
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	15.0 mm	Domestic Cold Water 1	57943
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	20.0 mm	Domestic Cold Water 1	693
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	40.0 mm	Sanitary 2	9021
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	100.0 mm		38212
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	125.0 mm	Sanitary 1	643171
Pipe Types: PVC - DWV - KOTOR	150.0 mm	Sanitary 1	569

Gambar 4. 25 Report Total Fitting Pipa
Sumber: (Hasil Analisa, 2025)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dalam Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plambing pada Gedung RSUD Ibnu Sina Kabupaten Gresik berbasis *Software Pipe Flow Expert*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Debit kebutuhan air bersih (Q_d) yang dihasilkan perhari sebesar 5,022 m^3 /hari, perjam (Q_h) sebesar 0,628 m^3 /jam, jam puncak ($Q_{h \max}$) sebesar 1,256 m^3 /jam, dan pada menit puncak ($Q_{m \max}$) sebesar 0,042 m^3 /menit. Debit air buangan (Q_{ak}) sebesar 401,76 m^3 /hari dengan volume bak ekualisasi 9,642 m^3 /hari.
2. Hasil analisis dari perhitungan manual didapatkan $v = 1,814 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$ dan hasil analisis desain instalasi air bersih menggunakan pipe flow expert didapatkan $v = 1,796 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$, hal ini menunjukkan bahwa desain memenuhi.
3. Kapasitas tangki air bawah (*Ground Water Tank*) untuk air bersih sebesar 230,502 m^3 atau $\pm 235 \text{ m}^3$ untuk satu hari pemakaian dengan dimensi yang digunakan adalah 10 m x 7,67 m x 3 m. Kemudian, Kapasitas tangki air atas (*Roof Tank*) sebesar 1,0651 m^3 dengan dimensi yang digunakan adalah 1,375 x 0,8 x 1 m

5.2 Saran

Dengan memperhatikan penelitian yang dilakukan, didapatkan beberapa saran untuk memperbaiki dan menambah analisis sebagai berikut:

1. Penting untuk dilakukan perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), termasuk penanganan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), dalam proyek pembangunan fasilitas rumah sakit.
2. Analisis perancangan dapat dilakukan menggunakan dua *software* berbeda, yang hasilnya kemudian dibandingkan untuk memperoleh evaluasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, K. A., Suprpto, B., & Rahmawati, A. (t.t.). STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEMDISTRIBUSI AIR BERSIHDAN AIRLIMBAH DIGEDUNG NEO HOTEL MALANG.
- Affiandi, J., Pharmawati, K., & Nurprabowo, A. (t.t.). Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih Gedung Hotel Tebu.
- Firdaus Namiroh, S., Rokhmawati, A., & Rahmawati, A. (2022). Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plambing Pada Pembangunan Hotel Aston Mojokerto. In *Jurnal Rekayasa Sipil* (Vol. 12, Issue 1).
- Ilfan, F., & Sari, S. A. P. (2022). Perancangan Sistem Plumbing di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi.
- Janizar, S., Setiawan, F., & Kurniawan, E. (2020). PEMERIKSAAN KELAIKAN FUNGSI BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 1(1), 58–67.
<https://doi.org/10.51988/vol1no1bulanjulitahun2020.v1i1.8>
- Namiroh, S. F., Rokhmawati, A., & Rahmawati, A. (t.t.). STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM PLAMBING PADA PEMBANGUNAN HOTEL ASTON MOJOKERTO.
- Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo. 1985. Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing. PT. Pradnya Paramita.
- Noerhayati, E., Yudhistira, N. A., & Suprpto, B. (n.d.). *Studi Perencanaan Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih Pdam di Desa Klagen dan Ngadiboyo Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk*. 10.
- Perdana, R. C. Y. (t.t.). STUDI EVALUASI PERENCANAAN SISTEM PLUMBING DAN FIRE HYDRANT PADA PROYEK CONDOTEL HORISON ULTIMA BLOK A DAN BLOK B KOTA BATU. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 3(1).
- Rahayu, A. K., Pratama, Y., & Nurprabowo, A. (2020). Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih dengan Penerapan Alat Plambing Hemat Air Di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2).

<https://doi.org/10.32672/jse.v5i2.1918>

Rahmawati, A. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok untuk Menghasilkan Air Bersih. JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS “SOLIDITAS” (J-SOLID), 6(2), 164. <https://doi.org/10.31328/js.v6i2.1296>

Ridangka, Y. I. A., Talanipa, R., & Sriyani, R. (2017). ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH UNTUK PENGHUNI RUMAH SUSUN APARATUR SIPIL NEGARA RUMAH SAKIT BAHTERAMAS DI KOTA KENDARI. 02.

Safiyanti, A. D., & Pratama, Y. (t.t.). Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih Gedung Olifant School.

Sari, S. D. N., & Noerhayati, E. (2024). Alternatif perencanaan sistem plambing air bersih dan air kotor pada proyek gedung. Humans and Chemical Regimes, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.61511/hcr.v1i1.723>

Setyawan, I., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2023). Studi Alternatif Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih Dan Sistem Pemadam Kebakaran (Sprinkler) Pada Gedung Rumah Sakit Islam Ahmad Yani Surabaya. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang 2023

Standar Nasional Indonesia *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing* ICS 91.140.60 Badan Standardisasi Nasional, n.d.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Lapangan



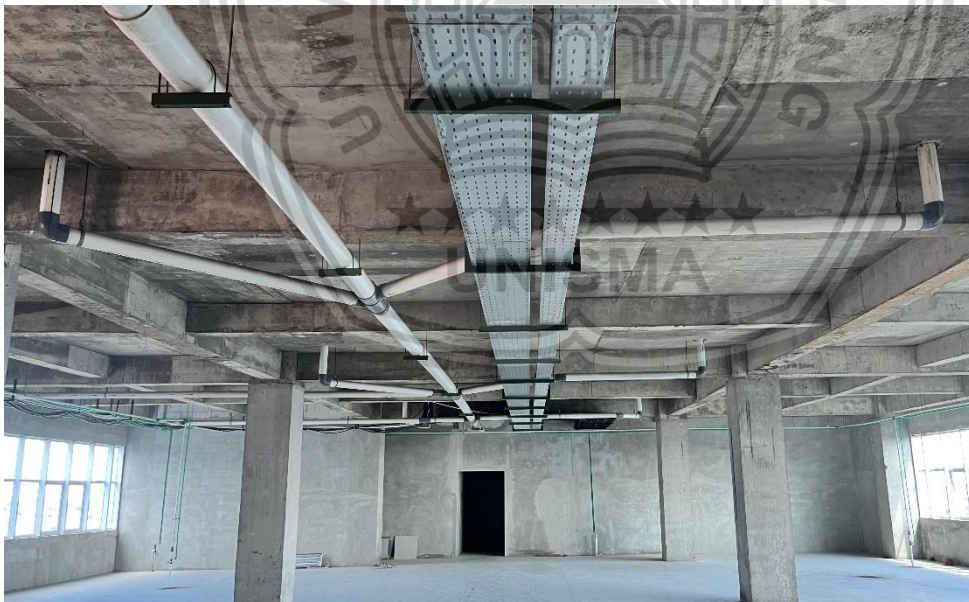
Gambar 1 Progres pembangunan Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik
Sumber : (Dokumentasi Internal Proyek, 2023)



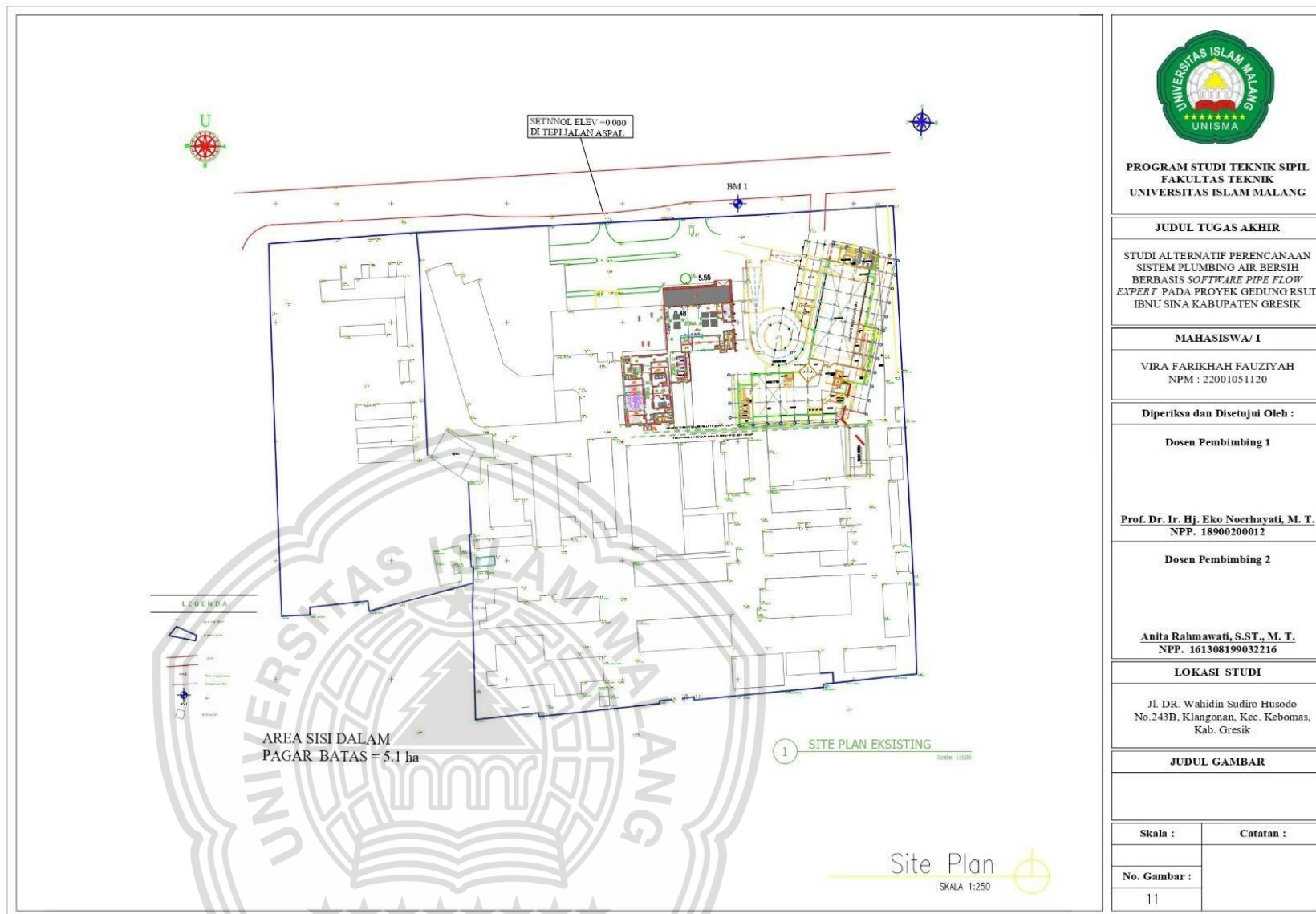
Gambar 2 Progres Pembangunan Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik
Sumber : (Dokumentasi Pribadi, 2024)

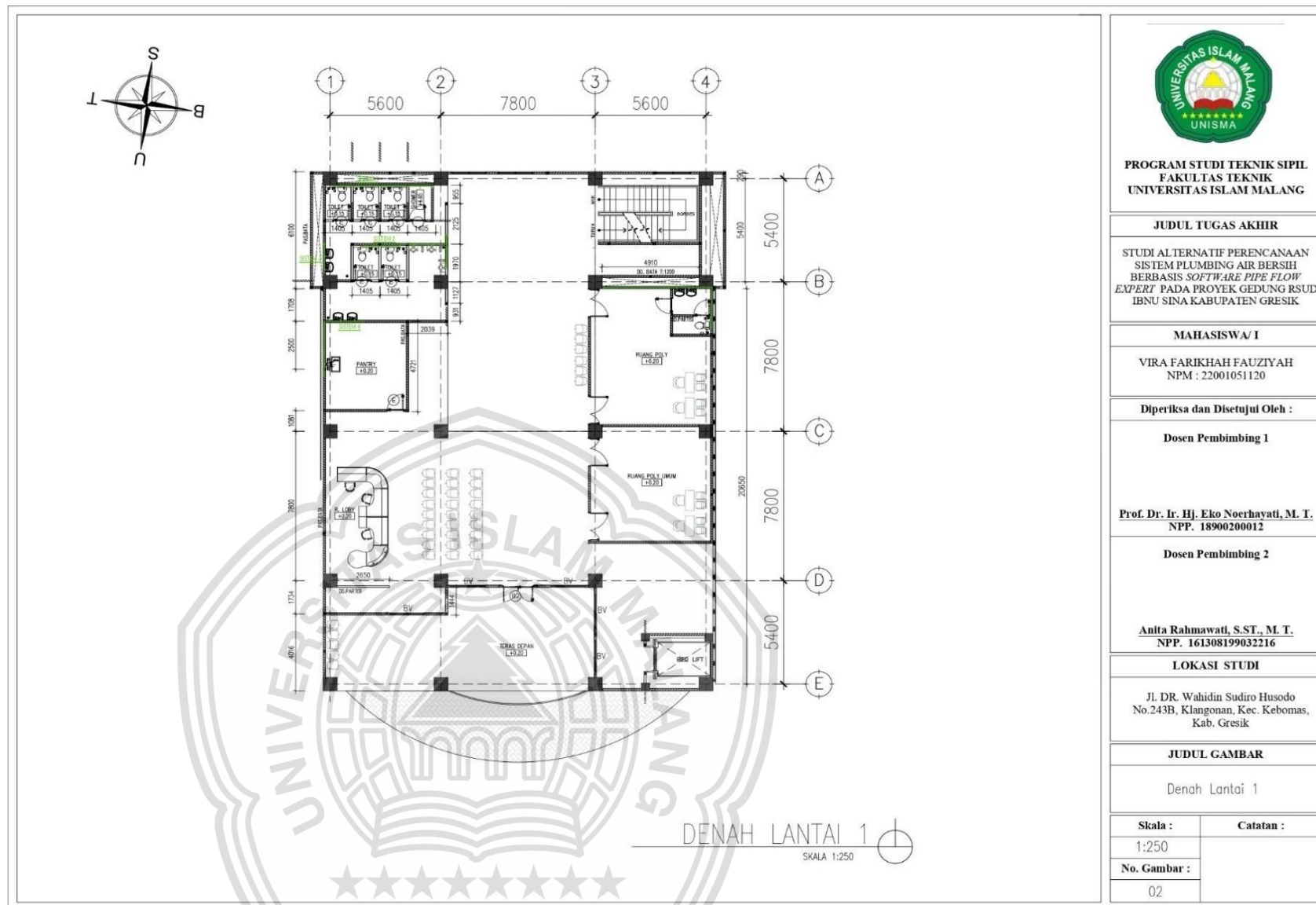


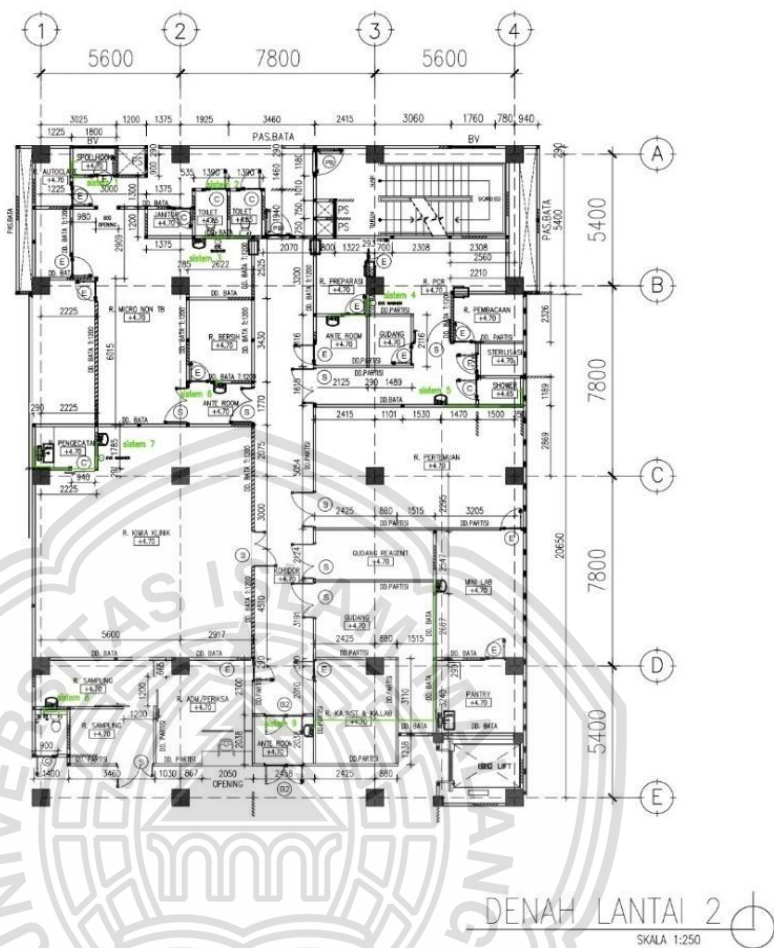
Gambar 3 *Roof Tank* Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik
Sumber : (Dokumentasi Pribadi, 2025)



Gambar 4 Instalasi Pipa Gedung RSUD Ibnu Sina Gresik
Sumber : (Dokumentasi Pribadi, 2025)







PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.
NPP. 18900200012

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.
NPP. 161308199032216

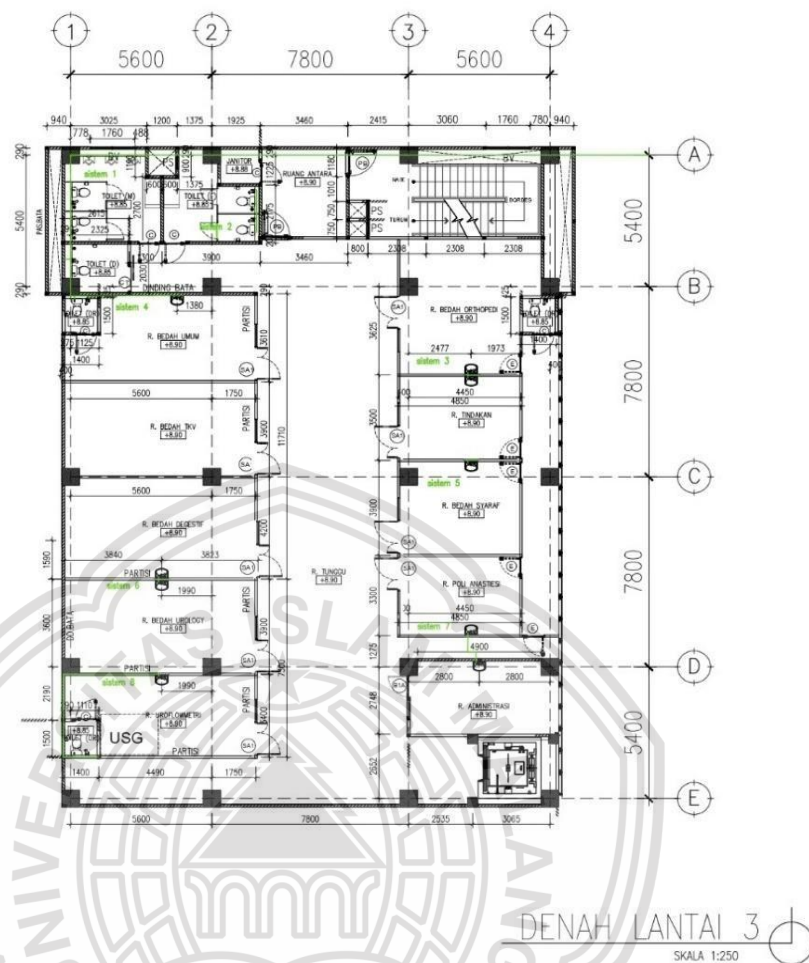
LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klanganan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

Denah Lantai 2

Skala :	Catatan :
1:250	
No. Gambar :	
03	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.
NPP. 18900200012

Dosen Pembimbing 2

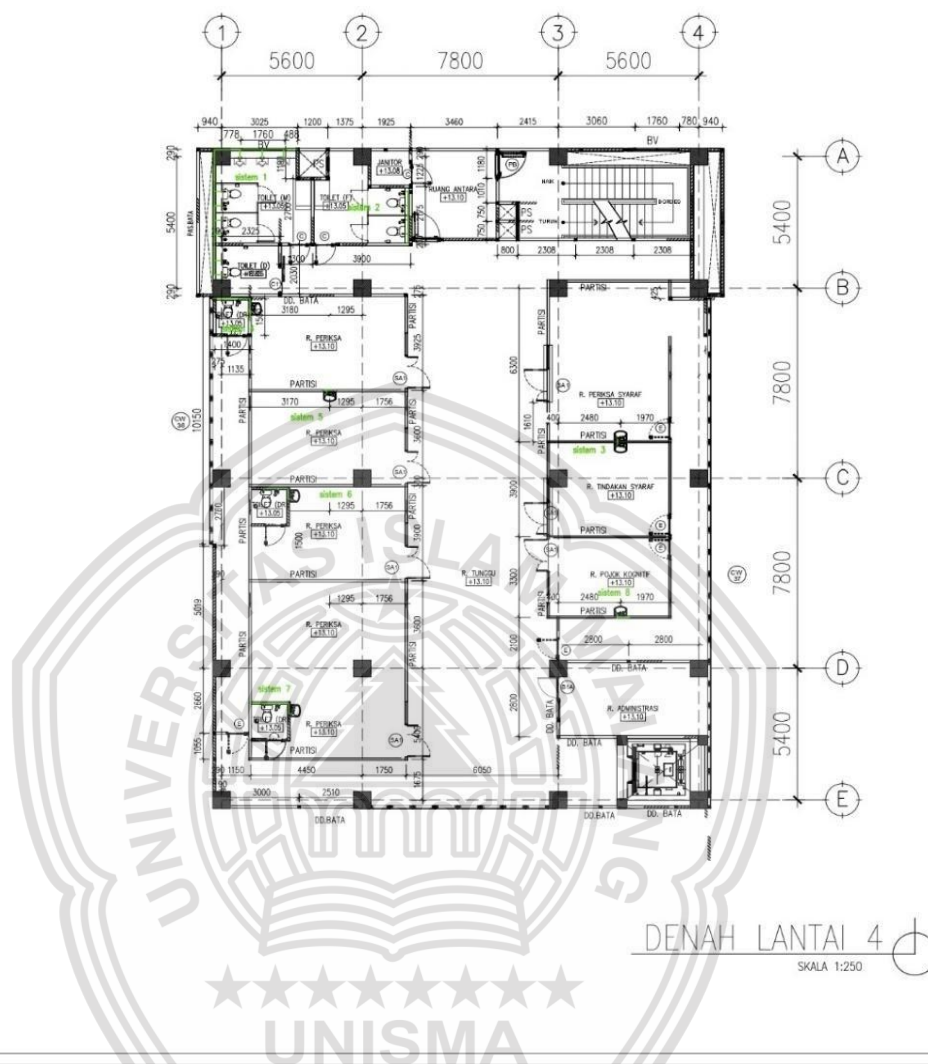
Anita Rahmawati, S.ST., M. T.
NPP. 161308199032216

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klanganan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

Denah Lantai 3

Skala :	Catatan :
1:250	
No. Gambar :	
04	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS SOFTWARE PIPE FLOW
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.
NPP. 18900200012

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.
NPP. 161308199032216

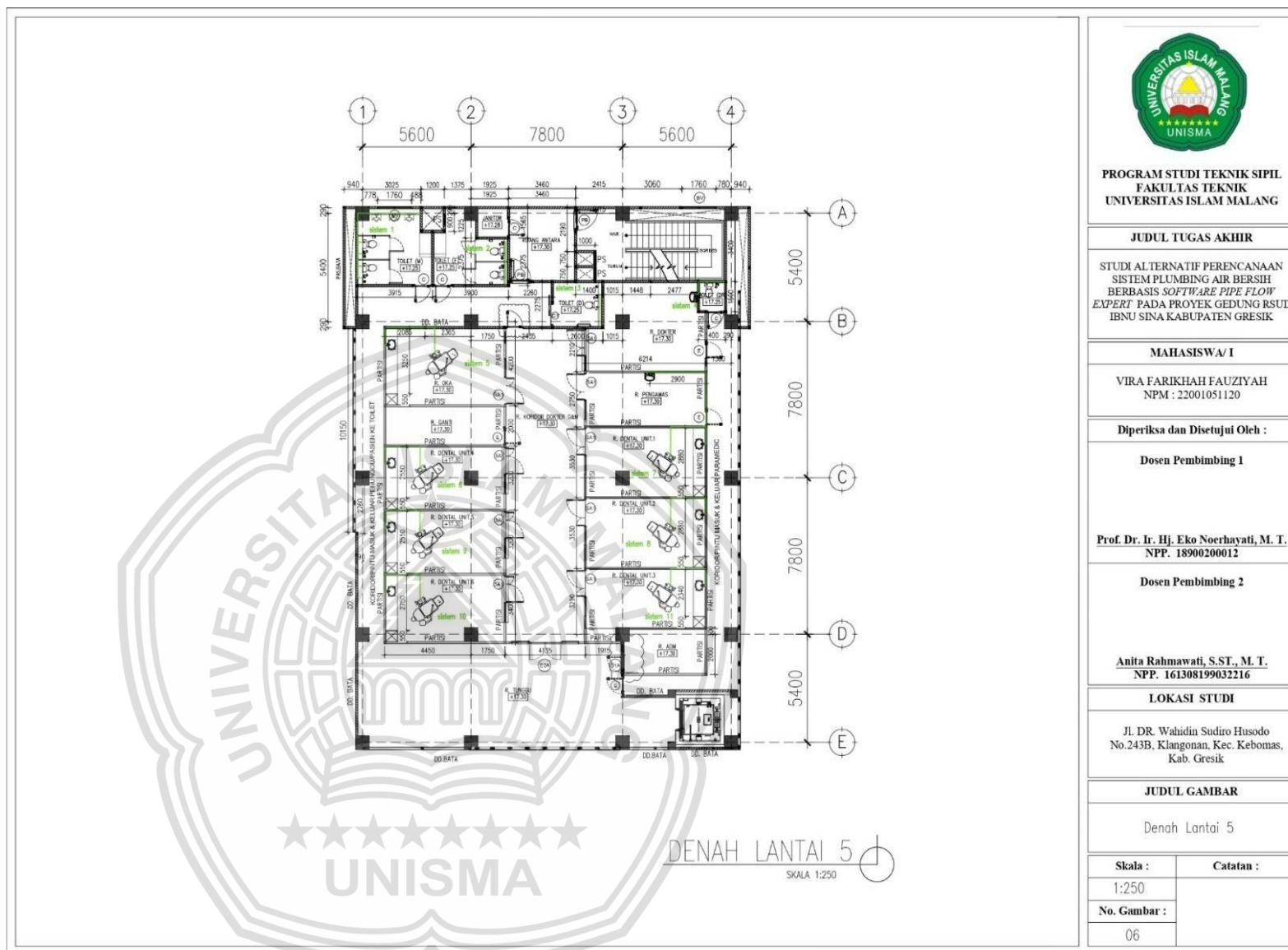
LOKASI STUDI

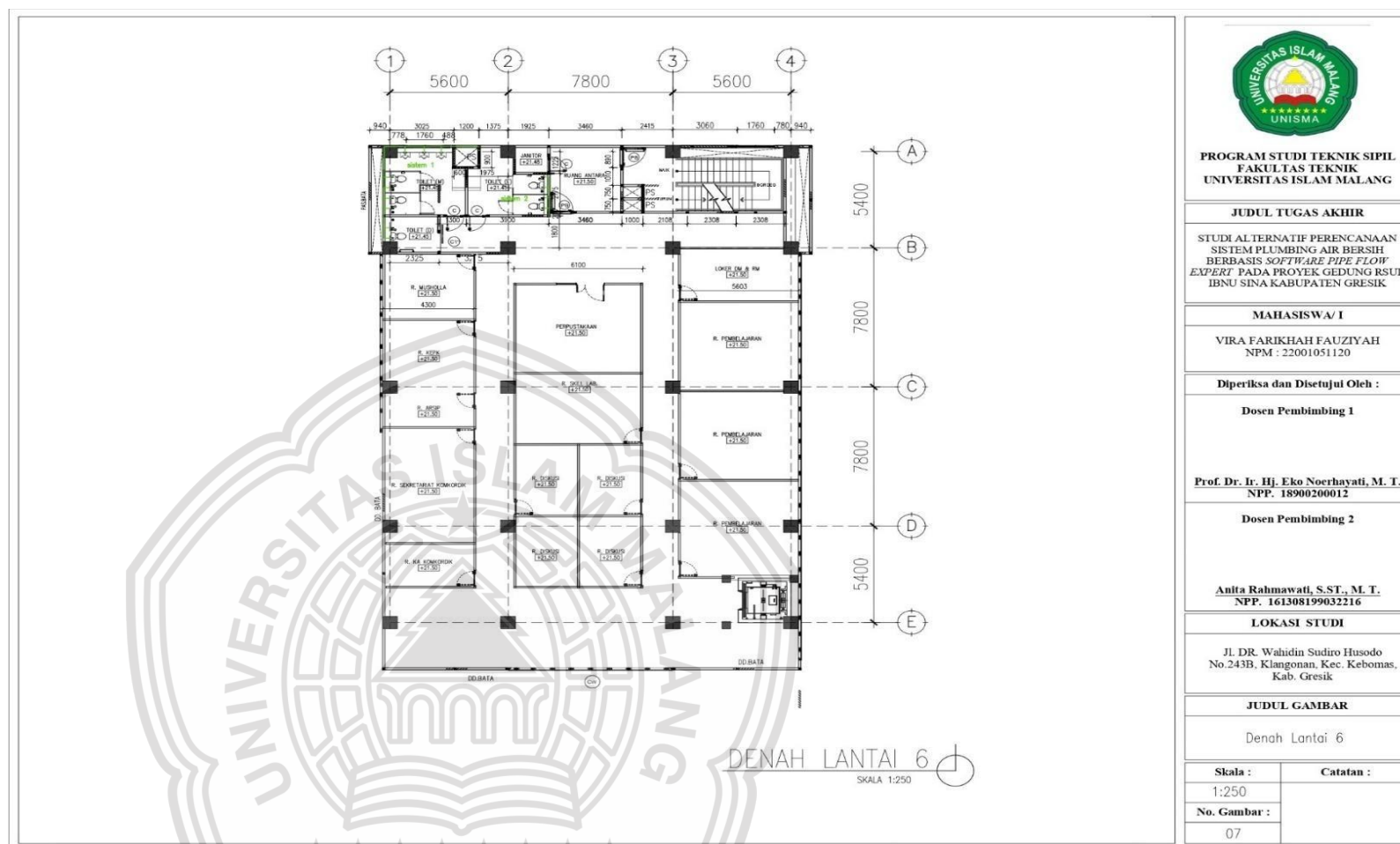
Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klanganan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

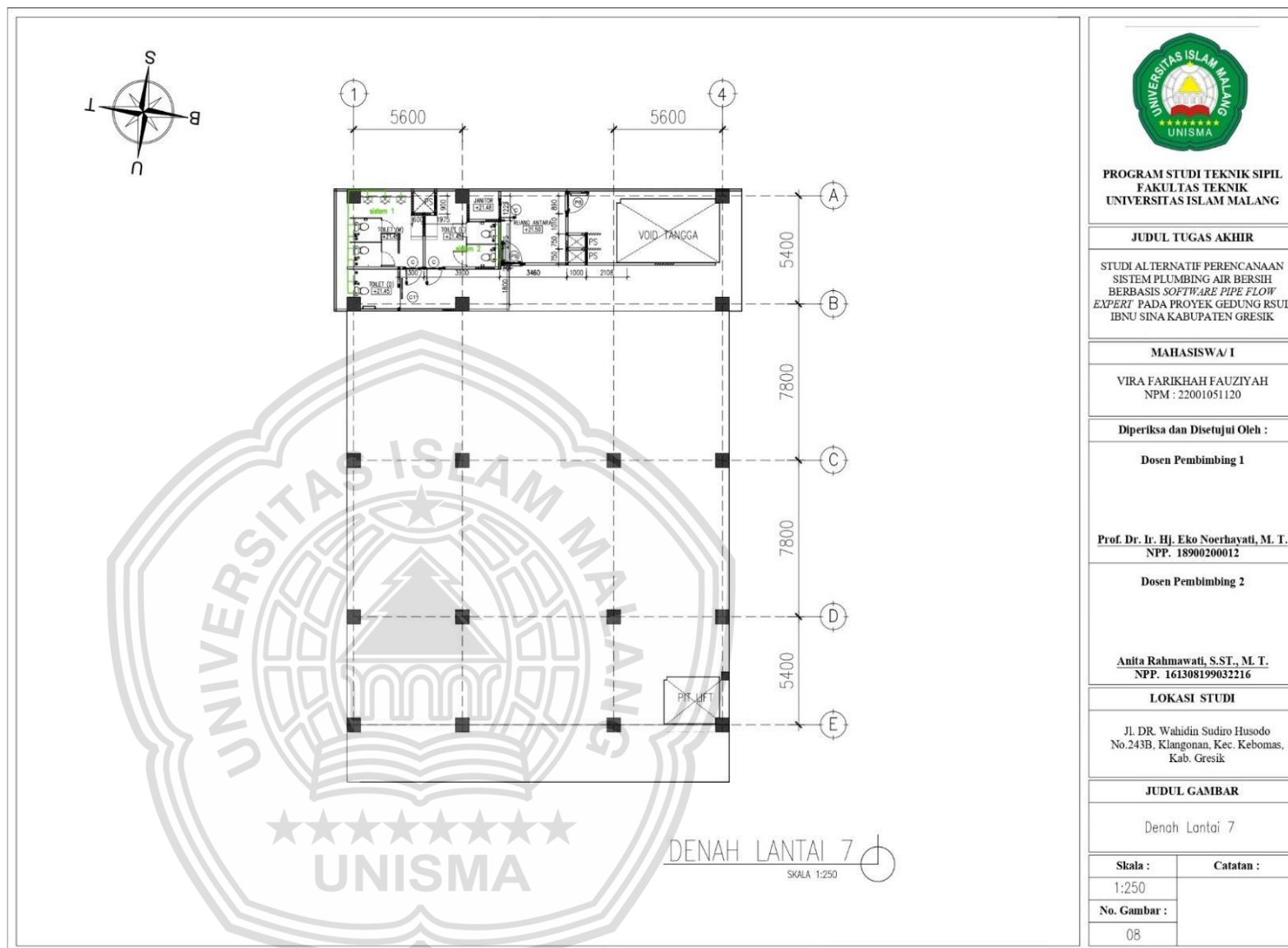
JUDUL GAMBAR

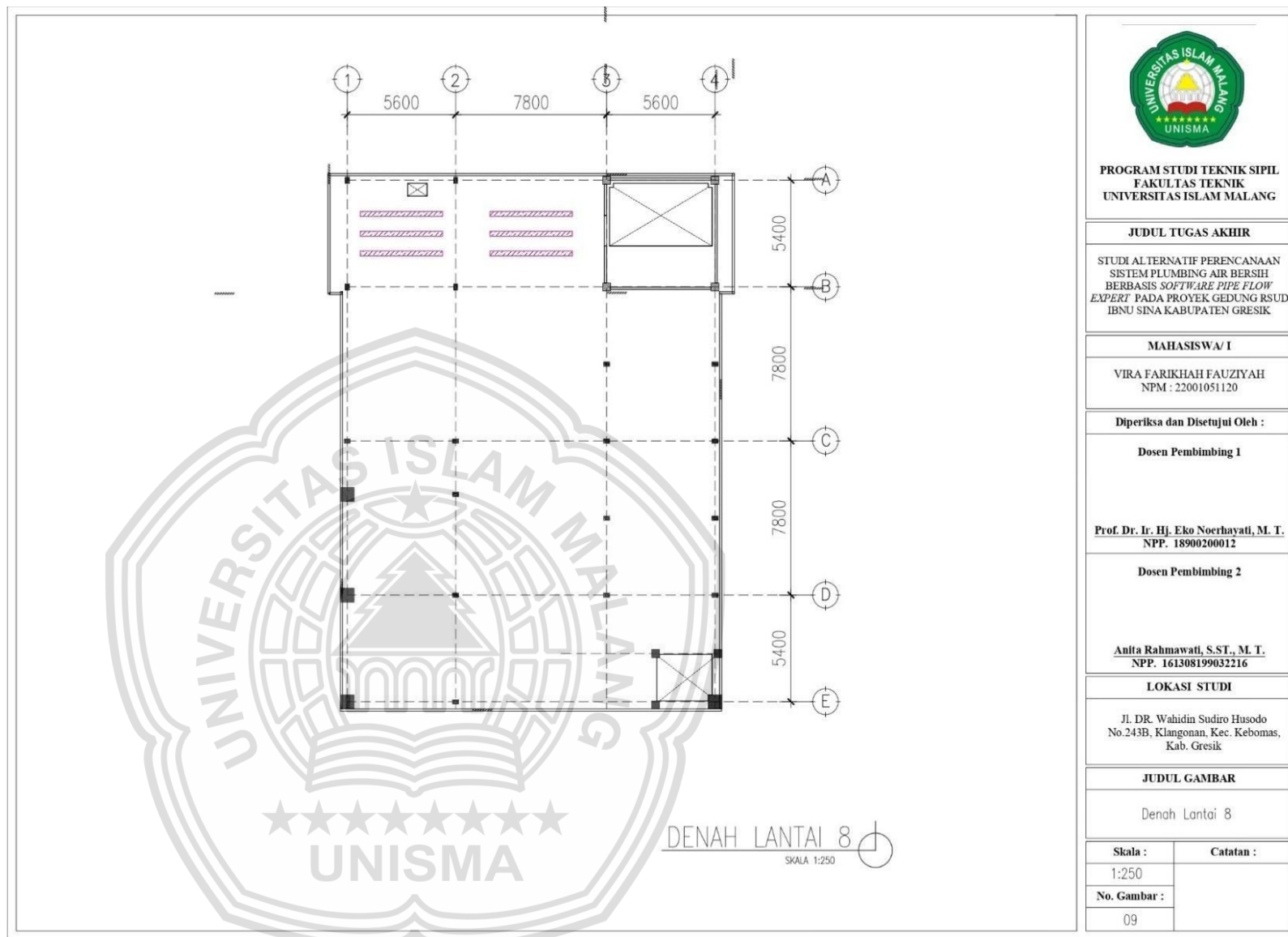
Denah Lantai 4

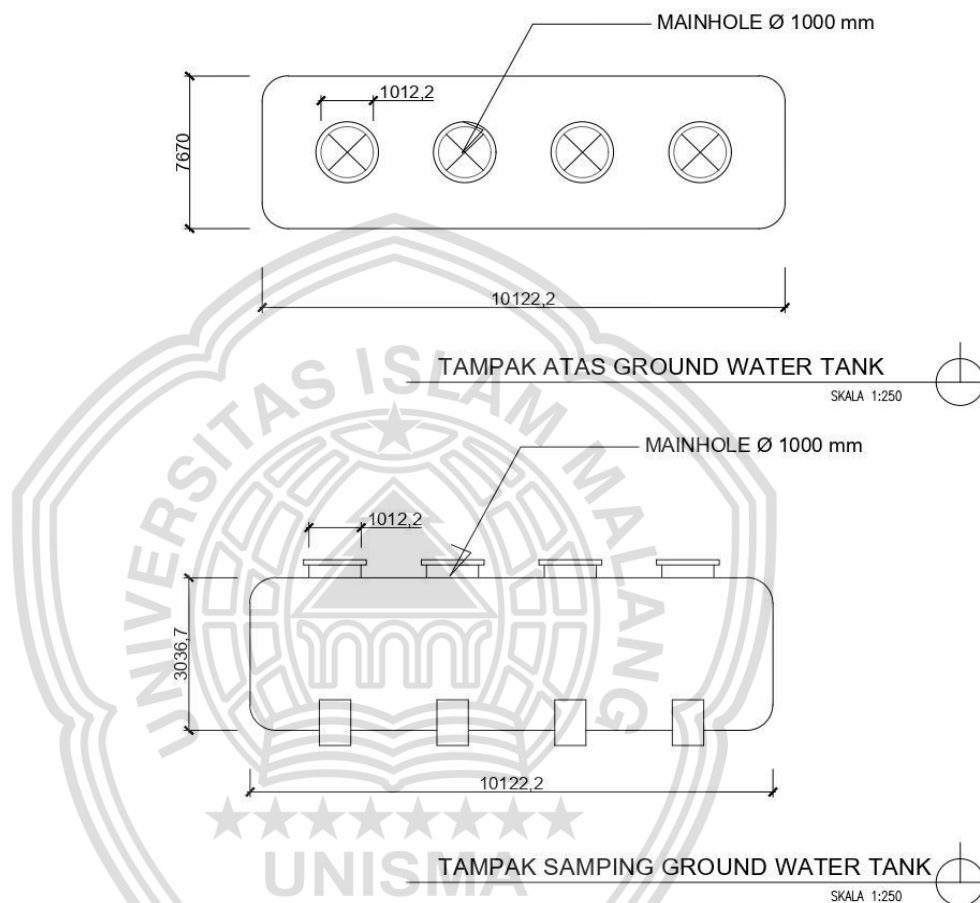
Skala :	Catatan :
1:250	
No. Gambar :	
05	











PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

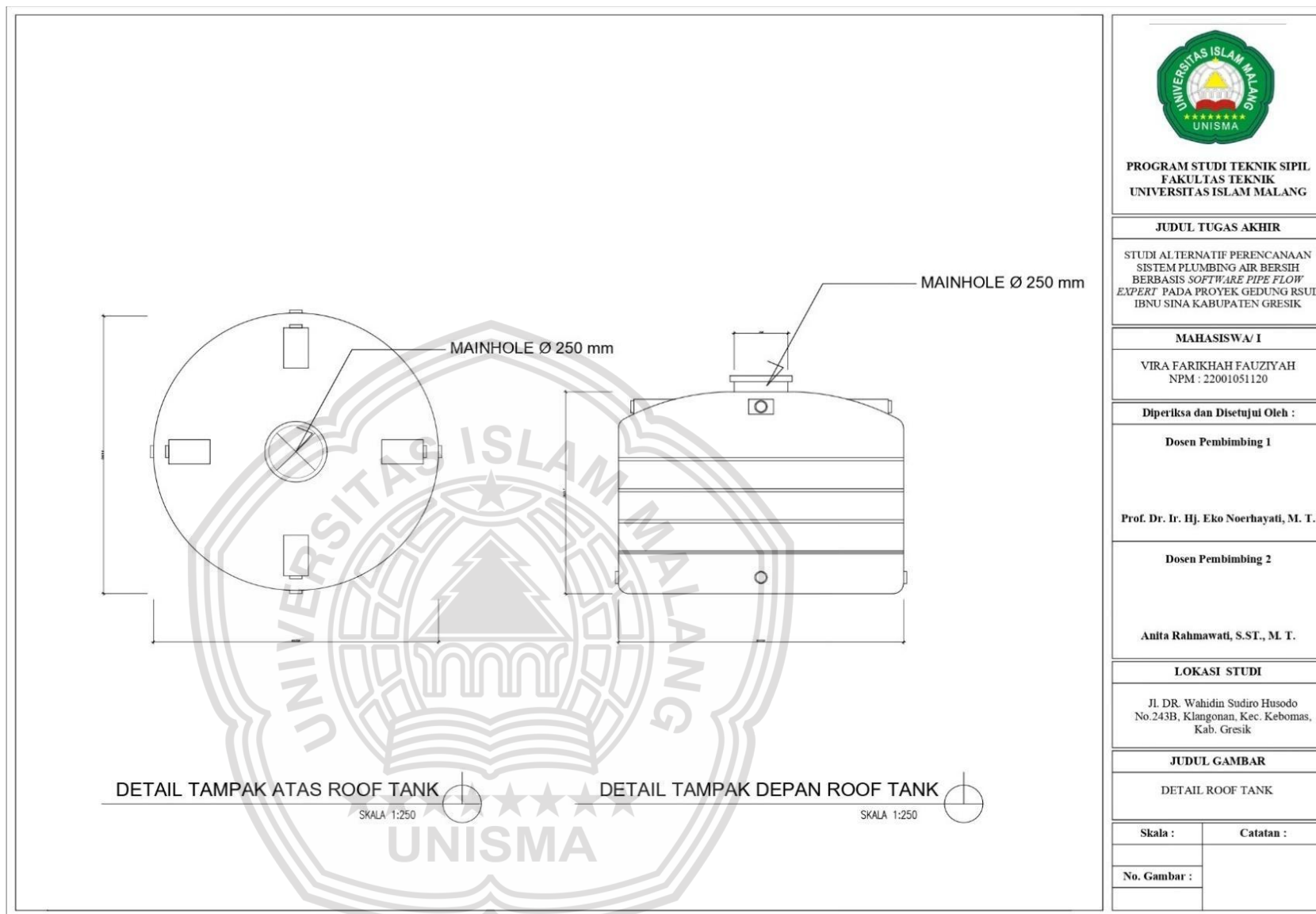
JUDUL GAMBAR

DETAIL GROUND WATER TANK

Skala :

Catatan :

No. Gambar :



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

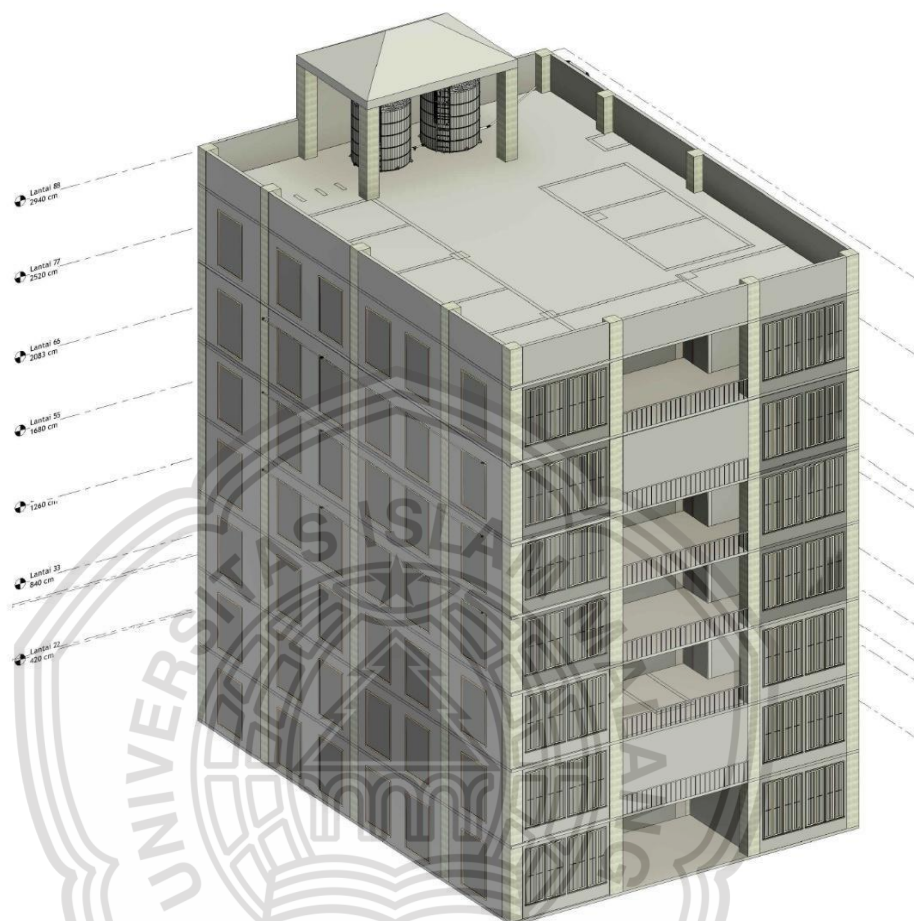
Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

DETAIL ROOF TANK

Skala : Catatan :

No. Gambar :



GAMBAR 3D DIMENSI LOKASI PENELITIAN

SKALA 1:250



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW
EXPERT* PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAN FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

3D DIMENSI LOKASI PENELITIAN

Skala :	Catatan :
1:250	
No. Gambar :	
12	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAN FAUZIYAH
NPM : 2201051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

GAMBAR POTONGAN

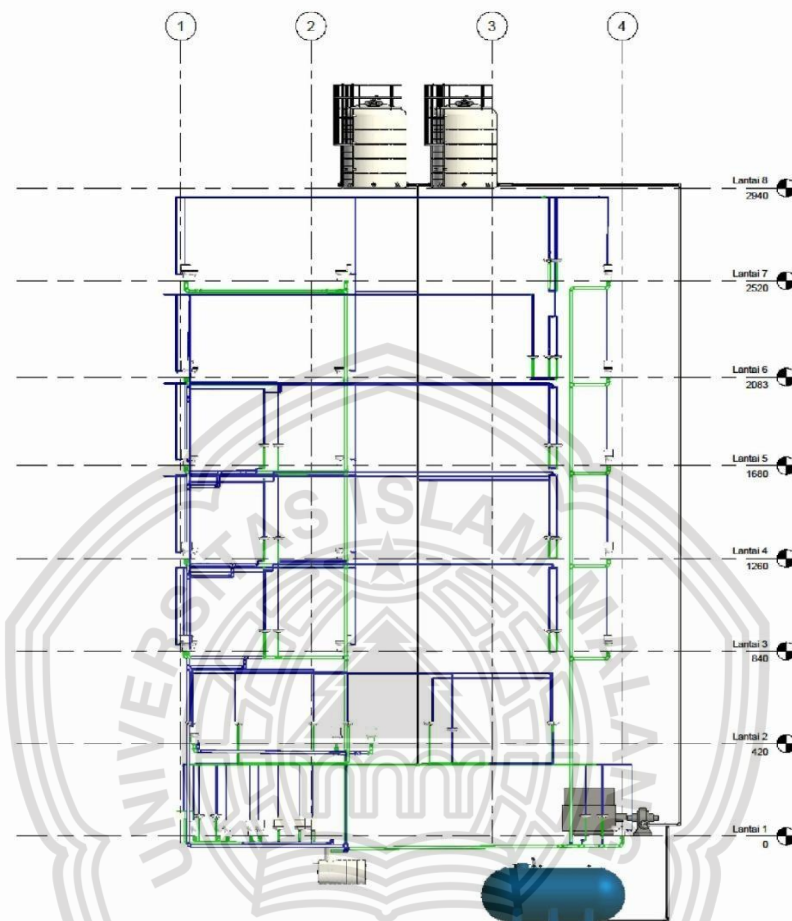
Skala :

1:250

No. Gambar :

13

Catatan :



TAMPAK SAMPING ISOMETRI PLUMBING

SKALA 1:250



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

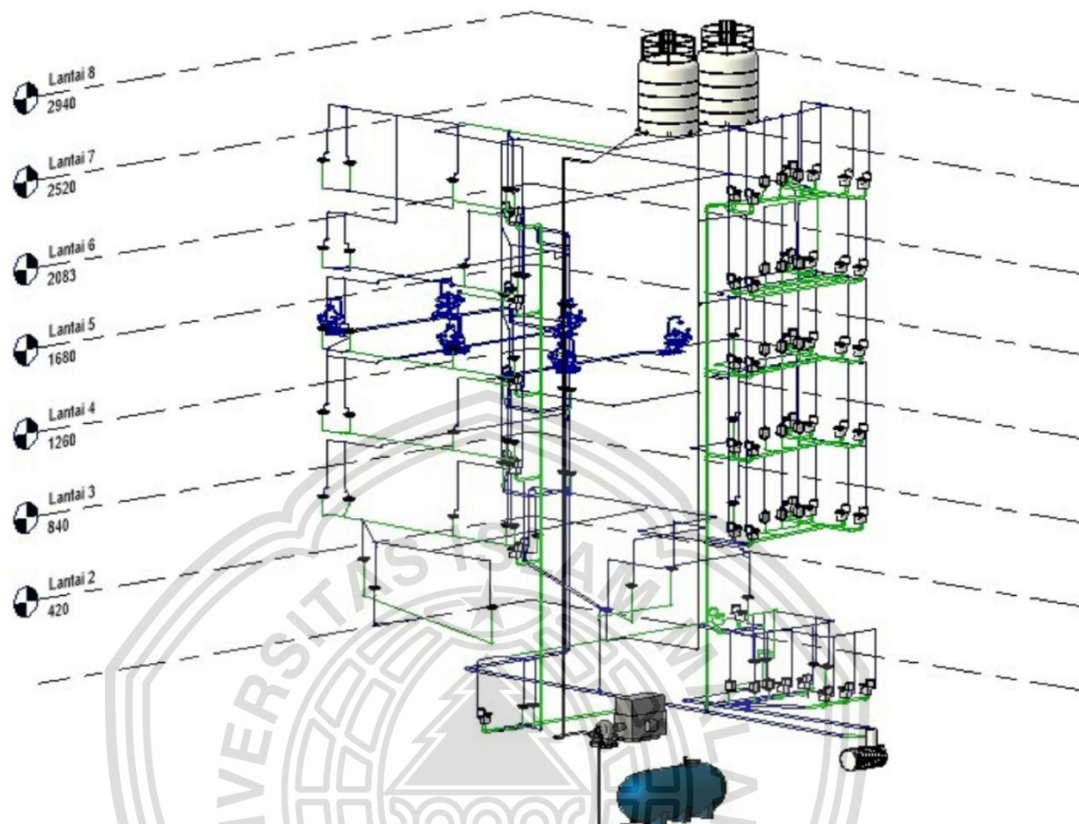
Skala :

1:250

No. Gambar :

14

Catatan :



ISOMETRI PLUMBING

SKALA 1:250



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW*
EXPERT PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

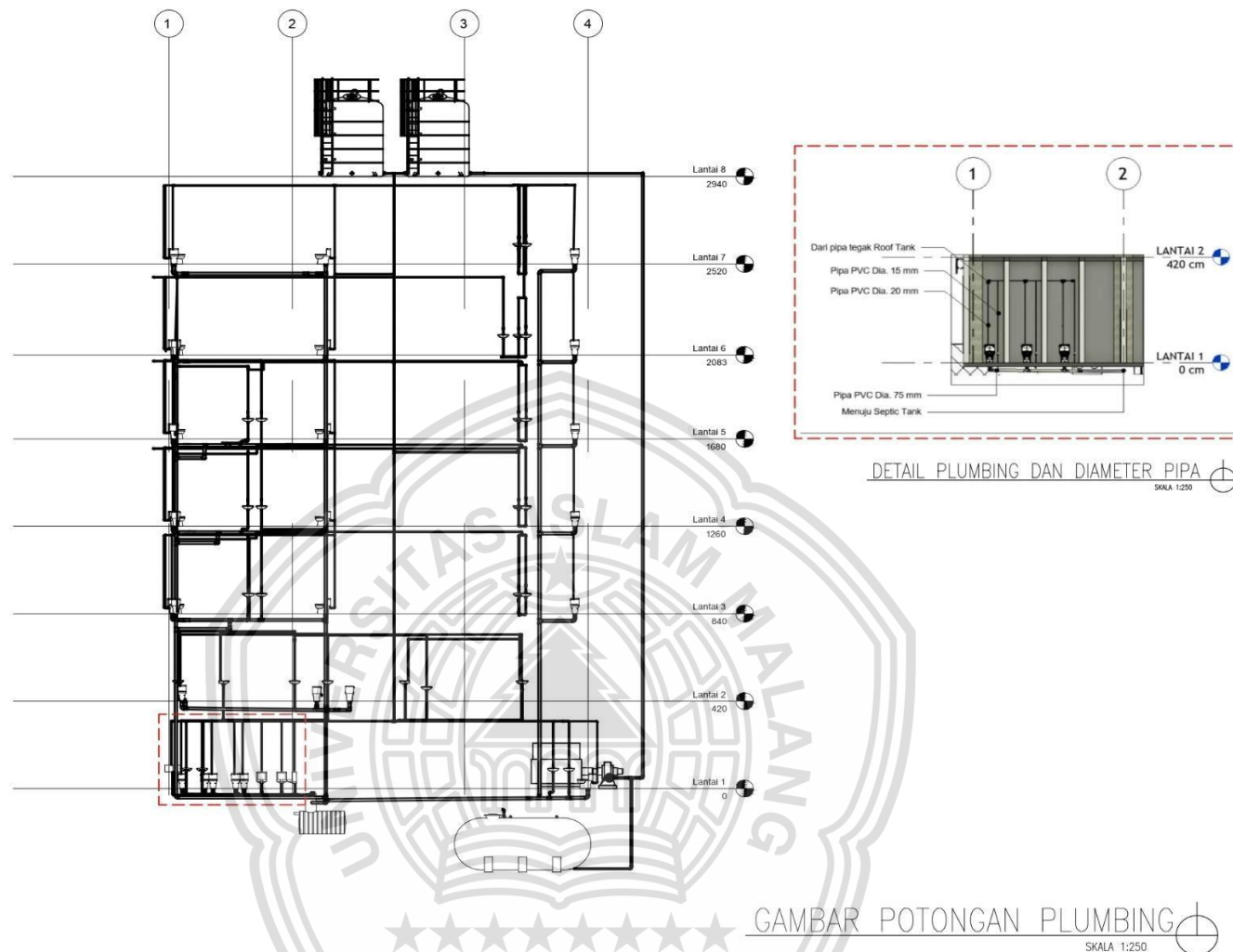
Skala :

1:250

No. Gambar :

15

Catatan :



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN
SISTEM PLUMBING AIR BERSIH
BERBASIS *SOFTWARE PIPE FLOW
EXPERT* PADA PROYEK GEDUNG RSUD
IBNU SINA KABUPATEN GRESIK

MAHASISWA/ I

VIRA FARIKHAH FAUZIYAH
NPM : 22001051120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M. T.

Dosen Pembimbing 2

Anita Rahmawati, S.ST., M. T.

LOKASI STUDI

Jl. DR. Wahidin Sudiro Husodo
No.243B, Klangonan, Kec. Kebomas,
Kab. Gresik

JUDUL GAMBAR

Skala :

1:250

No. Gambar :

16

Catatan :