



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR TERAPAN RC 145501**

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH  
PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL**

**ANDITYA NURPRADIPTA**  
**NRP. 3114 030 099**

**EKA SEPTIAN PUTRA M.**  
**NRP. 3114 030 156**

**DOSEN PEMBIMBING 1**  
**Dr. Ir. HENDRA WAHYUDI, MS**  
**NIP. 19630426 198803 1 003**

**DOSEN PEMBIMBING 2**  
**M. HAFIIZH IMAADUDDIN, ST. MT**  
**NIP. 19860212 201504 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2017**



## **APPLIED FINAL PROJECT RC 145501**

### **PLANNING OF CLEAN WATER NETWORK SYSTEM AND WASTE WATER ON NAMIRA HOTEL BUILDING**

**ANDITYA NURPRADIPTA**

**NRP. 3114 030 099**

**EKA SEPTIAN PUTRA M.**

**NRP. 3114 030 156**

**DOSEN PEMBIMBING 1**

**Dr. Ir. HENDRA WAHYUDI, MS**

**NIP. 19630426 198803 1 003**

**DOSEN PEMBIMBING 2**

**M. HAFIZH IMAADUDDIIN, ST. MT**

**NIP. 19860212 201504 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**

**FAKULTAS VOKASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2017**

# **PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR ERSIH DAN AIR LIMBAH PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL**

## **TUGAS AKHIR TERAPAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada  
Program Studi Diploma III  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh:

Mahasiswa I

**Anditya Nurpradipta**  
**NRP 3114 030 099**

Mahasiswa II

**Eka Septian Putra M**  
**NRP 3114 030 156**

Disetujui oleh: **Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS**  
Dosen I

**26 JAN 2018**

Dosen II



**Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS**  
**NIP. 19630426 198803 1 003**

**Hafizh Imaaduddiin, ST.MT**  
**NIP. 19860212 201504 1 001**



**BERITA ACARA**  
**UJIAN TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI-ITS**  
**PROGRAM DIPLOMA III**  
**KOSENTRASI BANGUNAN AIR**

Nomor Agenda :  
000090/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal Ujian :  
10 Januari 2018

Judul Proyek Akhir	Evaluasi Instalasi Air Bersih, Air Kotor dan Air Hujan Terhadap Drainase Sekitarnya		
Nama Mahasiswa 1	Anditya Nurpradipta	NRP	3114030099
Nama Mahasiswa 2	Eka Septian Putra M.	NRP	3114030156
Dosen Pembimbing 1 NIP:	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS 19630426 198803 1 003	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2 NIP:	M. Hafizh I, ST. MT 19860212 201504 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<hr/> <hr/> <hr/>	
<hr/> <hr/> <hr/>	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS NIP: 19630426 198803 1 003
<hr/> <hr/> <hr/>	
<hr/> <hr/> <hr/>	M. Hafizh I, ST. MT NIP. 19860212 201504 1 001
1) check stabilitas volume tanaman. 2) nilai koefisien aliran & intensitas hujan pd saat penelitian obat racuna. 3) data hujan ?	
1) pasca analisis 2) Daftar isi : dicantumkan Bab nya	
	Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP. 19580629 198703 1 002

**PERSETUJUAN HASIL REVISI**

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS NIP: 19630426 198803 1 003	M. Hafizh I, ST. MT NIP. 19860212 201504 1 001	Ir. Ismail Sa'ud, MMT NIP. 19600517 198903 1 002	Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP. 19580629 198703 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidkan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Pembimbing 1	Pembimbing 2
	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS NIP. 19630426 198803 1 003	NIP. 19860212 201504 1 001



### ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama :  
NRP :  
Judul Tugas Akhir :

: 1 Andityo Nurpradipta  
: 1 3119020099  
: 2 Eka Septian Putra M.  
: 2 3119020156

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1.)	23 -02 -2017	-Cari standar Pelayanan Minimal -Hitung. dengan jam Puncak & Fungsional	<i>Amidur</i>	B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		-Cari literatur yang lain -Revisi narasi teks.	<i>Hafizah</i>	B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.)	05 -03 -2017	-Denah. 6x2 utk apa ditulis secara narasi -Vol. tempungan pakai pattern. -Aturan Penulisan TA. -Assumsi usahaikan diletakkan di depan awal	<i>Hafizah</i>	B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.)	22 -03 -2017	-Perbaikan susunan tabel. -Rumus Equation -Penamaan Grafik -Perhitungan & Satuan pada pipa menggunakan rumusan pipa biasa.	<i>M. Hafizah</i>	B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal  
C = Sesuai dengan jadwal  
K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

## ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2  
NRP : 1 2  
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1)	30 - 03 - 2017	- Perbaiki karasi - Cari Cetakan atau peraturan. perpipaan HB & Darwoto - Selesaikan Semuanya .		B C K
2)	29 - 05 - 2017	- Prob I, II & III sdh hrs dibuat dan dpt diproses - yg mengarai tekanan yg besar antar tanah apn yg hrs di lakukan		B C K
3.)	24 - 06 - 2017	- Spesifikasi Pipa yg digunakan - Lay out pada pipa air bersih keluarkan dariulu sblm hitungan dan Air kotor. - perhitungan pompa, konci dari tipe pompa.	<i>M. Fatin</i>	B C K
7	15 - 06 - 2017	- Tata Penulisan Giat Akhiran. dan ITS. - Gambar pipa dimasuk ke	<i>JW</i>	B C K

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal  
C = Sesuai dengan jadwal  
K = Terlambat dari jadwal

# PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL

<b>Nama Mahasiswa</b>	<b>: 1. Anditya Nurpradipta</b>
	<b>2. Eka Septian Putra Mahardika</b>
<b>NRP</b>	<b>: 1. 3114030099</b>
	<b>: 2. 3114030156</b>
<b>Pembimbing 1</b>	<b>: Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS</b>
<b>Pembimbing 2</b>	<b>: M. Hafizh Imaaduddiin, ST. MT</b>

## ABSTRAK

*Sistem jaringan pipa adalah suatu sistem jaringan pada sebuah gedung bertingkat yang berfungsi untuk mendistribusikan air bersih dan air limbah dari lantai satu ke lantai yang lain baiuk secara vertikal maupun horizontal dengan bantuan sebuah pompa. Sistem jaringan pipa ini sangat menunjang aktivitas manusia di dalamnya. Sistem jaringan telah direncanakan dengan sistem tangki atap dan tangki bawah dengan ketinggian gedung sebesar 36,7 m dan tekanan pompa atau head sebesar 45 m.*

*Proyek akhir dengan judul “Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih dan Air Limbah Pada Gedung Namira Hotel” didesain menggunakan sistem jaringan yang sederhana yaitu sistem jaringan tangki atas dan tangki bawah dengan kapasitas tangki bawah sebesar 85,79 m<sup>3</sup> sedangkan tangki atas sebesar 8 m<sup>3</sup>. Perencanaan sistem jaringan air bersih untuk lantai 8 hingga 5 menggunakan sistem pompa lantai 4 hingga 1 sistem gravitasi. Bahan pipa yang digunakan untuk air bersih adalah polypropylene random sedangkan untuk air limbah menggunakan pipa PVC. Perhitungan sistem jaringan pipa menggunakan*

*program Ms. Exel 2016. Penggambaran hasil perencanaan menggunakan program AutoCAD 2015.*

*Langkah untuk menyelesaikan hal tersebut dimulai dari studi literature, pengumpulan data, identifikasi masalah berikut penyelesaian dan perhitungan- perhitungan tentang dimensi pipa baik pipa air bersih, pipa air kotor maupun pipa air hujan.*

*Kata kunci : gedung bertingkat, distribusi air, jaringan pipa*

# PLANNING OF CLEAN WATER NETWORK SYSTEM AND WASTE WATER ON NAMIRA HOTEL BUILDING

<b>Student Name</b>	<b>: 1. Anditya Nurpradipta</b>
	<b>2. Eka Septian Putra Mahardika</b>
<b>NRP</b>	<b>: 1. 3114030099</b>
	<b>: 2. 3114030156</b>
<b>Counsellor 1</b>	<b>: Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS</b>
<b>Counsellor 2</b>	<b>: M. Hafizh Imaaduddin, ST. MT</b>

## ABSTRACT

*The pipeline system is a network system in a multi-story building that serves to distribute clean water and from one to another floor of wastes vertically or horizontally with the help of a pump. This pipeline system is very supportive in human activities. The network system has been planned with a roof tank system and a bottom tank with a building height of 36.7 m and a pump or head pressure of 45 m.*

*The final project under the title "Planning of Clean Water and Wastewater System System at Namira Hotel Building" is designed using a simple tank system, that is a upper tank and bottom tank system with a bottom tank capacity is 85.79 m<sup>3</sup> while the upper tank is 8 m<sup>3</sup>. Planning a clean water network system for floor 8 to 5 using a pump system, but floor 4 to 1 using a gravity system. The pipe material used for clean water is polypropylene random while for waste water using PVC pipe. Calculation of network system using pipeline program Ms. Exel 2016. The depiction of planning results using the AutoCAD 2015 program.*

*Steps to resolve this are from literature studies, data collection, problem identification, and completion and calculations on the dimensions of pipes for both water pipes, sewage pipes and rainwater pipes.*

*Keywords: high rise building, water distribution, pipeline network*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul “Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Dan Air Limbah Pada Gedung Namira Hotel”. Tugas Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi seluruh mahasiswa dalam menempuh pendidikan pada Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV ITS.

Kami ucapkan terimakasih atas bimbingan, arahan, serta bantuan dari :

1. Bapak Dr. Machsus, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV ITS,
2. Bapak Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS dan bapak M. Hafizh Imaaduddiin, ST., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan,
3. Bapak/Ibu Dosen, seluruh Staf Karyawan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV ITS Surabaya yang telah membantu dalam proses penggerjaan proyek akhir ini.
4. Kedua orang tua kami, saudara-saudara kami, yang selalu memberikan motivasi dan doa.
5. Rekan-rekan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV ITS, serta semua pihak yang membantu dalam meyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini, yang mana kami tidak dapat sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan Tugas Akhir Terapan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi terciptanya hasil yang lebih baik.

Surabaya, 24 Januari 2018

**Penulis**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR GRAFIK .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Peta Lokasi .....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih.....	5
2.1.1 Sumber Air Bersih.....	5
2.1.2 Perhitungan Jumlah Penghuni .....	5
2.1.3 Kebutuhan Air Bersih.....	6
2.1.4 Sistem Penyediaan Air Bersih.....	8
2.1.5 Sistem penampungan air bersih.....	9
2.1.6 Pompa Penyediaan Air .....	12

2.1.7 Penentuan Dimensi Pipa.....	13
2.1.8 Kehilangan Energi .....	14
2.1.9 Penahan pipa.....	15
2.1.10 Pemasangan Katup .....	16
2.2 Pengertian Air Limbah .....	16
2.3 Perencanaan Sistem Jaringan Air Kotor.....	17
2.3.1 Dasar Perencanaan Instalasi Air Kotor.....	17
2.3.2 Ketentuan Umum Pipa Pembuangan.....	18
2.3.3 Sumber Air Buangan .....	18
2.3.4 Bagian-bagian Utama Sistem Jaringan Air Kotor ....	19
2.3.5 Sistem Pembuangan .....	20
2.3.6 Sistem Pengaliran.....	20
2.3.7 Dimensi Pipa Air Kotor.....	20
2.3.8 Kemiringan Pipa.....	21
2.3.9 Pipa Buangan Induk .....	22
2.3.10 Tangki Septik .....	22
2.4 Perencanaan Sistem Jaringan Air Hujan .....	26
2.4.1 Curah Hujan Wilayah.....	26
2.4.2 Parameter Statistik.....	27
2.4.3 Tinggi Hujan Rencana .....	29
2.4.4 Uji Kecocokan Distribusi .....	33
2.4.5 Intensitas Curah Hujan .....	36
2.4.6 Debit Hujan Rencana.....	36
2.4.7 Drainase Gedung .....	38
2.4.8 Perancangan Pipa, Kemiringan, dan Perubahan arah .....	40

2.4.9 Drainase Atap.....	42
BAB 3 METODOLOGI .....	43
3.1 Persiapan .....	43
3.2 Pengumpulan Data .....	43
3.3 Analisis Sistem Jaringan Air Bersih.....	44
3.4 Analisis Sistem Jaringan Air Kotor.....	46
3.5 Analisis Sistem Jaringan Air Hujan .....	47
3.6 Flow Chart.....	48
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Perencanaan Jaringan Air Bersih .....	51
4.1.1 Jumlah Penghuni .....	51
4.1.2 Kebutuhan Air Bersih.....	53
4.1.3 Kebutuhan Tangki.....	54
4.1.4 Dimensi Pipa .....	59
4.1.5 Pompa.....	70
4.2 Perencanaan Sistem Jaringan Air Kotor.....	74
4.2.1 Volume Buangan.....	74
4.2.2 Volume Lumpur .....	75
4.2.3 Ruang Air.....	75
4.2.4 Volume Septik Tank.....	76
4.2.5 Dimensi Pipa Air Kotor.....	76
4.3 Perencanaan Jaringan Air hujan.....	79
4.3.1 Konsep Pengaliran Air Hujan .....	79
4.3.2 Perhitungan Curah Hujan Wilayah.....	79
4.3.2 Perhitungan Parameter Statistik .....	81

4.3.3 Perhitungan Dsitribusi Log Person.....	83
4.3.4 Uji Distribusi Chi-Kuadrat .....	85
4.3.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	87
4.3.6 Perhitungan Debit Hujan Rencana (Metode Rasional) .....	89
4.3.7 Perhitungan Dimensi dan Kebutuhan Pipa.....	90
4.3.8 Volume Air Limbah .....	91
4.3.9 Analisis Debit Air Hujan Dengan Metode Nakayasu .....	92
4.3.10 Kontrol Debit Rencana dengan Kapasitas Bozem..	99
4.4 Pengaliran Air Limbah Hotel Ke Drainase.....	104
4.4.1 Spesifikasi Pompa Pembuangan .....	104
4.4.2 Volume Air Limbah .....	104
4.4.3 Penempatan Pompa pada Bozem.....	110
4.4.4 Standar Operasional Prosedur (Pompa).....	113
4.4.5 Analisis Debit Air Hujan Dengan Metode Nakayasu (Drainase) .....	114
4.4.6 Analisis Pembuangan Air Limbah Namira Hotel ke Drainase.....	121
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	124
5.1    Kesimpulan.....	124
5.2    Saran.....	125
DAFTAR PUSTAKA.....	126
BIODATA PENULIS.....	128
LAMPIRAN .....	131

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi gedung namira hotel.....	4
Gambar 2. 1 Penyediaan air bersih dengan sistem tangki atap .....	8
Gambar 2. 2 Tampak Luar Pompa Sentrifugal.....	12
Gambar 2. 3 Contoh Penggantung Pipa .....	16
Gambar 2. 4 Bagian-bagian Utama Instalasi Pipa Air Kotor .....	19
Gambar 2. 5 Kemiringan Pipa Air Kotor .....	21
Gambar 2. 6 Kemiringan Pipa Buangan induk.....	22
Gambar 2. 7 Tangki Septik Konvesional .....	24
Gambar 2. 8 Modifikasi Tangki Septik .....	24
Gambar 2. 9 Poligon Thiessen .....	27
Gambar 3 1 Flow Chart .....	48
Gambar 3 2 Flow Chart 2 .....	49
Gambar 4. 1 Denah Lantai 1 .....	51

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Fluktuasi kebutuhan air per jam.....	57
Grafik 4. 2 Hidrograf Banjir Q Nakayasu Saluran Namira Hotel99	
Grafik 4. 3 Kapasitas Bozem.....	103
Grafik 4. 4 Volume Air Limbah yang Dibuang .....	109
Grafik 4. 5 Penempatan Pompa pada Bozem .....	112
Grafik 4. 6 Hidrograf Banjir Q Nakayasu Saluran Namira Hotel .....	121

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penentuan Standar Pelayanan Minimal (SPM) 2010 .....	6
Tabel 2. 2 Konversi Diameter Nominal Pipa .....	14
Tabel 2. 3Panjang Ekivalen Untuk Katup Dan Lainnya.....	15
Tabel 2. 4 Nilai K distribusi log pearson III.....	32
Tabel 2. 5 Nilai D0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov.....	36
Tabel 2. 6 Koefisien Penyebaran Hujan .....	37
Tabel 2. 7 Koefisien Pengaliran .....	38
Tabel 2. 8 Diamter Pipa terhadap Luasan.....	40
Tabel 4. 1 Jumlah total penghuni di dalam gedung .....	53
Tabel 4. 2 Kebutuhan total air bersih di dalam gedung.....	54
Tabel 4. 3 Kebutuhan air bersih per jam .....	56
Tabel 4. 4 Dimensi pipa air bersih, tekanan, dan kehilangan energi .....	63
Tabel 4. 5 Pemilihan Spesifikasi Pompa .....	72
Tabel 4. 6 Pemilihan Spesifikasi Pompa Booster.....	73
Tabel 4. 7 Debit Total Air Buangan .....	74
Tabel 4. 8 Dimensi Air Kotor.....	76
Tabel 4. 9 Curah hujan maksimum.....	80
Tabel 4. 10 Perhitungan Curah Hujan Wilayah.....	81
Tabel 4. 11 Perhitungan Curah Hujan Wilayah.....	82
Tabel 4. 12 Perhitungan Curah Hujan Wilayah.....	83
Tabel 4. 13 Debit Puncak Banjir yang Diharapkan .....	85
Tabel 4. 14 Curah Hujan Harian.....	88
Tabel 4. 15 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu Catchment Area Namira Hotel .....	93
Tabel 4. 16 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu.....	94
Tabel 4. 17 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd0.....	94
Tabel 4. 18 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd1 .....	95
Tabel 4. 19 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd2.....	95
Tabel 4. 20 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd3.....	95
Tabel 4. 21 Hidrograf Banjir Q5 Catchment Area Saluran Hotel	97
Tabel 4. 22 Debit Rencana dengan Kapasitas Bozem .....	100
Tabel 4. 23 Spesifikasi pompa pembuangan .....	104

Tabel 4. 24 Volume Air Limbah .....	105
Tabel 4. 25 Penempatan Pompa pada Bozem .....	110
Tabel 4. 26 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu Catchment Area Namira Hotel .....	116
Tabel 4. 27 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu .....	116
Tabel 4. 28 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd0	117
Tabel 4. 29 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd1	117
Tabel 4. 30 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd2	117
Tabel 4. 31 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd3	118
Tabel 4. 32 Hidrograf Banjir Q5 Catchment Area Saluran Gebang Lor.....	119
Tabel 4. 33 Analisis Penampang saluran depan Hotel .....	123

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Gedung Namira Hotel yang berada pada jalan Pagesangan nomor 203 memiliki 9 lantai yang dibangun guna memenuhi kebutuhan dari para pengunjung sebagai tempat penginapan. Dalam beraktifitas pengunjung Namira Hotel dalam satu harinya, mereka dapat menggunakan kamar mandi atau toilet untuk kegiatan mencuci muka, cuci tangan, mandi, membuang air kecil atau air besar dan kegiatan lain yang berhubungan dengan penggunaan air. Apabila dalam menangani hal tersebut tidak ditangani dengan dengan sistem jaringan pipa yang baik maka akan berdampak pada pengguna gedung.

Maka dari itu gedung Namira Hotel memerlukan suatu perencanaan sistem jaringan air bersih dan distribusi air limbah yang efektif untuk memenuhi kebutuhan pengguna gedung . Dalam perencanaan sistem jaringan pipa, mengacu pada SNI dan kebutuhan air bersih pada suatu kota kemudian diolah sehingga mendapatkan dimensi pipa pada air bersih tersebut. Dan dibantu pompa sebagai tambahan untuk pendistribusian apabila tekanan pada pipa kurang. Lalu dari air bersih tersebut sekian persennya akan menjadi sumber air limbah pada gedung Namira Hotel yang dikeluarkan menuju ke saluran kota sehingga diperlukan pula sistem jaringan yang memadahi layaknya sistem jaringan air bersih.

Dengan mempertimbangkan upaya-upaya yang ada seperti diatas apakah sistem jaringan pipa sudah seefektif mungkin mengacu pada standart yang telah ditetapkan. Maka mampu

menciptakan sistem jaringan air bersih dan air limbah pada gedung Namira Hotel yang baik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang perlu diperhatikan adalah bagaimana sistem jaringan perpipaan pada gedung Namira Hotel dengan baik. Beberapa hal yang berkaitan dengan proyek akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi sistem jaringan air bersih pada gedung Namira Hotel yang dapat memenuhi kebutuhan pengunjung dengan tekanan dan debit yang sesuai standar ?
2. Bagaimana cara distribusi air limbah sesuai kebutuhan pada gedung Namira Hotel yang aman ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada perencanaan sistem jaringan air bersih dan distribusi air limbah ( air kotor dan air hujan ) pada gedung Namira Hotel meliputi:

1. Perencanaan sistem jaringan air bersih
  - a) Tidak menghitung sumber air bersih pretreatment karena sudah memenuhi baku mutu kualitas air bersih.
2. Distribusi air limbah
  - a) Perhitungan jaringan pipa air kotor dan air hujan.
  - b) Penentuan dimensi pipa air kotor dan air hujan.

- c) Perhitungan kapasitas tangki bawah.
- 3. Perencanaan sistem jaringan air bersih dan distribusi air limbah pada gedung tanpa membahas tentang perencanaan struktur.
- 4. Tanpa membahas grease trap/ alat penyaring air limbah pada distribusi air limbah.

#### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud dan tujuan dari penyusunan proyek akhir ini adalah :

- 1. Merencanakan sistem jaringan air bersih sehingga memenuhi kebutuhan para pengunjung sesuai dengan standar yang ada.
- 2. Merencanakan distribusi air limbah yang mampu mengalir secara aman.

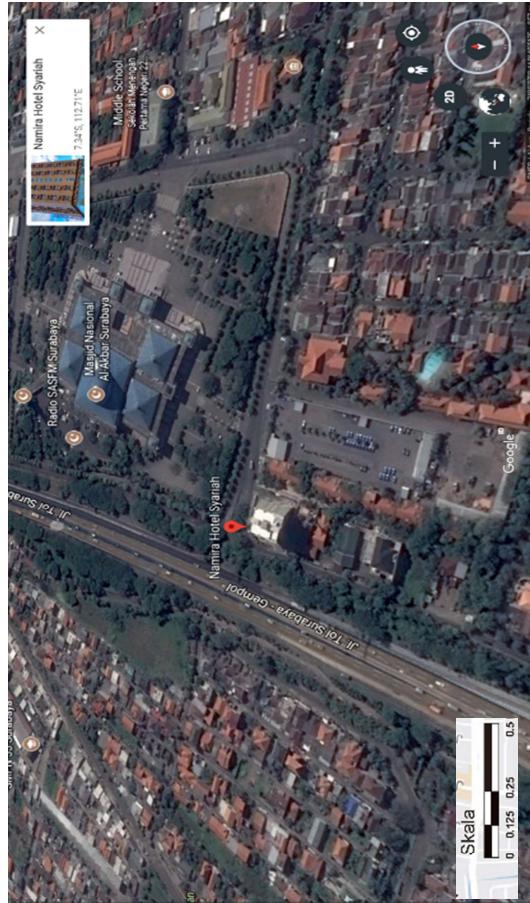
#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penulisan Tugas Akhir Terapan ini yaitu :

- 1. Mengembangkan wawasan di bidang Teknik Sipil sesuai dengan teori yang didapat di bangku perkuliahan dan sebagai implementasi teori khususnya pada teknik perpipaan atau plambing.
- 2. Mampu menyarankan sistem jaringan dan distribusi air yang sesuai kebutuhan dan aman bagi pengguna hotel.
- 3. Dapat menjadi bahan evaluasi kepada pengembang Namira Hotel untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

## 1.6 Peta Lokasi

Gedung Namira Hotel ini berada pada daerah Masjid Nasional Al-Akbar, tepatnya berada pada jalan Pagesangan nomor 203.



Gambar 1.1 Peta lokasi gedung namira hotel

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih**

##### **2.1.1 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”.

##### **2.1.2 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  $9 \text{ m}^2$  dengan perhitungan rata-rata ketinggian langit-langit kurang lebih 2,80 m. Sehingga dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{\text{Luas bangunan} / \text{ruangan}^2}{\text{Ruang gerak}}$$

Untuk jumlah penghuni kamar Namira hotel tidak mengikuti peraturan diatas. Namun menggunakan asumsi tiap kamar dihuni oleh 2 orang.

### 2.1.3 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 60-220 liter/orang/hari untuk permukiman dikawasan perkotaan atau dapat dilihat pada table dibawah sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Penentuan Standar Pelayanan Minimal (SPM) 2010

NO	BIDANG PELAYANAN	STANDAR PELAYANAN			KUALITAS	KETERANGAN
		INDIKATOR	CAKUPAN	TINGKAT PELAYANAN		
1	2	3	4	5	6	7
6	Sarana Sosial/Budaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jangkauan pelayanan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Satuan wilayah Kabupaten/Kota</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimal Tersedia : - 1 unit tempat ibadah/ 2500 jiwa - 1 unit Perpustakaan/ 1.000.000- 2.000.000 jiwa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bersih , tenang, teduh, mudah dicapai</li> </ul>	
C	UTILITAS UMUM					
1.	Air Bersih	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penduduk terlayani</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>55-75% penduduk terlayani</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>60-220 lt/org/hari, u/ pemukiman di kawasan perkotaan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesuai SK MENKES No. 416/MENK</li> </ul>

2.	Pemadam Kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingkat debit pelayanan/orang</li> <li>• Tingkat Kualitas Air Minum</li> <li>• Frekuensi</li> <li>• Waktu tanggap</li> <li>• Tingkat Kepe-dulian terhadap</li> <li>• Bahaya kebakaran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30-50 lt/org/hari, u/ lingkungan perumahan</li> <li>• Memenuhi standar air bersih</li> <li>• Satuan wilayah Kabupaten/Kota</li> <li>• Minimal tersedia : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidran kota pada setiap jarak 200 m di tepi jalan atau berupa tandon air (kolam, air mancur, sungai dan reservoir, dsb)</li> <li>- Akses bagi pemadam kebakaran u/ lingkungan pemukiman</li> <li>- 1 pos kebakaran/ 90.000 jiwa</li> <li>- 2 mobil kapasitas 4.000 lt/pos jaga</li> <li>- 1 org satlakar/1000 penduduk</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selalu tersedia u/ pemadam api</li> <li>• Sesuai SK MENKES No. 416/MENK ES/PER/IX/ 1990</li> <li>• Standar WHO</li> <li>• Kep.Meneg PU No.11/KPT S/2000 tentang Manajemen Penanggulangan Kebakaran di Perkotaan</li> <li>• Melayani ke tempat kebakaran &lt;15 menit</li> </ul>

*Sumber:* Peraturan menteri pekerjaan umum nomor. 14/PRT/M/2010. Hal 7-9.

## 2.1.4 Sistem Penyediaan Air Bersih

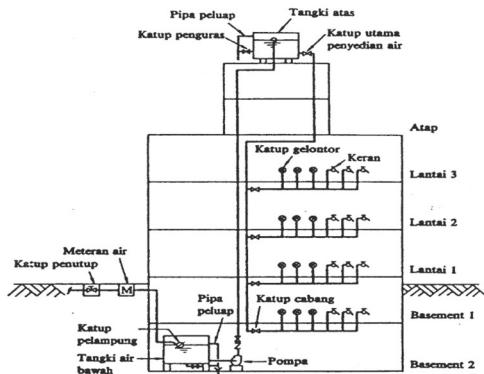
Sistem penyediaan air yang banyak digunakan dapat dikelompokkan menjadidi beberapa sistem sebagai berikut :

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 sekala kecil karena tekanan pada pipa utama sangat rendah.

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.



Gambar 2. 1 Penyediaan air bersih dengan sistem tangki atap

### 2.1.5 Sistem penampungan air bersih

#### 1. Tangki atas (*Rooftank*)

Tangki ini mendapat air dari pompa yang menyedot dari *groundtank*, terutama berfungsi untuk menyimpan air untuk kebutuhan singkat dan untuk menstabilkan tekanan air sehubungan dengan fluktuasi pemakaian air sehari-hari. Air dari rooftank didistribusikan dengan cara gravitasi menuju alat-alat saniter. Kapasitas efektif tangki atap dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

$V_E$	= Kapasitas efektif tangki atas (liter)
$Q_p$	= Kebutuhan puncak (Liter/menit)
$Q_{max}$	= Kebutuhan jam puncak (Liter/menit)
$Q_{pu}$	= Kapasitas pompa pengisi (liter/menit)
$T_p$	= Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)
$T_{pu}$	= Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005, hal 68-69

Untuk menghitung jam puncak maka terlebih dahulu dihitung kebutuhan air rata-rata.

$$Q_h = Q_d / T$$

Kebutuhan puncak dapat dihitung dengan rumus

$$Q_{h-max} = (c_1) (Q_h)$$

Dimana konstanta “c1” biasanya sekitar antara 1,5 sampai 2 bergantung pada lokasi, sifat pengguna gedung, dsb. Sedangkan pemakaian air pada menit puncak dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_{m\text{-max}} = (c_1) (Qh/60)$$

Dimana :

$$Q_{m\text{-max}} = Q_p$$

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

Keterangan :

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

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

$T$  = Jangka waktu pemakaian (jam)

$C_2$  = Konstanta bekisar antara 3,0 sampai 4,0

Kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar :

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

Air yang diambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar  $Q_p$ . Makin dekat  $Q_{pu}$  dengan  $Q_p$  maka makin kecil ukuran tangki atas. Jika  $Q_{pu} = Q_p$  maka volume tangki adalah :

$$V_E = Q_{pu} \times T_{pu}$$

Ini adalah kapasitas tangki atas minimum yang masih cukup melayani kebutuhan puncak.

## 2. Tangki bawah (*groundtank*)

Dalam merencanakan kapasitas tangki bawah harus memenuhi ketentuan SNI 03-7065-2005 yaitu sebagai berikut :

- a. Tangki yang dipasang pada lantai terbawah yang berjarak dengan bak penampungan air kotor atau air buangan harus tidak kurang dari 5 meter.

- b. Ruang bebas di sekeliling tangki untuk pemeriksaan dan perawatan , di sebelah atas, dinding dan di bawah dasar tangki harus minimal 60 cm.
- c. Lubang perawatan berdiameter minimal 60 cm, dengan tutup lubang kira-kira 10 cm lebih tinggi dari permukaan plat tutup tangki dan mempunyai kemiringan cukup.
- d. Penutup lubang perawatan harus dapat terkunci dengan rapat untuk mencegah pembukaan oleh orang yang tidak berhak.
- e. Pipa keluar dari tangki dipasang minimal 20 cm di atas dasar tangki.
- f. Konstruksi tangki dan penempatan lubang pengisian dan pengeluaran air harus dapat mencegah timbulnya bagian air yang terlalu lama diam dalam tangki (stagnant).

Untuk merencanakan kapasitas tangki bawah air bersih ini didapatkan setelah mengetahui fluktuasi kegunaan air bersih pada suatu daerah. Dengan cara mengalikan kebutuhan air per jamnya dengan load factor sesuai dengan daerah bangunan, jumlah penduduk, dan setiap jamnya. *Sumber : DPU Dirjen Cipta Karya*

$$\text{Kebutuhan air per jam} = \frac{\text{Kebutuhan air sehari}}{24} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Untuk kebutuhan air sehari ditambah dengan 20% nya, karena diperkirakan perlu adanya penambahan untuk pendingin gedung, pancuran air, penyiraman tanaman, dsb.

*Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005, hal 69*

### 2.1.6 Pompa Penyediaan Air

Klasifikasi pompa berdasarkan penggunaanya, pompa yang digunakan untuk menyedot dari tangka bawah dan mengalirkannya ke tangka atas dinamakan pompa angkat. Sedangkan pompa yang digunakan untuk menambah tekanan pada distribusi air bersih dari tangka atas ke alat-alat saniter dinamakan pompa booster. *Sumber* : Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005.

Jenis pompa penyediaan air yang banyak digunakan dalam perencanaan adalah :

1. Jenis putar

Kelebihan dari jenis ini adalah :

- a. Ukurannya kecil dan ringan
- b. Dapat memompa terus menerus tanpa gejolak
- c. Konstruksi sederhana dan mudah dioperasikan

Pompa putar dapat dibagi menjadi beberapa tipe :

- Pompa sentrifugal

Komponen utama dari pompa ini adalah *impeller* (bagian yang berputar) dan rumah pompa (*Stasioner*).



*Gambar 2. 2 Tampak Luar  
Pompa Sentrifugal*

- Pompa diffuser atau pompa turbin
- Pompa ini memiliki suhu pengarah yang terpasang pada cassingnya yang berfungsi sebagai mengarahkan aliran keluar dari impeller.

Kapasitas suatu pompa tergantung dari debit total air yang dialirkan dan tinggi dorong ( $H$ ). hal-hal yang mempengaruhi dalam perhitungan pompa yaitu, tinggi hisap, tinggi tekan, kerugian gesek dalam pipa, dan tinggi angkat (*head*). Sehingga dinyatakan dalam rumus sebagai berikut ini :

$$H = H_s + H_d + H_{fsd} + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = H_a + H_{fsd} + \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

$H$	= Tinggi angkat total (meter)
$H_s$	= Tinggi hisap (meter)
$H_d$	= Tinggi tekan (meter)
$H_a$	= Tinggi potensial (meter)
$H_{fsd}$	= Kerugian gesek akibat panjang pipa (meter)
$\frac{v^2}{2g}$	= Tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa (menit)

### 2.1.7 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 :

1. Menentukan jenis pipa.

2. Tekanan air pada pipa induk.
3. Menghitung kehilangan energi yang terjadi.
4. Lihat gambar denah bangunan.
5. Gambar rencana sistem jaringan berdasarkan denah bangunan.
6. Lihat tabel maka dapat ditemukan diameter pipa dan kehilangan tekanan atau energi dalam m bar setiap m

Tabel 2. 2 Konversi Diameter Nominal Pipa

<b>British</b>	<b>Metris</b>
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

### 2.1.8 Kehilangan Energi

Hal yang perlu dipertimbangkan pula dalam perencanaan sistem jaringan pipa adalah kehilangan energi

atau kerugian gesek terhadap pipa. Dalam hal ini faktor yang memengaruhi kehilangan gesek adalah adanya belokan-belokan yang terjadi pada sistem jaringan pipa dan sambungan-sambungan berupa katup. Sehingga pada belokan dan sambungan berupa katup tersebut diakumulasi panjangnya menjadi panjang ekivalen yang digunakan dalam memerhitungkan kehilangan energi yang terjadi. Berikut nilai ekivalen dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Panjang Ekivalen Untuk Katup Dan Lainnya

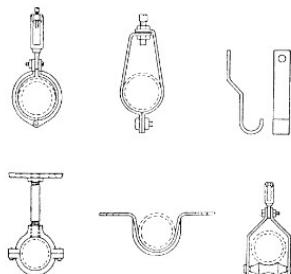
Diameter Nominal (mm)	Panjang ekivalen (m)							
	Belokan 90°	Belokan 45°	T-90° aliran cabang	T-90° aliran lurus	Katup sorong	Katup bola	Katup sudut	Katup satu arah
16	0,60	0,36	0,90	0,18	0,12	4,5	2,4	1,2
20	0,75	0,45	1,2	0,24	0,15	6,0	3,6	1,6
25	0,90	0,54	1,5	0,27	0,18	7,5	4,5	2,0
32	1,2	0,72	1,8	0,36	0,24	10,5	5,4	2,5
40	1,5	0,90	2,1	0,45	0,30	13,5	6,6	3,1
50	2,1	1,2	3,0	0,60	0,39	16,5	8,4	4,0
65	2,4	1,5	3,6	0,75	0,48	19,5	10,2	4,6
80	3,0	1,8	4,5	0,90	0,63	24,0	12,0	5,7
100	4,2	2,4	6,3	1,2	0,81	37,5	16,5	7,6
125	5,1	3,0	7,5	1,5	0,99	42,0	21,0	10,0
150	6,0	3,6	9,0	1,8	1,20	49,5	24,0	12,0
200	6,5	3,7	14	4,0	1,40	70,0	33,0	15,0
250	8,0	4,2	20	5,0	1,70	90,0	43,0	19,0

Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005.

### 2.1.9 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. *Sumber* : SNI 03-6481-2000, hal 76.



*Gambar 2. 3 Contoh Penggantung Pipa*

### 2.1.10 Pemasangan Katup

Pada pipa-pipa cabang dalam sistem jaringan ini, harus sedekat mungkin dengan pipa utamanya. Hendaklah dipasang katup-katup seperti katup bola (*globe valve*) pemisah agar jika perlu dilakukan perawatan atau perbaikan pada cabang tersebut dan juga berfungsi untuk mengatur (membatasi) laju aliran air atau tekanan air yang tinggi. Sedangkan katup sorong (*gate valve*) banyak dipasang sebagai katup pemisah antar pipa cabang.

### 2.2 Pengertian Air Limbah

Menurut peraturan menteri pekerjaan umum nomor. 14/PRT/M/2010 tentang standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang, “air limbah adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah

makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Sehingga dalam hal perencanaan sistem jaringan dapat didefinisikan jenis air limbah yang dimaksud adalah air kotor dan air hujan”.

### **2.3 Perencanaan Sistem Jaringan Air Kotor**

Menurut Ir. Hartono Poerbo, M. ARCH tahun 2002, Air kotor adalah air yang telah selasai digunakan oleh berbagai kegiatan manusia baik dalam ruang lingkup rumah tangga, industry, bangunan umum dan lain-lain. Untuk membuang atau mengalirkan air buangan dari dalam gedung keluar, ke dalam instalasi pengolahan atau roil umum, tanpa menimbulkan pencemaran kepada lingkungan dalam gedung maka diperlukan sistem pembuangan.

#### **2.3.1 Dasar Perencanaan Instalasi Air Kotor**

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dan diketahui dalam perencanaan instalasi air kotor adalah :

1. Denah instalasi dan diagram isometris pipa air kotor serta jalur pembuangan.
2. Jarak antara alat plambing dengan pipa tegak air buangan usahakan jangan terlalu panjang, tidak lebih dari 3 m.
3. Dalam menentukan kemiringan pipa harus benar, karena jika salah akan mengakibatkan penyumbatan akibat kotoran bekas buangan manusia.
4. Menurut teori, kecepatan terbaik dalam pipa bekisar anataranya  $0.6-1,2 \text{ m/det}$ .
5. Sambungan pipa harus benar-benar rapat.
6. Untuk air bekas (mandi/cuci) harus dibuat manhole untuk kontrol pembersihan (bak kontrol) pada tempat-tempat tertentu.

7. Untuk menghindari pipa lepas dari sambungannya, perlu dipasang penguat pipa.

### **2.3.2 Ketentuan Umum Pipa Pembuangan**

Pipa pembuangan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Ukuran minimum pipa cabang mendatar, harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar dari perangkap alat plambing yang dilayaniya.
2. Ukuran minimum pipa tegak, harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar cabang mendatar yang disambungkan ke pipa tegak tersebut.
3. Pengecilan ukuran pipa tidak boleh dalam arah air buangan. Pengecualian hanya pada kloset, dimana pada lubang keluarnya dengan diameter 100 m dipasang pengecilan pipa 100 x 75 mm. Cabang mendatar yang melayani satu kolset atau lebih minimal 100 mm.
4. Pipa di bawah tanah, adalah pipa pembuangan yang ditanam di dalam tanah atau di bawah lantai bawah harus mempunyai ukuran minimal 50 mm.
5. Interval cabang adalah jarak pada pipa tegak tersebut, jarak ini minimal 2,5 mm.

*Sumber : SNI 03-7065-2005, hal 9-10*

### **2.3.3 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

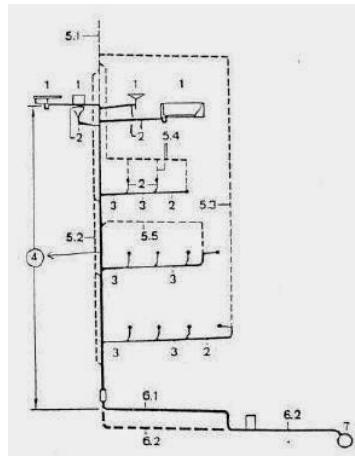
dari 80% jumlah total penggunaan air bersih suatu penduduk. Indikatornya adalah tingkat penyediaan sarana sanitasi terhadap jumlah penghuni.

### 2.3.4 Bagian-bagian Utama Sistem Jaringan Air Kotor

Bila dilihat dari segi konstruksinya, maka instalasi pipa air kotor alat saniter dapat digolongkan menjadi bagian-bagian pokok sebagai berikut :

Legenda :

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. 4 Bagian-bagian Utama Instalasi Pipa Air Kotor*

### 2.3.5 Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan air buangan atau air kotor di dalam gedung dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

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

*Sumber : SNI 03-7065-2000, hal 9.*

### 2.3.6 Sistem Pengaliran

Sistem pengaliran air buangan atau air kotor dari peralatan saniter ke bak penampungan ada dua yaitu :

1. Sistem gravitasi, adalah air buangan yang dialirkan secara gravitasi dengan mengatur letak dan kemiringan pipa-pipa pembuangan.
2. Sistem bertekanan, adalah air buangan yang dikumpulkan dalam bak penampung dan kemudian dipompa keluar dengan menggunakan pompa yang bekerja otomatik.

*Sumber : SNI 03-7065-2000, hal 9.*

### 2.3.7 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. *Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005.*

### 2.3.8 Kemiringan Pipa

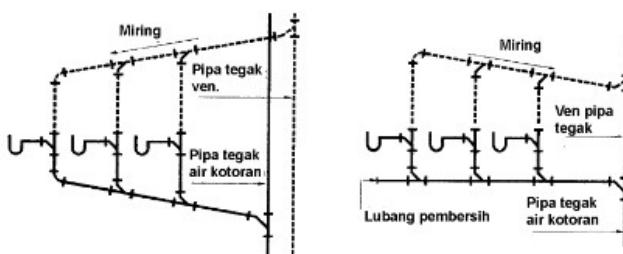
Sistem pembuangan harus mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Untuk maksud tersebut, pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuai dengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan.

Sebagai pedoman umum, kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm). kecepat terbaik dalam pipa berkisar antara 0,6 sampai 1,2 m/detik. Kemiringan pipa pembuang dapat dilihat pada tabel dibawah sebagai berikut :

*Sumber : (Soufyan Moh. Noerbambang dan Morimura, 2005).*

Tabel 2. 4 Kemiringan Pipa Pembuang Horisontal

No.	Diameter pipa (mm)	Kemiringan minimum
1	75 atau kurang	1/50
2	100 atau kurang	1/100



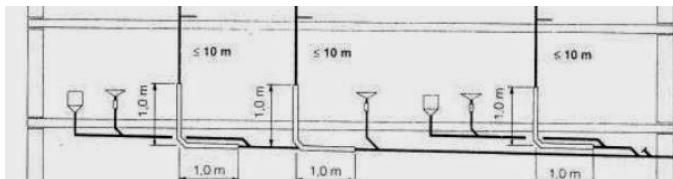
Gambar 2. 5 Kemiringan Pipa Air Kotor

### 2.3.9 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 dengan  $h$  maksimal  $\geq 10$  m, maka perlu diperhatikan ketentuan-ketentuan pemasangan seperti tertera pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 6 Kemiringan Pipa Buangan induk

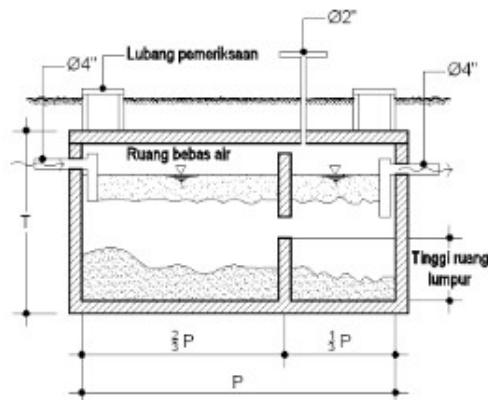
### 2.3.10 Tangki Septik

Tangki septic adalah sebuah bak penampungan untuk menampung air buangan atau air limbah dari suatu rumah atau gedung, yang bergantung dari jumlah penghuninya. Adapun

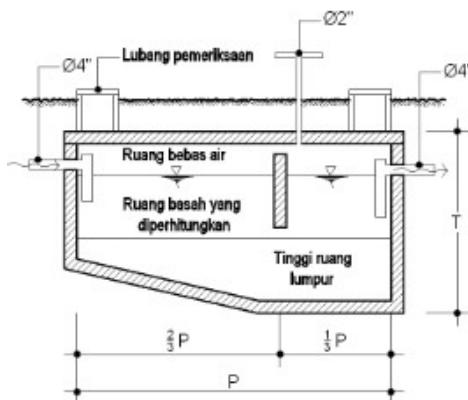
syarat-syarat pembuatan tangki septik yang sesuai dengan standar SNI 03-2398-2002, antara lain :

1. Pembangunan Tangki septik setidaknya terdiri dari dua ruang, yaitu ruang lumpur dan ruang basah. Ruang lumpur berguna untuk menampung ampas kotoran. Sedangkan ruang basah difungsikan sebagai tempat penampungan cairan kotoran.
2. Ukuran Tangki septik harus disesuaikan dengan jumlah penghuni rumah dan tingkat penggunaannya.
3. Pastikan struktur Tangki septik tersebut kokoh dan tahan terhadap zat asam. Pastikan juga tidak ada celah pada ruang Tangki septik yang bisa menjadi jalan merembesnya kotoran dan mencemari tanah di sekelilingnya. Umumnya, Tangki septik dibuat dari bahan beton, batako, batu bata, keramik, batu kali, plat besi, dan PVC.
4. Pembangunan Tangki septik juga harus memperhatikan jarak yang aman dengan sumber air bersih. Paling tidak, pembuatan Tangki septik ini dibuat sejauh 10 meter dari sumur. Hal ini berguna agar air sumur yang digunakan untuk keperluan sehari-hari ini tidak tercemar dengan kuman dan bakteri maupun bau yang bersumber dari kotoran.
5. Agar Tangki septik lebih ramah lingkungan, sebaiknya dibuatkan sebuah bak filter air tambahan. Nantinya, bak ini berfungsi untuk menyaring air kotor sehingga air yang akan dibuang melalui saluran pembuangan kota sudah lebih bersih.
6. Hindari membersihkan kloset dengan cairan pembersih kimia. Sebab, dikhawatirkan kandungan bahan kimia keras

yang terdapat produk pembersih tersebut bisa membunuh bakteri pengurai dan menyebabkan populasinya menurun.



Gambar 2. 7 Tangki Septik Konvesional



Gambar 2. 8 Modifikasi Tangki Septik

Untuk menghitung kapasitas tangki septik berdasarkan jumlah penghuninya dari 80% total kebutuhan air dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{V \text{ Tangki Septik} = V \text{ Buangan} + V \text{ lumpur} + Ruang \text{ air}}$$

Dimana volume buangan adalah :

$$\mathbf{V \text{ Buangan} = Jumlah \text{ pemakaian air} \times 80\%}$$

Sedangkan volume lumpur yang dihasilkan adalah 28-30 liter/jiwa. Volume lumpur sendiri lamanya mineralisasi adalah antara 60-100 hari, 60 hari untuk daerah panas sedangkan 100 hari untuk daerah dingin. Sehingga lumpur terbagi menjadi 2 yakni, lumpur mentah dan lumpur matang

a) Volume lumpur matang

$$\mathbf{Volume \text{ lumpur matang} = Jumlah \text{ jiwa} \times Periode \text{ pengurasan} \times Lumpur \text{ per jiwa}}$$

b) Volume lumpur mentah

$$\mathbf{\frac{Volume \text{ lumpur mentah}}{proses mineralisasi} \times \frac{lumpur \text{ per jiwa}}{1 \text{ tahun}}}$$

Secara umum, tangki septik dengan bentuk persegi panjang mengikuti kriteria disain yang mengacu pada SNI 03-2398-2002, sehingga setelah mengetahui voleme tangki septik dijabarkan sebagai berikut:

1. Perbandingan antara panjang dan lebar adalah (2-3) : 1
2. Lebar minimum tangki adalah 0,75m
3. Panjang minimum tangki adalah 1,5m

4. Kedalaman air efektif di dalam tangki antara (12,1)m
5. Tinggi tangki septik adalah ketinggian air dalam tangki ditambah dengan tinggi ruang bebas (*free board*) yang berkisar antara (0,2-0,4)m
6. Penutup tangki septik yang terbenam ke dalam tanah maksimum sedalam 0,4m

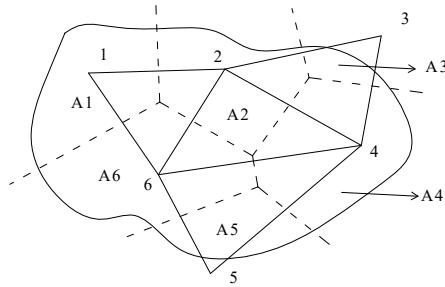
## 2.4 Perencanaan Sistem Jaringan Air Hujan

Perencanaan sistem jaringan air hujan merupakan suatu cara dalam menangani penanggulangan banjir dan perencanaan sistem jaringan air hujan pada gedung untuk mengetahui besarnya debit yang dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi dari pipa. Besarnya debit yang dipakai sebagai dasar perencanaan dalam penanggulangan banjir adalah debit rancangan yang didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air buangan dari daerah gedung.

### 2.4.1 Curah Hujan Wilayah

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu . Adapun metode yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan yang terjadi pada suatu wilayah yaitu Metode Thiessen

Metode ini adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut faktor pembobotan atau koefisien *Thiessen*. Maka koefisien *Thiessen* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:



Gambar 2. 9 Poligon Thiessen

$$C = \frac{A_1}{A_{total}}$$

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana :

C	= Koefisien Thiessen
A <sub>i</sub>	= Luas pengaruh dari stasiun pengamatan
i	
A	= Luas total dari DAS
R	= Curah hujan rata-rata
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> ,...R <sub>n</sub>	= Curah hujan pada setiap titik pengukuran (stasiun)

## 2.4.2 Parameter Statistik

Untuk menyelidiki susunan data kuantitatip dari sebuah variabel hidrologi, maka akan sangat membantu apabila kita mendefinisikan ukuran-ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut. Sembarang nilai yang menjelaskan ciri susunan data disebut dengan parameter (*parameters*).parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari sebuah variabel disebut dengan

parameter statistik (*statistical parameters*), seperti nilai : rata-rata, median, simpangan baku (S), koefisien variasi (Cv), koefisien skewness (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Susunan data itu dapat berupa distribusi (distribution) atau deret berkal a (time series). Nilai-nilai tersebut dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

*Sumber:* Soewarno, 1995

- Simpangan baku (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana:

Sd = Standart Deviasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

$X_i$  = Nilai variat

n = Jumlah data

*Sumber:* Soewarno, 1995

- Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

Dimana:

Cv = Koefisien variasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

S = Deviasi standar

*Sumber:* Soewarno, 1995

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1) \times (n - 2) \times S^3}$$

Dimana:

- Cs = Koefisien Skewness
- Sd = Standart Deviasi
- $\bar{X}$  = Tinggi rata-rata hujan (mm)
- $X_i$  = Variabel random (mm)
- n = Jumlah data

Sumber: Soewarno, 1995

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4}$$

Dimana:

- Ck = Koefisien Kurtosis
- Sd = Standart Deviasi
- $\bar{X}$  = Tinggi rata-rata hujan (mm)
- $X_i$  = Variabel random (mm)
- n = Jumlah data

Sumber: Soewarno, 1995

### 2.4.3 Tinggi Hujan Rencana

Tinggi hujan rencana adalah besarnya curah hujan yang dipakai sebagai dasar perhitungan debit rencana. Sifat khas parameter dari masing-masing distribusi dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 5Kemiringan Pipa Pembuang Horisontal

Distribusi	Parameter Statistik	Syarat Nilai
Normal	CS	$C_s = 0$
	CS	$C_s = 0$
	CK	$-0.015 < C_k < 0.015$
	CK	$C_k = 3$
Gumbel	CS	$C_k = 3\sigma^2$
	CK	$2.70 < C_k < 3.30$
Log Person III	CS	$C_s = 1.14$
	CK	$C_k = 5.4$

Sumber : Triatmodjo, 2008:250

Untuk menghitung tinggi hujan rencana digunakan beberapa metode yaitu:

a. Metode Distribusi Normal

Data variabel hidrologi yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambar pada kertas grafik peluang akan membentuk garis lurus sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d$$

Dimana:

$X_T$  = Perkiraan tinggi hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Tinggi hujan rata-rata

$K_T$  = Faktor frekuensi probabilitas

$S_d$  = Standart deviasi

b. Metode Distribusi Log Pearson III

Distribusi log Pearson III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan

minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distibusi log Pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan menggantikan variant menjadi nilai logaritmik.

Bentuk komulatif dari distribusi log Pearson III dengan nilai variantnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah:

$$Y = \bar{Y} - k \cdot S$$

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi log Pearson III, adalah:

1. Menentukan logaritma dari semua nilai variant X
2. Menghitung nilai rata-rata (*mean*)

$$\bar{\text{Log } X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

n = Jumlah data

3. Menghitung nilai standard deviasi dari Log X

$$\bar{Sd. \text{ Log } X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \bar{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

4. Menghitung koefisien kemencengengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \bar{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(\bar{Sd. \text{ Log } X})^3}$$

Sehingga persamaan dapat ditulis:

$$\text{Log } X_t = \bar{\text{Log } X} + K \cdot \bar{Sd. \text{ Log } X}$$

Dimana:

Sd = Standard deviasi

$\bar{X}$  = Tinggi rata-rata hujan (mm)

$X_i$  = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

K = Faktor sifat distribusi log Pearson III yang merupakan fungsi dari besarnya Cs (harga K dapat dilihat pada tabel 2.5)

Tabel 2. 4 Nilai K distribusi log pearson III

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)				
	2	5	10	50	100
3	-0,396	0,420	1,180	3,152	4,051
2,5	-0,360	0,574	1,250	3,108	3,185
2	-0,307	0,609	1,302	2,912	3,605
1,5	-0,240	0,705	1,333	2,712	3,330
1,2	-0,195	0,732	1,310	2,626	3,149
1	-0,164	0,758	1,340	2,342	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,198	2,957
0,8	-0,132	0,780	1,336	2,153	2,891
0,7	-0,116	0,790	1,333	2,107	2,824
0,6	-0,099	0,800	1,328	2,339	2,755
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,610	2,615
0,3	-0,050	0,824	1,309	2,211	2,314
0,2	-0,033	0,830	1,031	2,159	2,172
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,107	2,100
0	0,000	0,842	1,282	2,031	2,326
-0,1	0,017	0,834	1,270	2,000	2,232
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,945	2,178
-0,3	0,060	0,853	1,245	1,890	2,101
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,831	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,720	1,880
-0,7	0,166	0,857	1,183	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,519	1,660
-1	0,161	0,852	1,128	1,492	1,888
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,379	1,449
-1,5	0,240	0,832	1,018	1,217	1,256
-2	0,307	0,777	0,895	0,980	0,990
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,798	0,799

-3	0,396	0,636	0,660	0,666	0,667
----	-------	-------	-------	-------	-------

Sumber: Soewarno, 1995

#### 2.4.4 Uji Kecocokan Distribusi

Untuk menentukan uji kecocokan distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik. Untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang akan dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Ada 2 jenis uji kecocokan yaitu:

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$  oleh karena itu disebut dengan uji Chi-Kuadrat. Parameter  $X^2$ , dapat dihitung dengan mmus :

$$\chi^2_h = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dengan:

$\chi^2_h$  = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

O<sub>i</sub> = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E<sub>i</sub> = jumlah nilai teoriti pada sub kelompok ke i

Sumber: Soewarno, 1995

Berikut prosedur uji distribusi chi-kuadrat :

1. Urutkan data pengamatan (dari yang terbesar ke yang terkecil, atau sebaliknya).
2. Kelompokan data menjadi G sub-group, minimal 4 group.

3. Menjumlahkan banyaknya data pengamatan sebesar  $O_i$  pada tiap-tiap group.
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan yaitu sebesar  $E_i$
5. Tiap-tiap group dihitung nilai  $\frac{[O_i - E_i]^2}{E_i}$
6. Jumlahkan seluruh hasil dari perhitungan  $\frac{[O_i - E_i]^2}{E_i}$  sebagai nilai chi-kuadrat hitungan.
7. Menentukan nilai derajat kebebasan dengan rumus (dk) =  $G - R - 1$ .

*Sumber:* Soewarno, 1995

b. Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov juga sering disebut juga uji kecocokan non parameter, karena pengujinya tidak menggunakan fungsi dari distribusi tersebut. Prosedur uji Smirnov-Kolmogorov adalah:

1. Urutkan data pengamatan dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya tentukan peluang masing-masing data distribusi:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \frac{m}{n-1} \text{ dan } P(X_i) = 1 - P(X_{i-1}) \quad (2.21)$$

Dengan:

$P(X)$  = Peluang

$m$  = Nomor urut kejadian

$n$  = Jumlah data

2. Tentukan masing-masing peluang teoritis dan hasil pengambaran data

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{S_d} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X < t) \quad (2.22)$$

Dengan:

$P'(X_m)$  = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke n

$X$  = Curah hujan harian

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata

$F(t)$  = Distribusi normal standard

3. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut:

$$D_{\max} = [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.23)$$

4. Tentukan nilai  $D_0$  berdasarkan tabel kritis Smirnov-Kolmogorov.

5. Interpretasi hasilnya adalah:

- Apabila  $D_{\max} < D_0$  distribusi yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.

- Apabila  $D_{\max} > D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak sama.

Persamaan garis yang umum digunakan untuk Smirnov-Kolmogorov adalah:

$$X = \bar{X} + k \times S_d \quad (2.24)$$

Dengan :

$X$  = Hujan rencana

$\bar{X}$  = Hujan rata-rata

$k$  = Faktor distribusi

$S_d$  = Standard Deviasi

Tabel 2. 5 Nilai D0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan ( $\alpha$ )			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27

#### 2.4.5 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas Hujan tergantung dari data yang tersedia. Data dari alat penakar hujan manual : data hujan harian atau data hujan 24 jam-an, rumus yang digunakan adalah rumus “Mononobe”.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Dimana :

$I_t$  = Intensitas Hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = Hujan harian (mm)

$T_c$  = Waktu konsetrasi (jam)

#### 2.4.6 Debit Hujan Rencana

Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang mengganggu, sehingga saluran-saluran drainase dibuat sesuai dengan debit rencana.

Daerah perkotaan pada umumnya merupakan bagian dari daerah aliran yang lebih besar dan luas, dimana pada daerah tersebut sudah ada sistem drainase alaminya. Perencanaan dan pengembangan sistem drainase untuk daerah perkotaan yang baru, diselaraskan dengan sistem drainase alami yang sudah ada, agar kondisi aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin. Debit rencana dapat dihitung dengsn memakai metode Rasional (*Rational Formula*). Berikut perumusuannya :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

Dimana :

$Q$  = Debit rencana ( $m^3/det$ )

$\beta$  = Koefisien penyebaran hujan (lihat pada tabel 2.7)

$I_t$  = Intensitas hujan ( $mm/jam$ )

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

$C$  = Koefisien pengaliran (lihat pada tabel 2.8)

Tabel 2. 6 Koefisien Penyebaran Hujan

Luas Catchment Area ( $km^2$ )	Koefisien ( $\beta$ )
0-4	1
5	0,995
10	0,98
15	0,995
20	0,92
25	0,875
30	0,82
50	0,5

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2. 7 Koefisien Pengaliran

	Type Daerah Aliran	Harga C
Perumputan	Tanah pasir, datar, 2%	0,05-0,10
	Tanah pasir, rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	Tanah pasir, curam 7%	0,15-0,20
	Tanah gemuk, datar 2%	0,13-0,17
	Tanah gemuk, rata-rata 2-7%	0,18-0,22
Business	Tanah gemuk, curam 7%	0,25-0,35
	Daerah kota Lama	0,75-0,95
	Daerah pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	Daerah "single family	0,30-0,50
	"multi unit"terpisah-pisah	0,40-0,60
	"multi unit"tertutup	0,60-0,75
	"sub urban"	0,25-0,40
Industri	daerah rumah-rumah apartemen	0,50-0,70
	Daerah ringan	0,50-0,80
	Daerah berat	0,60-0,90
Pertamanan		0,10-0,25
Tempat bermain		0,20-0,35
Halaman kereta api		0,20-0,40

#### 2.4.7 Drainase Gedung

Setiap gedung yang direncanakan harus mempunyai perlengkapan drainase untuk menyalurkan air hujan dari atap dan halaman (dengan pengerasan) di dalam persil ke saluran pembuangan campuran kota.

a. Pengaliran air hujan dengan 2 cara

1. Sistem Gravitasi

Melalui pipa dari atap dan balkon menuju lantai dasar dan dialirkan langsung ke saluran kota.

## 2. Sistem Bertekanan (Storm Water)

Air hujan yang masuk ke lantai basement melalui ramp dan air buangan lain yang berasal dari cuci mobil dan sebagainya dalam bak penampungan sementara (sump pit) di lantai basement terendah untuk kemudian dipompaikan keluar menuju saluran kota.

### b. Peralatan sistem drainase dan air hujan

#### 1. Pompa Drainase (Storm Water Pump)

Pompa drainase berfungsi untuk memompakan air dari bak penampungan sementara menuju saluran utama bangunan. Pompa yang digunakan adalah jenis (*submersible pump*) pompa terendam dengan system operasi umumnya automatic dengan bantuan level control yang ada di pompa dan system parallel alternate.

#### 2. Pipa Air Hujan

Air hujan berfungsi untuk mengalirkan air hujan dari atap menuju riol bangunan. Bahan yang dipakai adalah PPR PN klas 10.

#### 3. Roof Drain

Roof Drain berfungsi sama dengan floor drain, hanya penempatannya di atap bangunan dan air yang dialirkan adalah air hujan. Bahan yang dipakai adalah cast iron dengan diberi saringan berbentuk kubah di atasnya.

#### 4. Balcony Drain

Berfungsi sama seperti roof drain, hanya penempatannya pada balkon.

### c. Penentuan dimensi pipa air hujan

Dalam perhitungan dimensi dan kebutuhan pipa pembuangan air hujan yang digunakan pada gedung dapat menggunakan cara sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan Pipa} = \frac{\text{Luas Atap} \times \text{Curah hujan}}{\text{Luas Atap (Tabel 2.9)}}$$

Dengan menggunakan acuan pada tabel 2.9 sebagai berikut :

Tabel 2. 8 Diamter Pipa terhadap Luasan

Diameter Pipa	Luasan Atap m <sup>2</sup>
2"	75
2 1/2"	150
3"	250
4"	500
5"	1000
6"	1500
8"	3000

Sumber : Ir. Hartono Poerbo, M. ARCH, 2002, hal 23

#### 2.4.8 Perancangan Pipa, Kemiringan, dan Perubahan arah

Menurut SNI 03-7065-2005, dalam merencanakan pipa air hujan harus memenuhi beberapa ketentuan, antara lain :

1. Pipa air hujan tidak boleh ditempatkan pada :
  - a. Dalam ruang tangga
  - b. Sumuran alat pengangkat
  - c. Di bawah lift atau di bawah beban imbalan lift
  - d. Langsung diatas tangki air minum tanpa tekanan

- e. Di atas lubang pemeriksaan tangki air minum yang bertekanan
  - f. Di atas lantai yang digunakan untuk pembuatan persiapan pembungkusan penyimpanan atau peragaan makanan
2. Penempatan ujung buntu dilarang pada jaringan air hujan, kecuali bila diperlukan untuk memperpanjang pipa lubang pembersih.
  3. Kemiringan dan perubahan arah pipa air hujan memenuhi ketentuan sebagai berikut :
    - a. Pipa air hujan datar yang berukuran sampai dengan 75 mm harus dipasang dengan kemiringan minimal 2% dan untuk pipa yang berukuran lebih besar minimal 1%. Kemiringan yang lebih kecil hanya diperbolehkan pabila secara khusus dibenarkan oleh pejabat yang berwenang.
    - b. Perubahan arah pipa air hujan harus dibuat Y  $45^0$  belokan jari – jari  $9^0$ , belokan  $60^0$ ,  $45^0$ ,  $22,5^0$  atau gabungan belokan tersebut atau gabungan penyambungan ekivalen yang dibenarkan kecuali dinyatakan lain dalam SNI 03-6481-2000 tentang sistem plambing.
    - c. Belokan jar – jari pendek dan T saniter tunggal atau ganda hanya diijinkan pemasangannya pada pipa air hujan.
  4. Fitting dan penyambungan yang dilarang yaitu :
    - a. Ulir menerus, sambungan klem atau sadel tidak boleh dipergunakan pada pipa air hujan.
    - b. Fitting, sambungan , peralatan dan cara penyambungannya tidak boleh menghambat aliran air atau udara dalam pipa air hujan.

- c. Soket ganda tidak boleh dipakai pada pemasangan pipa air hujan. Soket harus dipasang berlawanan dengan arah aliran. Cabang T pipa air hujan tidak boleh dipakai sebagai cabang masuk air buangan.
- d. Tumit atau belokan 45 dengan lubang masuk samping tidak boleh digunakan sebagai penyambungan ven pada pipa air hujan dan pipa air buangan apabila tunit atau lubang masuk samping tersebut ditempatkan mendatar.

#### **2.4.9 Drainase Atap**

Drainase atap dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1. Drainase atap harus kedap air
- 2. Saringan harus dipasang pada lubang talang atau pipa tegak. Saringan harus menonjol sekurang-kurangnya 10 cm diatas permukaan atap atau talang datar diukur dari lubang masuk talang tegak. Jumlah luas lubang saringan tidak boleh lebih kecil dari 1,5 kali luas penampang talang tegak. Saringan pada drainase atap atau geladak tempat menjemur, geladak parker atau tempat sejenis itu yang dipelihara teratur dapat digunakan jenis saringan rata yang dipasang rata dengan permukaan geladak, untuk jenis saringan itu jumlah luas lubangnya tidak boleh kurang dari 2 kali luas penampang talang atau pipa tegak.

## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Persiapan

Tahap persiapan sangat penting karena pada tahap ini akan dirancang tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada berikutnya. Pada tahapan ini menyusun proyek akhir dan mengurus surat-surat sebagai kelengkapan administrasi demi syarat kelengkapan proyek akhir ini. Persiapan merupakan serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Studi lapangan atau survey lokasi
2. Perijinan

Untuk perijinan dimulai dengan membuat surat jalan dari ITS kemudian pencarian data langsung dilaksanakan ke masing-masing instansi terkait yaitu : PT. Tata Bumi Raya, Proyek Gedung namira Hotel, alamat jalan Pagesangan no. 203. Setelah konfirmasi dahulu dengan instansi terkait.

#### 3.2 Pengumpulan Data

Seluruh data perencanaan sistem jaringan pipa pada gedung namira hotel dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder yang diperoleh dari kontraktor PT Tata Bumi Raya. Adapun data-data tersebut sebagai berikut :

- a) Data pengamatan lapangan (Data Primer)
  1. Kapasitas dan dimensi drainase sekitar
- b) Data pendukung (Data Sekunder)
  1. Peraturan, referensi dan standart yang berlaku
  2. Site plan
  3. Denah tiap lantai gedung
  4. Gambar potongan dan tampak gedung
  5. Data hujan

### 3.3 Analisis Sistem Jaringan Air Bersih

Analisa data dilakukan terhadap data-data dan membandingkan data yang terkumpul dengan teori-teori yang ada. Dari hasil analisa dan evaluasi kondisi eksisting akan dihasilkan dan ditentukan suatu konsep sistem jaringan pipa yang baik.

a) Penentuan jumlah penghuni

Jumlah penghuni dihitung berdasarkan luasan ruang sesuai dengan keputusan menteri permukiman dan prasarana wilayah nomor. 403/KPTS/M/2002 dengan rumus :

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{\text{Luas bangunan / ruangan}^2}{\text{Ruang gerak}}$$

b) Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih didapatkan dari standar pelayanan minimal peraturan menteri pekerjaan umum nomor 14/PRT/M/2010 kemudian dikalikan dengan jumlah penghuni. Sehingga dapat dinyatakan dalam rumus :

c) Kapasitas Tangki Atap

Perhitungan kapasitas tangki atas menggunakan rumus dari Noerbambang dan Morimura, 2005. Yaitu :

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

d) Kapasitas Tangki Bawah

Perhitungan Kapasitas tangki bawah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \text{Load Factor} \times Q_h$$

e) Dimensi Pipa Air Bersih

Langkah-langkah penentuan dimensi pipa air bersih berdasarkan Noerbambang dan Morimura, 2005 :

1. Menentukan jenis pipa yang akan digunakan pada lokasi atau titik yang ditinjau.

2. Menghitung panjang pipa komulatif dari data teknis yang tersedia.
  3. Menentukan jumlah unit pipa setiap lantai. Dari lantai dasar, lantai umum, dan lantai kamar hotel.
  4. Kemudian menghitung debit di setiap lintasan pipa berdasarkan data teknis.
  5. Asumsikan awal dimensi pipa terlebih dahulu untuk menghitung kecepatan aliran dalam pipa perhitungan yang digunakan yaitu luasan dikalikan debit.
  6. Menghitung kehilangan energi setiap pipa dari asumsi dimensi di awal dan kecepatan menggunakan rumus  $hf = \frac{fxl}{d} \times \frac{v^2}{2g}$
  7. Kemudian panjang komulatif di kalikan dengan kehilangan energi yang terjadi. Setelah itu ditambahkan dengan jumlah kehilangan energi setiap belokan pipa ( $\Sigma z$ ) dimana  $\Sigma z = \text{equifallen fitting (Ef)} \times \frac{v^2}{2g}$ .
  8. Lalu menghitung tekanan yang dibutuhkan untuk mengejarkan air pada setiap pipa dengan rumus  $P = L \text{ per pipa} \times g \times \rho$ .
  9. Menghitung tekanan pancur di lubang keluar/outlet pada setiap pipa yang nanti nya di komulatifkan hingga akhir.
- f) Spesifikasi Pompa
- Spesifikasi pompa didapatkan dari debit dan head yang terjadi pada sistem jaringan pipa. Perhitungan

pompa berdasarkan Noerbambang dan Morimura,2000. Pompa yang digunakan pada gedung ini adalah :

1. Pompa transfer
2. Pompa booster

### **3.4 Analisis Sistem Jaringan Air Kotor**

Analisa air kotor merupakan perhitungan dari air buangan gedung yang tidak diperlukan lagi oleh gedung. Dalam perhitungan ini menghitung dari jumlah pemakaian dari penghuni gedung sehingga dapat menentukan dimensi dari pipa saluran yang ditujukan untuk membuang air kotor tersebut. Berikut adalah langkah-langkahnya :

#### **a) Perhitungan Air Kotor**

Jumlah dari air kotor berdasarkan acuan keputusan menteri permukiman dan prasarana wilayah nomor. 534/KPTS/M/2001, Sumber air buangan secara umum didapatkan dari 80% jumlah total penggunaan air bersih

#### **b) Dimensi Pipa Air Kotor**

Dalam menentukan dimensi pipa air kotor. Ada beberapa jenis fungsi dari pipa yang direncanakan (Simangunsong Daryanto, 2003 ) diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pipa penghubung akhir
2. Pipa cabang
3. Pipa tegak
4. Pipa buangan

#### **c) Kemiringan Pipa**

Kemiringan pipa sangat memengaruhi kecepatan aliran air di dalam pipa, sehingga juga berpengaruh langsung pada transportasi bahan-bahan padat yang ada di dalam pipa. Sebagai pedoman umum, kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya

(dalam mm). kecepatan terbaik dalam pipa berkisar antara 0,6 sampai 1,2 m/detik.

d) Kapasitas Tangki Septik

Perhitungan kapasitas tangki septik dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{Tangki Septik}} = V_{\text{Buangan}} + V_{\text{lumpur}} + \text{Ruang air}$$

### 3.5 Analisis Sistem Jaringan Air Hujan

Analisa air hujan didapat dari perhitungan debit banjir rencana sebagai dasar untuk menentukan dimensi dari instalasi air hujan pada gedung Namira Hotel. Dalam perhitungan debit banjir rencana menggunakan berbagai metode dan faktor-faktor yang mempengaruhi dari debit banjir itu sendiri, sehingga dapat ditentukan dimensi pipa saluran pada gedung yang mampu menampung debit banjir tersebut.

a) Debit Rencana

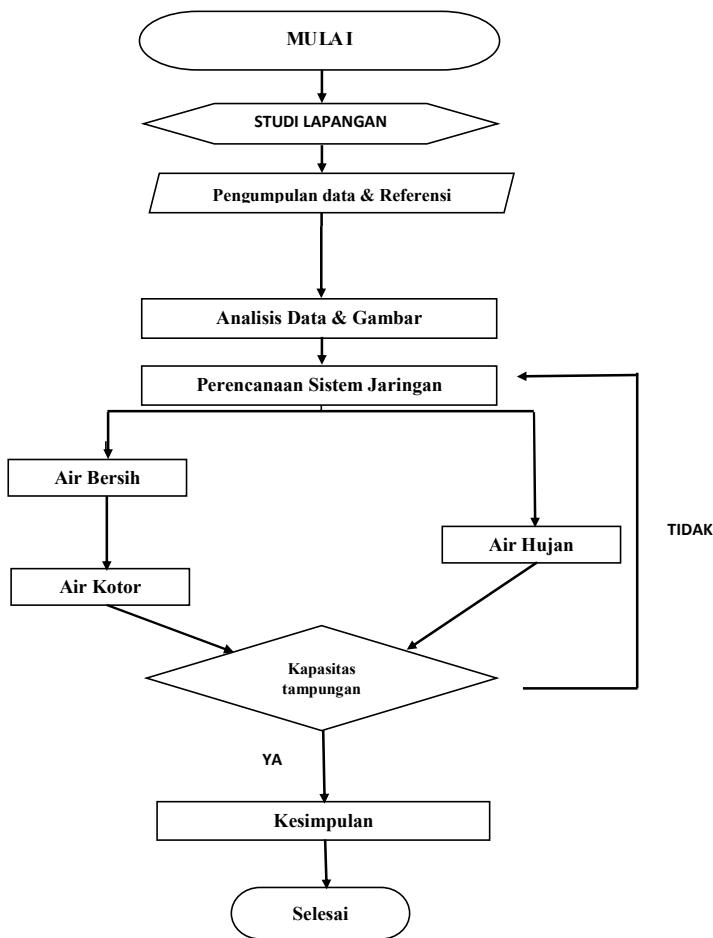
Dalam menentukan debit rencana menggunakan rumus dari metode rasional sebagai berikut.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \cdot C.I.A \left( \text{m}^3/\text{dt} \right)$$

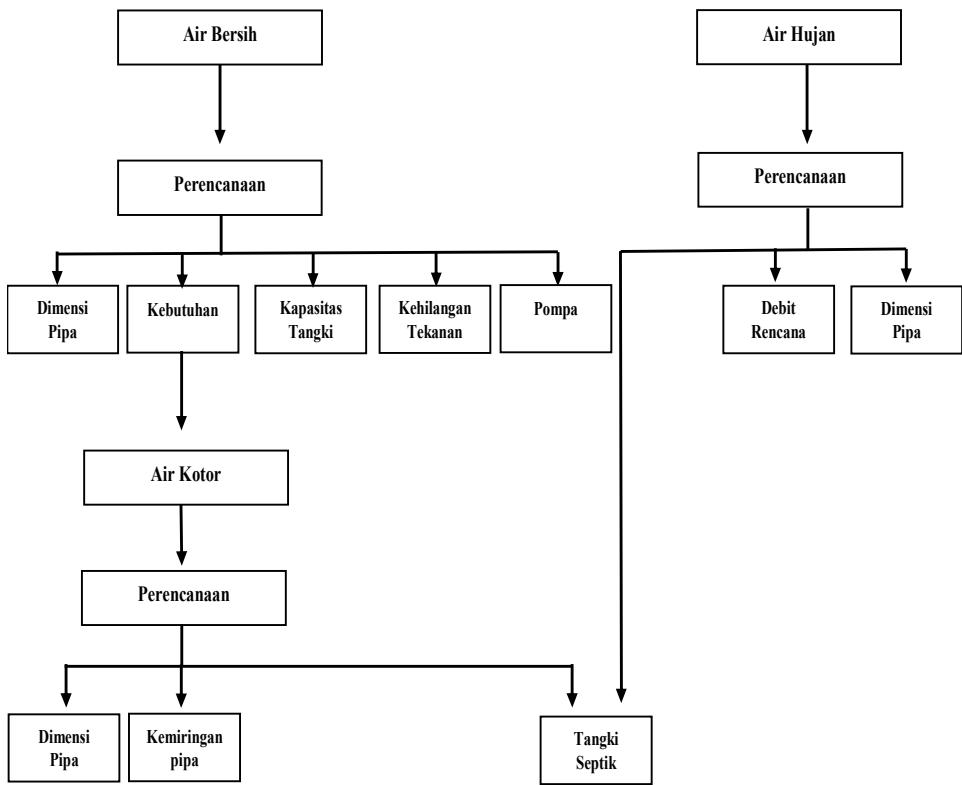
b) Dimensi Pipa Air Hujan

Dalam menentukan dimensi pipa air hujan pada gedung berdasarkan luas atap yang telah ditentukan oleh Ir. Hartono Poerbo, M. ARCH, 2002. Dalam penentuan dimensi ini berdasarkan luasan atap yang telah ditetapkan terhadap luasan atap sesungguhnya dan debit banjir.

### 3.6 Flow Chart



Gambar 3.1 Flow Chart



Gambar 3 2 Flow Chart 2

\*Halaman ini sengaja dikosongkan\*

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan Jaringan Air Bersih

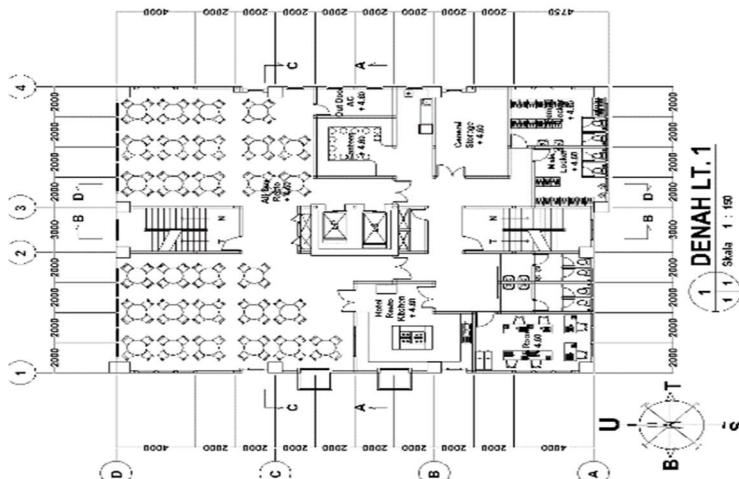
Berdasarkan data skema oleh pihak instansi terkait, dilakukan analisa perhitungan kebutuhan air bersih sebagai berikut

##### 4.1.1 Jumlah Penghuni

Pada hotel namira untuk lantai dasar di fungsikan sebagai ruangan lobby, lantai 1 di fungsikan sebagai restoran, sedangkan untuk lantai 2 di fungsikan sebagai meeting room. Dalam menghitung jumlah penghuni untuk lantai-lantai tersebut menggunakan hitungan berdasarkan keputusan menteri permukiman dan prasarana wilayah nomor. 403/KPTS/M/2002. Perhitungan dilakukan sesuai dengan ruang gerak pada ruangan. Berikut rumus yang digunakan :

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{\text{Luas bangunan / ruangan}^2}{\text{Ruang gerak}}$$

Keterangan : Ruang gerak ( $9 \text{ m}^2/\text{orang}$ )



Gambar 4. 1 Denah Lantai 1

Untuk menentukan jumlah penghuni lantai 1 berdasarkan dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Penghuni} &= \frac{\text{Luas Bangunan}}{\text{Ruang Gerak}} \\
 &= \frac{448,7 \text{ m}^2}{9 \text{ m}^2/\text{orang}} \\
 &= 49,85 \text{ orang dibulatkan menjadi } 50 \\
 &\text{orang}
 \end{aligned}$$

Sedangkan lantai 3 sampai dengan 8 difungsikan sebagai kamar hotel. Namun, untuk menghitung lantai 3 sampai lantai 8 telah dilakukan perbandingan hitungan dari cara perhitungan luasan lantai dengan cara asumsi per kamar dihuni oleh 2 orang. Ternyata dari hasil perbandingan tersebut diperoleh hasil terbanyak menggunakan asumsi per kamar dihuni 2 orang. Sehingga dipilih menggunakan cara asumsi per kamar 2 orang. Kemudian dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Penghuni} = 2 \times \text{jumlah kamar}$$

Menentukan jumlah penghuni lantai 3 dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Penghuni} &= 2 \times \text{jumlah kamar} \\
 &= 2 \times 12 \\
 &= 24 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Sehingga dari fungsi lantai dasar, lantai 1 & 2 (lantai umum), dan lantai kamar hotel jumlah penghuni keseluruhan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4. 1 Jumlah total penghuni di dalam gedung

No	Lantai	Jenis Ruangan	Luas ruangan (m <sup>2</sup> )	Ruang gerak (m <sup>2</sup> )	Jumlah penghuni per lantai	Jumlah penghuni (orang)
1	Dasar	Lobby	22.6	9	-	3
2	1	Lantai umum	84.7	9	-	10
3	2		17.42	9	-	2
4	3	Kamar hotel	-	-	24	24
5	4	Kamar hotel	-	-	24	24
6	5	Kamar hotel	-	-	24	24
7	6	Kamar hotel	-	-	24	24
8	7	Kamar hotel	-	-	24	24
9	8	Kamar hotel	-	-	24	24
Jumlah penghuni (orang )						159

#### 4.1.2 Kebutuhan Air Bersih

Dalam perhitungan kebutuhan air bersih menurut standar pelayanan minimal peraturan menteri pekerjaan umum nomor 14/PRT/M/2010 kebutuhan minimal setiap orang akan air bersih per hari adalah 60 liter/orang/hari pada permukiman perkotaan, 30 liter/orang/hari pada lingkungan perumahan. Sedangkan gedung namira hotel adalah termasuk hotel penginapan yang berada di perkotaan, jadi kebutuhan debit air bersih yang digunakan adalah 150 liter/orang/hari.

Kebutuhan air bersih pada lantai 3 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan air} = \text{banyak penghuni} \times 150 \text{ liter/orang/hari}$$

$$\begin{aligned}
 &= 24 \text{ orang} \times 150 \text{ liter/orang/hari} \\
 &= 9.540 \text{ liter/hari}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan cara yang sama seperti di atas, maka jumlah kebutuhan air bersih untuk lantai-lantai lainnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 2 Kebutuhan total air bersih di dalam gedung

No	Lantai	Jenis ruangan	Luas ruangan (m <sup>2</sup> )	Ruang gerak (m <sup>2</sup> )	Jumlah kamar	Jumlah penghuni (orang)	Kebutuhan air (l/hr)	Kebutuhan air (m <sup>3</sup> /hr)
1	Dasar	Lobby	22,6	9	-	3	450	0,45
2	1	Lantai umum	84,7	9	-	10	1500	1,5
3	2		9,35	9	-	2	300	0,3
4	3		-	-	12	24	3600	3,6
5	4		-	-	12	24	3600	3,6
6	5	Kamar hotel	-	-	12	24	3600	3,6
7	6		-	-	12	24	3600	3,6
8	7		-	-	12	24	3600	3,6
9	8		-	-	12	24	3600	3,6
Total Kebutuhan							23850	23,85

#### 4.1.3 Kebutuhan Tangki

Tangki ini di maksudkan untuk menampung kebutuhan sehari-hari yang merupakan kebutuhan puncak. Kebutuhan air bersih pada jam puncak pemakaian ini diperhitungkan sebagai kapasitas dari tangki ini sehingga sebelum dan sesudah jam puncak pemakaian air bersih masih mampu memenuhinya.

Dalam perhitungan kapasitas tangki ini terbagi menjadi 2, yaitu tangki bawah dan tangki atas.

Untuk perhitungannya sebagai berikut.

1. Tangki Bawah

Perhitungan tangki bawah ini berdasarkan dari nilai komulatif fluktuasi air bersih. Fluktuasi air bersih berdasarkan koefisien yang didapatkan dari DPU Dirjen Cipta Karya untuk daerah perkotaan metropolitan. Sehingga didapatkan kapasitas tangki bawah untuk Namira Hotel sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air per jam} &= \frac{\text{Kebutuhan air sehari}}{8} \quad (\text{m}^3/\text{jam}) \\ &= \frac{28,62 \text{ m}^3/\text{hari}}{8} \\ &= 3,57 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

(\*Catatan : untuk kebutuhan air sehari ditambah dengan 20% nya, karena diperkirakan perlu adanya penambahan untuk pendingin gedung, pancuran air, penyiraman tanaman, dsb.)

Kemudian kebutuhan air per jamnya di kalikan dengan load faktor sesuai dengan daerah bangunan, jumlah penduduk dan setiap jamnya.

- Kebutuhan air pada jam 1 =  $3,57 \times 0,3$   
 $= 1,07 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Kebutuhan air pada jam 2 =  $3,57 \times 0,37$   
 $= 2,40 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Kebutuhan air pada jam 3 =  $3,57 \times 0,45$   
 $= 4,01 \text{ m}^3/\text{jam}$

Pada jam berikutnya dapat dilihat pada tabel dibawah sebagai berikut :

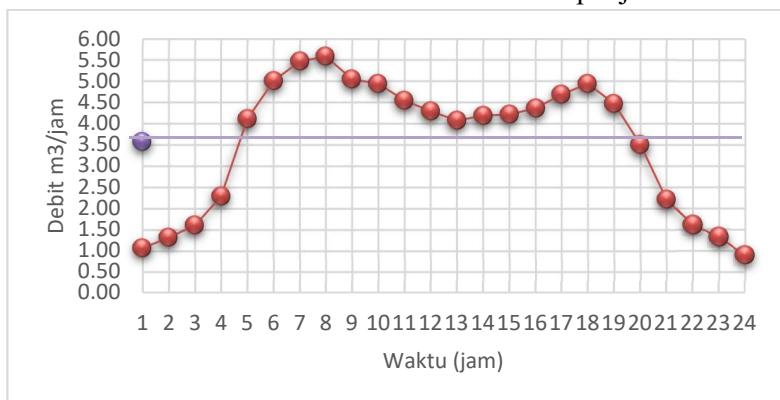
Tabel 4. 3 Kebutuhan air bersih per jam

No	Load Factor	Load Factor x Kebutuhan air/jam		Akumulasi kebutuhan air m3
		1	2 m3/jam	
1	0.3		1.07	1.07
2	0.37		1.32	2.40
3	0.45		1.61	4.01
4	0.64		2.29	6.30
5	1.15		4.11	10.41
6	1.4		5.01	15.42
7	1.53		5.47	20.89
8	1.56		5.58	26.47
9	1.41		5.04	31.52
10	1.38		4.94	36.45
11	1.27		4.54	41.00
12	1.2		4.29	45.29
13	1.14		4.08	49.37
14	1.17		4.19	53.56
15	1.18		4.22	57.78
16	1.22		4.36	62.14
17	1.31		4.69	66.83
18	1.38		4.94	71.76
19	1.25		4.47	76.24
20	0.98		3.51	79.74
21	0.62		2.22	81.96
22	0.45		1.61	83.57
23	0.37		1.32	84.89
24	0.25		0.89	85.79

No	Load Factor	Load Factor x Kebutuhan air/jam	Akumulasi kebutuhan air
		m3/jam	m3
	1	2	3
Total kapasitas tangki bawah untuk 1 hari			85.79
Rata - rata kebutuhan air /jam			3.57

Dari tabel diatas didapatkan atau digambarkan seperti grafik berikut :

Grafik 4. 1 Fluktuasi kebutuhan air per jam



Keterangan :

- = fluktuasi pemakaian air bersih
- = rata -rata pemakaian air bersih/jam

## 2. Tangki Atas

Tangki atas digunakan utnuk menampung kebutuhan puncak dan biasanya di sediakan dengan

kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan jam puncak.

- a. Kebutuhan dalam sehari

$$Q_d = Q_{\text{total}} + 20\% \text{ dari } Q_{\text{total}} \text{ (untuk kebutuhan lainnya)}$$

$$Q_d = 23,85 \text{ m}^3/\text{hari} \times (20\% \times 23,85 \text{ m}^3/\text{hari})$$

$$Q_d = 28,62 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- b. Kebutuhan air rata-rata

$$Q_h = Q_d / 8$$

$$Q_h = 28,62 / 8$$

$$Q_h = 3,58 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- c. Kebutuhan jam puncak ( $c_1 = 2$ )

$$\begin{aligned} Q_h (Q_{\text{max}}) &= c_1 \times Q_h \\ &= 2 \times 3,58 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 7,155 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 119,25 \text{ l/menit} \end{aligned}$$

- d. Pemakaian air menit puncak

$$\begin{aligned} Q_m \text{ max } (Q_p) &= c_2 \times (Q_h / 60) \\ &= 3,5 \times (3,58 / 60) \\ &= 0,208 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 208,69 \text{ l/menit} \end{aligned}$$

- e. Kapasitas tangki atas

$$\begin{aligned} V_E &= (Q_p - Q_{\text{max}}) \times T_p + (Q_{\text{PU}} \times T_{\text{PU}}) \\ &= (208,69 - 119,25) \times 60 + (119,25 \times 15) \\ &= 7155 \text{ l} \\ &= 7,155 \text{ m}^3 \sim 8 \text{ m}^3 \\ V_E &= 8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### 4.1.4 Dimensi Pipa

Dalam menentukan dimensi pipa air bersih dirancang untuk mendapatkan hasil yang optimal yaitu sistem jaringan ideal dan juga dapat menyalurkan debit secara lancar. Dengan mempertimbangkan kehilangan energi dan massa jenis yang mungkin terjadi.

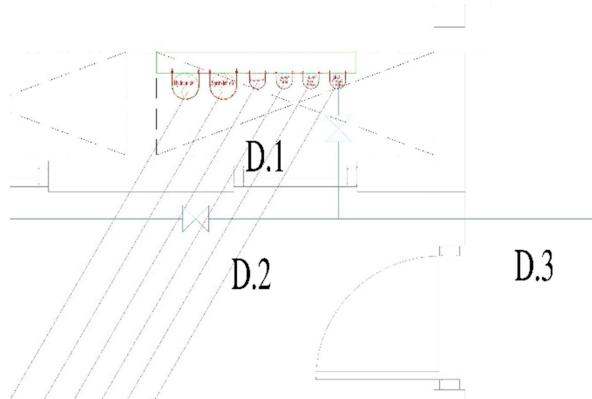
Berikut langkah-langkah menentukan dimensi pipa :

1. Menentukan jenis pipa yang akan digunakan pada lokasi atau titik yang ditinjau.
2. Menghitung panjang pipa komulatif dari data teknis yang tersedia.
3. Menentukan jumlah unit pipa setiap lantai. Dari lantai dasar, lantai umum, dan lantai kamar hotel.
4. Kemudian menghitung debit di setiap lintasan pipa berdasarkan data teknis. Untuk pipa pada lantai kamar debit yang melintas pada pipa di kalikan 2 karena dalam satu pipa mengalirkan ke dua kamar.
5. Lalu, asumsikan awal dimensi pipa terlebih dahulu untuk menghitung kecepatan aliran dalam pipa perhitungan yang digunakan yaitu luasan dikalikan debit.
6. Menghitung kehilangan energi setiap pipa dari asumsi dimensi di awal dan kecepatan menggunakan rumus  $hf = \frac{f x l}{d} \times \frac{v^2}{2g}$
7. Kemudian panjang komulatif di kalikan dengan kehilangan energi yang terjadi. Setelah itu ditambahkan dengan jumlah kehilangan energi setiap belokan pipa ( $\Sigma z$ ) dimana  $\Sigma z = \text{equifalen fitting (Ef)} \times \frac{v^2}{2g}$ .

8. Lalu menghitung tekanan yang dibutuhkan untuk mengealirkan air pada setiap pipa dengan rumus  $P = h \times g \times \rho$ . (\*catatan  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ )
9. Menghitung tekanan pancur di lubang keluar/*outlet* pada setiap pipa yang nantinya dikomulatifkan hingga akhir.

Contoh perhitungan dilakukan pada lantai dasar sebagai berikut :

- a) Jenis pipa yang dipilih untuk air bersih menggunakan pipa PPR PN10 dengan  $f = 0,007$
- b) Panjang pipa berdasarkan data teknis ( $L$ ) = 0,631 m
- c) Jumlah unit pada lantai dasar = 5 unit
- d) Debit yang mengalir dalam :



$$\text{Pipa D1} = 0,3125 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Pipa D2} = 0,3125 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Pipa D3} = 0,104 \text{ m}^3/\text{det}$$

Asumsi diameter pada pipa 1 = 0,5 inchi, kemudian menghitung kecepatan (V) dengan rumus  $V = Q(n) / A$ , maka :

$$V_1 = 0,3125 / (0,25 \times 3,14 \times 0,5^2)$$

$$V_1 = 1,591 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 0,3125 / (0,25 \times 3,14 \times 0,5^2)$$

$$V_2 = 1,591 \text{ m/s}$$

$$V_3 = 0,104 / (0,25 \times 3,14 \times 0,5^2)$$

$$V_3 = 0,53 \text{ m/s}$$

- e) Kehilangan energi (R) setiap pipa pada lantai dasar dengan rumus  $R = \frac{f}{d} \times \frac{v^2}{2g} \times \rho \times g$

$$R = \frac{0,007}{0,013} \times \frac{0,822^2}{2 \times 9,8} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$R = 1,862 \text{ mbar/m} \times 0,631 \text{ m}$$

$$R = 1,175 \text{ mbar}$$

$$R = \frac{0,007}{0,013} \times \frac{1,644^2}{2 \times 9,8} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$R = 7,448 \text{ mbar/m} \times 2,790 \text{ m}$$

$$R = 20,780 \text{ mbar}$$

- f) Kehilangan energi pada setiap belokan = Equivalen fitting  $\times \frac{v^2}{2g} \times \rho \times g$

$$\Sigma z_1 = 0 \text{ m} \times \frac{1,591^2}{2(9,81)} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8$$

$$\text{m/s}^2$$

$$\Sigma z_1 = 0 \text{ mbar}$$

$$\Sigma z_2 = 1,3 \text{ m} \times \frac{1,591^2}{2(9,81)} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8$$

$$\text{m/s}^2$$

$$\Sigma z_2 = 1,793 \text{ mbar}$$

- g) Kemudian tekanan pada setiap pipa ( $P$ ) =  $h \times g \times \rho$  ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$P_1 = 32,4 \text{ m} \times 9,8 \text{ m}^2/\text{s} \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P_1 = 3175200 \text{ pa}$$

$$P_1 = 3,17520 \text{ bar}$$

$$P_1 = 3175,2 \text{ mbar}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Dimensi pipa air bersih, tekanan, dan kehilangan energi

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan m3/hr	L Panjang L/dt	Diameter m	Diameter inc	V Kecepatan m/s	R Kehilangan tekanan mbar/m	L x R mbar	Equivale n fitting Ef mbar	$\Sigma z$	(LxR)+ z total fitting mbar	$\Sigma \Delta p$ normal mbar	P (tekanan ) m.bar	Pp = P- $\Sigma \Delta p$ Normal m.bar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Dasar	0.45	D	0.313	3.862	0.500	0.013	2.466	16.758	64.719	0.300	0.931	65.650	65.650	3175.200	3109.550
2			D.1	0.313	0.375	0.500	0.013	2.466	16.758	6.284	1.300	4.033	10.317	75.967		
3			D.2	0.104	0.631	0.500	0.013	0.822	1.862	1.175	0.000	0.000	1.175	77.142		
4			D.3	0.208	2.790	0.500	0.013	1.644	7.448	20.780	1.300	1.793	22.572	98.540		
5			D.4	0.104	0.117	0.500	0.013	0.822	1.862	0.218	0.000	0.000	0.218	98.757		
6			D.5	0.104	1.180	0.500	0.013	0.822	1.862	2.197	0.000	0.000	2.197	100.737		
7	1	1.5	1	1.354	3.442	1.000	0.025	2.671	9.834	33.847	2.000	71.364	105.212	105.212	2851.800	2746.588
8			1.1	1.042	3.000	1.000	0.025	2.055	5.819	17.456	3.000	63.341	80.797	186.009		
9			1.2	0.208	2.978	0.500	0.013	1.644	7.448	22.180	0.600	8.108	30.288	216.296		
10			1.3	0.104	2.099	0.500	0.013	0.822	1.862	3.908	0.000	0.000	3.908	220.205		
11			1.4	0.104	4.790	0.500	0.013	0.822	1.862	8.919	0.000	0.000	8.919	225.215		
12			1.5	0.208	3.108	0.500	0.013	1.644	7.448	23.145	1.200	16.215	39.361	225.369		
13			1.6	0.104	4.125	0.500	0.013	0.822	1.862	7.681	0.600	2.027	9.708	235.077		
14			1.7	0.104	0.529	0.500	0.013	0.822	1.862	0.985	0.000	0.000	0.985	226.354		
15			1.8	0.625	2.876	1.000	0.025	1.233	2.095	6.024	1.300	9.881	15.906	201.914		
16			1.9	0.208	1.249	0.500	0.013	1.644	7.448	9.303	0.300	4.054	13.356	215.271		
17			1.10.	0.104	3.583	0.500	0.013	0.822	1.862	6.672	0.300	1.013	7.685	222.956		
18			1.11	0.104	0.569	0.500	0.013	0.822	1.862	1.059	0.000	0.000	1.059	216.330		
19			1.12	0.417	4.164	1.000	0.025	0.822	0.931	3.877	0.300	1.013	4.890	206.804		
20	2	0.3	2	1.563	7.291	1.250	0.032	1.973	4.290	31.279	1.100	21.404	52.683	52.683	2450.000	2397.317
21			2.1	0.208	8.045	0.500	0.013	1.644	7.448	59.919	2.100	28.377	88.296	140.978		

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan m <sup>3</sup> /hr	L Panjang pipa m	Diameter inc	Diameter r m	V Kecepatan m/s	R Kehilangan tekanan mbar/m	L x R mbar	Equivale n fitting Ef mbar	$\Sigma z$ mbar	(LxR)+ z total fitting mbar	$\Sigma \Delta p$ normal mbar	P (tekanan ) m.bar	P <sub>p</sub> = P- $\Sigma \Delta p$ Normal m.bar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
22			2.2	0.104	1.615	0.500	0.013	0.822	1.862	3.007	1.500	5.067	8.074	149.053		
23			2.3	0.035	1.897	0.500	0.013	0.274	0.207	0.392	0.000	0.000	0.392	149.445		
24			2.4	0.069	1.796	0.500	0.013	0.548	0.828	1.486	0.000	0.000	1.486	150.539		
25			2.5	0.104	2.778	0.500	0.013	0.822	1.862	5.173	1.500	5.067	10.240	151.218		
26			2.6	0.035	1.897	0.500	0.013	0.274	0.207	0.392	0.000	0.000	0.392	151.611		
27			2.7	0.069	1.796	0.500	0.013	0.548	0.828	1.486	0.000	0.000	1.486	152.705		
28			3.3	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	3.300	44.592	83.321	83.321	2018.800	1935.479
29			3.3.1	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	1.200	4.054	8.262	91.583		
30			3.3.2	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	1.200	4.054	8.262	91.583		
31			3.5	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	3.300	44.592	83.321	83.321	2018.800	1935.479
32			3.5.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	91.520		
33			3.5.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	91.520		
34			3.7	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	3.300	44.592	83.321	83.321	2018.800	1935.479
35			3.7.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	91.520		
36			3.7.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	91.520		
37	3	3.6	3.9	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.600	2.027	11.709	11.709	2018.800	2007.091
38			3.9.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	19.908		
39			3.11	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.600	2.027	11.709	11.709	2018.800	2007.091
40			3.11.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	19.908		
41			3.13	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	3.300	44.592	83.321	83.321	2018.800	1935.479
42			3.13.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	91.520		
43			3.13.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	91.520		
44			3.15	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.600	2.027	11.709	11.709	2018.800	2007.091
45			3.15.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	19.908		
46			3.17	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.600	2.027	11.709	11.709	2018.800	2007.091

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan	L Panjang pipa	Diameter	V Kecepatan	R Kehilangan tekanan	Equivale	(LxR)+	P	Pp = P-				
				m3/hr	L/dt	inc	m	m/s	mbar/m	L x R	f fitting Ef	Σz	z total fitting	(tekanan ) m.bar	ΣΔp normal	Normal m.bar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
47		3.17.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	4.054	8.199	19.908			
48		4	6.563	26.697	2.000	0.051	3.237	7.217	192.673	1.100	5.879	198.552	198.552	1715.000	1516.448	
49		4.1	5.000	2.485	1.500	0.038	4.384	17.654	43.871	2.100	20.591	64.462	263.014			
50		4.2	2.500	2.193	1.500	0.038	2.192	4.414	9.679	2.100	5.148	14.827	277.841			
51		4.3	0.417	3.046	0.500	0.013	3.288	29.792	90.746	4.200	23.165	113.911	391.752	1715.000	1323.248	
52		4.3.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	396.310			
53		4.3.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	396.310			
54		4.4	2.500	4.558	1.500	0.038	2.192	4.414	20.117	2.100	5.148	25.265	303.106			
55		4.5	0.417	0.725	0.500	0.013	3.288	29.792	21.599	4.200	23.165	44.764	347.870	1715.000	1367.130	
56		4.5.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	352.428			
57		4.5.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	352.428			
58		4.6	2.500	5.768	1.500	0.038	2.192	4.414	25.458	2.100	5.148	30.605	333.711			
59		4.7	0.417	2.956	0.500	0.013	3.288	29.792	88.065	4.200	23.165	111.229	444.941	1715.000	1270.059	
60	4	3.6	4.7.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	449.499		
61			4.7.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	449.499		
62			4.8	2.500	4.893	1.500	0.038	2.192	4.414	21.596	0.600	1.471	23.067	356.778		
63			4.9	0.208	1.164	0.500	0.013	1.644	7.448	8.669	2.400	3.309	11.979	368.756	1715.000	1346.244
64			4.9.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	373.315		
65			4.10.	2.500	1.261	1.500	0.038	2.192	4.414	5.566	0.600	1.471	7.036	363.814		
66			4.11	0.208	6.827	0.500	0.013	1.644	7.448	50.847	3.000	4.137	54.984	397.987	1715.000	1317.013
67			4.11.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	402.545		
68			4.12	2.500	4.652	1.500	0.038	2.192	4.414	20.532	2.100	5.148	25.680	343.003		
69			4.13	0.417	0.868	0.500	0.013	3.288	29.792	25.859	4.200	23.165	49.024	366.347	1715.000	1348.653
70			4.13.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	370.906		
71			4.13.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	370.906		
72			4.14	2.500	5.678	1.500	0.038	2.192	4.414	25.060	2.100	5.148	30.208	317.323		

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan	L Panjang pipa	Diameter	Diameter	V Kecepatan	R Kehilangan tekanan	L x R	Equivale n fitting Ef	$\Sigma z$	$(LxR) + z$ total fitting	$\Sigma \Delta p$ normal	P (tekanan ) m.bar	Pp = P- $\Sigma \Delta p$ Normal m.bar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
73			4.15	0.208	6.917	0.500	0.013	1.644	7.448	51.518	3.000	4.137	55.654	342.769	1715.000	1372.231
74			4.15.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	347.328		
75			4.16	2.500	1.186	1.500	0.038	2.192	4.414	5.235	2.100	5.148	10.382	287.115		
76			4.17	0.208	1.254	0.500	0.013	1.644	7.448	9.340	3.000	4.137	13.476	290.209	1715.000	1424.791
77			4.17.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.200	0.414	4.558	294.767		
78			4.18	2.500	2.775	1.500	0.038	2.192	4.414	12.248	0.600	1.471	13.719	276.733		
79			5.3	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	3812.200	3761.309	
80			5.3.1	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	2.400	8.108	12.316	63.207		
81			5.3.2	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	2.400	8.108	12.316	63.207		
82			5.5	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	3812.200	3761.309	
83			5.5.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143		
84			5.5.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143		
85			5.7	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	3812.200	3761.309	
86			5.7.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143		
87			5.7.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143		
88	5	3.6	5.9	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.900	3.040	12.723	12.723	3812.200	3799.477
89			5.9.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	24.975		
90			5.11	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.900	3.040	12.723	12.723	3812.200	3799.477
91			5.11.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	24.975		
92			5.13	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	3812.200	3761.309	
93			5.13.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143		
94			5.13.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143		
95			5.15	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.900	3.040	12.723	12.723	3812.200	3799.477
96			5.15.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	24.975		
97			5.17	0.104	5.200	0.500	0.013	0.822	1.862	9.682	0.900	3.040	12.723	12.723	3812.200	3799.477

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan m3/hr	L Panjang pipa m	Diameter inc	Diameter m	V Kecepatan m/s	R Kehilangan tekanan mbar/m	L x R mbar	Equivale n fitting Ef mbar	$\Sigma z$	(LxR)+ $\Sigma z$ total fitting mbar	$\Sigma \Delta p$ normal mbar	P (tekanan ) m.bar	Pp = P- $\Sigma \Delta p$ Normal m.bar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
98		5.17.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	24.975			
99		6.3	0.417	5.200	0.500	0.013	3.288	29.792	154.918	0.900	48.646	203.564	203.564	3459.400	3255.836	
100		6.3.1	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	2.400	8.108	12.316	215.879			
101		6.3.2	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	2.400	8.108	12.316	215.879			
102		6.5	0.417	5.200	0.500	0.013	3.288	29.792	154.918	0.900	48.646	203.564	203.564	3459.400	3255.836	
103		6.5.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	215.816			
104		6.5.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	215.816			
105		6.7	0.417	5.200	0.500	0.013	3.288	29.792	154.918	0.900	48.646	203.564	203.564	3459.400	3255.836	
106		6.7.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	215.816			
107		6.7.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	215.816			
108	6	6.9	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	50.891	3459.400	3408.509	
109		6.9.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143			
110		6.11	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	50.891	3459.400	3408.509	
111		6.11.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143			
112		6.13	0.417	5.200	0.500	0.013	3.288	29.792	154.918	0.900	48.646	203.564	203.564	3459.400	3255.836	
113		6.13.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	215.816			
114		6.13.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	215.816			
115		6.15	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	50.891	3459.400	3408.509	
116		6.15.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	63.143			
117		6.17	0.208	5.200	0.500	0.013	1.644	7.448	38.729	0.900	12.161	50.891	50.891	3459.400	3408.509	
118	7	7.3	0.625	5.200	1.000	0.025	1.233	2.095	10.893	0.900	6.841	17.733	17.733	3106.600	3088.867	
119		7.3.1	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	2.400	8.108	12.316	30.049			
120		7.3.2	0.104	2.260	0.500	0.013	0.822	1.862	4.208	2.400	8.108	12.316	30.049			
121		7.5	0.625	5.200	1.000	0.025	1.233	2.095	10.893	0.900	6.841	17.733	17.733	3106.600	3088.867	

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan	L Panjang pipa	Diameter	Diameter	V Kecepatan	R Kehilangan tekanan	L x R	Equivale n fitting Ef	$\Sigma z$	$(LxR) + z$ total fitting	$\Sigma \Delta p$ normal	P (tekanan ) m.bar	Pp = P- $\Sigma \Delta p$ Normal m.bar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
122		7.5.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	29.986			
123		7.5.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	29.986			
124		7.7	0.625	5.200	1.000	0.025	1.233	2.095	10.893	0.900	6.841	17.733	17.733	3106.600	3088.867	
125		7.7.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	29.986			
126		7.7.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	29.986			
127		7.9	0.313	5.200	0.500	0.013	2.466	16.758	87.141	0.900	27.363	114.504	114.504	3106.600	2992.096	
128		7.9.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	126.757			
129		7.11	0.313	5.200	0.500	0.013	2.466	16.758	87.141	0.900	27.363	114.504	114.504	3106.600	2992.096	
130		7.11.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	126.757			
131		7.13	0.625	5.200	1.000	0.025	1.233	2.095	10.893	0.900	6.841	17.733	17.733	3106.600	3088.867	
132		7.13.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	29.986			
133		7.13.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	29.986			
134		7.15	0.313	5.200	0.500	0.013	2.466	16.758	87.141	0.900	27.363	114.504	114.504	3106.600	2992.096	
135		7.15.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	126.757			
136		7.17	0.313	5.200	0.500	0.013	2.466	16.758	87.141	0.900	27.363	114.504	114.504	3106.600	2992.096	
137		7.17.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.400	8.108	12.252	126.757			
138		8	10.000	9.620	2.500	0.064	3.156	5.491	52.826	2.000	99.627	152.452	152.452	2597.000	2444.548	
139		8.1	10.000	2.485	2.500	0.064	3.156	5.491	13.646	3.000	149.440	163.086	315.538			
140		8.2	5.000	2.193	2.000	0.051	2.466	4.189	9.188	2.100	63.848	73.035	388.573			
141	8	8.3	0.833	3.046	1.000	0.025	1.644	3.724	11.343	1.200	16.215	27.559	416.132	2597.000	2180.868	
142		8.3.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	0.900	3.040	7.185	423.317			
143		8.3.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	0.900	3.040	7.185	423.317			
144		8.4	5.000	4.558	2.000	0.051	2.466	4.189	19.096	2.100	63.848	82.943	471.517			
145		8.5	0.833	0.725	1.000	0.025	1.644	3.724	2.700	0.000	0.000	2.700	474.217	2744.000	2269.783	
146		8.5.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.000	3.378	7.523	481.740			

No	Lantai	Kebutuhan air	Pipa	Q Debit kebutuhan	L Panjang pipa	Diameter	Diameter	V Kecepatan	R Kehilangan tekanan	L x R	Equivale n fitting Ef	$\Sigma z$	$(LxR) + z$ total fitting	$\Sigma \Delta p$ normal	P (tekanan ) m.bar	Pp = P- $\Sigma \Delta p$ Normal m.bar	
1	2	3	4	m3/hr	L/dt	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
147			8.5.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.000	6.756	10.901	485.118			
148			8.6	5.000	5.768	2.000	0.051	2.466	4.189	24.165	2.100	63.848	88.013	559.529			
149			8.7	0.833	2.956	1.000	0.025	1.644	3.724	11.008	1.200	16.215	27.223	586.753	2744.000	2157.247	
150			8.7.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.300	4.392	8.536	595.289			
151			8.7.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.300	7.770	11.915	598.667			
152			8.8	5.000	4.893	2.000	0.051	2.466	4.189	20.499	2.100	63.848	84.347	643.876			
153			8.9	0.417	1.164	0.500	0.013	3.288	29.792	34.678	0.000	0.000	34.678	678.554	2744.000	2065.446	
154			8.9.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.000	3.378	7.523	686.077			
155			8.10.	5.000	1.261	2.000	0.051	2.466	4.189	5.283	2.100	63.848	69.131	649.765			
156			8.11	0.417	6.827	0.500	0.013	3.288	29.792	203.389	0.600	32.431	235.820	816.454	2744.000	1927.546	
157			8.11.1	0.104	2.226	1.500	0.038	0.091	0.008	0.017	1.300	0.054	0.071	816.526			
158			8.12	5.000	4.652	2.000	0.051	2.466	4.189	19.489	2.100	63.848	83.337	580.635			
159			8.13	0.833	0.868	1.000	0.025	1.644	3.724	3.232	0.000	0.000	3.232	500.530	2744.000	2243.470	
160			8.13.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.000	3.378	7.523	508.053			
161			8.13.2	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	2.000	6.756	10.901	511.431			
162			8.14	5.000	5.678	2.000	0.051	2.466	4.189	23.788	0.450	13.682	37.470	497.298			
163			8.15	0.417	6.917	0.500	0.013	3.288	29.792	206.070	0.600	32.431	238.501	698.329	2744.000	2045.671	
164			8.15.1	0.104	2.226	1.500	0.038	0.091	0.008	0.017	1.300	0.054	0.071	698.400			
165			8.16	5.000	1.186	2.000	0.051	2.466	4.189	4.969	2.100	63.848	68.816	459.828			
166			8.17	0.417	1.254	1.000	0.025	0.822	0.931	1.167	0.000	0.000	1.167	392.179	2744.000	2351.821	
167			8.17.1	0.104	2.226	0.500	0.013	0.822	1.862	4.145	1.000	3.378	7.523	399.702			
168			8.18	5.000	2.775	2.000	0.051	2.466	4.189	11.626	2.100	63.848	75.473	391.012			

#### 4.1.5 Pompa

Kapasitas suatu pompa tergantung dari debit air (Q) yang dialirkan , tinggi dorong/head (Head) dan kehilangan energi (hf).

a. Pompa Transfer/Angkat

Spesifikasi pompa diperoleh sebagai berikut.

1. Debit

Berdasarkan volume tangki atas maka diperoleh debit.

Dimana :

$$T = 160 \text{ menit} = 90000 \text{ detik}$$

$$V = 8 \text{ m}^3$$

Maka,

$$Q = V/T$$

$$= 8/9000$$

$$= 0,00083 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Dimensi pipa ground ke roof

Dimensi disesuaikan dengan kecepatan yang diinginkan yaitu sebesar 2 m/detik

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \\ &= 75,21 \text{ mm} \sim 76 \text{ mm (2 1/2 inc)} \end{aligned}$$

3. Kehilangan energi

Panjang pipa sebesar 43,574 meter

$$Hf = f \frac{l \times v^2}{d \times 2g}$$

$$= 0,236 \text{ m}$$

4. Head

$$\text{Head} = H + Hf + \frac{V^2}{2g}$$

- Dimana H diketahui dari gambar perencanaan adalah 33,70 m

- Sehingga tinggi angkat total/Head adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Head} &= H + H_f + \frac{V^2}{2g} \\
 &= 33,70 + 0,236 + \frac{2^2}{2 \times 9,8} \\
 H &= 34,14 \text{ m} \sim 35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5. Power pompa didapat dari rumus:

$$P = \frac{Q \cdot p \cdot g \cdot h}{\eta}$$

Dimana :

$P$ = Power pompa	(Hp)
$Q$ = Debit air	(m <sup>3</sup> /detik)
$\rho$ = Berat air	(kg/m <sup>3</sup> )
$g$ = Gravitasi	(m/detik <sup>2</sup> )
$\eta$ = Efisiensi	(60-90%)

Maka :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{Q \cdot p \cdot g \cdot h}{\eta} = \frac{0,0083 \times 1000 \times ,8 \times 33,70}{0,75} \\
 &= 366 \text{ watt} \\
 &= 0,37 \text{ Kilowatt}
 \end{aligned}$$

Power pompa yang dihasilkan adalah 0,897 Kw

6. Pemilihan spesifikasi pompa angkat/transfer

Sesuai hasil perhitungan di atas maka dipilih dari pompa pabrikan dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Pemilihan Spesifikasi Pompa

No	Spesifikasi Pompa	Berdasarkan perhitungan	Produk di pasaran
1	Merek	-	Grundfos
2	Tipe	-	SP 3A-9N - 10201909
3	Debit	0,00083 m3/detik	0,000883 m3 /detik
4	Head	35	40
5	Daya	0,37 Kw	0,75 Kw

### b. Pompa Booster

Berdasarkan dimensi pipa dan debit yang ditujukan untuk lantai 8 sampai 5 Namira Hotel maka diperlukan sebuah pompa booster.

1. Head didapat dari ( $\Sigma\Delta p$  normal) kehilangan tekanan terbesar pada jaringan instalasi + (Pp) tekanan pancur yang diinginkan – (h) tinggi tangga atas ke lantai 8

- $\Sigma\Delta p$  normal = 32,5 mbar  
 $= 0,032$  bar  
 $= 0,32$  m
- (Pp) = 38 m
- h = 14,4 m

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Head} &= \Sigma\Delta p \text{ normal} + Pp - h \\ &= 0,32 + 38 - 14,4 \\ &= 23,9 \text{ m} \sim 24 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Power pompa didapat dari rumus:

$$P = \frac{Q \cdot p \cdot g \cdot h}{\eta}$$

Dimana :

$P$ = Power pompa	(Hp)
$Q$ = Debit air	(m <sup>3</sup> /detik)
$\rho$ = Berat air	(kg/m <sup>3</sup> )
$g$ = Gravitasi	(m/detik <sup>2</sup> )
$\eta$ = Efisiensi	(60-90%)

Maka :

$$P = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot h}{\eta} = \frac{0,0001 \times 1000 \times 9,8 \times 14,4}{0,75}$$

$$= 19,6 \text{ watt}$$

$$= 0,0196 \text{ Kilowatt}$$

Power pompa yang dihasilkan adalah 0,136 Kw

### 3. Pemilihan pompa booster

Sesuai dari hasil perhitungan diatas maka dipilih pompa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Pemilihan Spesifikasi Pompa Booster

No	Spesifikasi Pompa	Keterangan
1	Merek	Grundfos
2	Tipe	CMB 1-36AVBE-975530009
3	Debit	0,0004 m <sup>3</sup> /detik
4	Head	24,2
5	Daya	0,5 Kw

## 4.2 Perencanaan Sistem Jaringan Air Kotor

### 4.2.1 Volume Buangan

Berdasarkan jumlah dari penghuni dikalikan dengan 80% dari jumlah pemakaian air bersih maka didapatkan jumlah volume buangan sebagai berikut :

Tabel 4. 7Debit Total Air Buangan

N o	Lan tai das ar	Pemakaian air (l/hari)	Jumlah penghuni	Jumlah pemakaian air (l/hari)
1			3	450
2	1		10	1500
3	2		2	300
4	3		24	3600
5	4	150	24	3600
6	5		24	3600
7	6		24	3600
8	7		24	3600
9	8		24	3600
jumlah			159	23850

Maka volume buangan yang didapat dari data jumlah pemakaian air oleh penghuni adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Volume buangan} &= \text{Jumlah pemakaian air} \times 80\% \\
 &= 23850 \text{ l} \times 80\% \\
 &= 19080 \text{ l} \\
 &= 19,08 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Volume Lumpur

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

a) Volume lumpur matang

$$\begin{aligned}
 \text{Volume lumpur matang} &= \text{jumlah jiwa} \times \text{periode pengurasan} \times \text{lumpur per jiwa} \\
 &= 159 \text{ jiwa} \times 2 \text{ tahun} \times 30 \\
 &\text{liter/jiwa} \\
 &= 9540 \text{ liter} \\
 &= 9.54 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b) Volume lumpur mentah

$$\begin{aligned}
 \text{Volume lumpur mentah} &= \frac{\text{jumlah jiwa}}{\text{proses mineralisasi}} \times \text{lumpur per jiwa} \\
 &= 159 \text{ jiwa} \times \frac{75}{365} \times 30 \text{ liter/jiwa} \\
 &= 980 \text{ liter} \\
 &= 0.98 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh volume lumpur

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas} &= \text{volume lumpur matang} + \text{volume lumpur mentah} \\
 &= 9.54 \text{ m}^3 + 0.98 \text{ m}^3 \\
 &= 10,52 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.2.3 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.

Ruang air = jumlah jiwa x lamanya penahan air dalam tangka x banyak air pengencer x Banyaknya kotoran dalam sehari

$$\begin{aligned}
 &= 159 \text{ jiwa} \times 3 \text{ hari} \times 25 \text{ kali} \times 1 \\
 \text{litter/jiwa/hari} \\
 &= 11925 \text{ liter} \\
 &= 11.925 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.2.4 Volume Septik Tank

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

$$\begin{aligned}
 \text{Volume septik tank} &= \text{volume buangan} + \text{volume lumpur} \\
 &= 19,08 \text{ m}^3 + 10,52 \text{ m}^3 \\
 &= 29,60 \text{ m}^3 \sim 30 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.2.5 Dimensi Pipa Air Kotor

Dalam menentukan dimensi air kotor adalah dari debit yang dihasilkan untuk air kotor yang kemudian diperhitungkan pada volume pipa yang mampu menampung debit tersebut. Perhitungan seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. 8Dimensi Air Kotor

No	Pipa	Volume Air Kotor m <sup>3</sup>	Panjang pipa m	Diameter pipa inchi	V kecepatan m/s	Elevasi m	hf m
1	1	0.02	19.50	4.00	0.10	2.05	30.10 10.60
2	2	0.02	8.68	4.00	0.10	2.05	10.50 30.10
3	3	0.03	19.60	4.00	0.10	4.11	10.50 0.33250
4	4	0.05	3.99	4.00	0.10	6.16	10.30 0.15237

No	Pipa	Volume Air Kotor m3	Panjang pipa m	Diameter pipa inchi	V kecepatan m/s	Elevasi m	hf m
5	5	0.02	19.8	4	0.10	2.05	30.1 10.3 0.083972827
6	6	0.07	4.56	6	0.15	3.65	10.2 30.1 10.2 0.040702928
7	7	0.02	19.90	4	0.10	2.05	10.2 10.2 30.1 10.2 0.084396932
8	8	0.08	2.49	6	0.15	4.57	10.1 10.7 30.1 10.7 0.034808041
9	9	0.02	19.40	4	0.10	2.05	10.7 10.7 30.1 10.7 0.082276406
10	10	0.02	7.12	4	0.10	2.05	10.6 30.1 10.6 30.1 0.030183566
11	11	0.03	19.50	4	0.10	4.11	10.6 10.6 30.1 10.6 0.330802046
12	12	0.05	3.96	4	0.10	6.16	10.4 30.1 10.4 30.1 0.151189258
13	13	0.03	19.70	4	0.10	4.11	10.4 10.4 30.1 10.4 0.334194888
14	14	0.08	3.56	6	0.15	4.57	10.2 30.1 10.2 30.1 0.049663939
15	15	0.03	19.90	4	0.10	4.11	10.2 10.2 30.1 10.2 0.337587729
16	16	0.12	2.76	6	0.15	6.39	10.1 0.075639981



## 4.3 Perencanaan Jaringan Air hujan

### 4.3.1 Konsep Pengaliran Air Hujan

Perencanaan jalur aliran air hujan di dalam gedung Namira hotel ini dapat dilihat pada diagram dibawah ini :

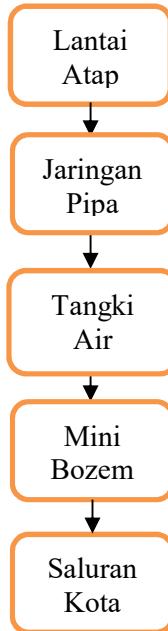


Diagram 4.1 Diagram alir pembuangan air hujan

### 4.3.2 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Dalam memperhitungkan curah hujan ini terdapat 3 metode, yaitu metode aritmatik aljabar, metode polygon theissen, dan metode ishoyet. Data yang dibutuhkan adalah peta stasiun hujan dan curah hujan selama 10 tahun. Pada gedung namira hotel ini terdapat beberapa stasiun hujan yang digunakan yaitu stasiun

kebon agung, stasiun juanda, dan stasiun wonokromo kemudian mencari curah hujan maksimum pada setiap stasiun dan setiap tahunnya. Berikut curah hujan maksimum dari setiap stasiun.

Tabel 4. 9 Curah hujan maksimum

TAHUN	JUANDA		WONOKROMO		KEBON AGUNG	
	TGL	CH (mm)	TGL	CH (mm)	TGL	CH (mm)
2000	25-Des	60	04-Mar	83	09-Feb	105
2001	07-Jan	87	11-Feb	73	04-Apr	105
2002	10-Jan	101	13-Des	133	17-Mar	112
2003	09-Jun	117	22-Jan	109	02-Mei	97
2004	25-Mar	63	09-Jan	135	07-Mar	97
2005	20-Jun	82	06-Apr	125	01-Feb	115
2006	07-Feb	70	09-Nov	254	09-Feb	72
2007	13-Feb	120	05-Jan	93	13-Feb	87
2008	19-Des	84	24-Apr	73	13-Feb	80
2009	23-Des	86	28-Mar	95	01-Jan	110

Kemudian mencari curah hujan rata-rata menggunakan metode polygon theissen pada tahun 2000 sebagai berikut

$$C_j = \frac{A_1}{A_{total}}$$

$$C_w = \frac{A_2}{A_{total}}$$

$$C_k = \frac{A_3}{A_{total}}$$

$$C_j = \frac{54,25}{87,125}$$

$$C_w = \frac{11,625}{87,125}$$

$$C_k = \frac{21,25}{87,125}$$

$$C_j = 0,62$$

$$C_w = 0,13$$

$$C_k = 0,24$$

$$\bar{R}_{2000} = (C_1 \times R_1) + (C_2 \times R_2) + (C_3 \times R_3) + \dots + (C_n \times R_n)$$

$$\bar{R}_{2000} = (0,62 \times 153) + (0,13 \times 100) + (0,24 \times 100)$$

$$\bar{R}_{2000} = 133 \text{ mm}$$

Sehingga curah hujan wilayah pada tahun-tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel dibawah sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

TAHUN	JUANDA		WONOKROMO		KEBON AGUNG		CURAH HUJAN WILAYAH POLIGON THIESSEN
	TGL	CH (mm)	TGL	CH (mm)	TGL	CH (mm)	
2006	4-Jan	153	4-Jan	100	22-Feb	100	133.00
2007	26 Des	71	22 Mei	107	20 Nop	85	79.22
2008	20 Nop	68	26 Nop	81	6-Mar	76	71.69
2009	9-Jan	98	9-Jan	104	01 Des	114	102.70
2010	03 Des	98	03 Des	110	09 Nop	102	100.58
2011	09 Nop	94	09 Nop	98	7-Feb	114	99.41
2012	30-Jan	95	1-Jan	106	23-Apr	95	96.47
2013	23-Apr	85	23-Apr	87	19 Des	89	86.24
2014	06 Des	100	19 Des	83	5-Mar	68	89.93
2015	12-Feb	109	29 Des	63	30 Mei	87	97.50

#### 4.3.2 Perhitungan Parameter Statistik

Berdasarkan hasil dari perhitungan curah hujan wilayah dari setiap tahunnya kemudian memperhitungkan parameter statistik yaitu simpangan baku ( $S$ ), koefisien variasi ( $Cv$ ), koefisien skewness ( $Cs$ ), dan koefisien kurtosis ( $Ck$ ) sebagai syarat untuk pemilihan distribusi yang akan digunakan. Berikut contoh perhitungannya

- Simpangan baku ( $S$ )

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{2490,83}{10 - 1}} = 16,509$$

- Koefisien variasi ( $Cv$ )

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{16,509}{95,67} = 0,135$$

- Koefisien Skewness ( $Cs$ )

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n - 1) \times (n - 2) \times S^3} = \frac{10 \times (47654,94)}{(10 - 1) \times (10 - 2) \times 4499,5^3}$$

$$Cs = 1,4710$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4}$$

$$Ck = \frac{10^2 \times 2673144,14}{(10-1) \times (10-2) \times (10-3) \times 16,509^4}$$

$$Ck = 7,140$$

Dari hasil perhitungan analisa diatas dapat di lihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 4. 11 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

TAHUN	CH (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>	(Xi - X) <sup>3</sup>	(Xi - X) <sup>4</sup>	S	S <sup>3</sup>	CS	CK	CV
2006	133.00	39.276	1542.574	60585.516	2379533.070					
2007	79.22	-14.508	210.475	-3053.514	44299.615					
2008	71.69	-22.040	485.763	-10706.227	235965.561					
2009	102.70	8.977	80.590	723.471	6494.733					
2010	100.58	6.851	46.935	321.550	2202.920					
2011	99.41	5.686	32.330	183.826	1045.223	16.509	4499.47	1.4710	7.140	0.176
2012	96.47	2.742	7.518	20.614	56.520					
2013	86.24	-7.483	56.001	-419.073	3136.071					
2014	89.93	-3.799	14.432	-54.829	208.293					
2015	97.50	3.771	14.217	53.608	202.133					
JUMLAH	956.73	19	2490.83	47654.94	2673144.14					
RATA2	95.67									

Berdasarkan hasil diatas kemudian memilih distribusi yang akan digunakan yaitu distribusi normal, distribusi gumbel, atau distribusi log person tipe III tentunya dengan syarat dan ketentuan yang ada. (Sumber : Soewarno, 1995)

Berikut syarat dan ketentuan pemilihan distribusi dapat di lihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4. 12 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Distribusi	Parameter Statistik	Syarat Nilai	Nilai
Normal	CS	Cs = 0 -0.015<Cs<0.015	1.47100621
	CK	Ck = 3 Ck = $3\sigma^2$ $2.70 < Ck < 3.30$	7.140
	CS	Cs = 1.14	1.47100621
Gumbel	CK	Ck = 5.4	7.140
	CS	bebas	
Log Person III	CK	bebas	

Dalam hal ini syarat yang memenuhi dalam pemilihan distribusi ada 2, yaitu distribusi normal dan distribusi log person III. Namun, disini yang dipilih adalah distribusi logperson tipe III karena memenuhi syarat Cs dan Ck, sedangkan pada distribusi normal yang memenuhi syarat hanya Cs saja.

#### 4.3.3 Perhitungan Dsitribusi Log Person

Perhitungan ini digunakan untuk analisa data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. sehingga mendapatkan debit banjir puncak dan peluangnya. Berikut contoh prosedur perhitungan :

1. Menentukan logaritma dari semua nilai varian  $X_n$

$$\text{Log} (133) = 2,124$$

$$\text{Log} (79,22) = 1,899$$

2. Menghitung nilai rata-ratanya

$$\overline{\text{Log } x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

$$\overline{\log x} = \frac{19,75}{10}$$

$$\overline{\log x} = 1,975$$

3. Menghitung nilai deviasi standar dari  $\log x$

$$\overline{s \log x} = \sqrt{\frac{\sum(\log x - \overline{\log x})^2}{n}}$$

$$\overline{s \log x} = \sqrt{\frac{0,551}{10}}$$

$$\overline{s \log x} = 0,072$$

4. Menghitung nilai koefisien kemencengan ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum [\log x - \overline{\log x}]^3}{(n-1) \times (n-2) \times (\overline{s \log x})^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times 0,0032671}{(10-1) \times (10-2) \times (0,0003789)^3}$$

$$C_s = \frac{0,032671}{6,65 \times 10^{-10}}$$

$$C_s = 1,19 \text{ (dianggap nilainya } 1,2)$$

5. Didapatkan persamaan

$$\log x = \overline{\log x} + (k \times \overline{s \log x})$$

$$\log x = 1,870 + (k \times 0,072)$$

Setelah itu berdasarkan nilai  $C_s = 2$  mencari nilai  $k$  pada tabel dan tentukan berapa periode ulang yang akan dipakai. Kemudian masukan nilai  $k$  pada persamaan di atas tersebut dan mencari anti lognya. Berikut contoh perhitungannya.

- Periode ulang 2 tahun

$$\log X_2 = 1,870 + (k \times 0,072)$$

$$\log X_2 = 1,870 + (-0,195 \times 0,072)$$

$$\log X_2 = 1,961$$

$$X_2 = 91,443 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Periode ulang 5 tahun

$$\log X_2 = 1,870 + (k \times 0,072)$$

$$\log X_2 = 1,870 + (0,732 \times 0,072)$$

$$\log X_2 = 2,028$$

$$X_2 = 106,716 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk periode ulang dan debit puncak selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 13 Debit Puncak Banjir yang Diharapkan

No	Periode Ulang (Tahun)	Debit Puncak (m <sup>3</sup> /det)
1	1,25	82.071
2	2	91.443
3	5	106.716
4	10	118.094
5	25	133.746
6	50	146.314
7	100	159.636

#### 4.3.4 Uji Distribusi Chi-Kuadrat

Uji difungsikan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih pada perhitungan sebelumnya mewakili dari distribusi statistik sampel data yang telah dianalisis. Berikut prosedur uji distribusinya.

1. Urutkan data pengamatan (dari yang terbesar ke yang terkecil, atau sebaliknya).
2. Kelompokan data menjadi G sub-group, minimal 4 group.

- (Group 1)  $X \leq 71,69$   
 (Group 2)  $71,69 < X \leq 86,24$   
 (Group 3)  $86,24 < X \leq 100,58$   
 (Group 4)  $133 > X$
3. Menjumlahkan banyaknya data pengamatan sebesar  $O_i$  pada tiap-tiap group  
     (Group 1) = 2  
     (Group 2) = 3  
     (Group 3) = 3  
     (Group 4) = 2
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan yaitu sebesar  $E_i = 2,5$
5. Tiap-tiap group dihitung nilai  $\frac{[O_i - E_i]^2}{E_i}$

$$X^2 1 = \frac{[O_i - E_i]^2}{E_i} \\ = \frac{[2 - 2,5]^2}{2,5} \\ = 0,1$$

$$X^2 2 = \frac{[O_i - E_i]^2}{E_i} \\ = \frac{[3 - 2,5]^2}{2,5} \\ = 0,1$$

$$X^2 3 = \frac{[O_i - E_i]^2}{E_i} \\ = \frac{[3 - 2,5]^2}{2,5} \\ = 0,1$$

$$X^2 4 = \frac{[O_i - E_i]^2}{E_i}$$

$$= \frac{[2-2,5]^2}{2,5} \\ = 0,1$$

6. Jumlahkan seluruh hasil dari perhitungan  $\frac{[O_i - E_i]^2}{E_i}$  sebagai nilai chi-kuadrat hitungan.

$$X^2 \text{ Total} = (X^2) 1 + (X^2) 2 + (X^2) 3 + (X^2) 4$$

$$X^2 \text{ Total} = 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1$$

$$X^2 \text{ Total} = 0,4$$

7. Menentukan nilai derajat kebebasan dengan rumus (dk) = G – R – 1

$$(dk) = 4 - 2 - 1$$

$$(dk) = 1$$

Setelah nilai dk sudah diketahui, lihat pada tabel nilai kritis untuk uji distribusi chi-kuadrat dengan derajat kepercayaan sebesar 5% untuk mendapatkan hasil interpretasinya atau  $X^2$  teoritis. Dan hasil yang didapat sebesar  $X^2 = 3,841$ .

Kemudian dibandingkan hasil dari  $X^2$  (hitungan) dengan  $X^2$  (teoritis) yaitu dengan uji kecocokan  $X^2$  (hitungan) <  $X^2$  (teoritis) dan perbandingannya adalah  $0,4 < 3,841$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi yang digunakan dapat diterima. (Sumber : Soewarno, 1995)

#### **4.3.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan**

Dalam menghitung intensitas curah hujan ini menggunakan perumusan dari Dr. Mononobe dengan data curah hujan maksimum, periode ulang, dan waktu selama 24 jam.

Berikut contoh perhitungan intensitas curah hujan pada periode ulang 2 tahun dan lama hujan selama 1 jam

$$I_2 = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

$$I_2 = \frac{91,44}{24} \times \left[ \frac{24}{1} \right]^{2/3}$$

$$I_2 = 31,735 \text{ mm/jam}$$

Untuk periode ulang selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah sebagai berikut :

Tabel 4. 14 Curah Hujan Harian

t (jam)	R24					
	2	5	10	50	100	200
	91.44	106.72	118.09	146.31	159.64	173.85
1	31.735	37.036	40.984	50.778	55.401	60.335
2	19.987	23.326	24.277	31.981	34.893	38.000
3	15.251	17.798	18.524	24.402	26.624	28.995
4	12.588	14.691	15.290	20.142	21.976	23.933
5	10.847	12.659	13.176	17.356	18.937	20.623
6	9.605	11.210	11.667	15.369	16.768	18.262
7	8.667	10.114	10.527	13.867	15.130	16.477
8	7.928	9.253	9.630	12.686	13.841	15.073
9	7.329	8.553	8.902	11.727	12.795	13.934
10	6.832	7.973	8.298	10.931	11.927	12.989
11	6.411	7.482	7.787	10.258	11.192	12.189
12	6.050	7.060	7.348	9.680	10.561	11.502
13	5.735	6.693	6.966	9.176	10.012	10.904

t (jam)	R24					
	2	5	10	50	100	200
	91.44	106.72	118.09	146.31	159.64	173.85
14	5.458	6.370	6.630	8.734	9.529	10.378
15	5.213	6.084	6.332	8.341	9.101	9.911
16	4.993	5.827	6.065	7.990	8.717	9.493
17	4.795	5.596	5.825	7.673	8.372	9.117
18	4.616	5.387	5.607	7.386	8.058	8.776
19	4.453	5.196	5.408	7.124	7.773	8.465
20	4.303	5.021	5.226	6.885	7.512	8.181
21	4.165	4.861	5.059	6.664	7.271	7.919
22	4.038	4.712	4.904	6.461	7.049	7.677
23	3.920	4.575	4.761	6.272	6.843	7.452
24	3.810	4.447	4.628	6.096	6.651	7.244

#### 4.3.6 Perhitungan Debit Hujan Rencana (Metode Rasional)

Metode yang digunakan dalam perhitungan ini adalah metode rasional dengan koefisien pengaliran seperti pada tabel yaitu termasuk perumahan dengan rumah-rumah apartemen.  
(Sumber : Soewarno, 1995)

- $Q_{R2} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$   
 $Q_{R2} = \frac{1}{3,6} \times 0,81 \times 31,735 \times 0,00105$   
 $Q_{R2} = 0,008 \text{ m}^3/\text{det}$

- $Q_{R5} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$

$$Q_{R5} = \frac{1}{3,6} \times 0,81 \times 37,036 \times 0,00105$$

$$Q_{R5} = 0,009 \text{ m}^3/\text{det}$$

- $Q_{R10} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$

$$Q_{R10} = \frac{1}{3,6} \times 0,81 \times 40,984 \times 0,00105$$

$$Q_{R10} = 0,010 \text{ m}^3/\text{det}$$

- $Q_{R50} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$

$$Q_{R50} = \frac{1}{3,6} \times 0,70 \times 50,778 \times 0,00105$$

$$Q_{R50} = 0,012 \text{ m}^3/\text{det}$$

- $Q_{R100} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$

$$Q_{R100} = \frac{1}{3,6} \times 0,70 \times 55,401 \times 0,00105$$

$$Q_{R100} = 0,013 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### 4.3.7 Perhitungan Dimensi dan Kebutuhan Pipa

Dalam perhitungan dimensi dan kebutuhan pipa pembuangan air hujan yang akan digunakan pada lantai atap gedung dengan maengacu pada tabel menurut Ir. Hartono Poerbo, M. ARCH

Luas bidang atap = 459 m<sup>2</sup>

Curah hujan harian = 40,984 mm/hari

Curah hujan total = 459 x 40,984 = 18.811,67 m<sup>3</sup>/det

Kemudian didapatkan dimensi pipa yang mendekati luasan bidang atap yaitu 4". Sehingga dapat dicari berapa banyak pipa yang dibutuhkan untuk diletakkan di lantai atap adalah :

$$Kebutuhan Pipa = \frac{Luas Atap \times Curah hujan}{Luas Atap (Tabel)}$$

$$Kebutuhan Pipa = \frac{459 \times 40,984}{500}$$

$$Kebutuhan Pipa = 37,6 \text{ buah} \text{ (diasumsikan } 38 \text{ buah)}$$

#### 4.3.8 Volume Air Limbah

Dalam perhitungan kapasitas minibozem untuk menampung dari air hujan dan air kotor disesuaikan dengan luas dari bangunan hotel yang tersedia.

$$\begin{aligned} Q_{RS} &= 0,004 \text{ m}^3/\text{det} \\ \text{Intensita lama hujan (rencana)} &= 4 \text{ jam} \\ &= 14.400 \text{ detik} \end{aligned}$$

Kemudian didapatkan volume air hujan selama 4 jam yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Volume air hujan} &= Q \times \text{intensitas lama hujan} \\ &= 0,009 \text{ m}^3/\text{det} \times 14.400 \text{ detik} \\ &= 126,945 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air limbah} &= \text{volume air hujan} + \text{volume air kotor} \\ &= 126,945 \text{ m}^3 + 19,08 \text{ m}^3 \\ &= 146,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 4.3.9 Analisis Debit Air Hujan Dengan Metode Nakayasu

Dibutuhkan analisis ini sebagai kontrol tampungan bozem hotel. Kemudian sebagai acuan untuk menentukan *pile scale* dan elevasi pompa. Berikut adalah perhitungan menggunakan metode HSS Nakayassu:

- Saluran pada Namira Hotel memiliki data-data penunjang untuk perhitungan debit rencana menggunakan metode HSS Nakayassu, data saluran Namira Hotel sebagai berikut:

$$\text{Luas catchment area} = 0,001 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang saluran} = 0,300 \text{ km}$$

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,81$$

$$\text{Unit hujan efektif (R}_0\text{)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Parameter hidrograf (\alpha)} = 2$$

1. Tegangan waktu antara hujan sampai debit puncak ( $t_g$ ) dikarenakan  $L < 15$ , maka:

$$t_g = 0,21 L^{0,7}$$

$$t_g = 0,21 \times (0,001 \text{ km})^{0,7}$$

$$t_g = 0,090 \text{ jam}$$

2. Satuan waktu hujan ( $t_r$ ) karena  $0 < t_r < 1$ , maka diasumsikan

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 0,090 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,068 \text{ jam}$$

3. Waktu awal hujan sampai puncak banjir

$$t_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$t_p = 0,090 \text{ jam} + 0,8 \times 0,068 \text{ jam}$$

$$t_p = 0,145 \text{ jam}$$

4. Penurunan debit puncak sampai 30% ( $T_{0,3}$ )

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$T_{0,3} = 3 \times 0,090 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = 0,271 \text{ jam}$$

5. Debit puncak ( $Q_p$ )

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{0,619 \times 1,303 \text{ km}^2 \times 1 \text{ mm}}{3,6 \times (0,3 \times 0,463 \text{ jam} + 0,869 \text{ jam})}$$

$$Q_p = 0,001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Syarat untuk persamaan lengkung hidrograf Nakayassu

a. Untuk lengkung naik:

$$t \leq t_p$$

$$t \leq 0,14 \text{ jam}$$

b. Untuk lengkung turun I

$$t_p \leq t \leq t_p + T_{0,3}$$

$$0,14 \text{ jam} \leq t \leq 0,33 \text{ jam}$$

c. Untuk lengkung turun II

$$t_p + T_{0,3} \leq t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$$

$$0,33 \text{ jam} \leq t \leq 0,6 \text{ jam}$$

d.  $t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$

$$t \leq 0,6 \text{ jam}$$

Dari persamaan di atas, maka hasil waktu lengkung hidrograf setelah dimasukan dalam persamaan hidrograf satuan Nakayassu dapat dilihat pada tabel 4.15:

Tabel 4. 15 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu Catchment Area Namira Hotel

No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1	Lengkung naik	$Qd_0$	0	0	$t_p$	0,14
2	Lengkung turun tahap I	$Qd_1$	$t_p$	0,14	$T_p + T_{0,3}$	0,33
3	Lengkung turun tahap II	$Qd_2$	$T_p + T_{0,3}$	0,33	$T_p + 2,5T_{0,3}$	0,6

No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
4	Lengkung turun tahap III	Qd <sub>3</sub>	$T_p + 2,5T_{0,3}$	0,6	28	28

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 16 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu

No	Karakteristik	Notasi	Persamaan
1	Lengkung naik	Qd <sub>0</sub>	$Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$
2	Lengkung turun tahap I	Qd <sub>1</sub>	$Q_p \times 0,3^{\frac{(t-t_p)}{T_{0,3}}}$
3	Lengkung turun tahap II	Qd <sub>2</sub>	$Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})}{(1,5 T_{0,3})}}$
4	Lengkung turun tahap III	Qd <sub>3</sub>	$Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})}{(2 T_{0,3})}}$

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 17 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd0

t (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
0,00			0.00000000
0,05	Qd <sub>0</sub>	$Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$	0.00008293
0,10			0.00040282
0,14			0.00106155

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 18 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd1

$t$ (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
0.19			0.00078488
0.27	$Qd_1$	$Q_p \times 0,3^{(t-t_p)/T_{0,3}}$	0.00046075
0.33			0.00031847

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 19 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd2

$t$ (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
0.36			0.00027320
0.40			0.00022876
0.45			0.00018322
0.50	$Qd_2$	$Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})/(1,5 T_{0,3})}$	0.00014675
0.55			0.00011754
0.60			0.00009554

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 20 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd3

$t$ (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
1.00			0.00002495
2.00			0.00000089
3.00	$Qd_3$	$Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})/(2 T_{0,3})}$	0.00000003
4.00			0.00000000
5.00			0.00000000

$t$ (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
6.00			0.00000000
7.00			0.00000000
8.00			0.00000000
9.00			0.00000000
10.00			0.00000000
11.00			0.00000000
12.00			0.00000000
13.00			0.00000000
14.00			0.00000000
15.00			0.00000000
16.00			0.00000000
17.00			0.00000000
18.00			0.00000000
19.00			0.00000000
20.00			0.00000000
21.00			0.00000000
22.00			0.00000000
23.00			0.00000000
24.00			0.00000000

(Sumber: Hasil Perhitungan)

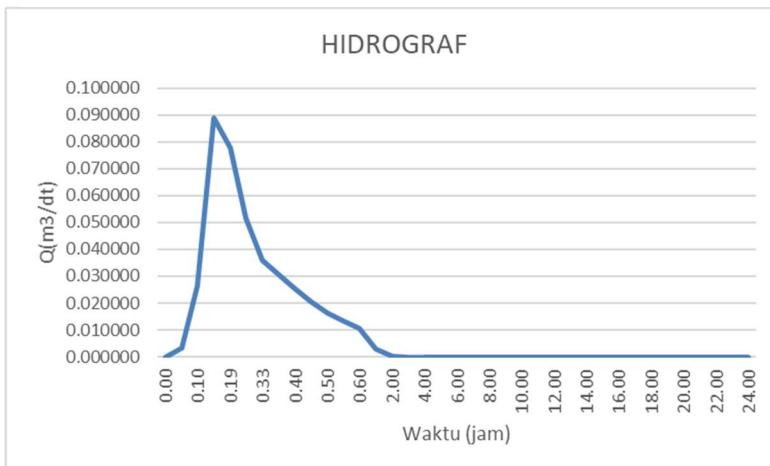
Besar hidrograf banjir  $Q_5$  ( $m^3/detik$ ) dapat dihitung dengan mengalikan besar hidrograf satuan Nakayassu  $Q_t$  ( $m^3/detik$ ). Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.21:

Tabel 4. 21 Hidrograf Banjir Q5 Catchment Area Saluran Hotel

No	Waktu (jam)	Qt (m <sup>3</sup> /dt)	HIDROGRAF BANJIR 10THN					Q (m <sup>3</sup> /dt)
			R1	R2	R3	R4	R5	
24	11.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
25	12.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
26	13.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
27	14.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
28	15.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
29	16.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
30	17.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
31	18.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
32	19.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
33	20.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
34	21.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
35	22.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
36	23.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
37	24.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Grafik 4. 2Hidrograf Banjir Q Nakayasu Saluran Namira Hotel



#### 4.3.10 Kontrol Debit Rencana dengan Kapasitas Bozem

Analisis kapasitas bozem pada Namira Hotel diketahui :  
 Elevasi dasar kolam = -1.00

Dimensi kolam gravitasi:

$$\text{Luas Alas} = 103,067 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi bozem (}h_{\text{total}}\text{)} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Kapasitas bozem} = 185,52 \text{ m}^3$$

Tabel 4. 22 Debit Rencana dengan Kapasitas Bozem

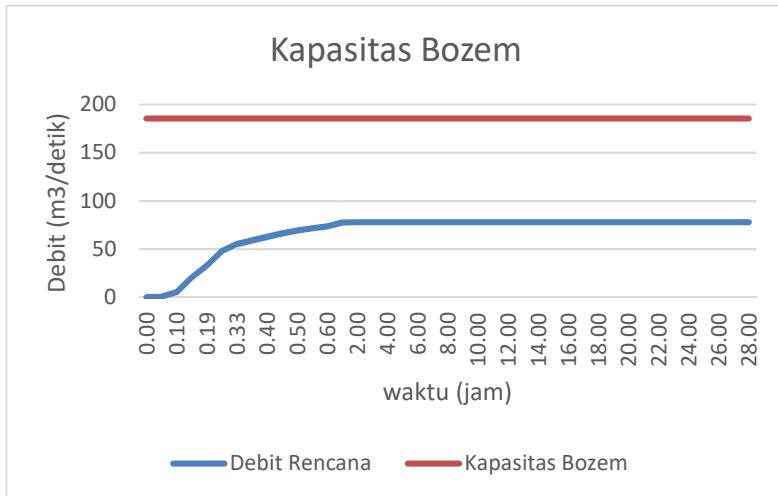
t (jam)	$\Delta t$ (detik)	Inflow			Volume Bozem	Sisa Volum e Bozem	Keterangan
		Q (m <sup>3</sup> /det)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Komulatif (m <sup>3</sup> )			
0.00	0	0	0	0	185.52	0	-
0.05	180	0.0033987	0.61	0.61	185.52	184.91	Tidak Melimpas
0.10	168	0.0262885	4.41	5.02	185.52	180.50	Tidak Melimpas
0.14	173	0.0889433	15.39	20.41	185.52	165.11	Tidak Melimpas
0.19	163	0.0777632	12.70	33.10	185.52	152.42	Tidak Melimpas
0.27	288	0.0517196	14.90	48.00	185.52	137.52	Tidak Melimpas
0.33	200	0.0357484	7.14	55.14	185.52	130.38	Tidak Melimpas
0.36	124	0.0306677	3.81	58.95	185.52	126.57	Tidak Melimpas
0.40	144	0.0256783	3.70	62.65	185.52	122.87	Tidak Melimpas
0.45	180	0.0205671	3.70	66.35	185.52	119.17	Tidak Melimpas
0.50	180	0.0164733	2.97	69.31	185.52	116.21	Tidak Melimpas
0.55	180	0.0131944	2.37	71.69	185.52	113.83	Tidak Melimpas
0.60	168	0.0107245	1.80	73.49	185.52	112.03	Tidak Melimpas
1.00	1452	0.0028005	4.07	77.56	185.52	107.96	Melimpas

t (jam)	$\Delta t$ (detik)	Inflow			Volume Bozem (m <sup>3</sup> )	Sisa Volum e Bozem (m <sup>3</sup> )	Keterangan
		Q (m <sup>3</sup> /det)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Komulatif (m <sup>3</sup> )			
2.00	3600	0.0001003	0.36	77.92	185.52	107.60	Tidak Melimpas
3.00	3600	3.593E-06	0.01	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
4.00	3600	1.287E-07	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
5.00	3600	4.609E-09	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
6.00	3600	1.651E-10	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
7.00	3600	5.914E-12	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
8.00	3600	2.118E-13	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
9.00	3600	7.587E-15	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
10.00	3600	2.718E-16	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
11.00	3600	9.734E-18	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
12.00	3600	3.486E-19	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
13.00	3600	1.249E-20	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
14.00	3600	4.473E-22	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas
15.00	3600	1.602E-23	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas

t (jam)	$\Delta t$ (detik)	Inflow			Volume Bozem (m <sup>3</sup> )	Sisa Volum e Bozem (m <sup>3</sup> )	Keterangan n
		Q (m <sup>3</sup> /det)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Komulatif (m <sup>3</sup> )			
16.00	3600	5.739E-25	0.00	77.93	185.52	107.59	Tidak Melimpas Tidak
17.00	3600	2.055E-26	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
18.00	3600	7.362E-28	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
19.00	3600	2.637E-29	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
20.00	3600	9.445E-31	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
21.00	3600	3.383E-32	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
22.00	3600	1.212E-33	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
23.00	3600	4.34E-35	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas Tidak
24.00	3600	1.555E-36	0.00	77.93	185.52	107.59	Melimpas

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Grafik 4. 3Kapasitas Bozem



Cek kapasitas bozem dengan debit banjir :

$$\begin{aligned}
 \Delta t_2 &= t_2 - t_1 \\
 &= 0,05 \text{ jam} - 0,00 \text{ jam} \\
 &= 0,05 \text{ jam} \\
 &= 180 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } inflow &= Q \times \Delta t_2 \\
 &= 0,003 \text{ m}^3/\text{detik} \times 180 \text{ detik} \\
 &= 0,61 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. } inflow \text{ komulatif 2} &= \text{vol. } inflow \text{ kom. 1} + \text{vol. } inflow 2 \\
 &= 0 \text{ m}^3 + 0,61 \text{ m}^3 \\
 &= 0,061 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek volume bozem} &= \text{vol. bozem} - \text{vol. komulatif} \\
 &= 185,52 \text{ m}^3 - 0,61 \text{ m}^3 \\
 &= 184,91 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

## 4.4 Pengaliran Air Limbah Hotel Ke Drainase

### 4.4.1 Spesifikasi Pompa Pembuangan

Direncanakan pompa untuk pelimpah air limbah dari bozem ke drainase dengan spesifikasi pompa yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 4. 23 Spesifikasi pompa pembuangan

Tipe	:	Close Impeller Submersible
Kapasitas	:	400 Liter / menit
Head	:	2 Bar
Daya	:	3.7 KW / 3 PH / 380 V

### 4.4.2 Volume Air Limbah

Berikut adalah perhitungan Inflow Air limbah yang berasal dari air hujan dan air kotor Namira Hotel:

$\Delta t_2$	$= t_2 - t_1$
	$= 0,05 \text{ jam} - 0,00 \text{ jam}$
	$= 0,05 \text{ jam}$
	$= 180 \text{ detik}$
Volume Air Hujan	$= Q_2 \times \Delta t_2$
	$= 0,003 \text{ m}^3/\text{detik} \times 180 \text{ detik}$
	$= 0,612 \text{ m}^3$
Vol. Air Limbah	$= \text{vol. } inflow \text{ komulatif} + \text{vol. air kotor komulatif}$
	$= 0,612 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3$
	$= 0,612 \text{ m}^3$
Kapasitas Sisa bozem	$= \text{Kapasitas bozem} - \text{vol. air limbah}$
	$= 185,52 \text{ m}^3 - 0,612 \text{ m}^3$
	$= 184,91 \text{ m}^3$

Tabel 4. 24 Volume Air Limbah

t	Inflow						Vol. Air Limbah	Elevasi (m)	Sisa Bozem	Q	Vol. pompa	Sisa Bozem						
	Air Hujan		Air Kotor		Kapasitas Bozem													
	Q	Volume	Vol. Komulatif	Volume	Vol. Komulatif													
(jam)	(m³/det)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m)	(m³)	(m³/det)	(m³)	(m³)						
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	185.52	0.00	0	0	0.0						
0.05	0.003	0.612	0.612	0.000	0.000	0.612	0.006	184.91	0.00	0	0	0.6						
0.10	0.026	4.410	5.022	0.000	0.000	5.022	0.049	180.50	0.00	0	0	5.0						
0.14	0.089	15.386	20.408	0.000	0.000	20.408	0.198	165.11	0.00	0	0	20.4						
0.19	0.078	12.695	33.103	0.000	0.000	33.103	0.321	152.42	0.00	0	0	33.1						
0.27	0.052	14.895	47.998	0.000	0.000	47.998	0.466	137.52	0.00	0	0	48.0						
0.33	0.036	7.138	55.137	0.000	0.000	55.137	0.535	130.38	0.00	0	0	55.1						
0.36	0.031	3.813	58.949	0.000	0.000	58.949	0.572	126.57	0.00	0	0	58.9						
0.40	0.026	3.698	62.647	0.000	0.000	62.647	0.608	122.87	0.00	0	0	62.6						
0.45	0.021	3.702	66.349	0.000	0.000	66.349	0.644	119.17	0.00	0	0	66.3						
0.50	0.016	2.965	69.314	0.000	0.000	69.314	0.673	116.21	0.00	0	0	69.3						

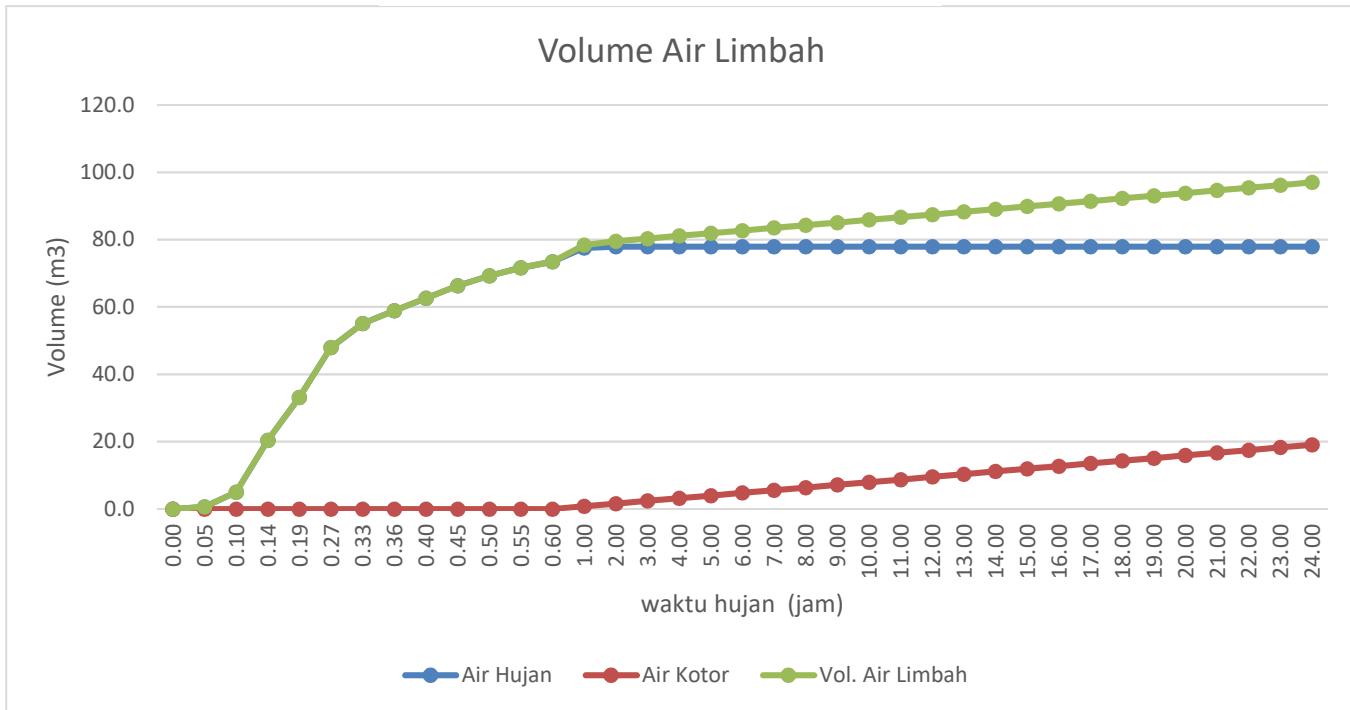
t (jam)	Inflow						Vol. Air Limbah	Elevasi (m)	Sisa Bozem	Q (m <sup>3</sup> /det)	Kapasitas Pompa	Sisa Bozem (m <sup>3</sup> )						
	Air Hujan		Air Kotor		Kapasitas Bozem													
	Q	Volume	Vol. Komulatif	Volume	Vol. Komulatif	Sisa												
0.55	0.013	2.375	71.689	0.000	0.000	71.689	0.696	113.83	0.00	0	71.7							
0.60	0.011	1.803	73.492	0.000	0.000	73.492	0.713	112.03	0.00	0	73.5							
1.00	0.003	4.066	77.558	0.795	0.795	78.353	0.760	107.17	0.00	0	78.4							
2.00	0.000	0.361	77.919	0.795	1.590	79.509	0.771	106.01	0.00	0	79.5							
3.00	0.000	0.013	77.932	0.795	2.385	80.317	0.779	105.20	0.00	0	80.3							
4.00	0.000	0.000	77.932	0.795	3.180	81.112	0.787	104.41	0.00	0	81.1							
5.00	0.000	0.000	77.932	0.795	3.975	81.907	0.795	103.61	0.00	0	81.9							
6.00	0.000	0.000	77.932	0.795	4.770	82.702	0.802	102.82	0.00	0	82.7							
7.00	0.000	0.000	77.932	0.795	5.565	83.497	0.810	102.02	0.00	0	83.5							
8.00	0.000	0.000	77.932	0.795	6.360	84.292	0.818	101.23	0.00	0	84.3							
9.00	0.000	0.000	77.932	0.795	7.155	85.087	0.826	100.43	0.00	0	85.1							
10.00	0.000	0.000	77.932	0.795	7.950	85.882	0.833	99.64	0.00	0	85.9							

t (jam)	Inflow						Vol. Air Limbah	Elevasi (m)	Sisa Bozem	Kapasitas Pompa	Sisa Bozem					
	Air Hujan		Air Kotor		Kapasitas Bozem											
	Q (m <sup>3</sup> /det)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Komulatif (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Komulatif (m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /det)										
11.00	0.000	0.000	77.932	0.795	8.745	86.677	0.841	98.84	0.00	0	86.7					
12.00	0.000	0.000	77.932	0.795	9.540	87.472	0.849	98.05	0.00	0	87.5					
13.00	0.000	0.000	77.932	0.795	10.335	88.267	0.856	97.25	0.00	0	88.3					
14.00	0.000	0.000	77.932	0.795	11.130	89.062	0.864	96.46	0.00	0	89.1					
15.00	0.000	0.000	77.932	0.795	11.925	89.857	0.872	95.66	0.00	0	89.9					
16.00	0.000	0.000	77.932	0.795	12.720	90.652	0.880	94.87	0.00	0	90.7					
17.00	0.000	0.000	77.932	0.795	13.515	91.447	0.887	94.07	0.00	0	91.4					
18.00	0.000	0.000	77.932	0.795	14.310	92.242	0.895	93.28	0.00	0	92.2					
19.00	0.000	0.000	77.932	0.795	15.105	93.037	0.903	92.48	0.00	0	93.0					
20.00	0.000	0.000	77.932	0.795	15.900	93.832	0.910	91.69	0.00	0	93.8					
21.00	0.000	0.000	77.932	0.795	16.695	94.627	0.918	90.89	0.00	0	94.6					
22.00	0.000	0.000	77.932	0.795	17.490	95.422	0.926	90.10	0.00	0	94.6					

t (jam)	Inflow						Vol. Air Limbah	Elevasi (m)	Sisa Bozem	Q (m <sup>3</sup> /det)	Kapasitas Pompa	Sisa Bozem						
	Air Hujan		Air Kotor		Vol. Komulatif	Volume												
	Q	Volume	Vol.	Volume														
23.00	0.000	0.000	77.932	0.795	18.285	96.217	0.934	89.30	0.01	24.12	70.5							
24.00	0.000	0.000	77.932	0.795	19.080	97.012	0.941	88.51	0.01	24.12	46.4							

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Grafik 4. Volume Air Limbah yang Dibuang



#### 4.4.3 Penempatan Pompa pada Bozem

Berikut adalah perhitungan analisis penempatan pompa pada bozem :

Diketahui :

Luas alas bozem	: 103,067 m <sup>3</sup>
Elevasi	= Vol. air limbah / Luas alas bozem
	= 0,612 m <sup>3</sup> / 103,067 m <sup>3</sup>
	= 0,006 m
Sisa (kapasitas bozem)	= Kapasitas bozem – vol. air limbah
	= 185,52 m <sup>3</sup> – 0,006 m <sup>3</sup>
	= 184,91 m <sup>3</sup>
Volume pompa	= Q (kapasitas pompa) x t
	= 0,00 m <sup>3</sup> /dt x 0,05 jam
	= 0 m <sup>3</sup>
Sisa Bozem	= Vol. air limbah – vol. pompa
	= 0,612 m <sup>3</sup> – 0 m <sup>3</sup>
	= 0,612 m <sup>3</sup>

Tabel 4. 25 Penempatan Pompa pada Bozem

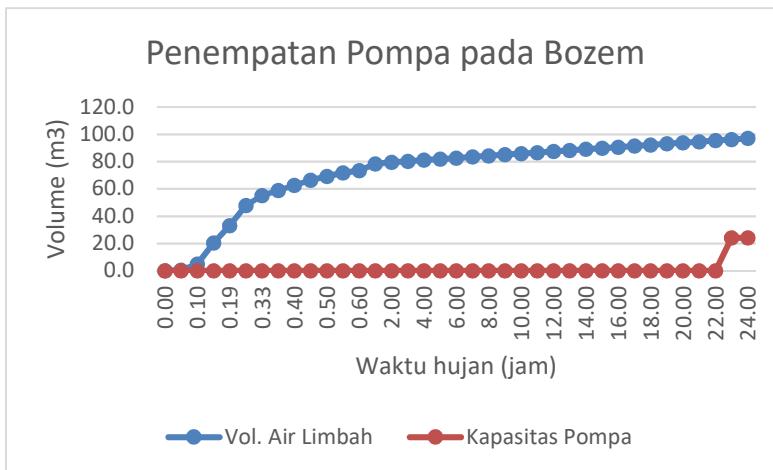
t (jam)	Vol. Air Limbah (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Bozem		Kapasitas Pompa		Sisa Bozem (m <sup>3</sup> )
		Elevasi (m)	Sisa (m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /det)	Vol. pompa (m <sup>3</sup> )	
0.00	0.0	0.0	185.52	0.00	0	0.0
0.05	0.612	0.006	184.91	0.00	0	0.6
0.10	5.022	0.049	180.50	0.00	0	5.0
0.14	20.408	0.198	165.11	0.00	0	20.4
0.19	33.103	0.321	152.42	0.00	0	33.1
0.27	47.998	0.466	137.52	0.00	0	48.0
0.33	55.137	0.535	130.38	0.00	0	55.1

t (jam)	Vol. Air Limbah (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Bozem		Q (m <sup>3</sup> /det)	Kapasitas Pompa Vol. pompa (m <sup>3</sup> )	Sisa Bozem (m <sup>3</sup> )
		Elevasi (m)	Sisa (m <sup>3</sup> )			
0.36	58.949	0.572	126.57	0.00	0	58.9
0.40	62.647	0.608	122.87	0.00	0	62.6
0.45	66.349	0.644	119.17	0.00	0	66.3
0.50	69.314	0.673	116.21	0.00	0	69.3
0.55	71.689	0.696	113.83	0.00	0	71.7
0.60	73.492	0.713	112.03	0.00	0	73.5
1.00	78.353	0.760	107.17	0.00	0	78.4
2.00	79.509	0.771	106.01	0.00	0	79.5
3.00	80.317	0.779	105.20	0.00	0	80.3
4.00	81.112	0.787	104.41	0.00	0	81.1
5.00	81.907	0.795	103.61	0.00	0	81.9
6.00	82.702	0.802	102.82	0.00	0	82.7
7.00	83.497	0.810	102.02	0.00	0	83.5
8.00	84.292	0.818	101.23	0.00	0	84.3
9.00	85.087	0.826	100.43	0.00	0	85.1
10.00	85.882	0.833	99.64	0.00	0	85.9
11.00	86.677	0.841	98.84	0.00	0	86.7
12.00	87.472	0.849	98.05	0.00	0	87.5
13.00	88.267	0.856	97.25	0.00	0	88.3
14.00	89.062	0.864	96.46	0.00	0	89.1
15.00	89.857	0.872	95.66	0.00	0	89.9
16.00	90.652	0.880	94.87	0.00	0	90.7
17.00	91.447	0.887	94.07	0.00	0	91.4
18.00	92.242	0.895	93.28	0.00	0	92.2

t (jam)	Vol. Air Limbah (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Bozem		Q (m <sup>3</sup> /det)	Vol. pompa (m <sup>3</sup> )	Sisa Bozem (m <sup>3</sup> )
		Elevasi (m)	Sisa			
19.00	93.037	0.903	92.48	0.00	0	93.0
20.00	93.832	0.910	91.69	0.00	0	93.8
21.00	94.627	0.918	90.89	0.00	0	94.6
22.00	95.422	0.926	90.10	0.00	0	95.4
23.00	96.217	0.934	89.30	0.01	24.12	70.5
24.00	97.012	0.941	88.51	0.01	24.12	46.4

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Grafik 4. 5Penempatan Pompa pada Bozem

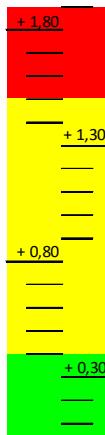


#### 4.4.4 Standar Operasional Prosedur (Pompa)

Sebagai petunjuk bagi operator untuk mengoperasikan pompa air limbah, perlu dipasang *pile scale* pada bozem pompa air limbah. Tujuan diberikannya *pile scale* adalah mempermudah penjaga untuk mengoperasikan pompa hanya dengan melihat elevasi pada alat ukur tersebut. Adapun prosedur operasional pompa sebagai berikut.

1. Pompa tidak boleh dinyalakan pada saat bozem dalam keadaan kosong dan atau elevasi +0.00 dan ketika hujan turun.
2. Saat bozem telah terisi mencapai elevasi 0,92 m dari dasar bozem atau pada jam ke 22.00 setelah hujan turun, pompa dapat mulai dinyalakan dengan kapasitas  $0,006 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan volume yang ada pada bozem sebesar  $96,12 \text{ m}^3$
3. Pompa dapat dimatikan pada jam ke 24.00 seelah hujan turun atau ketika volume di bozem sebesar  $46,4 \text{ m}^3$
4. Setelah pompa elevasi muka air bozem turun mencapai + 30 cm, maka pompa harus segera di matikan.

Desain alat ukur *Pile Scale* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Pile Scale

Petunjuk operasional pompa drainase:

1. Ketika ketinggian air telah mencapai elevasi yang bewarna merah maka pompa harus dan segera mungkin untuk dinyalakan
2. Warna kuning menandakan batas siaga dan dimana pompa dapat mulai dinyalakan
3. Warna hijau menandakan batas aman ketinggian air pada bozem

#### **4.4.5 Analisis Debit Air Hujan Dengan Metode Nakayasu (Drainase)**

Analisis ini dibutuhkan untuk mengetahui kapan air limbah dari tumpungan hotel dapat dikeluarkan dengan acuan kapasitas pompa yang digunakan. Berikut adalah perhitungan menggunakan metode HSS Nakayassu:

b. Saluran pada Namira Hotel memiliki data-data penunjang untuk perhitungan debit rencana menggunakan metode HSS Nakayassu, data saluran Namira Hotel sebagai berikut:

$$\text{Luas catchment area} = 0,1 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang saluran utama} = 0,300 \text{ km}$$

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,812$$

$$\text{Unit hujan efektif (R}_0\text{)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Parameter hidrograf (}\alpha\text{)} = 2$$

6. Tegangan waktu antara hujan sampai debit puncak ( $t_g$ ) dikarenakan  $L < 15$ , maka:

$$t_g = 0,21 L^{0,7}$$

$$t_g = 0,21 \times (0,001 \text{ km})^{0,7}$$

$$t_g = 0,090 \text{ jam}$$

7. Satuan waktu hujan ( $t_r$ ) karena  $0 < t_r < 1$ , maka diasumsikan

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 0,090 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,068 \text{ jam}$$

8. Waktu awal hujan sampai puncak banjir

$$\begin{aligned}
 t_p &= t_g + 0,8 t_r \\
 t_p &= 0,090 \text{ jam} + 0,8 \times 0,068 \text{ jam} \\
 t_p &= 0,145 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

9. Penurunan debit puncak sampai 30% ( $T_{0,3}$ )

$$\begin{aligned}
 T_{0,3} &= \alpha t_g \\
 T_{0,3} &= 3 \times 0,090 \text{ jam} \\
 T_{0,3} &= 0,271 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

10. Debit puncak ( $Q_p$ )

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})} \\
 Q_p &= \frac{0,619 \times 1,303 \text{ km}^2 \times 1 \text{ mm}}{3,6 \times (0,3 \times 0,463 \text{ jam} + 0,869 \text{ jam})} \\
 Q_p &= 0,001 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Syarat untuk persamaan lengkung hidrograf Nakayassu

- e. Untuk lengkung naik:

$$\begin{aligned}
 t &\leq t_p \\
 t &\leq 0,14 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- f. Untuk lengkung turun I

$$\begin{aligned}
 t_p \leq t &\leq t_p + T_{0,3} \\
 0,14 \text{ jam} &\leq t \leq 0,33 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- g. Untuk lengkung turun II

$$\begin{aligned}
 t_p + T_{0,3} \leq t &\leq t + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} \\
 0,33 \text{ jam} &\leq t \leq 0,6 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- h.  $t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$

$$t \leq 0,6 \text{ jam}$$

Dari persamaan di atas, maka hasil waktu lengkung hidrograf setelah dimasukan dalam persamaan hidrograf satuan Nakayassu dapat dilihat pada tabel 4.26:

Tabel 4. 26 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu Catchment  
Area Namira Hotel

No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam) Notasi	Nilai	Akhir (jam) Notasi	Nilai
1	Lengkung naik	$Qd_0$	0	0	$t_p$	0,14
2	Lengkung turun tahap I	$Qd_1$	$t_p$	0,14	$T_p + T_{0,3}$	0,33
3	Lengkung turun tahap II	$Qd_2$	$T_p + T_{0,3}$	0,33	$T_p + 2,5T_{0,3}$	0,6
4	Lengkung turun tahap III	$Qd_3$	$T_p + 2,5T_{0,3}$	0,6	28	28

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 27 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu

No	Karakteristik	Notasi	Persamaan
1	Lengkung naik	$Qd_0$	$Q_p \left( \frac{t}{t_p} \right)^{2,4}$
2	Lengkung turun tahap I	$Qd_1$	$Q_p \times 0,3^{(t-t_p)/T_{0,3}}$
3	Lengkung turun tahap II	$Qd_2$	$Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})/(1,5 T_{0,3})}$
4	Lengkung turun tahap III	$Qd_3$	$Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})/(2 T_{0,3})}$

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 28 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd0

t (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
0,00			0.00000000
0,05			0.00864061
0,10	$Qd_0$	$Q_p \left( \frac{t}{t_p} \right)^{2,4}$	0.04197218
0,14			0.11061001

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 29 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd1

t (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
0.19			0.08178191
0.27	$Qd_1$	$Q_p \times 0,3^{(t-t_p)/T_{0,3}}$	0.04800804
0.33			0.03318300

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 30 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd2

t (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
0.36			0.02846692
0.40			0.02383560
0.45			0.01909119
0.50	$Qd_2$	$Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})/(1,5 T_{0,3})}$	0.01529115
0.55			0.01224749
0.60			0.00995490

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 31Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qd3

$t$ (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
1.00			0.00259951
2.00			0.00009311
3.00			0.00000334
4.00			0.00000012
5.00			0.00000000
6.00			0.00000000
7.00			0.00000000
8.00			0.00000000
9.00			0.00000000
10.00			0.00000000
11.00			0.00000000
12.00	$Qd_3$	$Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + (1,5 T_{0,3})} / (2 T_{0,3})$	0.00000000
13.00			0.00000000
14.00			0.00000000
15.00			82.158
16.00			87.688
17.00			93.219
18.00			98.749
19.00			104.280
20.00			109.810
21.00			115.341
22.00			120.871
23.00			126.402

$t$ (jam)	Notasi	Persamaan	$Q_t$ $m^3/detik$
24.00	$Qd_3$	$0,3 \times \frac{(t - T_p) + (1,5 T_{0,3})}{(2 T_{0,3})}$	131.932

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Besar hidrograf banjir  $Q_5$  ( $m^3/detik$ ) dapat dihitung dengan mengalikan besar hidrograf satuan Nakayassu  $Q_t$  ( $m^3/detik$ ). Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.32:

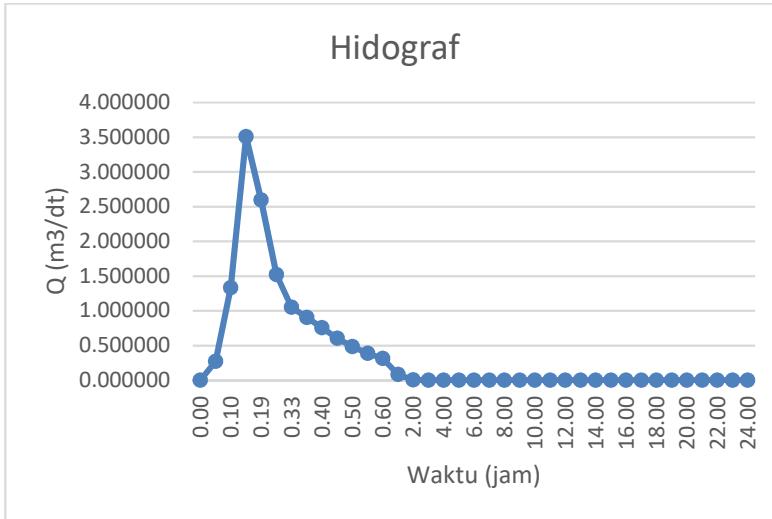
Tabel 4. 32Hidrograf Banjir Q5 Catchment Area Saluran Gebang Lor

No	Waktu (jam)	$Q_t$ ( $m^3/dt$ )	HIDROGRAF BANJIR 10THN				$Q$ ( $m^3/dt$ )
			R1	R2	R3	R4	
1	0.00	0.000	0				0.000000
2	0.05	0.009	0.2742				0.274211
3	0.10	0.042	1.3320				1.331993
4	0.14	0.111	3.5102				3.510224
5	0.19	0.082	2.5954				2.595360
6	0.27	0.048	1.5235				1.523542
7	0.33	0.033	1.0531				1.053067
8	0.36	0.028	0.9034				0.903402
9	0.40	0.024	0.7564				0.756426
10	0.45	0.019	0.6059				0.605862
11	0.50	0.015	0.4853				0.485267
12	0.55	0.012	0.3887				0.388676
13	0.60	0.010	0.3159				0.315920
14	1.00	0.003	0.0825	0.0000			0.082496

No	Waktu (jam)	Qt (m <sup>3</sup> /dt)	HIDROGRAF BANJIR 10THN				Q (m <sup>3</sup> /dt)
			R1	R2	R3	R4	
15	2.00	0.000	0.0030	0.0019	0.0000	0.0000	0.004816
16	3.00	0.000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.000223
17	4.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000010
18	5.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
19	6.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
20	7.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
21	8.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
22	9.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
23	10.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
24	11.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
25	12.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
26	13.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
27	14.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
28	15.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
29	16.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
30	17.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
31	18.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
32	19.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
33	20.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
34	21.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
35	22.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
36	23.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000
37	24.00	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Grafik 4. 6Hidrograf Banjir Q Nakayasu Saluran Namira Hotel



#### 4.4.6 Analisis Pembuangan Air Limbah Namira Hotel ke Drainase

Berikut analisis pembuangan air limbah Namira Hotel ke drainase :

Diketahui data saluran drainase Namira Hotel :

Panjang	= 300 meter
Kemiringan saluran	= 0,0002
Koefisien kekasaran manning	= 0,013
Lebar Saluran (b)	= 0,80 meter
Kedalaman saluran (h)	= 1,00 meter

- Luas penampang basah:

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,80 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \\ &= 0,80 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling basah:

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,80 \text{ m} + 2(1,00 \text{ m}) \\ &= 2,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0,80 \text{ m}/2,8 \text{ m} \\ &= 0,286 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran:

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= 1/0,013 \times 0,286^{2/3} \times 0,0002^{1/2} \\ &= 0,472 \text{ m/det} \end{aligned}$$

- Debit saluran:

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= 0,472 \times 0,80 \\ &= 0,3775 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan debit tampungan saluran depan, kemudian dibandingkan dengan debit air limbah dari hotel yang akan dibuang ke saluran berdasarkan kapasitas pompanya.

Tabel 4. 33Analisis Penampang saluran depan Hotel

Nama Saluran	L (m)	I	n	Jenis Saluran	b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	R <sup>2/3</sup> (m/det)	V	Q <sub>tampungan</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>limbah</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi
Sal. Hotel Namira	300	0.0002	0.013	persegi	0.8	1	0.800	2.8	0.286	0.434	0.4719	0.3775	0.006	Aman

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari analisa Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih dan Air Limbah Gedung Namira Hotel diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

4. Jumlah penghuni berdasarkan luasan ruangan dan jumlah penghuni kamar hotel yaitu sebesar 159 jiwa.
5. Kebutuhan air bersih gedung Namira Hotel sebesar  $23,85 \text{ m}^3$ .
6. Kapasitas tangki bawah  $85,79 \text{ m}^3$  berupa konstruksi beton dan tangki atas  $8 \text{ m}^3$  berupa tandon plastik.
7. Perencanaan sistem jaringan air bersih untuk lantai 8 hingga 5 menggunakan sistem pompa sedangkan untuk lantai 4 hingga 1 menggunakan sistem gravitasi.
8. Dimensi pipa air bersih  $1/2 - 2$  inchi.
9. Bahan pipa air bersih yang digunakan adalah polypropylene random.
10. Spesifikasi pompa transfer yang dipakai merek Grundfos, dengan head 35 m dan pompa booster yang dipakai merek Grundfos dengan head 24,2 m.
11. Bahan pipa air kotor dan air hujan menggunakan pipa PVC.
12. Dimensi pipa air kotor dan air hujan 1-6 inchi.
13. Kemiringan pipa yang dipakai dalam perencanaan sebesar 3% sesuai SNI.
14. Kapasitas bozem total  $185,52 \text{ m}^3$
15. Spesifikasi pompa pembuangan yang dipakai merek Grundfos; dengan head 2 bar dengan kecepatan 400 liter/menit

## 5.2 Saran

Berdasarkan Analisa sebelumnya maka diperoleh beberapa saran sebagai berikut :

1. Kapasitas tumpungan yang digunakan untuk air bersih terlalu besar sehingga terlalu memakan banyak ruang.
2. Kapasitas tumpungan yang digunakan untuk air kotor dan air hujan terlalu besar.
3. Pompa transfer dan boster yang digunakan terlalu berlebihan, cukup hanya dengan head 35 m dan 24,2 m.
4. Kapasitas pompa buangan terlalu besar.

## DAFTAR PUSTAKA

Hartono, Poerbo. 2002. *Utilitas Bangunan.* DJAMBATAN. Jakarta

Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasarana Wilayah nomor.403/KPTS/M/2002 “Pedoman teknis pembangunan rumah sederhana sehat”

Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasarana Wilayah nomor.534/KPTS/M/2001 “Pedoman standar pelayanan minimal pedoman penentuan standar pelayanan minimal bidang penataan ruang, perumahan dan permukiman dan pekerjaan umum”

Morimura, T. dan Noerbambang, S.M.. 2005. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing.* PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor.14/PRT/M/2010 “Standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang”

SNI 02-2398-2002, “Tata cara perencanaan tangki septik dengan sistem resapan”

SNI 03-6481-2000, “Sistem Plambing”.

SNI 03-7065-2005, “Tata cara perencanaan sistem plambing”.

Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data.* NOVA. Bandung.

Triatmodjo, Bambang.2008.“Hidrologi Terapan”. Beta Offset.  
Yogyakarta

Budi kertayana, Ketut catur dan Atmaja, Gede indra. “Perencanaan  
Instalasi Air Bersih dan Air Kotor pada Bangunan Gedung  
dengan Menggunakan Sistem Pompa”, *Jurnaal Ilmiah  
Teknik Mesin Cakra M Vol. 4 No. 1 April 2010 (51-56)*

**BIODATA PENULIS**



**Anditya Nurpradipta**, biasa dipanggil Mas dilahirkan di kota Surabaya pada tanggal 12 Mei 1996. Penulis merupakan putra kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan formal di TK Pertiwi Surabaya, kemudian melanjutkan Pendidikan di SDN Kertajaya Surabaya, SMP Negeri 6 Surabaya dan SMA Negeri 1 Surabaya Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis melanjutkan Pendidikan Diploma Tiga di Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma Teknik Sipil penulis mengambil rumpun mata kuliah Bangunan Air.

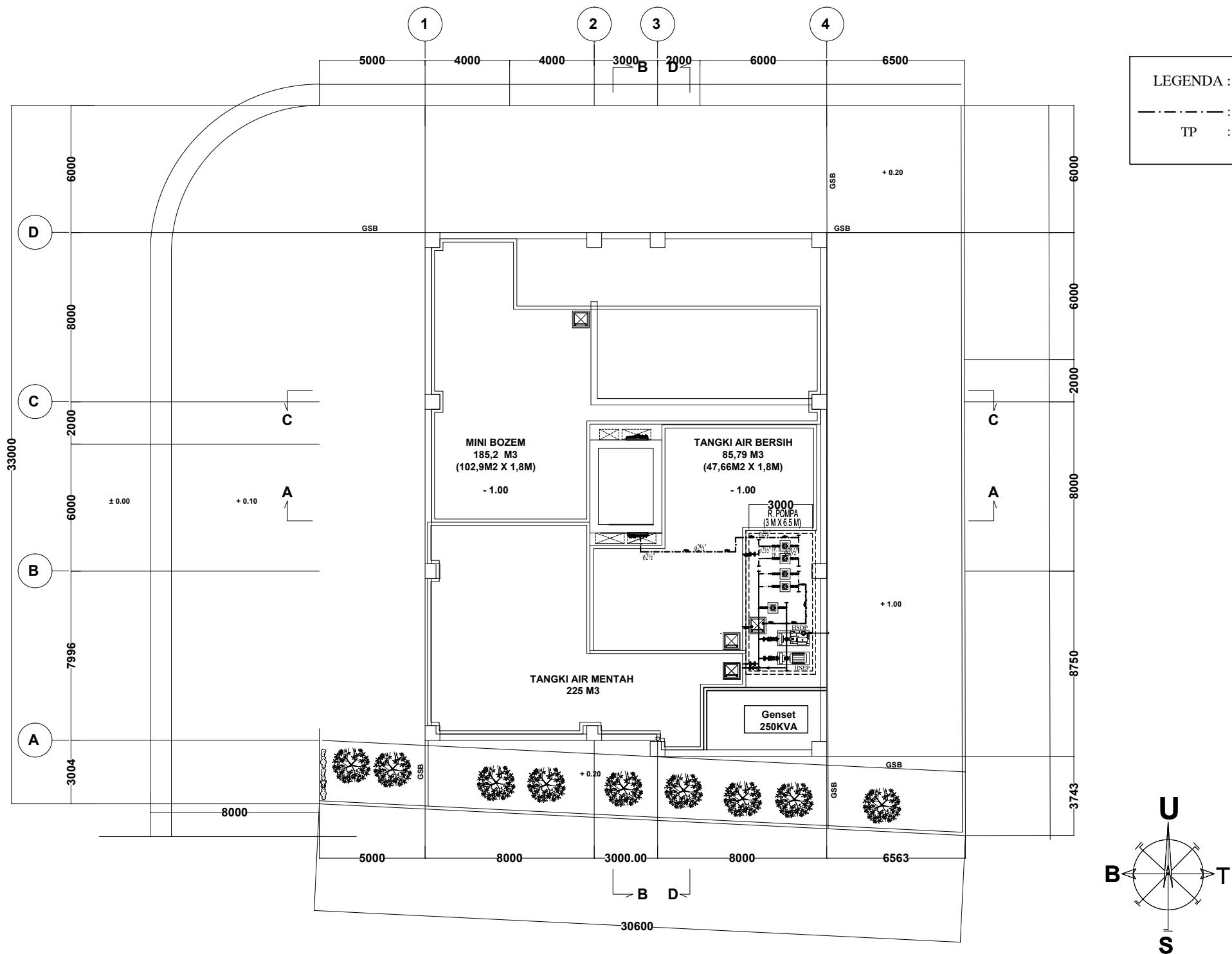


**Eka Septian Putra Mahardika**, dilahirkan di Surabaya, 19 September 1996, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Hasyim Asyari Sedati, SDN Sedati Gede 1 Sidoarjo, MTS Unggulan Ponpes Amanatul Ummah Surabaya, dan MA Unggulan Ponpes Amanatul Ummah Surabaya. Setelah lulus dari MA tahun 2014, Penulis mengikuti SPMB dan diterima di Jurusan Diploma Tiga Teknik Sipil Fakultas Vokasi ITS pada tahun 2014 dan

terdaftar dengan NRP. 3114030156

Di Jurusan Diploma Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan, Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS) dan aktif sebagai staff dakwah pada organisasi agama di jurusan yaitu Jamaah Masjid Al-Azhar (JMAA).

**LAMPIRAN**



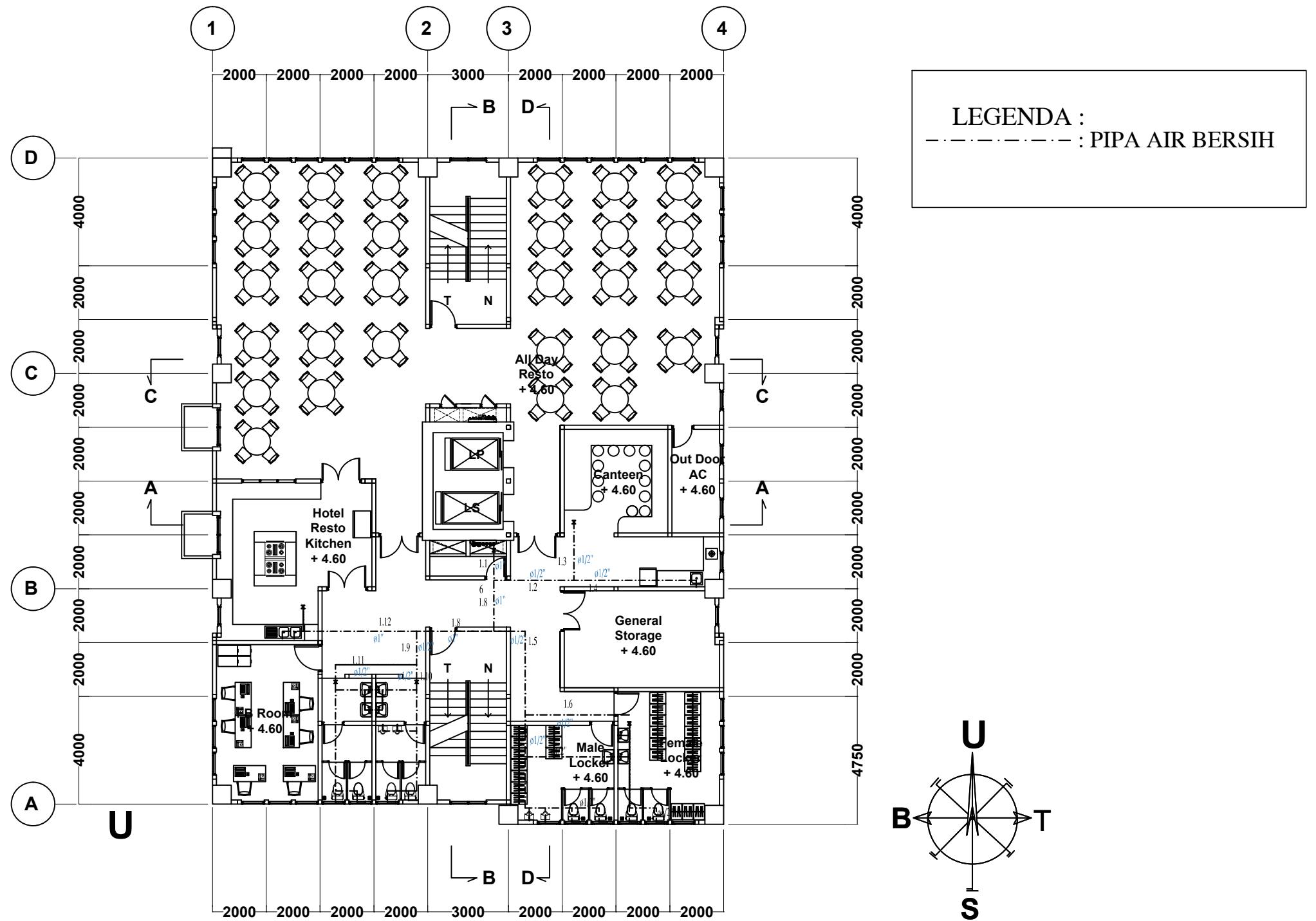
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	
<b>PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL</b>	<b>DENAH JARINGAN AIR BERSIH DAN BOSEM</b>	1:200	01	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS	21
			Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	KETERANGAN





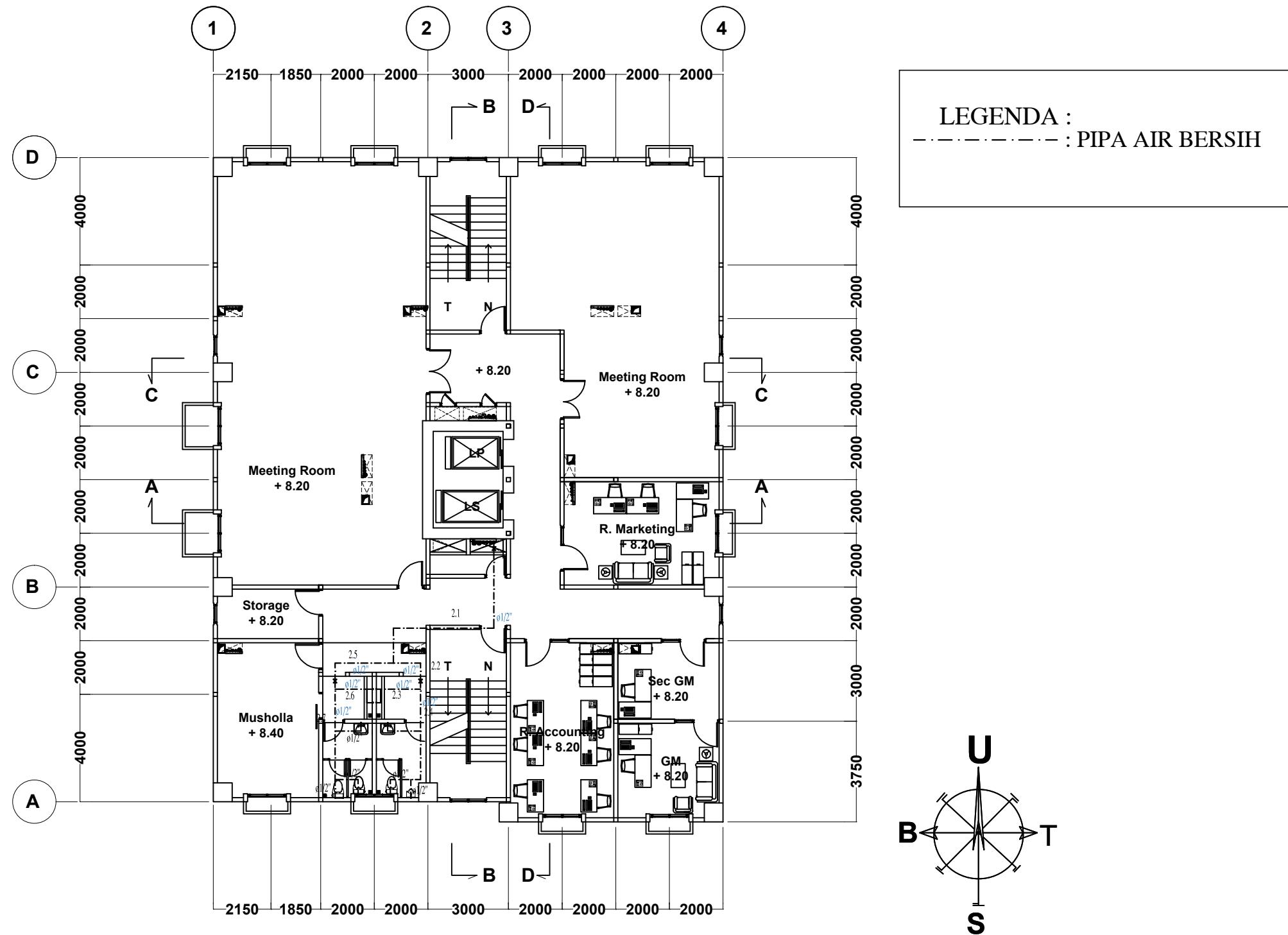
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR  
SIPIL  
PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH DAN BOSEM	1:200	02	21
NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		KETERANGAN	
Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafiizh Imaaduddiin, ST.MT			

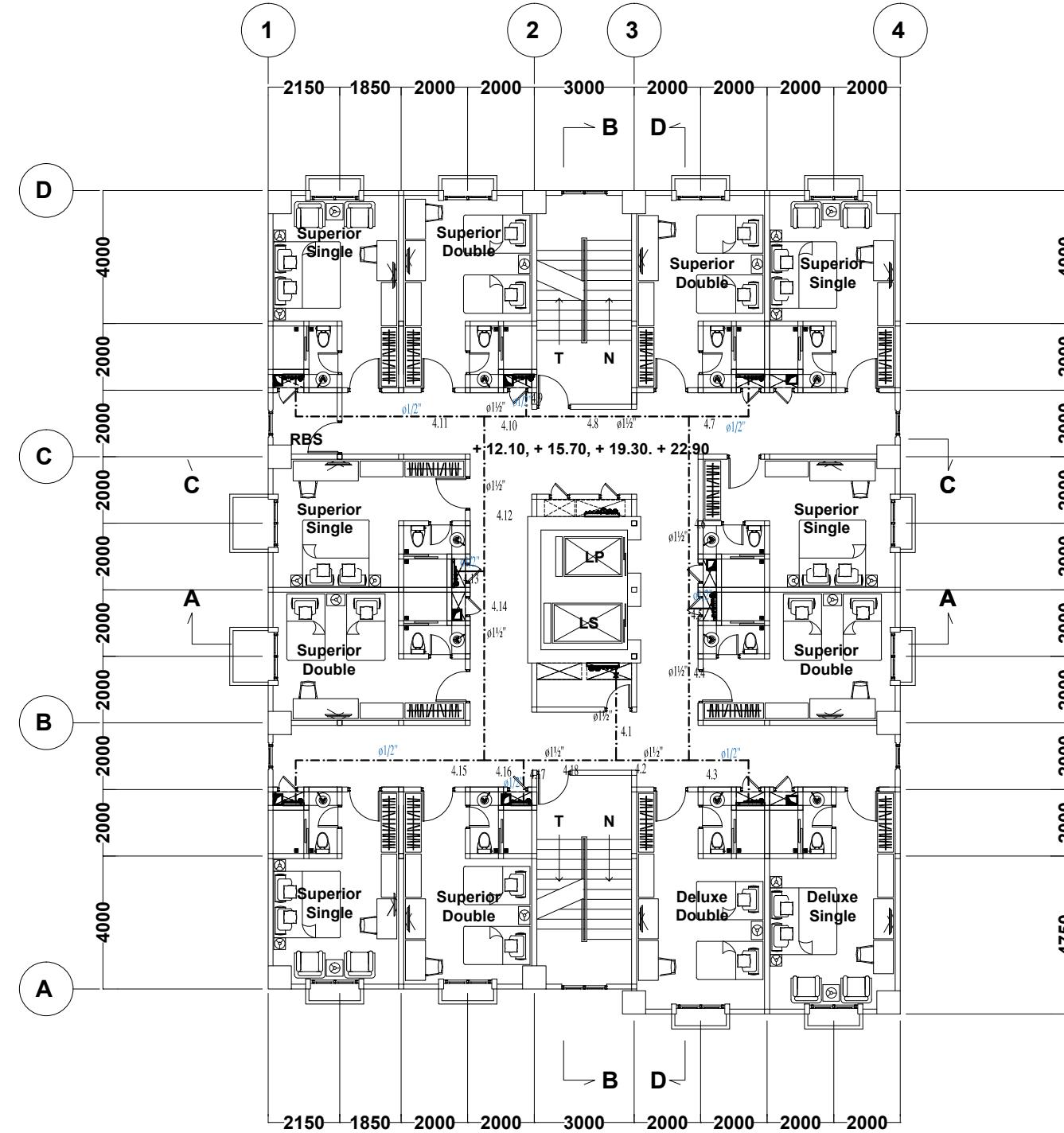


JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 1	
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING			KETERANGAN
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			

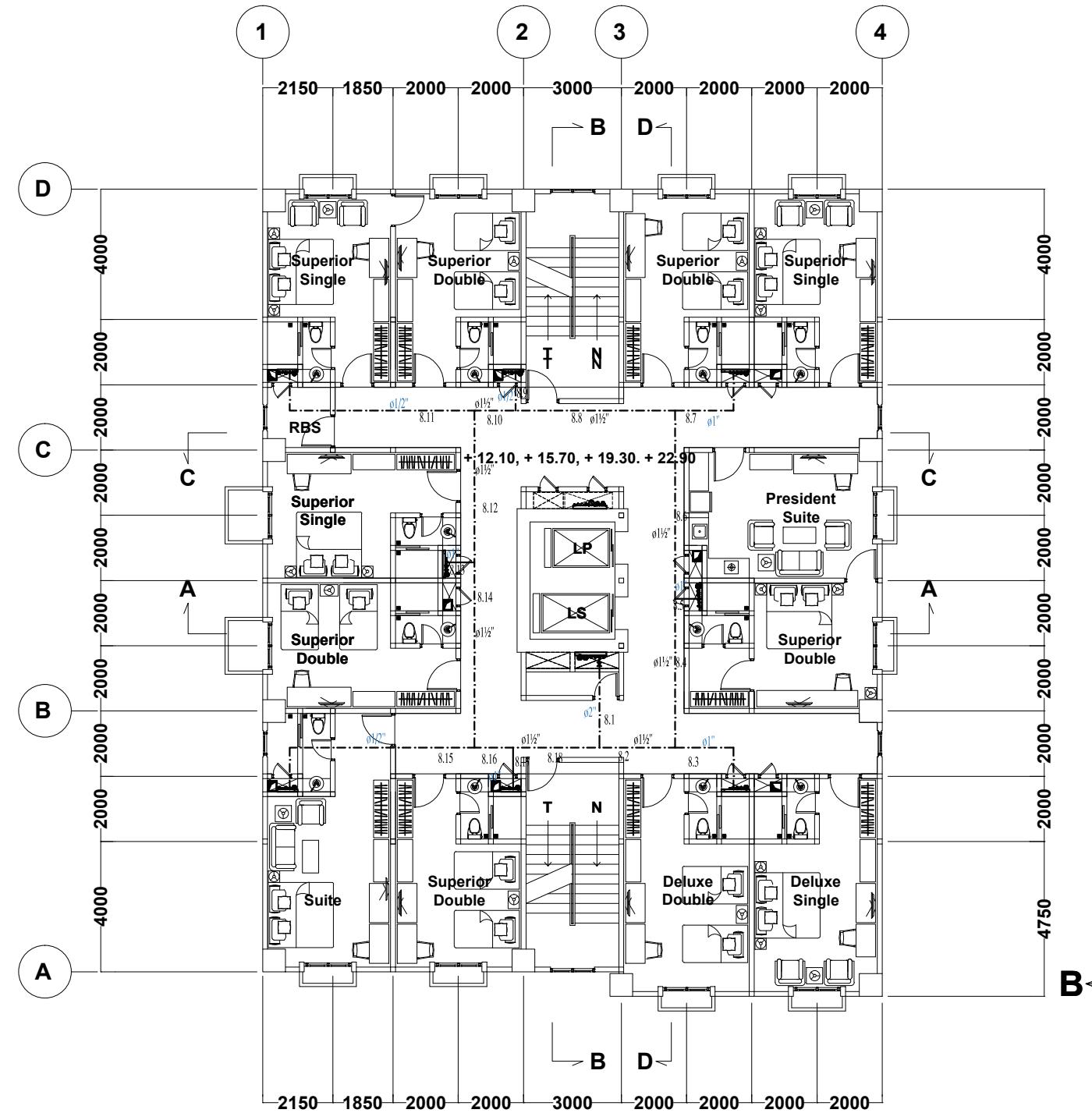
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER



JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			PERENCANAAN SISTEM	DENAH JARINGAN AIR BERSIH	
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	LANTAI 2	1:150			
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			

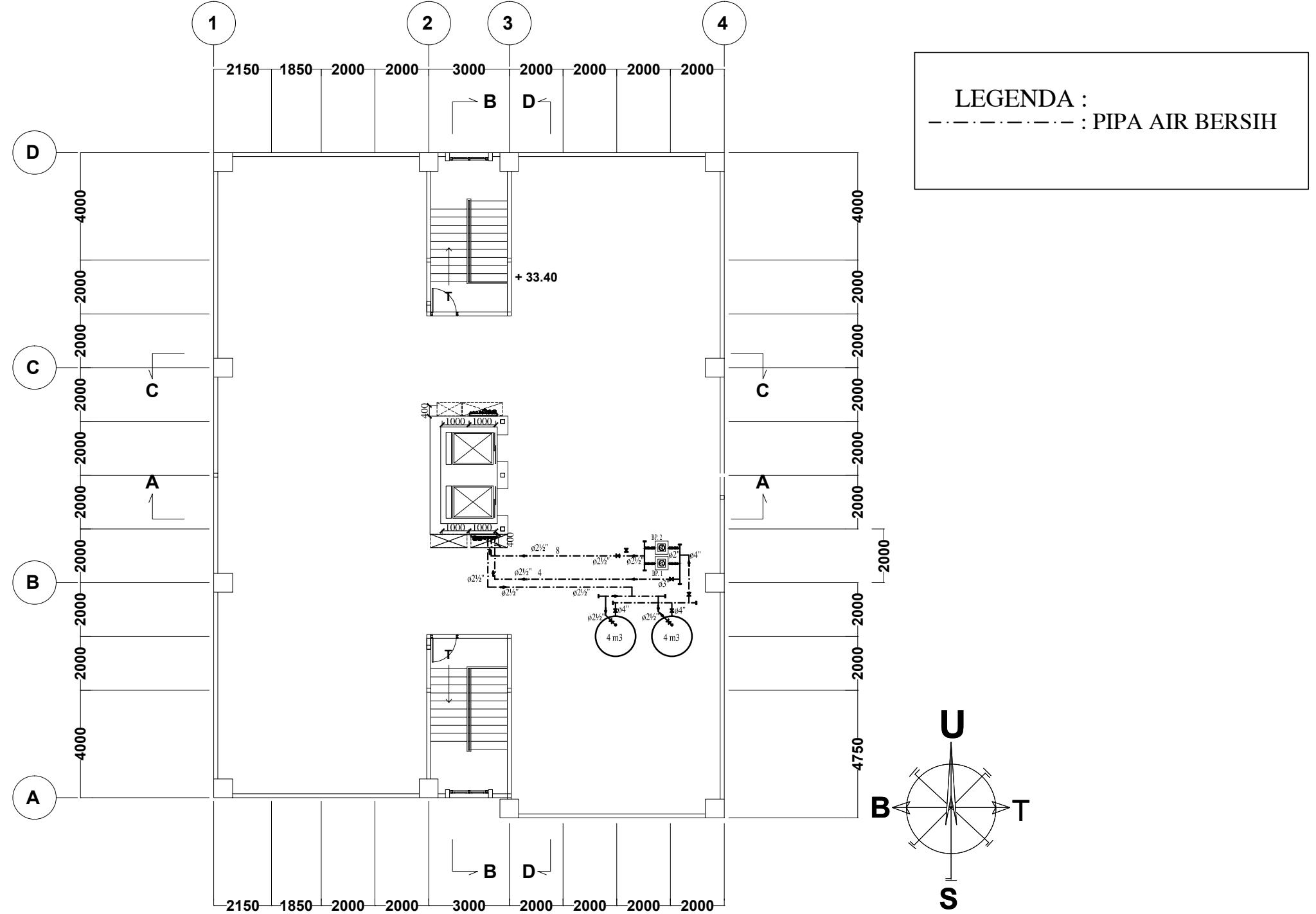


JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 3-4	
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		KETERANGAN	
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			

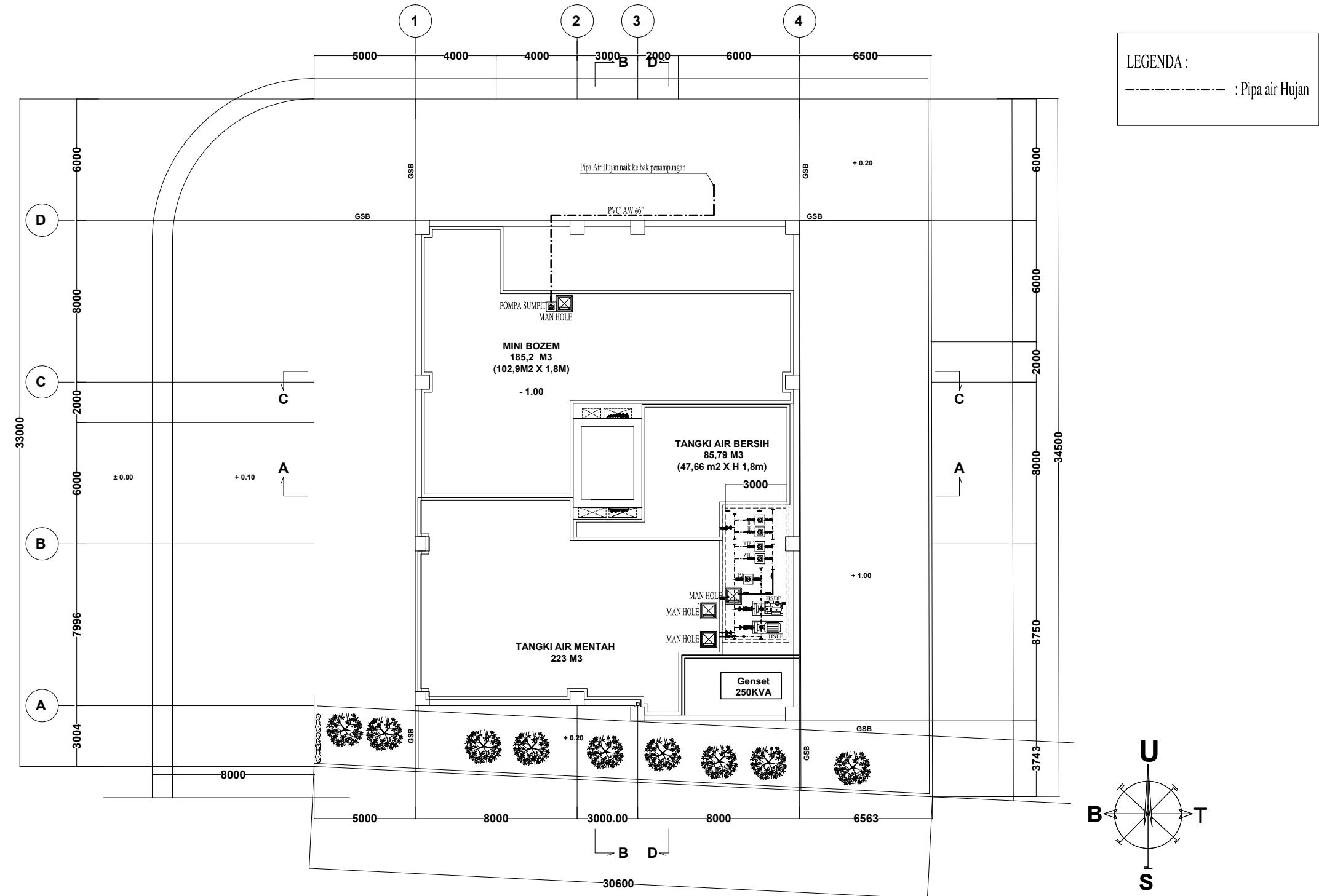


JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 5-8	
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	KETERANGAN

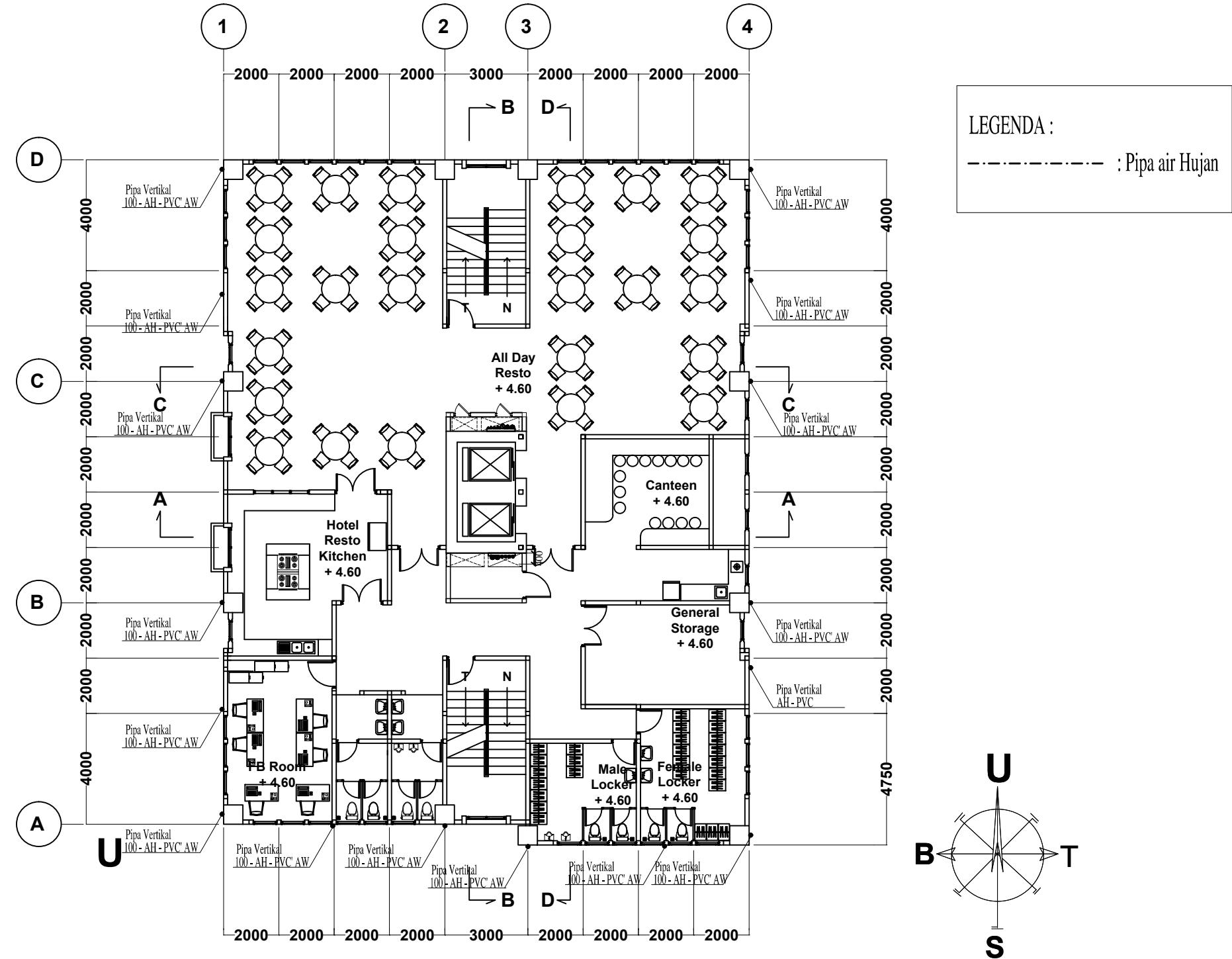
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER



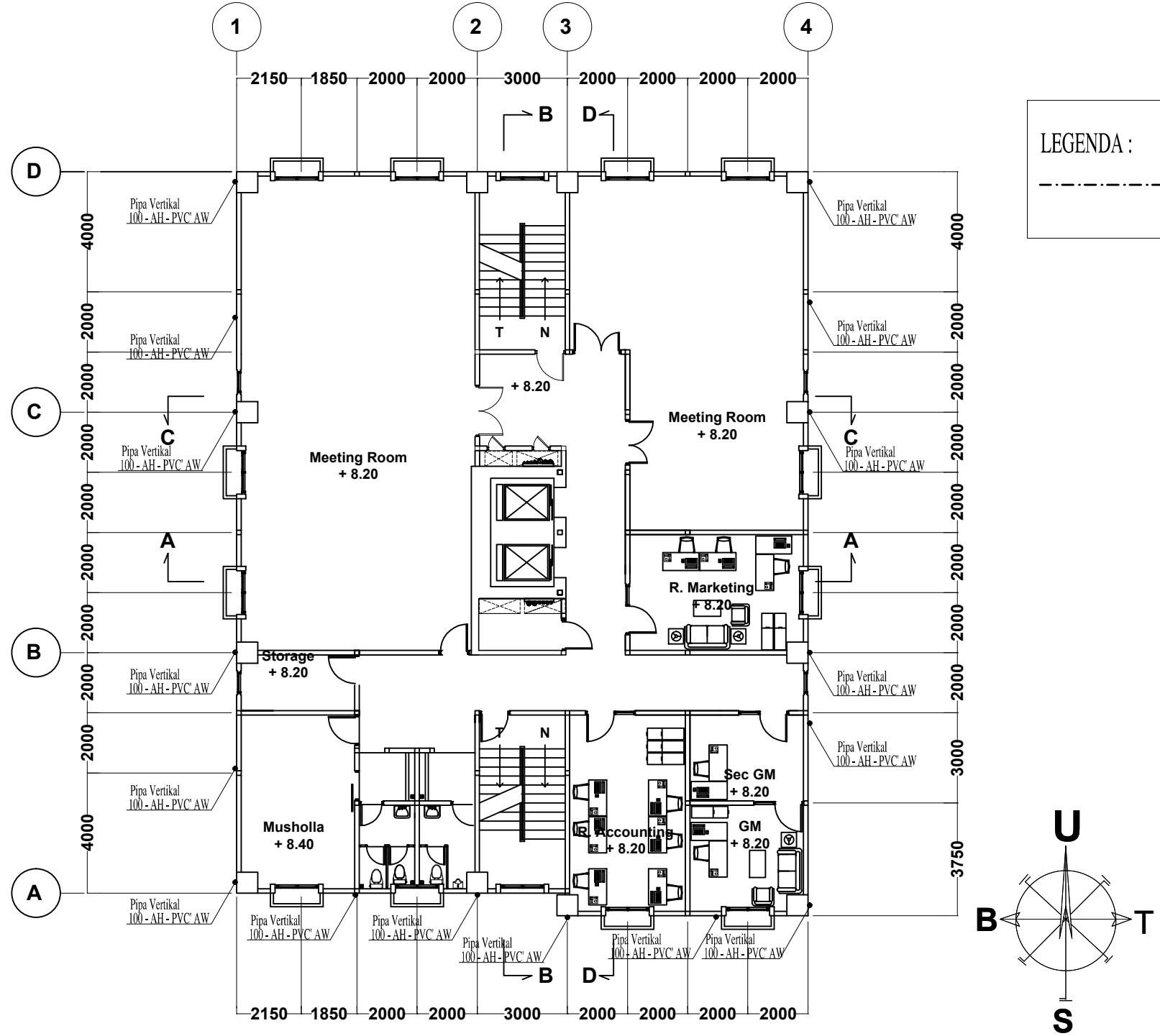
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
	PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 9	1:150	07	21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN		
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS  M. Hafiiizh Imaaduddiin, ST.MT			



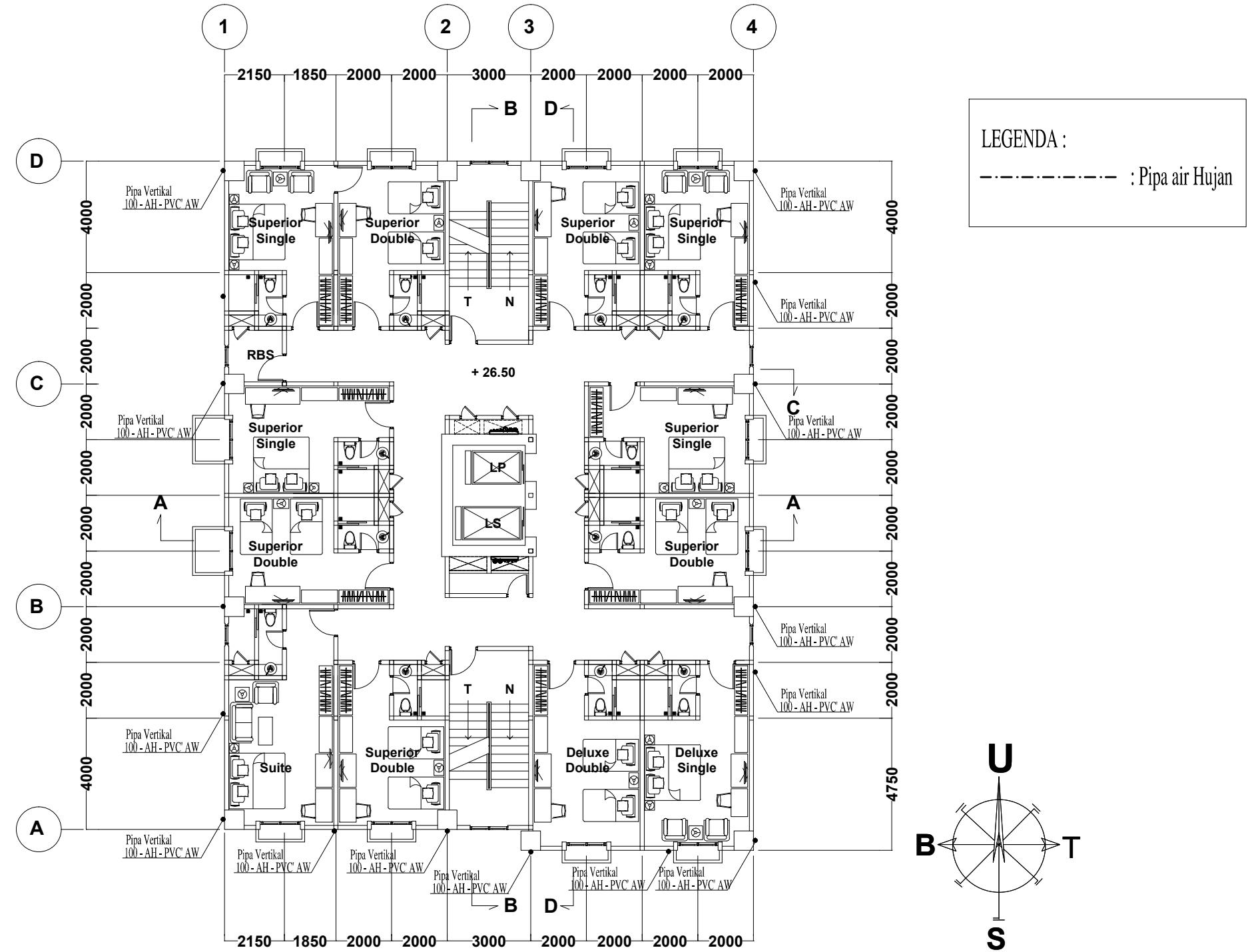
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR HUJAN DAN MINI BOSEM	1:150	15	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	21



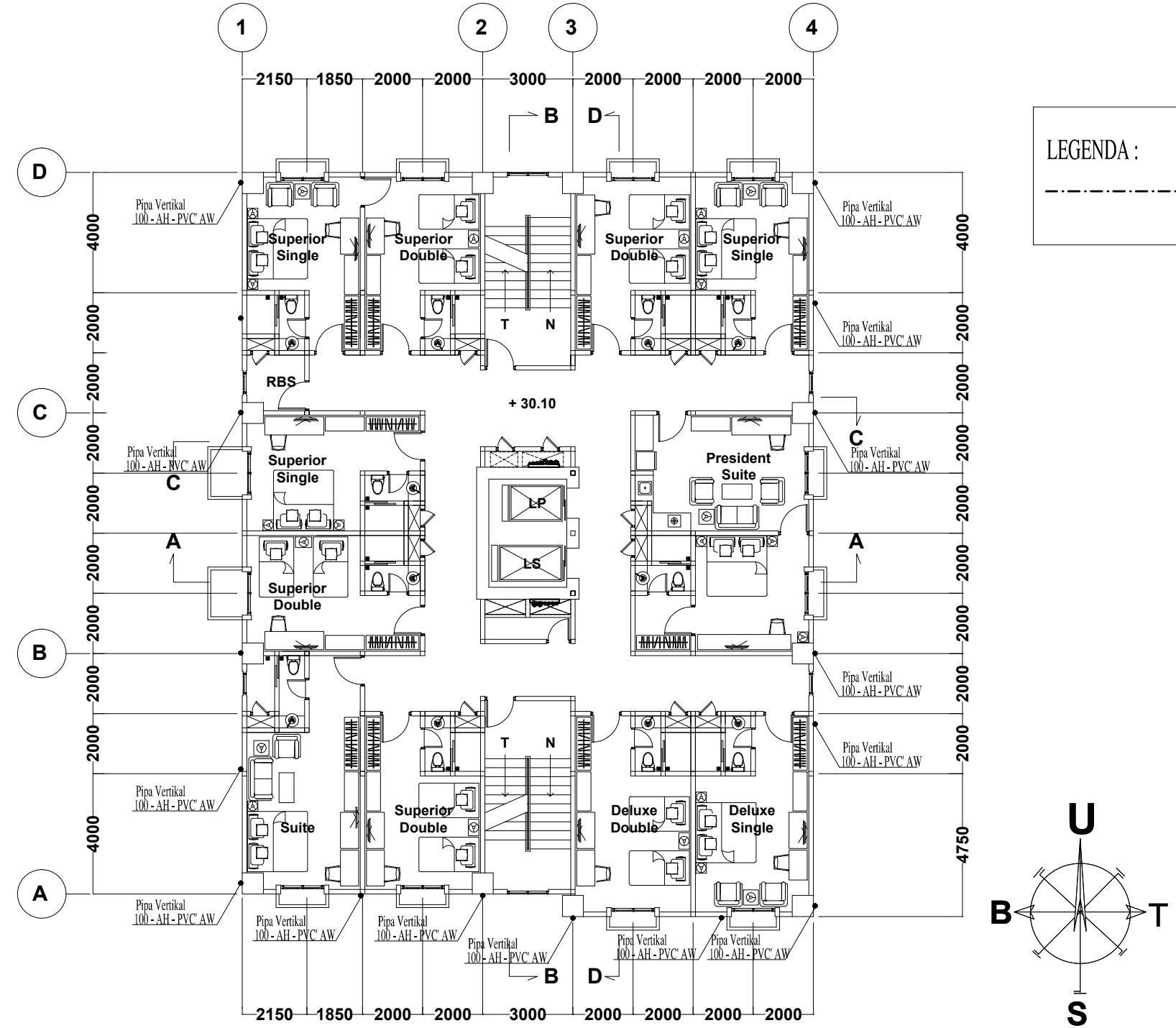
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			103	16	
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR HUJAN LANTAI 1	1:200			21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS  M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			



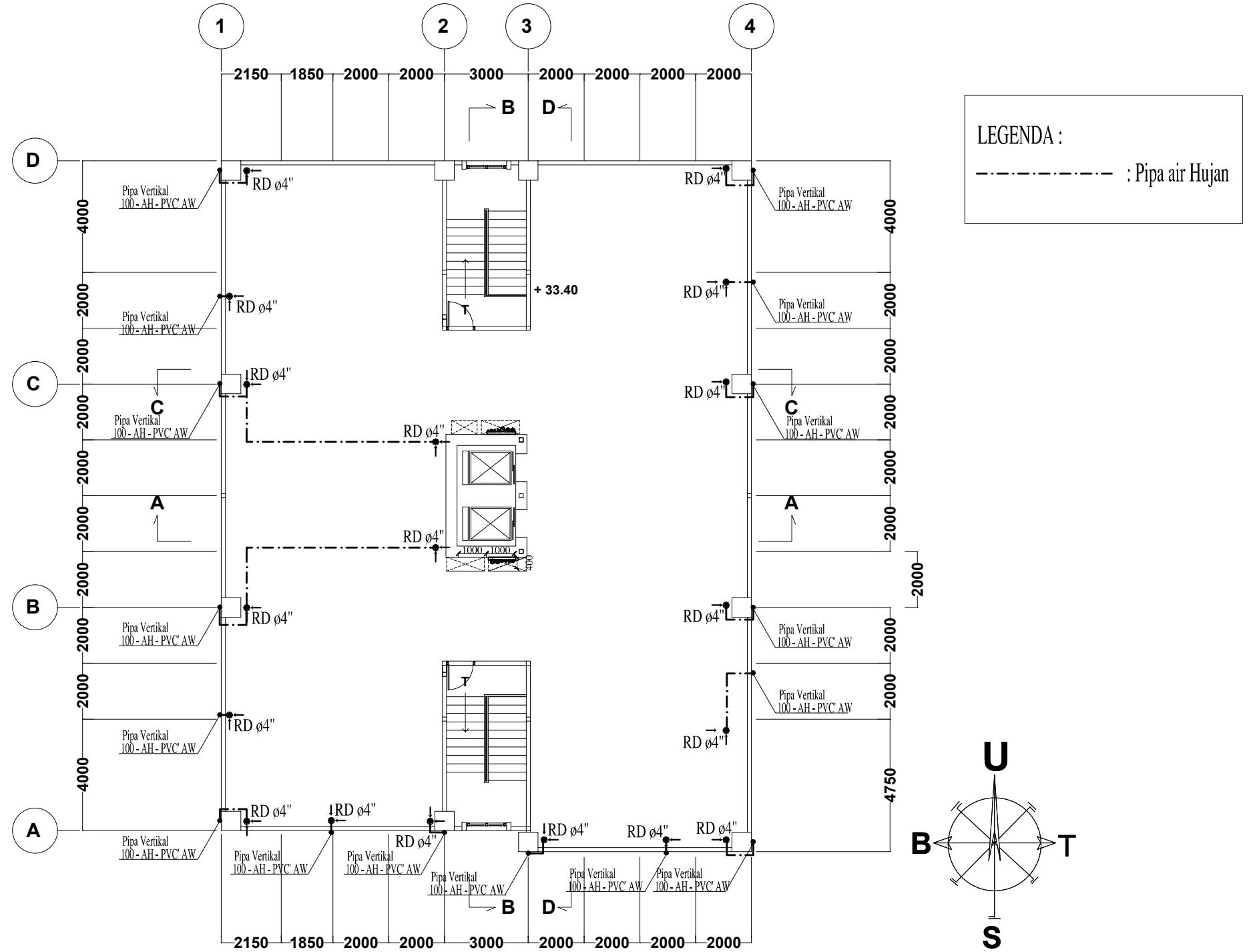
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAHA JARINGAN AIR HUJAN LANTAI 2	
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING			
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	KETERANGAN		



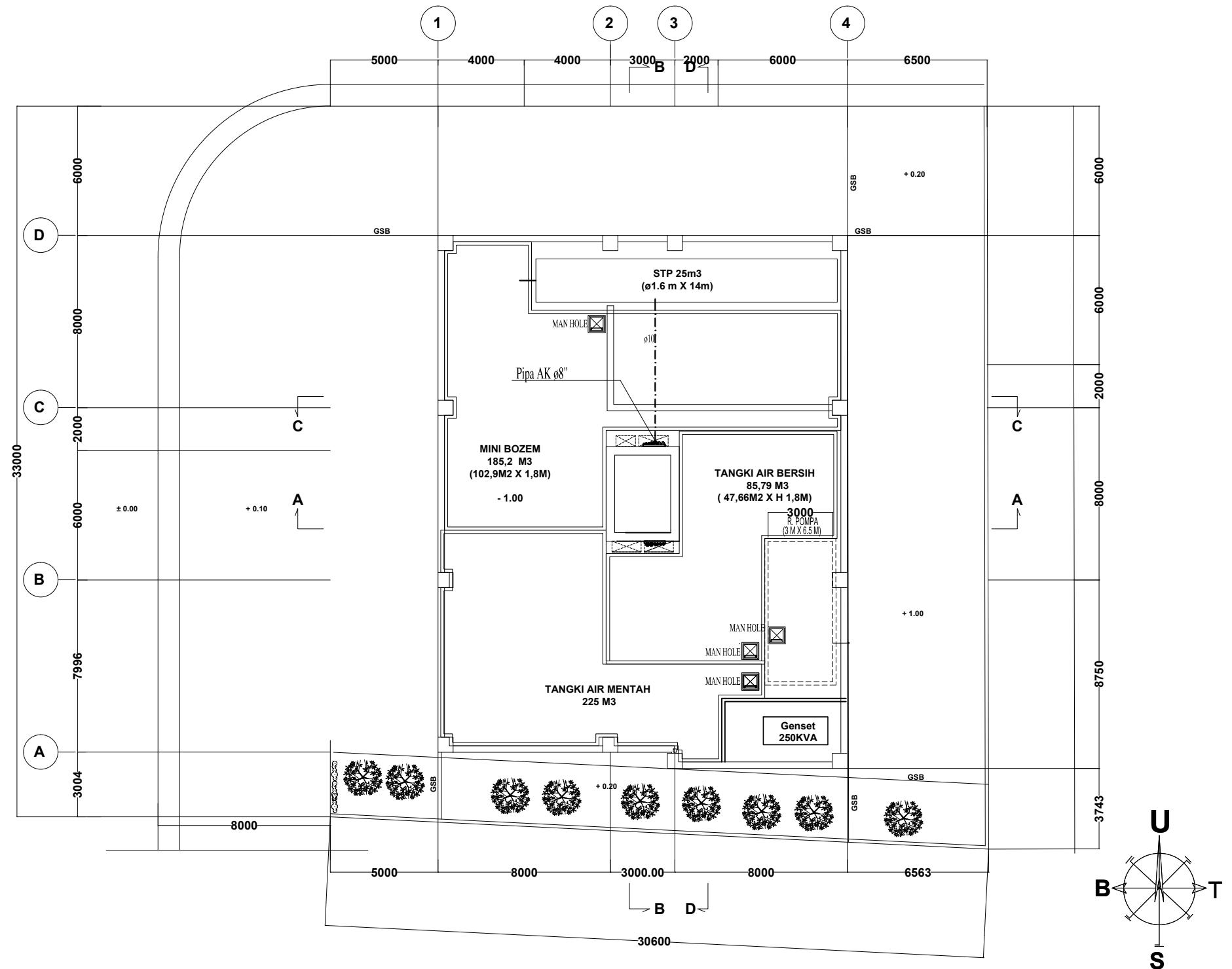
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAHAIR HUJAN LANTAI 3-7	103
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING			
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	KETERANGAN		



JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR	
			PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAHAIR HUJAN LANTAI 8	1:200	103
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	KETERANGAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER						

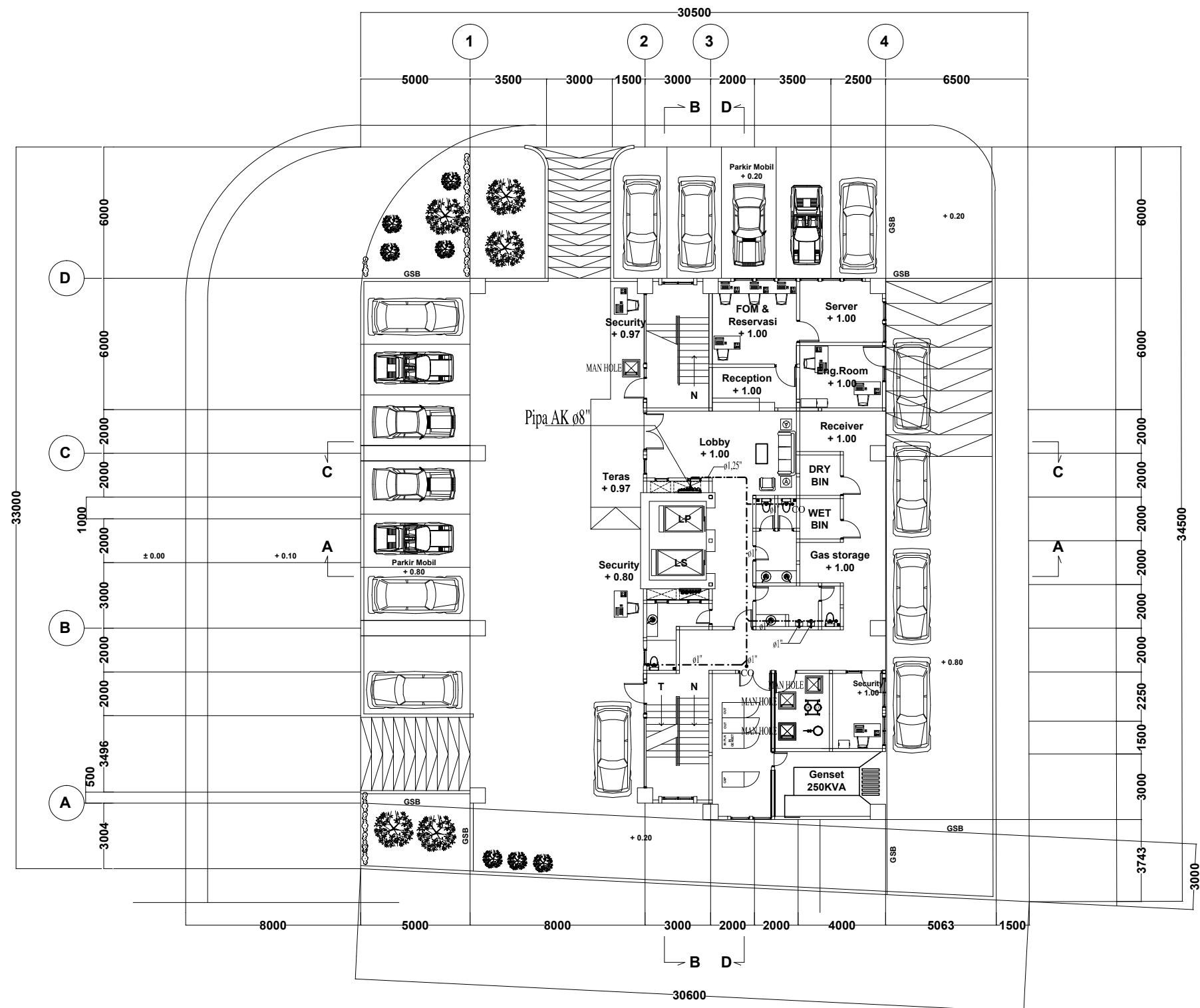


JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR HUJAN LANTAI 3-6	1:200 103	20	21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS  M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT		



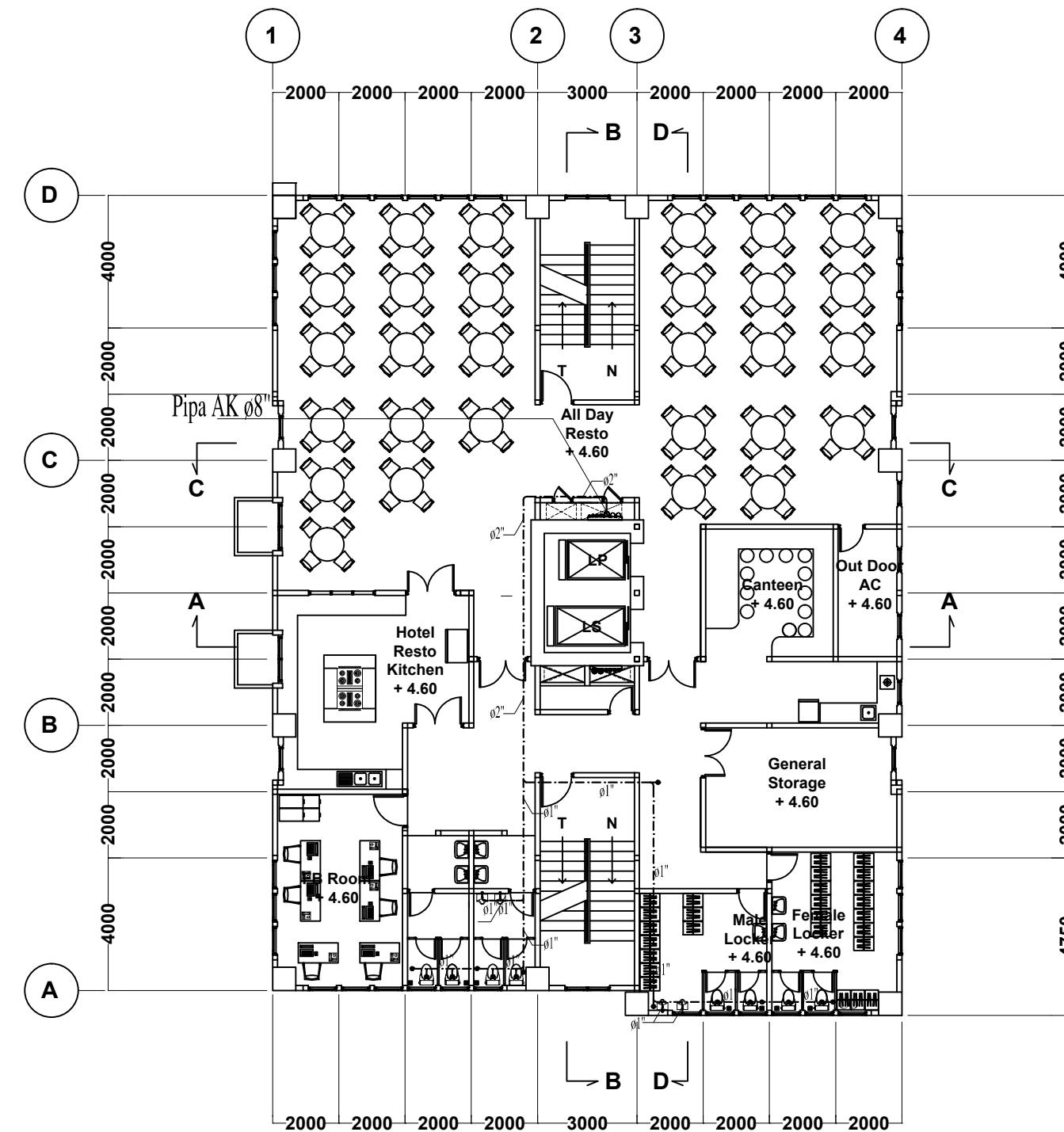
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	
<b>PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL</b>	<b>DENAH JARINGAN AIR KOTOR DAN MINI BOSEM</b>	1:200	09	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS	21
	<b>Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)</b>	M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			





**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR  
SIPIL  
PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

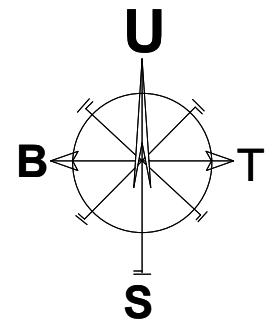
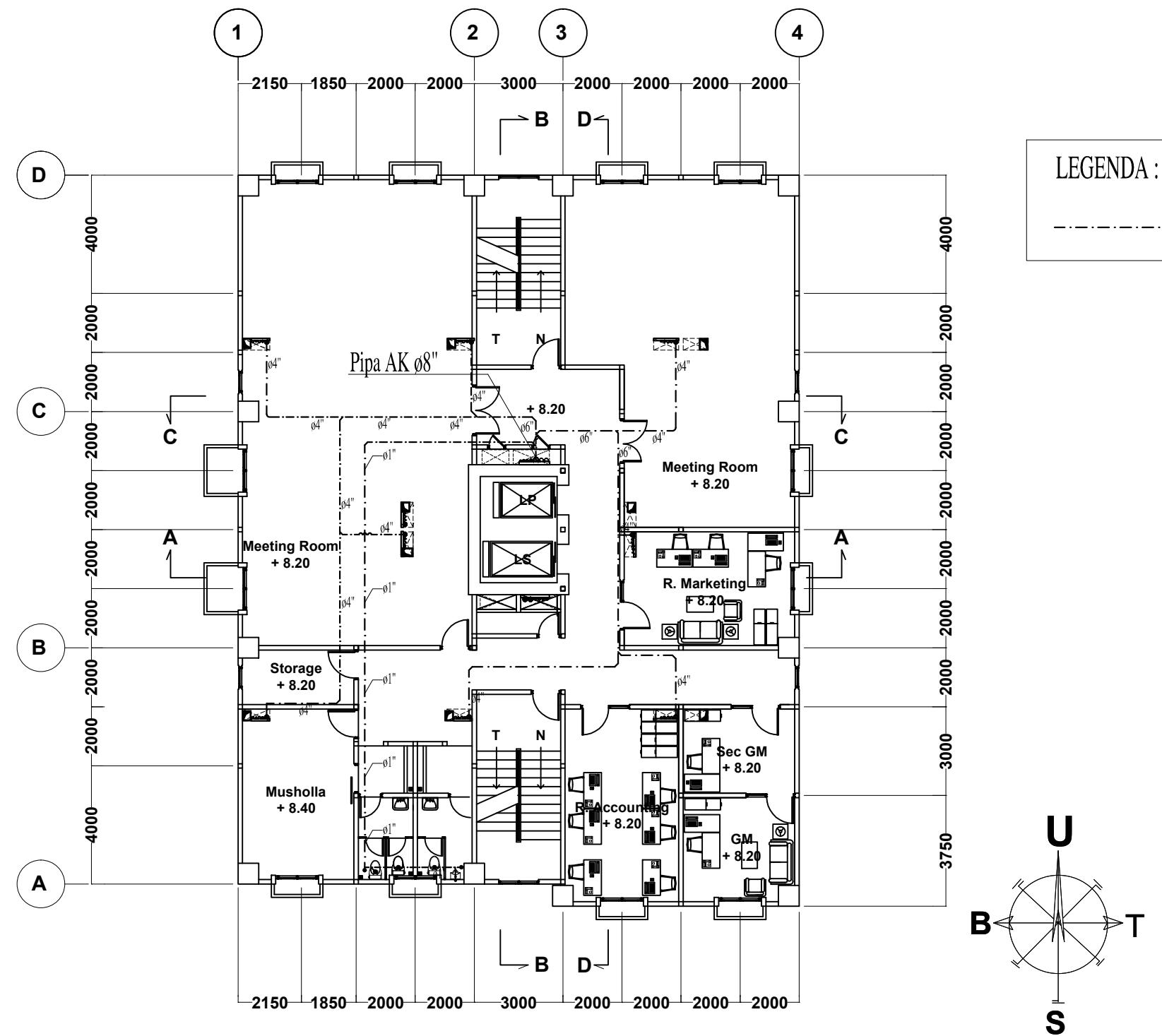
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR KOTOR LANTAI DASAR	1:200	10	21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT		



LEGENDA :

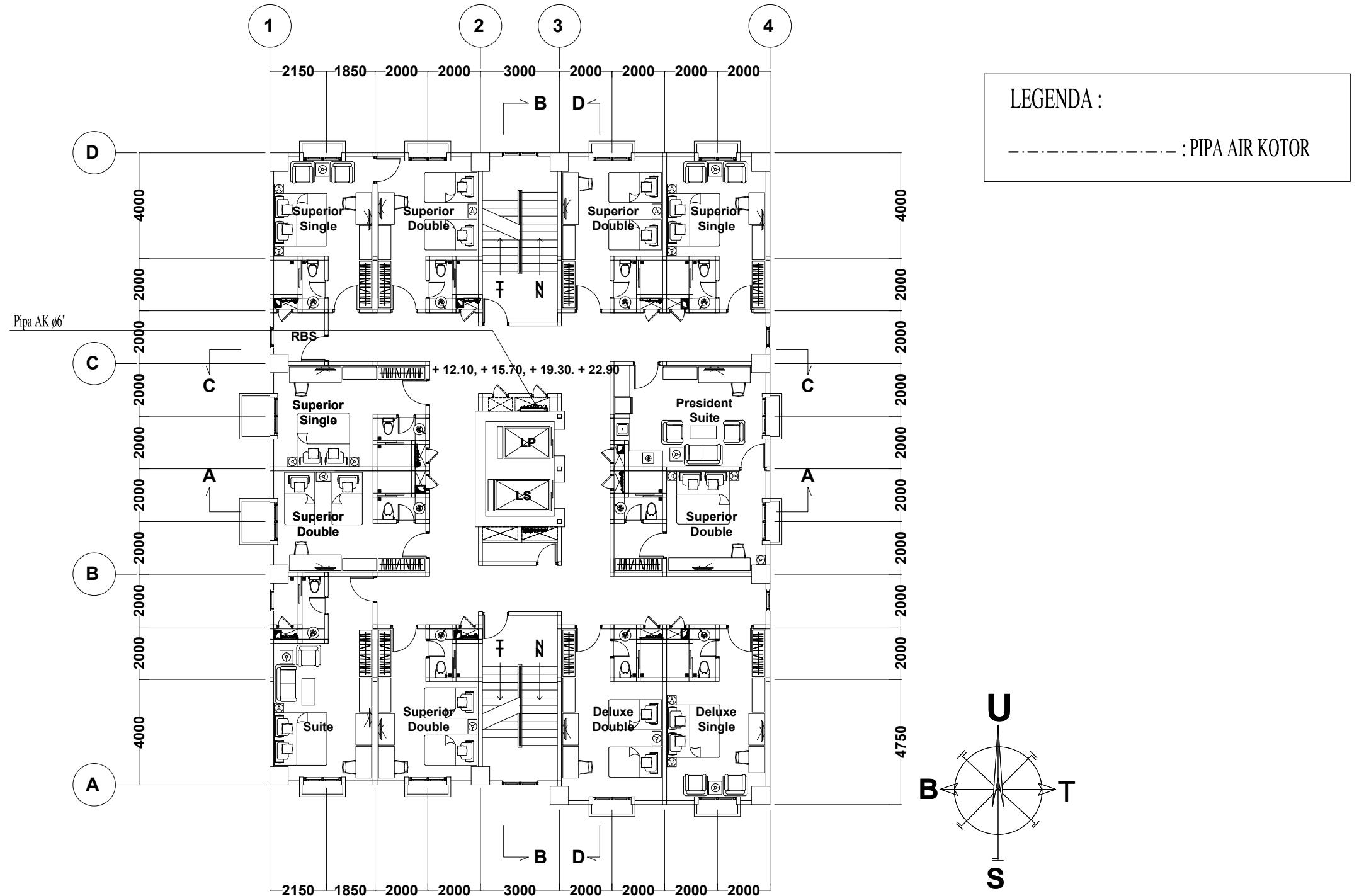
----- : PIPA AIR KOTOR

JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			103	11	
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 1	1:200			21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			



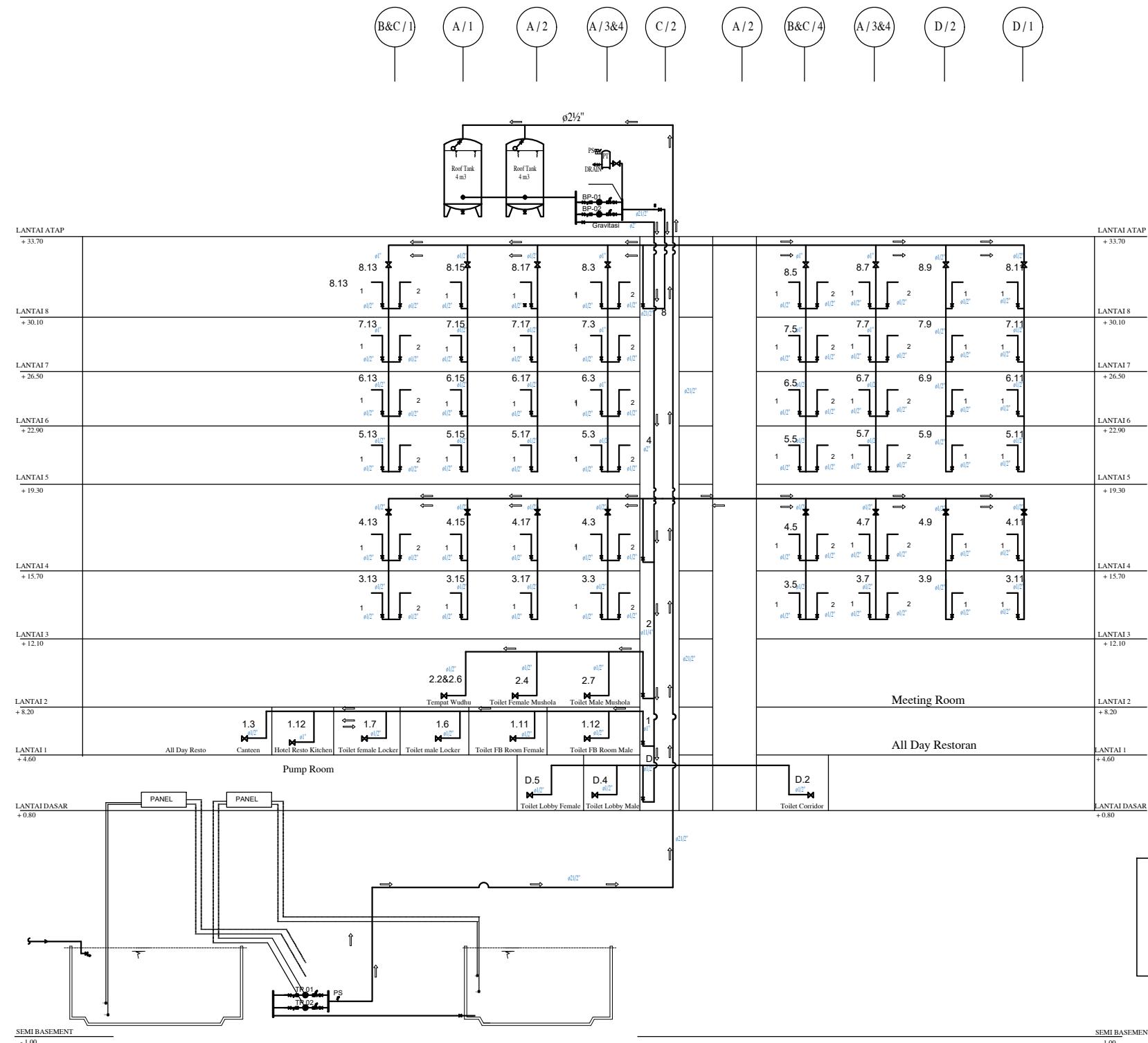
JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR		JML GAMBAR
			103	12	
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 2	1:200			21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS  M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT			



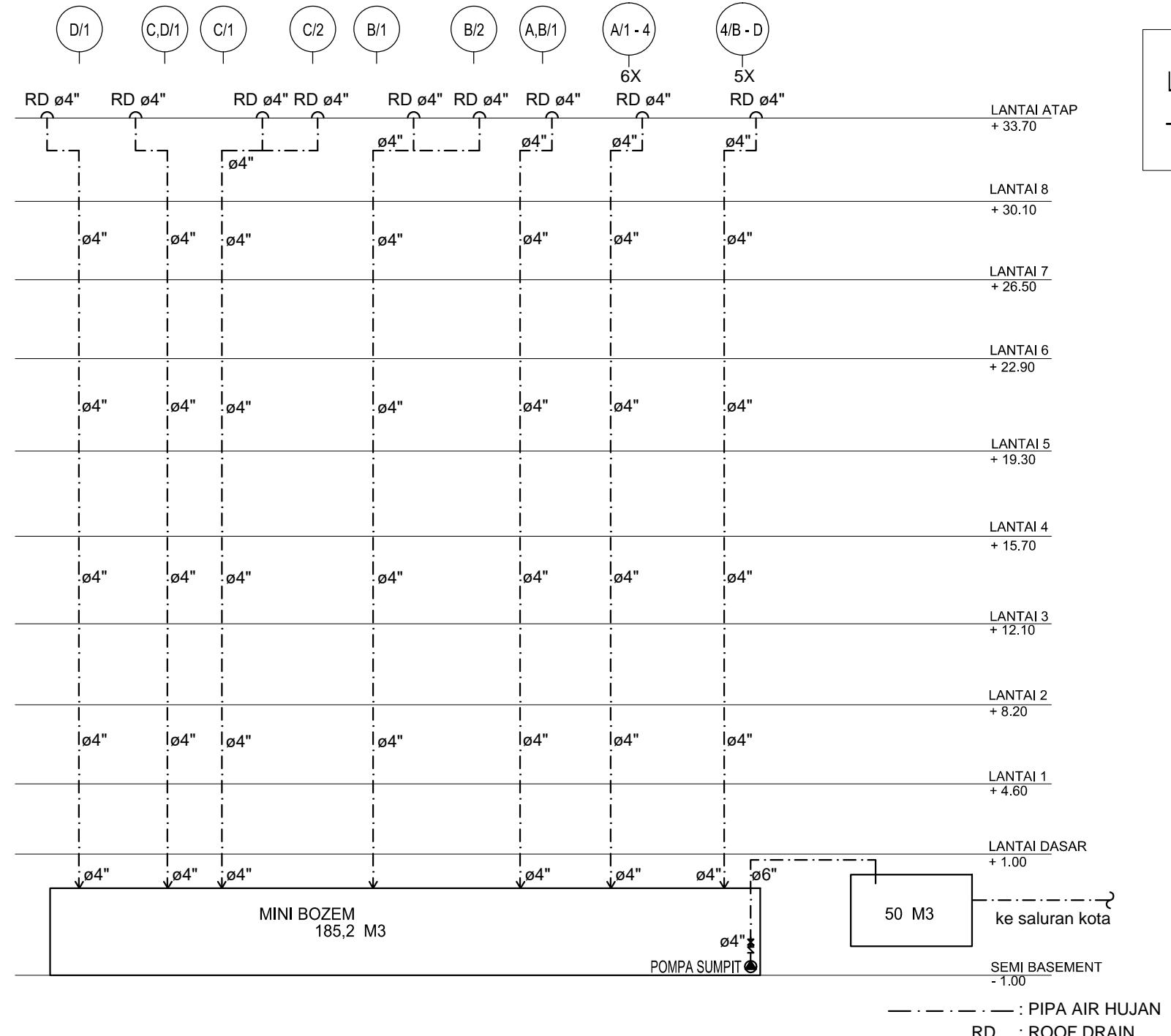


JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH JARINGAN AIR BERSIH LANTAI 3-8	1:200 103	13	21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT		

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER



JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH SKEMATIK JARINGAN AIR BERSIH	1:200	08	21
	NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING		
	Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS  M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT		



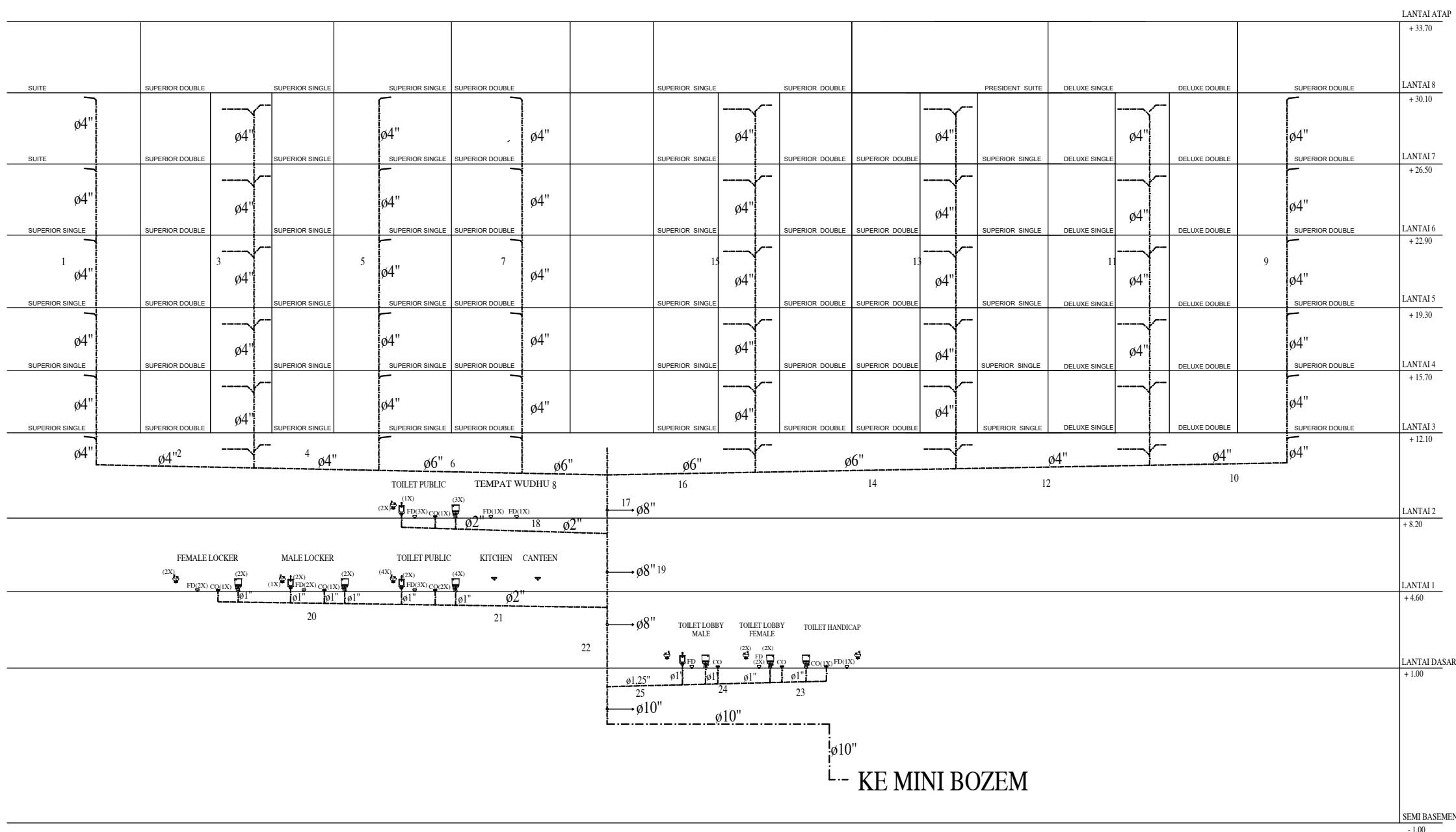
	JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
	PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH SKEMATIK JARINGAN AIR HUJAN	1:200	21	21
		NAMA MAHASISWA/NRP	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	
		Anditya Nurpradipta (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT		





LEGENDA :

----- : PIPA AIR KOTOR



	JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO GAMBAR	JML GAMBAR
	PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG NAMIRA HOTEL	DENAH SKEMATIK JARINGAN AIR KOTOR	1:200	14	21
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA MAHASISWA/NRP Anditya Nurpradipa (3114 030 099) Eka Septian Putra Mahardika (3114 030 156)	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS M. Hafizh Imaaduddin, ST.MT	KETERANGAN		