



**PERENCANAAN SISTEM PLAMBING AIR BERSIH DAN AIR
BUANGAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN *INTEGRATED
LABORATORY FOR ENGINEERING
BIOTECHNOLOGY***

SKRIPSI

Oleh:
DAVID FIRMAN SUDRAJAT
NIM 131910301070

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PERENCANAAN SISTEM PLAMBING AIR BERSIH DAN AIR
BUANGAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN *INTEGRATED
LABORATORY FOR ENGINEERING
BIOTECHNOLOGY***

SKRIPSI

disusun guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar sarjana Teknik

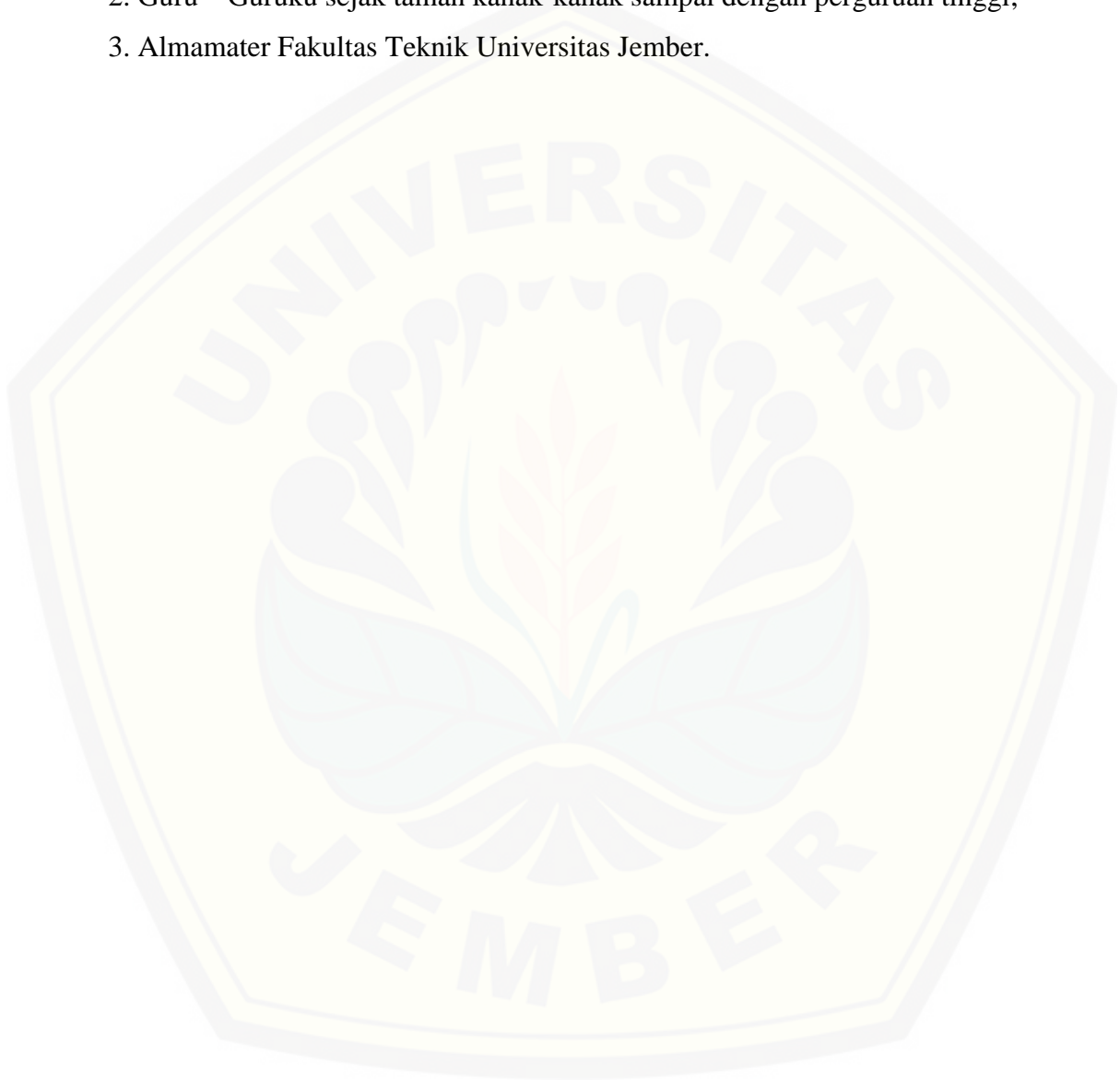
Oleh:
DAVID FIRMAN SUDRAJAT
NIM 131910301070

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Musyarofah dan Ayahanda Jatmiko yang tercinta;
2. Guru – Guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.



MOTTO

“Yakinlah bahwa semua yang akan terjadi pasti terjadi jika Allah menghendaki,
yang tentunya disertai usaha dan doa.”

“Allah tidak membebani hambanya melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

"Dan Allah bersama orang-orang yang sabar.”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : David Firman Sudrajat

NIM : 131910301070

Menyatakan dengansesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan pada Proyek Pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*” adalah benar-benar hasil karya senndiri, kecuali kutipan yang saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi lain manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademi jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2020

Yang menyatakan,

David Firman Sudrajat
NIM. 131910301070

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PLAMBING AIR BERSIH DAN AIR
BUANGAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN INTEGRATED
LABORATORY FOR ENGINEERING
BIOTECHNOLOGY**

Oleh:

David Firman Sudrajat

NIM 131910301070

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan pada Proyek Pembangunan *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology*" yang disusun oleh David Firman Sudrajat (131910301070) telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, November 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing

Pembimbing 1,

Pembimbing II,

Dr. Ir. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.
NIP. 19730127 199903 2 002

Ir. Ririn Badriani, S.T., M.T.
NIP. 19720528 199802 2 001

Tim Penguji:

Penguji 1,

Penguji II,

Dr. Ir. Rr. Dewi Junita. K., S.T., M.T.
NIP.19710610 199903 2 001

Noven Pramitasari, S.T., M.T.
NIP.19921106 201903 2 017

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP.19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Untuk meningkatkan fasilitas dan pelayanan yang ada di Universitas Jember maka diperlukan pembangunan gedung baru. Saat ini Universitas Jember sedang melakukan 6 Proyek Pembangunan. Salah satunya adalah proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*. Gedung ini terdiri dari 6 lantai yang berfungsi sebagai Laboratorium Terpadu Teknik Bioteknologi. Dalam suatu pembangunan gedung dibutuhkan suatu perencanaan sistem plambing yang baik agar kebutuhan air bersih dapat terpenuhi dan air buangan tidak mencemari lingkungan sekitar.

Penelitian yang dilakukan di *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* menggunakan sistem pompa atas dan pompa bawah., serta menggunakan air sumur bor dan PDAM sebagai sumber penyedia air bersih. Perhitungan kebutuhan air bersih gedung *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* menggunakan metode berdasarkan jumlah penghuni.

Untuk saat ini, perencanaan sistem plambing pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* sudah tersedia dan masih dalam proses pengerjaan. Penelitian ini dilakukan sebagai bahan perbandingan dan masukan pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*.

Gedung *Laboratory Engineering Biotechnology* membutuhkan debit air sebesar $230,4 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan menghasilkan debit air buangan sebesar $184,32 \text{ m}^3/\text{hari}$. Serta didapat volume tangki bawah sebesar $76,8 \text{ m}^3$ dengan dimensi tangki yaitu tinggi 7 meter, lebar 4 meter, dan panjang 2,75 meter, dan tangki atas sebesar 18 m^3 dengan dimensi tangki yaitu tinggi 3 meter, lebar 3 meter dan panjang 2 meter. Sehingga dibutuhkan dimensi pipa air bersih dengan diameter 30 mm, 40 mm, dan 50 mm, dimensi air buangan dengan diameter pembuangan grey water sebesar 40 mm, 65 mm, 80 mm dan black water sebesar 80 mm, serta dimensi pipa ven dengan diameter 40 mm, 65 mm, 80 mm, dan 100 mm.

SUMMARY

To improve the facilities and services in Jember University, a new building is needed. Currently Jember University is conducting 6 Development Projects. One of them is the construction project integrated laboratory engineering biotechnology. This building consists of 6 floors that serves as an Integrated Laboratory of Biotechnology Engineering. In a building development it is necessary to plan a good plumbing system so that the needs of clean water can be met and wastewater does not pollute the surrounding environment.

The research conducted at Integrated Laboratory Engineering Biotechnology uses the upper pump system and the lower pump, as well as using drill well water and PDAM as a source of clean water providers. Calculation of clean water needs of Integrated Laboratory Engineering Biotechnology building using methods based on the number of residents.

For now, the planning of the plumbing system on the Integrated Laboratory Engineering Biotechnology development project is available and still in the process of working. This research was conducted as a comparative material and input on the construction project of Integrated Laboratory Engineering Biotechnology.

Laboratory Engineering Biotechnology building requires a clean water discharge of 230.4 m³/day and produces a waste water discharge of 184.32 m³/day. And obtained lower tank volume of 76.8 m³ with tank dimensions height 7 meters, width 4 meters, and length 2.75 meters, and upper tank of 18 m³ with tank dimensions height 3 meters, width 3 meters and length 2 meters. So it needs clean air pipe dimensions with diameters of 30 mm, 40 mm, and 50 mm, exhaust dimensions with a grey water disposal diameter of 40 mm, 65 mm, 80 mm and black water of 80 mm, as well as vent pipe dimensions with diameters of 40 mm, 65 mm, 80 mm, and 100 mm.

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan pada Proyek Pembangunan *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah mengesahkan skripsi ini;
2. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan izin dalam penyusunan skripsi ini;
3. Dr. Yeny Dhokikhah S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Rr. Dewi Junita. K., S.T., M.T., selaku dosen penguji I dan Noven Pramasari, S.T., M.T., selaku dosen penguji II, terima kasih atas segala pertanyaan dan masukan yang diberikan sehingga skripsi ini bias menjadi lebih baik;
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil beserta teknisi laboratorium, terima kasih atas semua jasa dan ilmunya.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang-orang terdekat penulis yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material selama kuliah di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, terutama untuk :

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Musyarofah dan Bapak Jatmiko atas kasih sayang, do’a, bimbingan serta dukungan yang tak pernah terputus kepada penulis.

2. Kakak – kakakku tersayang, Eko Mintaryo, Desi Ifaminingsih, Mei Yuana Dewi dan semua keluarga besarku, yang telah memberikan doa dan dukungannya;
3. Bie yang selalu mewarnai hari-hari bersama dan memberikan waktu, dukungan serta do'a dalam kondisi apapun secara tulus dan ikhlas, *You are the best*;
4. Bysella Gladys Sondakh yang selalu ada disaat senang maupun sedih, terimakasih atas doa dan dukungannya;
5. Teman – teman seperjuangan atas segala bantuan dan do'a yang telah diberikan pada penulis (Khafifi Arif, Sheila Shofia, Faris Rizki, Wafi Mahzumi, Tegar G., Candra Setia, Dandy R., Taufikil H., Rendy H., Roby S., Viki Novan)
6. Sahabat – sahabat dari SMP (Benny Subarja, Rofiil Langga M., Singgih Setyo U., Dimas R., Dina Ajeng, Venny Kurnia, Putri Anggun). Terimakasih atas persahabatan yang tak akan pernah terlupakan, dukungan serta do'anya.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, November 2020

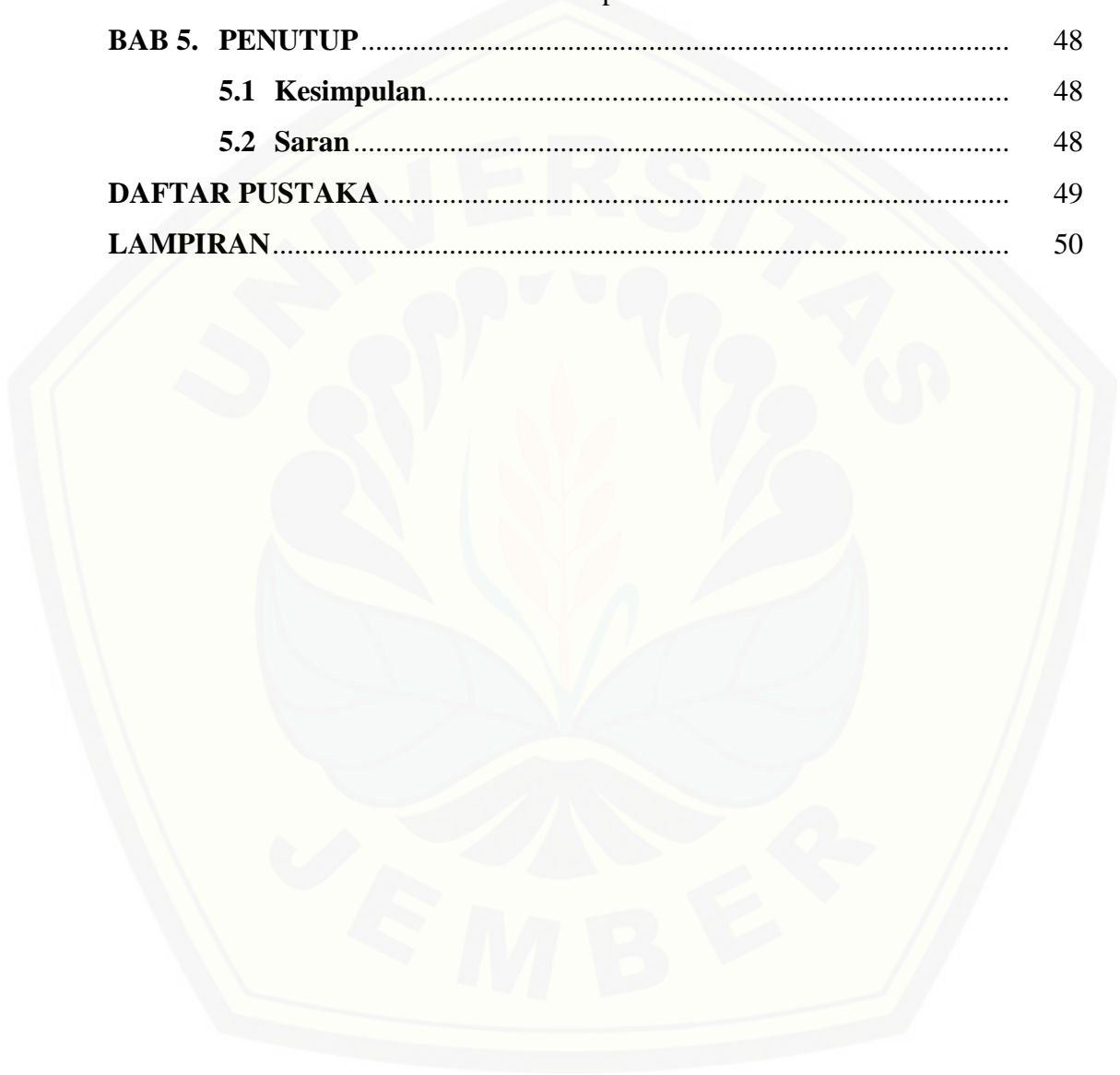
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Plambing	4
2.2 Kebutuhan Air Bersih	4
2.3 Penyediaan Air Bersih	4
2.3.1 Sistem Penyediaan Air Bersih.....	4
2.3.2 Laju Aliran Air.....	6
2.3.3 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran	6
2.4 Perencanaan Sistem Pipa Air Bersih	7

2.4.1	Sistem Pipa.....	7
2.4.2	Pemasangan Katup.....	7
2.4.3	Penaksiran Laju Aliran Air	7
2.4.4	Penentuan Dimensi Pipa	11
2.5	Perhitungan Tangki Air	13
2.5.1	Kapasitas Tangki Air Bawah	13
2.5.2	Kapasitas Tangki Air Atas	13
2.5.3	Kapasitas Pompa Pengisi Tangki	14
	2.5.3.1 Laju Aliran Air	14
	2.5.3.2 Tinggi Angkat	14
2.6	Sistem Pembuangan	15
2.6.1	Pengertian Air Buangan	15
2.6.2	Jenis Air Buangan	15
2.6.3	Sistem Pembuangan Air.....	16
2.6.4	Kemiringan dan Kecepatan Aliran Pipa Pembuangan	16
2.7	Perancangan Sistem Pipa Air Buangan.....	16
2.7.1	Hal-hal Umum.....	16
2.7.2	Cara Menentukan Ukuran Pipa Buangan.....	18
2.8	Sistem Ven	19
2.8.1	Tujuan Sistem Ven.....	19
2.8.2	Penentuan Ukuran Pipa Ven	19
BAB 3.	METODE PENELITIAN	28
3.1	Lokasi Penelitian.....	28
3.2	Sumber Data Penelitian	29
3.3	Tahap Pengolahan Data.....	29
3.4	Langkah Penelitian (<i>Flowchart</i>).....	30
BAB 4.	PEMBAHASAN	32
4.1	Kebutuhan Air Bersih.....	32
4.1.1	Perhitungan Kebutuhan Air Bersih.....	32
4.1.2	Kapasitas Tangki.....	34
4.1.3	Penentuan Pipa Air Bersih dari <i>Ground Reservoir</i> ke	

<i>Roof Tank</i>	36
4.1.4 Penentuan Ukuran Pipa Ven	37
4.2 Perhitungan Sistem Pembuangan dan Ven	44
4.2.1 Tujuan Sistem Ven.....	44
4.2.2 Penentuan Ukuran Pipa Ven	46
BAB 5. PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tekanan yang Dibutuhkan Alat Plambing	6
2.2 Pemakaian Air Rata-Rata per Orang Setiap Hari.....	9
2.3 Faktor Pemakaian dan Jumlah Alat Plambing	10
2.4 Kemiringan Pipa Pembuangan Horizontal.....	16
2.5 Diameter Minimum, Perangkat dan Pipa Pembuangan Alat Plambing	17
2.6 Penelitian Terdahulu	21
4.1 Kebutuhan Alat Plambing	32
4.2 Perhitungan Unit Beban Alat Plambing.....	33
4.3 Perhitungan Dimensi Pipa Air Bersih	43
4.4 Perhitungan Dimensi Pipa Pembuangan (<i>Grey Water</i>).....	45
4.5 Perhitungan Dimensi Pipa Buangan (<i>Black Water</i>).....	46
4.6 Perhitungan Dimensi Pipa Ven	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Lokasi Penelitian.....	28



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan Jumlah Penghuni Lantai 1 dan Lantai 2	50
B. Perhitungan Jumlah Penghuni Lantai 3, 4 dan 5.....	51
C. Perhitungan Jumlah Penghuni Lantai 6 dan Kapasitas Tiap Lantai	52
D. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 6.....	53
E. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 5.....	54
F. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 4.....	55
G. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 3.....	56
H. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 2.....	57
I. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 1	58
J. Tabel dimensi pipa air buangan <i>Grey Water</i> Lantai 6, 5 dan 4	59
K. Tabel dimensi pipa air buangan <i>Grey Water</i> Lantai 3, 2 dan 1	60
L. Tabel dimensi pipa air buangan <i>Black Water</i> Lantai 6, 5 dan 4	61
M. Tabel dimensi pipa air buangan <i>Black Water</i> Lantai 3, 2 dan 1	62
N. Tabel dimensi pipa ven Lantai 6, 5 dan 4	63
O. Tabel dimensi pipa ven Lantai 3, 2 dan 1	64

BAB. 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Jember merupakan salah satu Universitas yang ada di Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Jember. Universitas Jember terdiri dari 13 Fakultas dan 2 Program Studi Setara Fakultas yaitu Fakultas Sastra dan Budaya (FSB), Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB), Fakultas Hukum (FH), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM), Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Fakultas Pertanian (Faperta), Fakultas Teknik (FT), Fakultas Farmasi (FF), Fakultas Teknologi Pertanian (FTP), Fakultas Kedokteran (FK), Fakultas Kedokteran Gigi (FKG), Fakultas Ilmu Komputer (FASILKOM), dan Program Studi Setara Fakultas Ilmu Keperawatan (PSIK).

Untuk meningkatkan fasilitas dan pelayanan yang ada di Universitas Jember maka diperlukan pembangunan gedung baru. Saat ini Universitas Jember sedang melakukan 6 Proyek Pembangunan. Salah satunya adalah proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*. Gedung ini terdiri dari 6 lantai yang berfungsi sebagai Laboratorium Terpadu Teknik Bioteknologi. Dalam suatu pembangunan gedung dibutuhkan suatu perencanaan sistem plambing yang baik agar kebutuhan air bersih dapat terpenuhi dan air buangan tidak mencemari lingkungan sekitar.

Pendistribusian air bersih pada gedung-gedung bertingkat memerlukan suatu instalasi pendistribusian yang mampu memenuhi kebutuhan akan air bersih secara merata ke seluruh tempat pada gedung tersebut. Besar tekanan air bersih yang keluar dari alat plambing pada tiap lantai tidak sama, hal ini disebabkan karena perbedaan tinggi tiap lantai gedung dari permukaan tanah tidak sama (Noerbambang dan Morimura, 2009).

Selain air bersih tentunya perlu diperhatikan sistem pembuangan untuk mengalirkan air buangan. Sistem ini tidak jauh berbeda dengan rancangan pembuatan air bersih. Hanya saja pada sistem pembuangan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkannya. Dengan memperhatikan lokasi pembuangan

maka air buangan disalurkan ke tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya (Robert, 2009).

Dalam perencanaan penyediaan air bersih pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* berasal dari sumur bor. Sistem penyediaan air bersih yang digunakan untuk menyediakan air bersih tersebut bagi pengunjung direncanakan menggunakan sistem tangki atap. Penggunaan sistem tangki atap dimaksudkan agar air mengalir ke alat plumbing secara gravitasi. Untuk menghitung kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan unit beban alat plumbing (Afandi, 2014).

Untuk penyaluran air buangan, perencanaan pendimensian dan kemiringan pipa direncanakan harus dapat mengalirkan kotoran padat maupun cair dengan lancar atau tidak terjadi gangguan pada saat dialirkan. Sistem pembuangan air kotor dan air bekas digunakan sistem terpisah. Pada sistem ini, air kotor dan air bekas, masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah. Sistem ven yang direncanakan pada pipa air buangan harus dapat mensirkulasikan udara dalam pipa pembuangan sehingga dapat melancarkan aliran dalam pipa pembuangan tersebut (Afandi, 2014).

Untuk saat ini, perencanaan sistem plumbing pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* sudah tersedia dan masih dalam proses pengerjaan. Penelitian ini dilakukan sebagai bahan perbandingan dan masukan pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa debit air yang digunakan untuk kebutuhan air bersih dan air buangan berdasarkan perencanaan?
2. Berapa kapasitas dan dimensi *ground reservoir* dan *roof tank* berdasarkan perencanaan?
3. Berapa dimensi pipa yang digunakan untuk sisten penyediaan air bersih, penyaluran air buangan dan ven berdasarkan perencanaan?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui debit air yang digunakan untuk kebutuhan air bersih berdasarkan perencanaan.
2. Mengetahui kapasitas dan dimensi *ground reservior* dan *roof tank* berdasarkan perencanaan.
3. Menentukandimensi pipa yang digunakan pada sistem penyediaan air bersih, penyaluran air buangan dan ven berdasarkan perencanaan.

1.4 Manfaat

Penelitian yang dilakukan di perumahan diharapkan mempunyai manfaat :

1. Bagi Pengguna Gedung :
Memberikan kenyamanan bagi pengguna bangunan, dimana air bersih yang dibutuhkan dapat terpenuhi dengan baik dan air buangan dapat disalurkan ke tempat yang telah ditentukan agar tidak mencemari lingkungan sekitar.
2. Bagi Peneliti
Dapat memberikan wawasan serta dapat mengembangkan ilmu manajemen perencanaansistem plambing.

1.5 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini hanya membatasi masalah :

1. Perencanaan ini dilakukan di proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*.
2. Perencanaan ini meliputi air bersih, air buangan dan ven.
3. Tidak membahas sistem pengolahan limbah.
4. Tidak menghitung Anggaran Biaya Pelaksanaan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Plumbing

Plumbing adalah seni dan teknologi pemipaan dan peralatan untuk menyediakan air bersih ke tempat yang dikehendaki, baik dalam hal kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang mempengaruhi syarat, dan membuang air buangan dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari bagian penting lainnya, untuk mencapai kondisi higienis dan kenyamanan yang diinginkan (Pramuditya, 2010).

Dalam SNI 03 – 6481 – 2000, disebutkan bahwa plumbing merupakan segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan pipa dengan peralatannya di dalam gedung atau gedung yang berdekatan yang bersangkutan dengan air hujan, air buangan dan air bersih yang dihubungkan dengan sistem kota atau sistem lain yang dibenarkan.

2.2 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas (Asmadi, Khayan and Kasjono, 2011).

Pengertian air bersih menurut *Pemenkes RI No.416/Menkes/PER/IX/1990* tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air , air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak.

2.3 Penyediaan Air Bersih

2.3.1 Sistem penyediaan air bersih

Menurut Morimura(2009), Sistem penyediaan air bersih dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Sistem sambungan langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih (misalnya, pipa utama di bawah jalan dari Perusahaan Air Minum). Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama, maka sistem ini terutama dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah. Ukuran pipa cabang biasanya diatur / ditetapkan oleh Perusahaan Air Minum.

2. Sistem tangki atap

Apabila sistem sambungan langsung tidak dapat diterapkan, maka sebagai gantinya digunakan sistem tangki atap. Dalam sistem ini, air ditampung terlebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Dari tangki ini air didistribusikan ke seluruh bangunan.

3. Sistem tangki tekan

Seperti halnya sistem tangki atap, sistem tangki tekan diterapkan dalam keadaan dimana oleh karena suatu alasan tidak dapat digunakan sistem sambungan langsung. Prinsip kerja sistem ini adalah sebagai berikut, Air yang telah ditampung di tangki bawah dipompakan ke dalam suatu bejana (tangki) tertutup sehingga udara di dalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sisten distribusi bangunan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh detektor tekanan, yang menutup/membuka saklar motor listrik penggerak pompa. Pompa berhenti bekerja kalau tekanan tangki telah mencapai suatu batas maksimum yang ditetapkan dan bekerja kembali setelah tekanan mencapai suatu batas minimum yang ditetapkan pula.

4. Sistem tanpa tangki

Dalam sistem ini tidak menggunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki tekan, ataupun atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi

bangunan dan pompa menghisap air langsung dan pipa utama (misalnya, pipa utama Perusahaan Air Minum).

2.3.2 Laju Aliran Air

Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan kepada bangunan tersebut.

2.3.3 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Secara umum tekanan standar adalah $1,0 \text{ kg/cm}^2$ (tabel 2.1), sedang tekanan statik sebaiknya diusahakan antara $4,0$ sampai $5,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kecepatan aliran biasanya digunakan standar kecepatan sebesar $0,9$ sampai $1,2 \text{ m/detik}$, dan batas maksimumnya berkisar antara $1,5$ sampai $2,0 \text{ m/detik}$. Batas kecepatan $2,0 \text{ m/detik}$ sebaiknya diterapkan dalam penentuan pendahuluan ukuran pipa.

Tabel 2.1 Tekanan yang dibutuhkan alat plumbing

Nama alat plumbing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm^2)	Tekanan standar (kg/cm^2)
Katup gelontor kloset	$0,7^{1)}$	
Katup gelontor peturasan	$0,4^{2)}$ $0,7^{3)}$	
Keran yang menutup sendiri, otomatis		
Pancuran mandi, dengan pancaran halus/tajam	$0,7$	$1,0$
Pancuran mandi (biasa)	$0,35$	
Keran biasa	$0,3$	
Pemanas air langsung, dengan bahan bakar gas	$0,26-0,7^{4)}$	

Sumber: Morimura et al, 2009

Catatan :

- ¹⁾²⁾ Tekanan minimum yang dibutuhkan katup gelontor untuk kloset dan urinal yang dimuat dalam tabel ini adalah tekanan statik pada waktu air mengalir, dan

- tekanan maksimumnya adalah 4kg/cm^2 .
- 3) Untuk kran dengan katup yang menutup secara otomatis, kalau tekanan airnya kurang dari yang minimum dibutuhkan maka katup tidak akan dapat menutup dengan rapat, sehingga air masih akan menetes dari keran.
 - 4) Untuk pemanas air langsung dengan bahan bakar gas, tekanan minimum yang dibutuhkan biasanya dinyatakan.

2.4 Perencanaan Sistem Pipa Air Bersih

2.4.1 Sistem Pipa

Ada dua sistem penyediaan air dalam gedung, yaitu sistem pengaliran ke atas dan sistem pengaliran ke bawah.

- a. Pada sistem pengaliran ke atas, pipa utama dipasang dari tangki atas ke bawah sampai langit-langit lantai terbawah dari gedung, kemudian mendatar dan bercabang-cabang tegak ke atas untuk melayani lantai-lantai di atasnya.
- b. Pada sistem pengaliran ke bawah, pipa utama dari tangki atas dipasang mendatar dalam langit-langit lantai teratas dari gedung, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabang-cabang tegak ke bawah untuk melayani lantai dibawahnya

2.4.2 Pemasangan Katup

Pada pipa-pipa cabang dengan pipa utama hendaknya dipasang katup-katup pemisah. Hal ini perlu dilakukan agar jikadiperlukan perawatan/perbaikan pada cabang tersebut, maka tidak perlu instalasi seluruh gedung dimatikan.

2.4.3 Penaksiran laju aliran air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan kepada bangunan tersebut.

Untuk memperkirakan besarnya laju aliran air, terdapat 3 metode yang dapat digunakan, yaitu :

1. Berdasarkan jumlah pemakai

Metode ini didasarkan pada pemakaian air rata-rata sehari dari tiap penghuni. Apabila jumlah penghuni diketahui, atau ditetapkan, untuk suatu gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari. Bila jumlah penghuni tidak diketahui biasanya digunakan penaksiran berdasarkan luas lantai efektif yaitu berkisar antara 55 sampai 80 persen dari luas seluruhnya dan menetapkan kepadatan hunian per luas lantai. Tabel 2.2 dapat dipakai sebagai referensi dalam menentukan pemakaian air rata-rata sehari untuk setiap jenis gedung.

Pemakaian air akan melebihi rata-rata pada waktu-waktu tertentu, dan yang tertinggi dinamakan pemakaian air jam-puncak. Laju aliran pada pemakaian air jam puncak selanjutnya akan digunakan untuk menentukan ukuran pipa dinas ataupun pipa utama.

$$Q_h = Q_d/T \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan : Q_h = Pemakaian air rata-rata (m^3/jam)
 Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3)
 T = Jangka waktu pemakaian (jam)

Pemakaian air jam-puncak dinyatakan sbb :

$$Q_{h-max} = (c_1)(Q_h) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan konstanta “ c_1 ” berkisar antara 1,5 sampai 2,0. Sedangkan pemakaian air pada menit-puncak dinyatakan sbb :

$$Q_{m-max} = (c_2)(Q_h/60) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan konstanta “ c_2 ” berkisar antara 3,0 sampai 4,0.

2. Penaksiran berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing

Metode ini dipakai bila kondisi pemakaian, jumlah dan jenis alat plumbing diketahui. Tabel pemakaian air tiap alat plumbing, laju aliran airnya dan ukuran pipa cabang pipa air tanel 2.3 dan Tabel Faktor pemakaian (dalam %) dan jumlah

alat plumbing tabel 2.4 dapat digunakan sebagai referensi dalam perhitungan kebutuhan air rata-rata.

3. Penaksiran Berdasarkan unit beban alat plumbing

Dalam metode ini untuk setiap alat plumbing ditetapkan suatu unit beban (fixture unit). Untuk setiap bagian pipa, besarnya laju aliran air didapat dengan memplotkan jumlah unit beban alat plumbing pada kurva hubungan antara unit beban alat plumbing dengan aliran air serentak. Tabel Unit alat plumbing untuk penyediaan air dingin tabel 2.5 memberikan besarnya unit beban untuk setiap alat plumbing.

Tabel 2.2 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari

Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1 Perumahan mewah	250	8-10	42-45	Setiap penghuni
2 Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
3 Apartment	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujangan 120 liter
4 Asrama	120	8		Bujangan
5 Rumah Sakit	Mewah >1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8-10	45-48	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar : 8 liter Staf/pegawai : 120 liter Keluarga pasien : 160 liter
6 Sekolah Dasar		5	58-60	Guru : 100 liter
7 SLTP	40	6	58-60	Guru : 100 liter
8 SLTA dan lebih tinggi	50	6		Guru/dosen : 100 liter Penghuninya : 160 liter
9 Rumah-toko	80	8	60-70	Setiap pegawai
10 Gedung kantor	100-200	8	55-60	Pemakaian air hanya untuk
11 Toserba (toko serba ada, <i>department store</i>)	100 3	7		kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.
12 Pabrik/industri	Pria : 60 Wanita : 100	8		Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari)
13 Stasiun/terminal	3	15		Setiap penumpang (yang Tiba maupun berangkat)
14 Restoran	30	5		Untuk penghuni : 160 liter
15 Restoran umum	15	7		Untuk penghuni : 160 liter Pelayan : 100 liter, / 70% dari jumlah para tamu

Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
16 Gedung pertunjukan	30	5	53-55	perlu 15 liter/orang untuk kakus,cuci tangan dsb. Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton. Jam pemakaian air dalam table adalah satu kali pertunjukan
17 Gedung bioskop	10	3		
18 Toko pengecer	40	6		
19 Hotel/penginapan	250-300	10		Pedagang besar: 30 liter/tamu, 150 liter/Staf atau 5 liter per hari setiap m ² luas lantai. Untuk setiap tamu, untuk staf 120-150 liter; penginapan 200 liter. Didasarkan jumlah Jemaah per hari.
20 Gedung peribadatan	10	2		Untuk setiap pembaca yang tinggal.
21 Perpustakaan	25	6		Setiap tamu
22 Bar	30	6		Setiap tamu
23 Perkumpulan social	30	8		Setiap tempat duduk
24 Kelab malam	120-350			Setiap tamu
25 Gedung perkumpulan	150-200			Setiap staf
26 Laboratorium	100-200			

Sumber : Morimura et al, 2009

Tabel 2.3 Faktor pemakaian (%) dan jumlah alat plumbing

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

Sumber : Morimura et al, 2009

2.4.4 Penentuan dimensi pipa

Ukuran pipa untuk air bersih ditentukan berdasarkan laju aliran puncak. Dalam menentukan ukuran pipa, perlu dipertimbangkan batas kerugian gesek yang diizinkan, demikian pula batas kecepatan tertinggi, yang biasanya 2 m/detik atau kurang. Metode yang dapat digunakan dalam penentuan dimensi pipa air bersih yaitu metode kerugian gesek.

Kerugian gesek yang diizinkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{1000 \times (H - H_1)}{K \times (L + l)} \dots \dots \dots (2.4)$$

- Dengan :
- R = Kerugian gesek yang diizinkan (mm/m)
 - H = Head statik pada alat plumbing (m)
 - H_1 = Head standar pada alat plumbing (m), tabel 2.1
 - K = Koefisien sistem pipa

Menurut Morimura *et al.* (1985:76), Menurut pengalaman, koefisien K sebesar 2,0 sampai 3,0 biasanya sudah cukup.

- L = Panjang pipa lurus, pipa utama (m)
- l = Panjang pipa lurus, pipa cabang (m)

Adapun langkah-langkah perhitungan kerugian geseknya ditentukan sebagai berikut :

1. Membagi setiap ruang saniter menjadi beberapa sistem yang memungkinkan kemudahan dalam perhitungan.
2. Menentukan jalur pada setiap sistem.
3. Menentukan UAP yang ditanggung oleh tiap alat plumbing pada setiap sistem.
4. Menentukan laju aliran dari jalur pada setiap sistem berdasarkan jumlah UAP.
5. Menghitung kerugian gesek (R) pada setiap sistem sebagai batas maksimum kerugian gesek yang terjadi pada tiap jalur untuk setiap

sistemnya, lalu di plot pada grafik kurva kerugian gesek sistem, digunakan l alat plumbing yang terjauh dari sistem.

6. Setelah mendapatkan kerugian gesek pada grafik kerugian gesek, kemudian dilihat laju aliran yang ada pada jaliur tersebut, kemudian laju aliran ini di plotkan pada grafik kerugian gesek pipa yang digunakan. Setelah itu dilihat diameter pipa yang memotong laju aliran. Diameter pipa yang diambil adalah diameter pipa yang kerugian gesek jalurnya lebih kecil daripada kerugian gesek pada sistem.
7. Dari diameter, laju aliran dan kerugian gesek yang diperoleh untuk setiap jalurnya pada kurva itu juga dapat diperoleh kecepatan aliran yang terjadi pada setiap pipa untuk jalur yang berbeda (ratio v).
8. Menentukan panjang (l) yang dilewati oleh pipa dengan diameter yang berbeda pada tiap jalurnya (hanya panjang pipa utama).
9. Penentuan panjang ekivalen pipa (l') dari tiap alat plumbing di setiap jalur. Panjang ekivalen berdasarkan aksesoris yang ada pada jalur tersebut.
10. Menjumlahkan l dengan l' untuk tiap jalur lalu pada tiap sistemnya dijumlahkan.
11. Pada tiap jalur dari tiap sistem ($l + l'$) dikalikan dengan kerugian gesek yang terjadi pada jalur itu juga, lalu untuk tiap jalur pada setiap sistem dijumlahkan.
12. Jumlah dari ($l + l'$) untuk tiap sistem dikalikan dengan kerugian gesek sistem. Kemudian hasil ini dibandingkan dengan jumlah dari ($l + l'$) dikali kerugian gesek pada tiap jalur dari tiap sistem.
13. Apabila selisih antara keduanya terlalu besar, maka perlu dilakukan pengecilan pada diameter jalur yang R nya mempunyai selisih yang besar dengan R sistem, sehingga dapat diperoleh selisih yang tidak jauh berbeda.

2.5 Perhitungan Tangki Air

Apabila tekanan dan pipa tidak cukup untuk mensuplai air ke bangunan yang berada di tempat yang lebih tinggi, maka dalam hal ini dapat dilakukan penampungan terlebih dahulu ke dalam tangki-tangki air sebelum didistribusikan ke seluruh sistem. Tangki air tersebut berupa tangki air bawah dan tangki air atas.

2.5.1 Kapasitas tangki air bawah

Sebaiknya tangki bawah untuk bangunan gedung tidak diletakkan didalam tanah (ditanam), tetapi diletakkan diatas tanah dengan ketinggian sekitar 45 cm sampai 60 cm diatas tanah, agar tidak mudah terkotori, dan mudah untuk pemeliharaan. Rumus-rumus dibawah ini memberikan hubungan antara kapasitas tangki bawah dengan kapasitas pipa dinas :

$$Q_d = Q_s T \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk tangki air yang hanya digunakan menampung air minum, ukuran tangkinya adalah :

$$V_R = Q_d - Q_s T \dots\dots\dots (2.7)$$

Sedang kalau tangki tersebut juga berfungsi menyimpan air untuk pemadam kebakaran, ukuran tangkinya adalah :

$$V_R = Q_d - Q_s T + V_F \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan :

- Q_d = jumlah kebutuhan air per hari (m^3 /hari)
- Q_s = kapasitas pipa dinas (m^3 /jam)
- T = rata-rata pemakaian per hari (jam/hari)
- V_R = volume tangki air minum (m^3)
- V_F = cadangan air untuk pemadam kebakaran (m^3)

2.5.2 Kapasitas tangki atas (tangki atap)

Tangki atas dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut, yaitu sekitar 30 menit (Morimura, 1993).

Kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu diperhitungkan jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10

sampai 5 menit oleh pompa-angkat (yang memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas). Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus :

$$V_E = (Q_p - Q_{max}) T_p - Q_{pu} \times T_{pu} \dots\dots\dots (2.9)$$

- Dengan :
- V_E = kapasitas 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)

Biasanya, kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar :

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

Dan air yang diambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar Q_p . Makin dekat Q_{pu} dengan Q_p makin kecil ukuran tangki atas. Dari rumus (2.8) diatas dapat dilihat bahwa kalau $Q_{pu} = Q_p$, maka volume tangki adalah :

$$V_E = Q_{pu} \times T_{pu} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.5.3 Kapasitas pompa pengisi tangki

2.5.3.1 Laju aliran air

Dalam suatu sistem dengan tangki atas biasanya kapasitas pompa diambil sama dengan kebutuhan air pada jam maksimum.

2.5.3.2 Tinggi Angkat

Tinggi angkat pompa dapat dinyatakan dengan rumus berikut :

$$H = H_s + H_d = H_{fsd} + v^2/2g \dots\dots\dots (2.11)$$

$$H = H_a + H_{fsd} + v^2/2g \dots\dots\dots (2.12)$$

- Dengan :
- H = Tinggi angkat total (m)
 - H_s = Tinggi hisap (m)
 - H_d = Tinggi tekan (m)

H_a = Tinggi potensial (m)

H_{fsd} = Krugian gesek dalam pipa hisap dan pipa tekan (m)

$v^2/2g$ = Tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa (m)

$$H_{fsd} = \frac{Q^{1,85}}{(0,00155 \times D^{2,63} \times C)^{1,85}} L \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan : L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa air bersih

C = konstanta untuk pipa yang digunakan (pada gambar kerugian gesek)

Q = debit air rata-rata (ltr/detik)

2.6 Sistem Pembuangan

2.6.1 Pengertian air buangan

Menurut Notoatmodjo (2007) air limbah atau air buangan adalah sisa yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat umum lainnya dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup.

2.6.2 Jenis air buangan

Air buangan dapat dibagi menjadi empat golongan yaitu :

1. Air kotor, yaitu air buangan yang berasal dari kloset, peturasan, dan air buangan yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat-alat plumbing lainnya.
2. Air bekas, yaitu air buangan yang berasal dari alat-alat plumbing lainnya seperti bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur dan sebagainya.
3. Air hujan, yaitu air hujan yang jatuh dari atap dan dari air halaman.
4. Air buangan khusus, yaitu air buangan yang mengandung gas, racun atau bahan-bahan berbahaya.

Air buangan yang direncanakan pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* hanya air kotor dan air bekas saja.

2.6.3 Sistem pembuangan air

Sistem pembuangan air kotor dan air bekas digunakan sistem terpisah. Dimana air kotor dan air bekas masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah. Untuk daerah dimana tidak ada riol umum yang dapat menampung air bekas maupun air kotor, maka sistem pembuangan air kotor akan disambungkan ke instalasi pengolahan air kotor terlebih dahulu.

2.6.4 Kemiringan dan kecepatan aliran pipa pembuangan

Kemiringan pipa pembuangan dimaksudkan untuk mengalirkan air buangan dengan cepat yang biasanya mengandung bagian-bagian padat.

Biasanya pipa dianggap tidak penuh berisi air buangan, melainkan hanya tidak lebih dari 2/3 terhadap penampang pipa, sehingga bagian atas yang “kosong” cukup untuk mengalirkan udara.

Tabel 2.4 Kemiringan pipa pembuangan horizontal.

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

Sumber : Morimura et al, 2009

Kepkatan terbaik dalam pipa berkisar antara 0,6 sampai 1,2 m/detik dan ukuran pipa sebaiknya tidak kurang dari 50 mm.

2.7 Perancangan Sistem Pipa Air Buangan

2.7.1 Hal-hal umum

- 1) Pipa cabang mendatar harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar dari perangkat alat plumbing yang dilayaninya. Diameter perangkat dan pipa pengering alat plumbing dapat dilihat dalam tabel 2.5.
- 2) Ukuran minimum pipa tegak sama dengan diameter terbesar cabang mendatar yang disambungkan ke pipa tegak tersebut.

- 3) Pipa yang ditanam dalam tanah atau dibawahnya lantai minimal berukuran 50 mm.

Tabel 2.5 Diameter minimum, prangkap dan pipa pembuangan alat plumbing.

Alat Plumbing	Diameter perangkap minimum (mm)	Diameter buangan alat plumbing minimum (mm)	Catatan
1 Kloset	75	75	
2 Peturasan :			
- Tipe menempel dinding	40	40	
- Tipe gantung di dinding	40-50	40-50	1)
- Tipe dengan kaki, siphon jet atau <i>blow out</i>	75	75	2)
- Untuk umum : untuk 2 orang	50	50	
Untuk 3-4 orang	65	65	
Untuk 5-6 orang	75	75	
3 Bak cuci tangan (lavatory)	32	32-40	3)
4 Bak cuci tangan (wash basin)			
- Ukuran biasa	32	32	
- Ukuran kecil	25	25	4)
5 Bak cuci, Praktek dokter gigi, salon dan tempat cukur	32	32-40	3)
6 Pancuran minum	32	32	
7 Bak mandi :			
- Berendam (Bath tub)	40-50	40-50	5)
- Model Jepang (untuk di rumah)	40	40-50	5)
- Untuk umum	50-75	50-75	6)
8 Pancuran mandi (dalam ruangan)	50	50	
9 Bidet	32	32	7)
10 Bak cuci, untuk pel	65	65	
- Ukuran besar	75-100	75-100	8)
11 Bak cuci pakaian	40	40	
12 Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	50	
13 Kombinasi bak cuci tangan, untuk 2-4 orang	40-50	40-50	
14 Bak cuci tangan, rumah sakit	40	40-50	3)
15 Bak cuci, laboratorium kimia	40-50	40-50	9)
16 Bak cuci, macam-macam :		40-50	

Alat Plumbing	Diameter perangkap minimum (mm)	Diameter buangan alat plumbing minimum (mm)	Catatan
- Dapur, untuk rumah	40-50	50	10)
- Hotel, komersial	50		
- Bar	32	32	11)
- Dapur kecil, cuci piring	40-50	40-50	
- Daour, untuk cuci sayuran	50	50	
- Penghancur kotoran (disposer) untuk rumah	40	40	
-Penghancur kotoran (disposer) besar (untuk restoran)	50	50	11)
17 Buangan lantai (floor drain)	40-75	40-75	

Sumber : Morimura et al, 2009

Catatan :

- 1) Ada dua macam perangkap dan pipa buangan, sesuai dngan tipe peturasannya.
- 2) Tidak slalu tersedia di toko.
- 3) Pipa buanga 32 mm boleh digunakan, tetapi karena pipa ven mudah rusak lebih disukai sistem ven dengan lup. Dianjurkan meenggunakan pipa buangan 40 mm untuk menjamin ventilasi dan mengatasi kemungkinan mengendapnya sabun atau bahan lainnya pada dinding dalam pipa.
- 4) Bak cuci tangan kecil ini biasanya tanpa lubang peluap, dan digunakan dalam kakus atau kamar mandi rumah atau *apartment*. Pipa buangan alat plumbing harus berukuran 32 mm.
- 5) Pipa ven harus dipasang kalau ukuran pipa buangan 40 mm. Kalau ada kraguan tentang ukuran pipa ven, hendaknya dipasang ukuran buangan 50 mm.
- 6) Ukuran pipa buangan harus disesuaikan dengan kapasitas bak.
- 7) Di beberapa Negara bagian di Amerika Serikat jenis ini dilarang, karena letak lubang air keluar rendah sehingga ada kekhawatiran pencemaran oleh ar kotor dan alat plumbing lainnya.
- 8) Ada dua macam ukuran pipa buangan 75 dan 100mm.
- 9) Ada dua macam perangkap dan pipa buangan sesuai dengan tipe bak cucinya.
- 10) Pipa buangan 40 mm untuk perangkap "P" dan 50 mm untuk penangkap lemak.
- 11) Untuk kamar mandi "barat" sebenarnya tidak dipasang buangan lantai. Kalau memang diperlukan, seperti dalam kamar mandi Indonesia, ukuran harus disesuaikan dengan banyaknya air yang dibuang.

2.7.2 Cara menentukan ukuran pipa pembuangan

Langkah-langkah penentuan dimensi pipa air buangan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan daerah atau jalur tiap sistem pada ruang saniter.
2. Menentukan besarnya beban unit alat plumbing (UAP) dari setiap alat plumbing pada tiap jalur yang telah ditetapkan.

3. Menentukan nilai beban UAP kumulatif dari setiap alat plumbing sampai pada alat plumbing yang terakhir.
4. Menentukan diameter minimum pipa air buangan alat plumbing untuk masing-masing alat plumbing.
5. Menentukan diameter maksimum pipa air buangan alat plumbing untuk masing-masing alat plumbing.
6. Menentukan slope yang digunakan pada pipa air buangan masing-masing alat plumbing yang menuju pipa pembuangan gedung.

2.8 Sistem Ven

Bagian terpenting dari sistem pembuangan adalah perangkap dan pipa ven. Perangkap berfungsi untuk mencegah masuknya gas yang berbau ataupun beracun, atau bahkan serangga ke pipa pembuangan. Hal tersebut bisa terjadi karena pipa pembuangan tidak terus menerus digunakan. Perangkap merupakan suatu “penyekat” atau penutup air yang mencegah masuknya gas-gas tersebut. Kedalaman penutup air berkisar antara 50 mm sampai 100 mm. Pipa ven bertujuan untuk menjaga agar perangkap tetap mempunyai sekat air.

2.8.1 Tujuan sistem ven

Pipa ven merupakan bagian penting dalam suatu sistem pembuangan.

Tujuan pemasangan pipa ven adalah sebagai berikut :

1. Menjaga sekat perangkap dan efek sipon atau tekanan.
2. Menjaga aliran yang lancar dalam pipa pembuangan.
3. Mensirkulasikan udara dalam pipa pembuangan.

2.8.2 Penentuan ukuran pipa ven

- 1) Ukuran pipa ven lup dan pipa ven sirkit minimum 32 mm dan tidak boleh kurang dari setengah kali diameter cabang mendatar pipa buangan atau pipa tegak ven yang disambungkannya.
- 2) Ukuran ven pipa tegak tidak boleh kurang dari pipa tegak air buangan yang dilyaninya.

- 3) Ukuran pipa ven tunggal minimum 32 mm dan tidak boleh kurang dari setengah kali diameter pipa pengering alat plumbing yang dilayaninya.
- 4) Ukuran pipa ven pelepas offset harus sama dengan atau lebih besar dari diameter pipa tegak ven atau pipa tegak air buangan (yang terkecil).
- 5) Ukuran pipa ven *yoke* harus sama dengan atau lebih besar dari diameter pipa tegak ven atau pipa tegak air buangan (yang terkecil diantara keduanya).
- 6) Pipa ven untuk bak penampung minimum harus 50 mm dalam keadaan apapun.

Ukuran pipa ven didasarkan pada unit beban alat plumbing dari pipa pembuangan yang dilayaninya, dan panjang ukur pipa ven tersebut.

2.6. Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasli Penelitian
1.	Afandi (2014)	<p>1. Menentukan perencanaan sistem penyediaan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan pengunjung pada kawasan Jember Sport Garden?</p> <p>2. Menentukan dimensi pipa yang digunakan pada sistem penyediaan air bersih?</p> <p>3. Menentukan perencanaan sistem penyaluran air buangan pada kawasan Jember Sport Garden?</p> <p>4. Menentukan dimensi pipa yang digunakan pada sistem penyaluran air buangan?</p>	<p>1. Persiapan</p> <p>2. Pengumpulan data</p> <p>3. Pengolahan data :</p> <p>a. Analisis penyediaan air bersih</p> <p>- Perhitungan kebutuhan air bersih</p> <p>- Perhitungan kapasitas dan dimensin <i>ground reservior</i></p> <p>- Perhitungan kapasitas dan dimensi <i>roof tank</i></p> <p>- Penentuan dimensi pipa air bersih dari <i>ground reservior</i> ke <i>roof tank</i></p> <p>- Perhitungan <i>headloss</i> dan ketinggian <i>roof tank</i></p> <p>- Perhitungan head pompa air</p>	<p>1. Sistem penyediaan air bersih :</p> <p>a. Kebutuhan air bersih</p> <p>b. Kapasitas tangki atas dan tangki bawah</p> <p>c. Dimensi pipa dari bawah ke tangki atas</p> <p>d. Ketinggian tangki atas</p> <p>e. Daya pompa</p> <p>f. Dimensi pipa air bersih</p> <p>2. Sistem penyaluran air buangan :</p> <p>a. Dimensi pipa <i>grey water</i></p> <p>b. Dimensi pipa <i>black water</i></p> <p>c. Dimensi pipa ven</p>

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			bersih - Perhitungan dimensi pipa air	
			bersih b. Analisis penyaluran air buangan - Penentuan beban unit alat plambing - Penentuan beban unit alat plambing kumulatif - Perhitungan dimensi pipa air buangan - Perencanaan sitem ven	
2	Lestari (2017)	1. Menentukan dimensi tangki bawah dan tangki atas pada kondisi eksisting dan berdasarkan hasil penelitian di Tower 5 Apartemen Anderson	1. Persiapan 2. Pengumpulan data 3. Pengolahan data : a. Analisis penyediaan air bersih - Menghitung kebutuhan air	1. Dimensi tangki bawah dan tangki atas 2. Jenis dan daya pompa 3. Diameter pipa dari tangki bawah menuju tangki atas

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		2. Menentukan daya pompa pada kondisi eksisting dan berdasarkan hasil penelitian	bersih berdasarkan unit beban alat plambing - Menentukan kebutuhan air	
		3. Menentukan dimensi pipa yang digunakan pada kondisi eksisting dan berdasarkan hasil penelitian sistem penyediaan air bersih	bersih berdasarkan jumlah penghuni - Menghitung kapasitas dan Dimensin tendon bawah - Menghitung kapasitas dan Dimensi tangki atas - Penentuan dimensi pipa air bersih dari tendon bawah ke tangki atas - Menghitung head pompa air bersih b. Analisis penyaluran air bersih - Menghitung <i>headloss</i> dan	

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			ketinggian tangki atas - Mengitung dimensi pipa air bersih	
3	Gumilar (2011)	1. Mengidentifikasi jenis dan fasilitas plumbing yang ada pada gedung yang disesuaikan dengan kebutuhan serta standard yang telah ditentukan. 2. Membuat konsep rancangan dan perencanaan plumbing air bersih, air kotor dan ven yang tepat pada gedung Kantor Administrasi Bandara Internasional Adi Soemarno.	1. Permohonan ijin 2. Pengumpulan data dan informasi 3. Studi Pustaka 4. Tahap-tahap perencanaan : - Perkiraan jumlah penghuni dan penumpang - Perkiraan jumlah debit - Perkiraan volume bak penampung air bersih - Perkiraan diameter pipa, tebal pipa, dan kapasitas pompa - Perkiraan volume air buangan - Perkiraan volume septic tank	1. Perkiraan jumlah penghuni 2. Debit air 3. Kebutuhan penyediaan air bersih 4. Diameter pipa air bersih 5. Volume bak penampungan air bersih 6. Volume air buangan penghuni + penumpang 7. Sistem ven

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Suhardiyanto (2016)	<p>1. Melakukan perancangan plambing instalasi air bersih dan air buangan serta sistem distribusi air yang digunakan sesuai dengan perhitungan kebutuhan air bersih dan air buangan pada bangunan.</p> <p>2. Melakukan analisa perhitungan pompa transfer yang akan digunakan untuk mengalirkan air dari <i>Ground Water Tank</i> menuju <i>Roof Tank</i> dan <i>Booster Pump</i> yang akan digunakan untuk mendistribusikan air bersih dari <i>Roof Tank</i> menuju peralatan saniter sehingga</p>	<p>1. Pengumpulan data</p> <p>2. Pengolahan data :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perhitungan populasi penghuni tiap lantai - Perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penghuni - Perhitungan volume tangki air bersih yang digunakan <p>3. Perancangan Instalasi Air bersih</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penentuan bak penampung dan jalur instalasi pemipaan air bersih - Perhitungan dimensi pipa yang digunakan - Perhitungan pompa yang digunakan - Pembuatan gambar instalasi air bersih 	<p>1. Kebutuhan air bersih</p> <p>2. Volume tangki air bersih</p> <p>3. Dimensi pipa yang digunakan</p> <p>4. Kapasitas dan daya pompa</p>

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasli Penelitian
5.	Riyanti (2018)	<p>tekanan distribusi air bersih tercukupi.</p> <p>Merencanakan sistem plambing penyediaan air bersih dan penyaluran air buangan pada gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi berdasarkan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing/</p>	<p>4. Perancangan Instalasi Air Buangan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penentuan jalur instalasi pemipaan air buangan - Perhitungan dimensi pipa yang digunakan - Pembuatan gambar instalasi air buangan <p>1. Pengumpulan data</p> <p>2. Perencanaan air bersih</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perhitungan kebutuhan air berdasarkan unit beban alat plambing - Mendesain jalur pipa air bersih berdasarkan denah gedung - Perhitungan dimensi dan <i>headloss</i> 	<p>1. Kebutuhan air bersih</p> <p>2. Kapasitas pompa</p> <p>3. Dimensi pipa</p> <p>4. <i>Head</i> pompa</p> <p>5. Daya pompa</p>

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasli Penelitian
			<p>perpipaan air bersih berdasarkan desain jalur perpipaan</p> <ul style="list-style-type: none">- Menghitung daya pompa- Menghitung kapasitas <i>roof tank</i> dan <i>grounf tank</i>- penggambaran denah, detail dan isometrik <p>4. Perencanaan air buangan</p> <ul style="list-style-type: none">- Penentuan jenis sistem penyaluran air buangan yang digunakan- Mendesain jalur perpipaan- Menghitung dimensi pipa air buangan- Menghitung dimensi pipa air hujan- Isometri air buangan	

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di proyek pembangunan *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* yang terletak di dalam universitas Jember. Lokasi proyek dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan.

3.2 Sumber Data Penelitian

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait. Data yang diperoleh dari PT. Selaku Kontraktor dari proyek pembangunan yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian Layout plan proyek pembangunan.

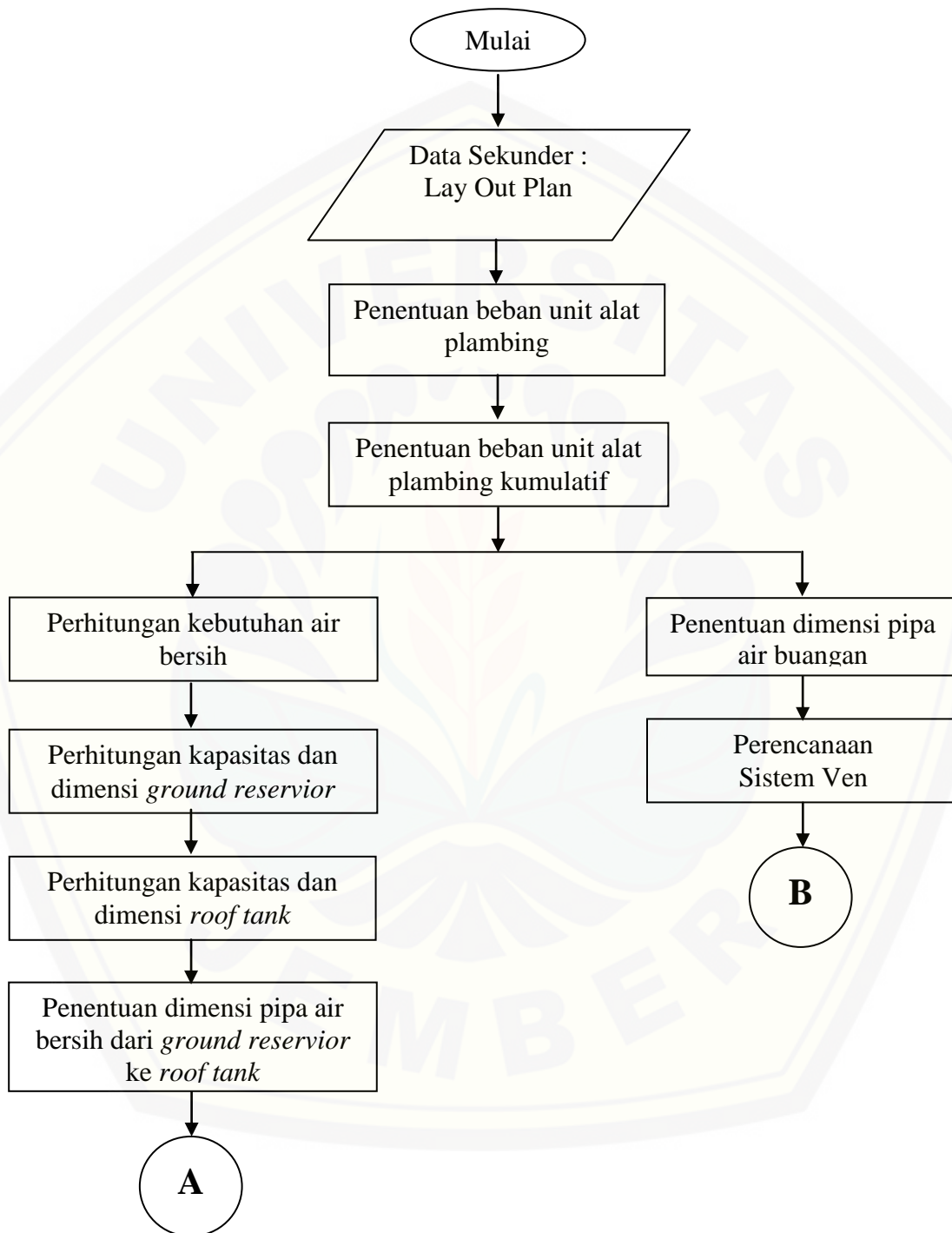
3.3 Tahap Pengolahan Data

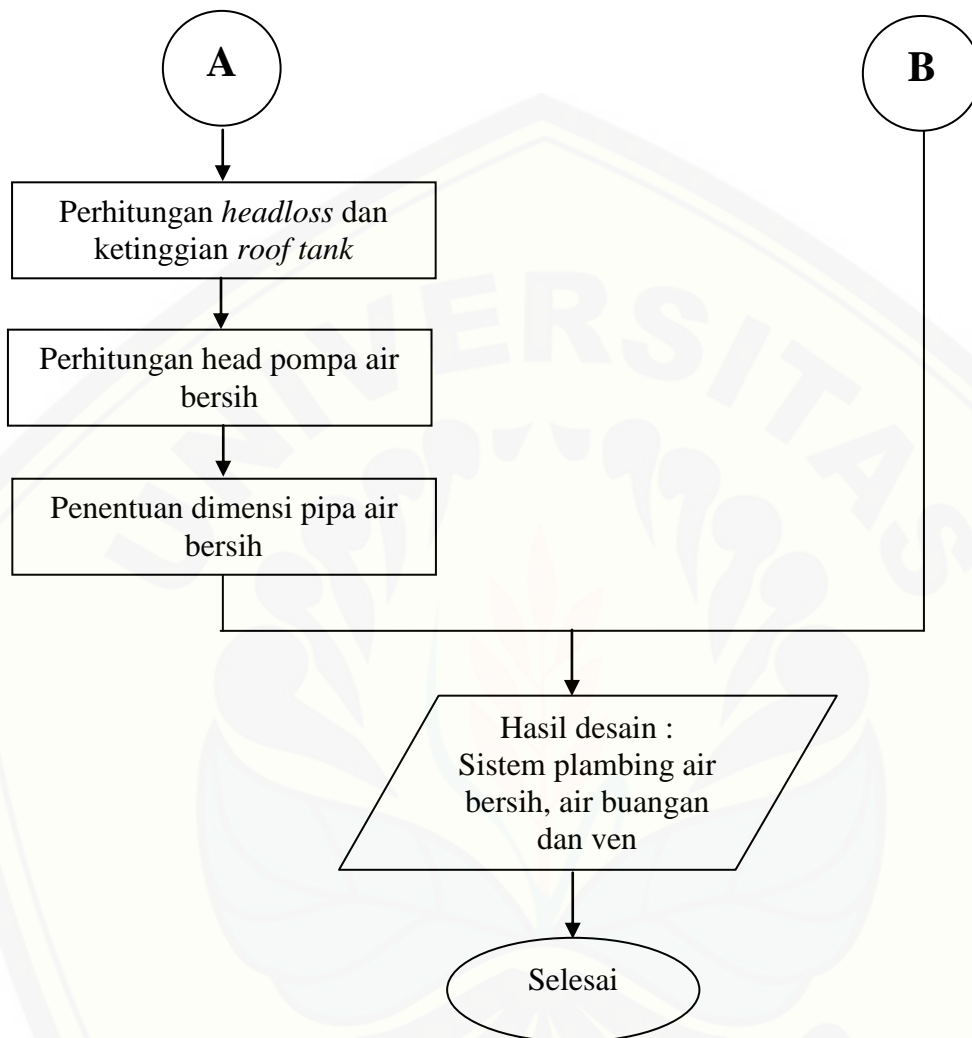
Adapun tahapan pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis penyediaan air bersih
 - a. Perhitungan kebutuhan air bersih
 - b. Perhitungan kapasitas dan dimensi *ground reservior*
 - c. Perhitungan kapasitas dan dimensi *roof tank*
 - d. Penentuan dimensi pipa air bersih dari *ground reservior* ke *roof tank*
 - e. Perhitungan ketinggian *roof tank*
 - f. Perhitungan dimensi pipa air bersih

2. Analisis penyaluran air buangan
 - a. Penentuan beban unit alat plambing
 - b. Penentuan beban alat plambing kumulatif
 - c. Perhitungan dimensi pipa air buangan
 - d. Perencanaan sistem ven

3.4 Langkah Penelitian





BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada gedung *Laboratory Engineering Biotechnology* maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perencanaan gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* membutuhkan debit air bersih harian sebesar 230,4 m³/hari dan debit air buangan sebesar 184,32 m³/hari
2. Berdasarkan perencanaan kapasitas *ground reservoir* yang didapat pada gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* adalah sebesar 76,8 m³ dengan dengan dimensi tangki yaitu tinggi 7 meter, lebar 4 meter, dan panjang 2,75 meter. Sedangkan kapasitas *Roof Tank* adalah sebesar volume sebesar 18 m³ dengan dimensi tangki yaitu tinggi 3 meter, lebar 3 meter dan panjang 2 meter.
3. Berdasarkan perencanaan gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* dibutuhkan dimensi pipa air bersih dengan diameter 30 mm, 40 mm, dan 50 mm sebagai saluran air untuk menyalurkan air ke seluruh alat plambing, dimensi pipa air buangan dengan diameter *grey water* sebesar 40 mm, 65 mm, 80 mm untuk *grey water* dan *black water* sebesar 80 mm, 100 mm untuk mengalirkan sisa pembuangan, serta dimensi pipa ven dengan diameter pipa 40 mm, 65 mm, 80 mm, dan 100 mm sebagai ventilasi aliran pembuangan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan perhitungan *Bill of Quantity* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk sistem plambing gedung *Laboratory Engineering Biotechnology*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, M. H. 2014. Perencanaan Sistem Plumbing pada Proyek Pembangunan Jember Sport Garden (JSG). *Skripsi*. Universitas Jember.
- Gumilar, G. 2011. *Perencanaan Plumbing Air Bersih dan Air Kotor. Skripsi*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Lestari, L. P. 2017. Perencanaan Sistem Plumbing pada Proyek Pembangunan Tower 5 Apartemen Anderson Surabaya. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Mangkudiharjo, S. 1985. *Penyediaan Air Bersih Jilid 1 dan 2*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Noerbambang, S.M. dan Morimura, T. 2000. *Perancangan dan Pemeliharaan Plumbing*. Bandung: Pradnya Paramita.
- Prakoso, S. S dan Razif, M. *Perencanaan Ulang Sistem dan Pengolahan Air Limbah pada Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya*. Jurnal Teknik ITS. 7(1) : 49-50.
- Riyanti, A. Mahardi dan Saputra N.W. 2018. *Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Dan AirBuangan Gedung SMK Negeri 3 Kota Jambi*. Jurnal Daur Lingkungan. 1(1): 35-40.
- Suhardiyanto. 2016. *Perancangan Sistem Plumbing Instalasi Air Bersih Dan AirBuangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai*. Jurnal Teknik Mesin (JTM). 5(2): 1-8.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Jumlah Penghuni Lantai 1 dan Lantai 2

No	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas (orang)
1	Welding room	85	33
2	Machinery 1 room	110	42
3	Casting room	85	33
4	Packaging room	110	42
5	Technician room	28	7
6	Material room	32	
7	Male Toilet	20	
8	Female Toilet	20	
9	Ruang Panel	10	
10	genset Room	25	
11	Koridor	140	
12	Lobby Lift	25	
13	Lobby	48	
14	solar cell Production Workshop	315	
Total		1053	157

No	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas (orang)
1	Machinery 2	90	35
2	Machinery 3	90	35
3	CNC Room	80	31
4	material Testing Room	80	31
5	Material Room	28	
6	Head Lab	32	8
7	Toilet	40	
8	Ruang Panel	6	
9	Lobby Lift	25	
10	meteorology & measurement control room	120	46
11	Technisian Room	32	8
Total		623	193

Lampiran 2. Perhitungan Jumlah Penghuni Lantai 3, 4 dan 5

No	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas (orang)
1	Lecturer Room	70	18
2	Classroom	401	201
3	Toilet	40	20
4	Lobby Lift	25	13
Total		536	251

No	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas (orang)
1	Elka Terapan Room	100	38
2	Power System Room	100	38
3	Lecturer Room	120	30
4	Multimedia Classroom	63	32
5	Toilet	40	
6	PLP Room	30	
7	Headlab Room	30	8
8	Lobby Lift	25	
9	Islamic Prayer Room	20	
Total		528	146

No	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas (orang)
1	Basic Electricity	100	38
2	Energy Convention	100	38
3	Cad Room	80	40
4	Control Room	60	15
5	Head Lab	8	2
6	Technician Room	7	2
7	Toilet	40	
8	Lobby Lift	25	
9	Koridor		
Total		420	136

Lampiran 3. Perhitungan Jumlah Penghuni Lantai 6 dan Rekap Kapasitas Tiap Lantai

No	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas (orang)
1	Applied Telecommunication	75	29
2	Thermal & Fluida	160	62
3	Computer & Multimedia	135	52
4	Equipment Room	26	10
5	Toilet	40	
6	Material Room	21	
7	Headlab	7	2
8	Lobby Lift	30	
9	Server Room	8	
10	Technician Room	8	2
Total		510	156

Lantai	Kapasitas (Orang)
1	157
2	193
3	251
4	146
5	136
6	156

Lampiran 4. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 6

Lantai	Daerah	Alat Plambing	Daerah	I Beban Unit Alat Plambing	II Laju Aliran	III Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m)	IV Ratio	V Ratio	VI I	VII I'	VIII I + I'	IX R	X Ukuran Pipa Perkecil	XI R	XII R	XIII Ukuran Pipa Diperoleh
Lantai 6	Sistem pipa kiri	U	Atap-A	190	365	50	190	2,3	1	2,1	3,1	1530	0	0	1530	50
			A-a1	140	290	50	170	2,8	10	2,1	12,1	785,4	0	0	785,4	50
			a1-c1	100	250	50	100	2,2	6,9	2,1	9	604,8	0	0	604,8	50
			c1-a3	60	200	50	120	2	3,948	3,6	7,548	893,4	0	0	893,4	40
			a3-b3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			b3-c3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			c3-d3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
		WC	a1-b1	90	240	50	90	1,8	3	2,16	5,16	464,4	0	0	464,4	50
			b1-d1	40	175	40	115	1,9	4,145	2,4	6,545	752,675	0	0	752,675	40
			d1-e1	40	175	40	115	1,9	6,145	3,6	9,745	1120,68	0	0	1120,68	40
		LV	a2-b2	3	100	30	190	2,3	5,145	3	8,145	1547,55	0	0	1547,55	30
			b2-c2	2	100	30	190	2,3	4,145	3	7,145	1357,55	0	0	1357,55	30
			b2-d2	1	100	30	190	2,3	4,145	2,4	6,545	1243,55	0	0	1243,55	30

Lampiran 5. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 5

Lantai	Daerah	Alat Plambing	Daerah	I Beban Unit Alat Plambing	II Laju Aliran	III Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m)	IV Ratio	V Ratio	VI L	VII I'	VIII I + I'	IX R	X Ukuran Pipa Perkecil	XI R	XII R	XIII Ukuran Pipa Diperoleh
Lantai 5	Sistem pipa kiri	U	A-B	190	365	50	190	2,3	4	2,1	6,1	1530	0	0	1530	50
			B-a1	140	290	50	170	2,8	10	2,1	12,1	785,4	0	0	785,4	50
			a1-c1	100	250	50	100	2,2	6,9	2,1	9	604,8	0	0	604,8	50
			c1-a3	60	200	50	120	2	3,948	3,6	7,548	893,4	0	0	893,4	40
			a3-b3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			b3-c3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			c3-d3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			a1-b1	90	240	50	90	1,8	3	2,16	5,16	464,4	0	0	464,4	50
			b1-d1	40	175	40	115	1,9	4,145	2,4	6,545	752,675	0	0	752,675	40
		d1-e1	40	175	40	115	1,9	6,145	3,6	9,745	1120,68	0	0	1120,68	40	
		LV	a2-b2	3	100	30	190	2,3	5,145	3	8,145	1547,55	0	0	1547,55	30
			b2-c2	2	100	30	190	2,3	4,145	3	7,145	1357,55	0	0	1357,55	30
			b2-d2	1	100	30	190	2,3	4,145	2,4	6,545	1243,55	0	0	1243,55	30

Lampiran 6. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 4

Lantai	Daerah	Alat Plambing	Daerah	I Beban Unit Alat Plambing	II Laju Aliran	III Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m)	IV Ratio	V Ratio	VI I	VII I'	VIII I + I'	IX R	X Ukuran Pipa Perkecil	XI R	XII R	XIII Ukuran Pipa Diperoleh
Lantai 4	Sistem pipa kiri	U	B-C	190	365	50	190	2,3	4	2,1	6,1	1530	0	0	1530	50
			C-a1	140	290	50	170	2,8	10	2,1	12,1	785,4	0	0	785,4	50
			a1-c1	100	250	50	100	2,2	6,9	2,1	9	604,8	0	0	604,8	50
			c1-a3	60	200	50	120	2	3,948	3,6	7,548	893,4	0	0	893,4	40
			a3-b3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			b3-c3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			c3-d3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
		WC	a1-b1	90	240	50	90	1,8	3	2,16	5,16	464,4	0	0	464,4	50
			b1-d1	40	175	40	115	1,9	4,145	2,4	6,545	752,675	0	0	752,675	40
			d1-e1	40	175	40	115	1,9	6,145	3,6	9,745	1120,68	0	0	1120,68	40
		LV	a2-b2	3	100	30	190	2,3	5,145	3	8,145	1547,55	0	0	1547,55	30
			b2-c2	2	100	30	190	2,3	4,145	3	7,145	1357,55	0	0	1357,55	30
			b2-d2	1	100	30	190	2,3	4,145	2,4	6,545	1243,55	0	0	1243,55	30

Lampiran 7. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 3

Lantai	Daerah	Alat Plambing	Daerah	I Beban Unit Alat Plambing	II Laju Aliran	III Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m)	IV Ratio	V Ratio	VI L	VII I'	VIII I + I'	IX R	X Ukuran Pipa Perkecil	XI R	XII R	XIII Ukuran Pipa Diperoleh
Lantai 3	Sistem pipa kiri	U	C-D	190	365	50	190	2,3	4	2,1	6,1	1530	0	0	1530	50
			D-a1	140	290	50	170	2,8	10	2,1	12,1	785,4	0	0	785,4	50
			a1-c1	100	250	50	100	2,2	6,9	2,1	9	604,8	0	0	604,8	50
			c1-a3	60	200	50	120	2	3,948	3,6	7,548	893,4	0	0	893,4	40
			a3-b3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			b3-c3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			c3-d3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
		WC	a1-b1	90	240	50	90	1,8	3	2,16	5,16	464,4	0	0	464,4	50
			b1-d1	40	175	40	115	1,9	4,145	2,4	6,545	752,675	0	0	752,675	40
			d1-e1	40	175	40	115	1,9	6,145	3,6	9,745	1120,68	0	0	1120,68	40
		LV	a2-b2	3	100	30	190	2,3	5,145	3	8,145	1547,55	0	0	1547,55	30
			b2-c2	2	100	30	190	2,3	4,145	3	7,145	1357,55	0	0	1357,55	30
			b2-d2	1	100	30	190	2,3	4,145	2,4	6,545	1243,55	0	0	1243,55	30

Lampiran 8. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 2

Lantai	Daerah	Alat Plumbing	Daerah	I Beban Unit Alat Plumbing	II Laju Aliran	III Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m)	IV Ratio	V Ratio	VI I	VII I'	VIII I + I'	IX R	X Ukuran Pipa Perkecil	XI R	XII R	XIII Ukuran Pipa Diperoleh
Lantai 2	Sistem pipa kiri	U	D-E	190	365	50	190	2,3	4	2,1	6,1	1530	0	0	1530	50
			E-a1	140	290	50	170	2,8	10	2,1	12,1	785,4	0	0	785,4	50
			a1-c1	100	250	50	100	2,2	6,9	2,1	9	604,8	0	0	604,8	50
			c1-a3	60	200	50	120	2	3,948	3,6	7,548	893,4	0	0	893,4	40
			a3-b3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			b3-c3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			c3-d3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
		WC	a1-b1	90	240	50	90	1,8	3	2,16	5,16	464,4	0	0	464,4	50
			b1-d1	40	175	40	115	1,9	4,145	2,4	6,545	752,675	0	0	752,675	40
			d1-e1	40	175	40	115	1,9	6,145	3,6	9,745	1120,68	0	0	1120,68	40
		LV	a2-b2	3	100	30	190	2,3	5,145	3	8,145	1547,55	0	0	1547,55	30
			b2-c2	2	100	30	190	2,3	4,145	3	7,145	1357,55	0	0	1357,55	30
			b2-d2	1	100	30	190	2,3	4,145	2,4	6,545	1243,55	0	0	1243,55	30

Lampiran 9. Tabel dimensi pipa air bersih Lantai 1

Lantai	Daerah	Alat Plambing	Daerah	I Beban Unit Alat Plambing	II Laju Aliran	III Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m)	IV Ratio	V Ratio	VI L	VII I'	VIII 1+I'	IX R	X Ukuran Pipa Perkecil	XI R	XII R	XIII Ukuran Pipa Diperoleh
Lantai 1	Sistem pipa kiri	U	E-F	190	365	50	190	2,3	5	2,1	7,1	1530	0	0	1530	50
			F-a1	140	290	50	170	2,8	10	2,1	12,1	785,4	0	0	785,4	50
			a1-c1	100	250	50	100	2,2	6,9	2,1	9	604,8	0	0	604,8	50
			c1-a3	60	200	50	120	2	3,948	3,6	7,548	893,4	0	0	893,4	40
			a3-b3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			b3-c3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
			c3-d3	20	140	40	90	1,75	3,845	3,6	7,445	670,06	0	0	670,06	40
		WC	a1-b1	90	240	50	90	1,8	3	2,16	5,16	464,4	0	0	464,4	50
			b1-d1	40	175	40	115	1,9	4,145	2,4	6,545	752,675	0	0	752,675	40
			d1-e1	40	175	40	115	1,9	6,145	3,6	9,745	1120,68	0	0	1120,68	40
		LV	a2-b2	3	100	30	190	2,3	5,145	3	8,145	1547,55	0	0	1547,55	30
			b2-c2	2	100	30	190	2,3	4,145	3	7,145	1357,55	0	0	1357,55	30
			b2-d2	1	100	30	190	2,3	4,145	2,4	6,545	1243,55	0	0	1243,55	30

Lampiran 10. Tabel dimensi pipa air buangan Grey Water Lantai 6, 5 dan 4

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
6	Toilet Pria	LV	1		2	40	1,5	1/50
		U	2	a-b	8	65	2,5	1/50
	Toilet Wanita	LV	1	b-c	3	40	1,5	1/50

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
5	Toilet Pria	LV	1		2	40	1,5	1/50
		U	2	a-b	8	65	2,5	1/50
	Toilet Wanita	LV	1	b-c	3	40	1,5	1/50

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
4	Toilet Pria	LV	1		2	40	1,5	1/50
		U	2	a-b	8	65	2,5	1/50
	Toilet Wanita	LV	1	b-c	3	40	1,5	1/50

Lampiran 11. Tabel dimensi pipa air buangan Grey Water Lantai 3, 2 dan 1

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
3	Toilet Pria	LV U	1 2	a-b	2 8	40 65	1,5 2,5	1/50 1/50
	Toilet Wanita	LV	1	b-c	3	40	1,5	1/50

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
2	Toilet Pria	LV U	1 2	a-b	2 8	40 65	1,5 2,5	1/50 1/50
	Toilet Wanita	LV	1	b-c	3	40	1,5	1/50

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
1	Toilet Pria	LV U	1 2	a-b	2 8	40 65	1,5 2,5	1/50 1/50
	Toilet Wanita	LV	1	b-c	3	40	1,5	1/50

Lampiran 12. Tabel dimensi pipa air buangan *Black Water* Lantai 6, 5 dan 4

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
6	Toilet Pria	WC	6	a-b	18	80	3	1/100
	Toilet Wanita	WC	6	b-c	24	80	3	1/100

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
5	Toilet Pria	WC	6	a-b	18	80	3	1/100
	Toilet Wanita	WC	6	b-c	24	80	3	1/100

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
4	Toilet Pria	WC	6	a-b	18	80	3	1/100
	Toilet Wanita	WC	6	b-c	24	80	3	1/100

Lampiran 13. Tabel dimensi pipa air buangan *Black Water* Lantai 3, 2 dan 1

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
3	Toilet Pria	WC	6	a-b	18	80	3	1/100
	Toilet Wanita	WC	6	b-c	24	80	3	1/100

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
2	Toilet Pria	WC	6	a-b	18	80	3	1/100
	Toilet Wanita	WC	6	b-c	24	80	3	1/100

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI	VII
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)	Slope
1	Toilet Pria	WC	6	a-b	18	80	3	1/100
	Toilet Wanita	WC	6	b-c	24	80	3	1/100

Lampiran 14. Tabel dimensi pipa ven Lantai 6, 5 dan 4

Lantai	Jenis Ruang	I	II	III	IV	V	VI
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)
6	Toilet Pria	LV	1	a-b	2	40	1,5
		WC	6	b-c	18	80	3
		U	2	c-d	8	65	2,5
	Toilet Wanita	LV	1	a-b	3	40	1,5
		WC	6	b-c	24	80	3
5	Toilet Pria	LV	1	a-b	2	40	1,5
		WC	6	b-c	18	80	3
		U	2	c-d	8	65	2,5
	Toilet Wanita	LV	1	a-b	3	40	1,5
		WC	6	b-c	24	80	3
4	Toilet Pria	LV	1	a-b	2	40	1,5
		WC	6	b-c	18	80	3
		U	2	c-d	8	65	2,5
	Toilet Wanita	LV	1	a-b	3	40	1,5
		WC	6	b-c	24	80	3

Lampiran 15. Tabel dimensi pipa ven Lantai 3, 2 dan 1

Lantai	Jenis Ruang	I		II		III		IV		V		VI	
		Alat Plambing	Unit alat plambing	Seksi	Unit alat plambing tiap seksi	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipakai (inchi)						
3	Toilet Pria	LV	1	a-b	2	40	1,5						
		WC	6	b-c	18	80	3						
		U	2	c-d	8	65	2,5						
	Toilet Wanita	LV	1	a-b	3	40	1,5						
		WC	6	b-c	24	80	3						
2	Toilet Pria	LV	1	a-b	2	40	1,5						
		WC	6	b-c	18	80	3						
		U	2	c-d	8	65	2,5						
	Toilet Wanita	LV	1	a-b	3	40	1,5						
		WC	6	b-c	24	80	3						
1	Toilet Pria	LV	1	a-b	2	40	1,5						
		WC	6	b-c	18	80	3						
		U	2	c-d	8	65	2,5						
	Toilet Wanita	LV	1	a-b	3	40	1,5						
		WC	6	b-c	24	80	3						

