



**EVALUASI SISTEM PLAMBING DAN HIDRAN GEDUNG TRANSMART
JEMBER**

(Study Kasus di Gedung Transmart, Jember)

***EVALUATION OF PLUMBING AND HIDRANT SYSTEM ON TRANSMART
(Case Study of Transmart Jember Building)***

TUGAS AKHIR

Oleh:

BUYUNG KURNIA SANDY

NIM 131910301111

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2019



**EVALUASI SISTEM PLAMBING DAN HIDRAN GEDUNG TRANSMART
JEMBER**

Study Kasus di Gedung Transmart, Jember

*(EVALUATION OF PLUMBING AND HIDRANT SYSTEM ON
TRANSMART)*

Case Study of Transmart Jember Building

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

BUYUNG KURNIA SANDY

NIM 131910301111

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

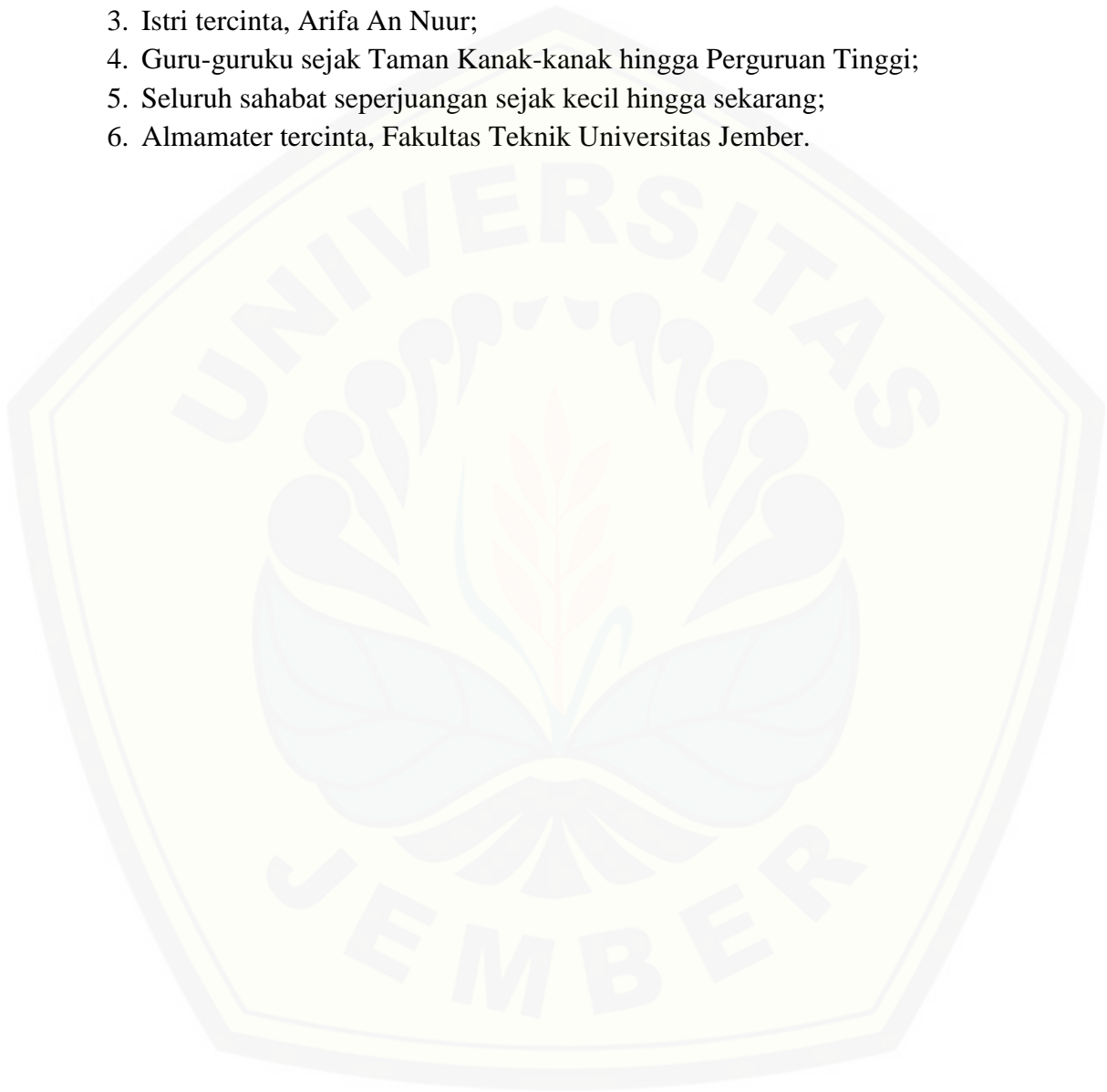
UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orangtua, Ibunda Sri Handayani dan Ayahanda Hariyono;
2. Kakak tersayang, Heppy Prasillia Hariyani;
3. Istri tercinta, Arifa An Nuur;
4. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi;
5. Seluruh sahabat seperjuangan sejak kecil hingga sekarang;
6. Almamater tercinta, Fakultas Teknik Universitas Jember.



MOTTO

Dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

(terjemahan *Q.S. Adz-Mujaadalah: 11**)

Strength does not come from winning. Your struggles develop your strengths.

*When you go through hardships and decide not to surrender,
that is strength.*

Mahatma Gandhi

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2011. Al-Qur'an dan Terjemahnya. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Buyung Kurnia Sandy

NIM : 131910301111

menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Plambing dan Hidran Gedung Transmart Jember” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

| | |
|--|--|
| | <p>Jember, Juli 2019</p> <p>Yang menyatakan,</p> <p>Buyung Kurnia Sandy</p> <p>NIM. 131910301111</p> |
|--|--|

SKRIPSI

**EVALUASI PLAMBING DAN HIDRAN GEDUNG TRANSMART
JEMBER**

oleh

Buyung Kurnia Sandy

NIM 131910301111

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ririn Endah Badriani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota :. Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Evaluasi Plambing dan Hidran Gedung Transmart Jember” oleh Buyung Kurnia Sandy, NIM 131910301111 telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

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

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

Ketua Penguji,

Anggota Penguji,

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T.
NIP 19710804 199803 1 002

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.
NIP 19710327 199803 1 003

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Sebagai bangunan pusat perbelanjaan gedung Transmart Jember dapat menarik banyak pengunjung untuk menikmati berbagai fasilitas. Untuk memberikan kenyamanan pengunjung saat berbelanja tentu dibutuhkan berbagai perencanaan, salah satunya adalah perencanaan plambing dan hidran. Sehingga kebutuhan air bersih pengunjung dapat tercukupi serta keamanan gedung terhadap bahaya kebakaran dapat diantisipasi.

Perencanaan sistem plambing gedung Transmart Jember menggunakan sistem pompa atas dan pompa bawah, serta menggunakan air sumur bor dan PDAM sebagai sumber penyedia air bersih. Perhitungan kebutuhan air bersih gedung Transmart Jember menggunakan metode unit beban alat plambing dan perhitungan dimensi pipa menggunakan metode kerugian gesek yang diizinkan.

Kebutuhan air bersih gedung Transmart Jember dalam satu hari beroperasi sebesar $210 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan menggunakan pipa berdimensi 30 mm, 40 mm, 50 mm, untuk mengalirkan air bersih dan pipa berdiameter 40 mm, 65 mm, 80 mm, dan 100 mm sebagai saluran pembuangan.

Sistem pengaman kebakaran gedung Transmart Jember menggunakan springkler dan hidran. Diantaranya berada di dalam gedung dan di luar gedung. Untuk springkler membutuhkan kapasitas sebesar $1778,76 \text{ m}^3/30 \text{ menit}$ dan hidran ruangan sebesar $499,674 \text{ m}^3/30 \text{ menit}$, serta pipa tegak basah dengan kapasitas $1620 \text{ L} / 30 \text{ menit}$.

SUMMARY

As a shopping center building Transmart Jember can attract many visitors to enjoy various facilities. To provide visitors convenience when shopping, certainly need a variety of planning, one of which is plumbing and fire hydrants plan. So that visitor's clean water needs can be fulfilled and building security against fire hazards can be anticipated.

Plumbing system planning for the Transmart Jember building uses a top pump and bottom pump system, also using bore water and PDAM as a source of clean water providers. Calculation of the clean water needs of Transmart Jember building using the plumbing device load method and the calculation of pipe dimensions using the Frictional-Loss method.

Clean water needs of the Transmart Jember building in one day operate is 210 m³ / day and using pipes with dimensions of 30 mm, 40 mm, 50 mm to drain clean water and pipes with diameters of 40 mm, 65 mm, 80 mm and 100 mm as a drain leftover water. The fire safety system of the Jember Transmart building uses sprinklers and hydrants. Which is there are inside the building and outside the building. For sprinklers requires a capacity of 1778.76 m³ / 30 minutes and boxhydrant need a capacity of water 499,674 m³ / 30 minutes, and a wet standpipe with a capacity of 1620 L / 30 minutes.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Perencanaan Jembatan Pondok Nongko Banyuwangi Menggunakan *Box Girder*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena ini, pemulis menyampaikan terima kasih kepada:

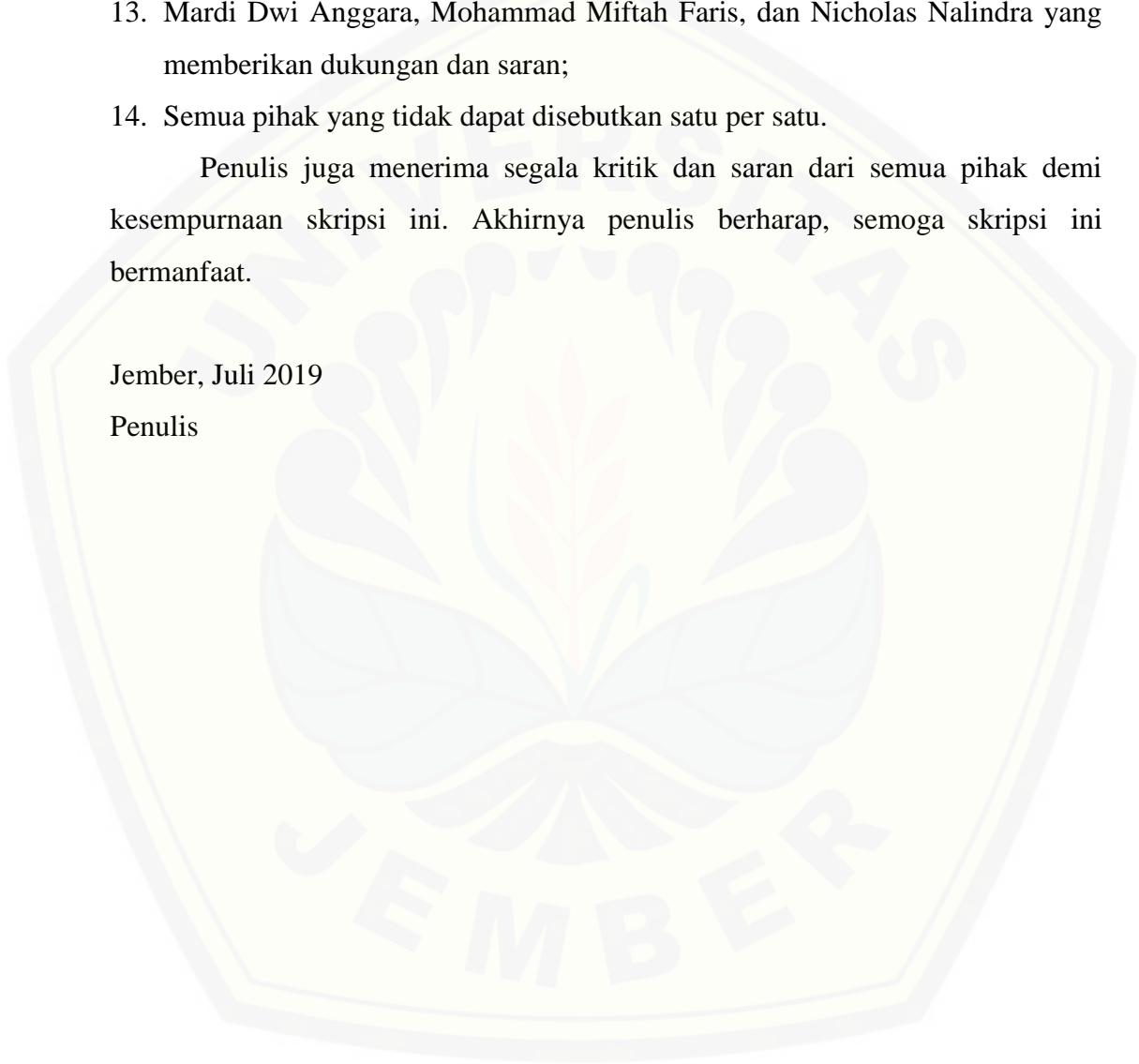
1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T., dan Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T., atas saran dan evaluasi dalam perbaikan skripsi ini;
5. Dr. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas segala saran serta bimbingannya selama penulis menenmpuh pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
6. Seluruh staff pengajar, karyawan dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember atas bantuannya;
7. Ibu Sri Handayani dan Bapak Hariyono sekeluarga yang telah memberikan dukungan dan doa demi terselesaikannya skripsi ini;
8. Arifa An Nuur., istri yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
9. Syarifuddin Baharsyah., M Ilham Fanani. yang telah membantu memberi semangat dan saran dalam pengerjaan skripsi ini;
10. Faldo Arganata Efendi, Ade Prasetyo, M Nur Faisal, Ary Heriyanto, teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan dukungan;

11. Seluruh teman Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember angkatan 2013, yang telah memberikan dukungan serta perhatian;
12. Aga Desta Rama, Musthofa Muhammad F, Julian Hidayat, Ilham Apriansyah, M Wafi Elian, dan teman-teman SMA yang memberikan semangat serta dukungan mental untuk menyelesaikan tugas akhir;
13. Mardi Dwi Anggara, Mohammad Miftah Faris, dan Nicholas Nalindra yang memberikan dukungan dan saran;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

| | |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR GAMBAR | iii |
| DAFTAR TABEL | iv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Sistem Plumbing | 5 |
| 2.1.1 Definisi Sistem Plumbing | 5 |
| 2.1.2 Fungsi Sistem Plumbing | 5 |
| 2.1.3 Jenis Sistem Plumbing | 5 |
| 2.2. Unit Beban Alat Plumbing | 6 |
| 2.3. Kebutuhan Air Bersih | 11 |
| 2.3.1 Metode Unit Beban Alat Plumbing | 11 |
| 2.3.2 Tekanan dan Kecepatan Pengaliran | 12 |
| 2.4. Perencanaan Sistem Pembuangan | 13 |
| 2.4.1 Kemiringan dan Kecepatan Aliran Pipa..... | 14 |
| 2.4.2 Klasifikasi Sistem Cara Pembuangan Air Kotor..... | 14 |
| 2.4.3 Klasifikasi Menurut Cara Pengaliran | 15 |
| 2.5. Perencanaan Sistem Ven | 15 |
| 2.5.1 Jenis-jenis Sistem Ven | 15 |
| 2.6. Penentuan Dimensi Pipa | 17 |
| 2.6.1 Jenis Distribusi | 17 |
| 2.6.2 Perencanaan Dimensi Pipa Air Bersih | 18 |
| 2.7. Spesifikasi Pompa | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8. Perencanaan Hidran | 23 |
| 2.8.1 Perencanaan Hidran Halaman | 24 |
| 2.8.2 Perencanaan <i>Box</i> Hidran | 25 |
| 2.8.3 Perencanaan Springkler..... | 26 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 28 |
| 3.1. Jenis Penelitian | 28 |
| 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian | 28 |
| 3.2.1 Tempat Penelitian | 28 |
| 3.3. Pengumpulan Data | 29 |
| 3.4. Analisis Data | 29 |
| 3.5. Pembahasan | 28 |
| 3.6. Kesimpulan | 28 |
| 3.7. Diagram Alur Penelitian | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1. Sumber Penyedia Air Bersih | 32 |
| 4.2. Kebutuhan Air Bersih | 32 |
| 4.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Gedung Transmart Jember | 32 |
| 4.2.2 Kapasitas Tangki..... | 35 |
| 4.2.3 Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih dari <i>Ground Reservoir</i> ke | |
| <i>Rooftank</i> | 37 |
| 4.2.4 Daya Pompa | 38 |
| 4.2.5 Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih..... | 43 |
| 4.3. Perhitungan Sistem Pembuangan dan Ven | 47 |
| 4.3.1 Debit Air Buangan | 48 |
| 4.3.2 Dimensi Pipa Pembuangan | 48 |
| 4.3.3 Dimensi Pipa Ven | 49 |
| 4.4. Perencanaan Fire Hidran dan Springkler | 52 |
| 4.4.1 Perencanaan Fire Hidran | 52 |
| 4.4.2 Perencanaan Springkler..... | 53 |
| 4.4.3 Rekepitulasi Kapasitas Hidran | 53 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| BAB V PENUTUP | 54 |
| 5.1. Kesimpulan | 54 |
| 5.2. Saran..... | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA | 55 |
| LAMPIRAN | 56 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Unit Beban Alat Plambing | 6 |
| Tabel 2.2 Unit Beban Katup Gelontor | 8 |
| Tabel 2.3 Unit Beban Alat Plambing Untuk Air Limbah | 9 |
| Tabel 2.4 Pemakaian Air Rata-rata Per Orang Setiap Hari | 12 |
| Tabel 2.5 Tekanan yang Dibutuhkan Alat Plambing | 13 |
| Tabel 2.6 Kemiringan Pipa Pembuangan Horizontal | 14 |
| Tabel 2.7 Panjanga Ekuivalen Untuk Katup dan Perlengkapan Lainnya | 20 |
| Tabel 2.8 Beban Maksimum Unit Beban Alat Plambing yang Diizinkan, Untuk Pipa Cabang Horizontal dan Pipa Tegak Buangan | 21 |
| Tabel 2.9 Kehilangan Tinggi Tekan pada Katup, Alat Penyesuai dan Pipa yang Dipergunakan | 23 |
| Tabel 4.1 Fasilitas Alat Plambing Gedung Transmart Jember | 33 |
| Tabel 4.2 Perhitungan Unit Beban Alat Plambing | 33 |
| Tabel 4.3 Persamaan Kebutuhan Air Bersih Harian Gedung Transmart Jember | 35 |
| Tabel 4.4 Perhitungan <i>Mayor Losses</i> Gedung Transmart Jember (Pompa Utama) | 39 |
| Tabel 4.5 Perhitungan <i>Minor Losses</i> Gedung Transmart Jember (Pompa Utama) | 39 |
| Tabel 4.6 Perhitungan <i>Mayor Losses</i> Gedung Transmart Jember (Pompa Atas) | 41 |
| Tabel 4.7 Perhitungan <i>Minor Losses</i> Gedung Transmart Jember (Pompa Atas) | 42 |
| Tabel 4.8 Perhitungan Dimensi Pipa Air Bersih | 46 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Dimensi Pipa Pembuangan (<i>Grey Water</i>) | 49 |
| Tabel 4.10 Perhitungan Dimensi Pipa Pembuangan (<i>Black Water</i>) | 49 |

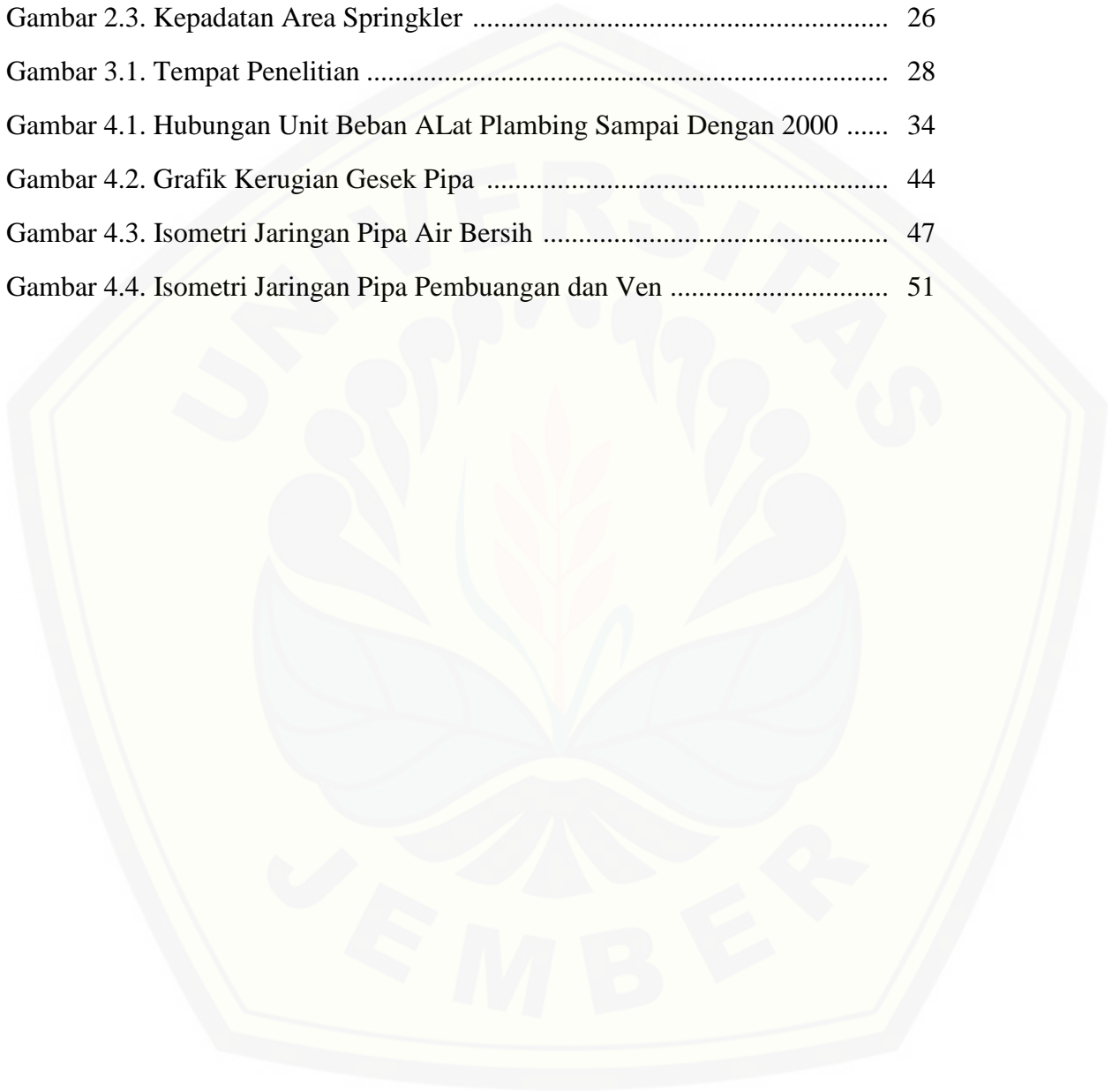
Tabel 4.11 Perhitungan Dimensi Pipa Ven 51

Tabel 4.12 Perhitungan Kapasitas Springkler Gedung Transmart Jember 53



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Hubungan Antara Unit Beban Dengan Alat Plambing | 10 |
| Gambar 2.2. Grafik Kerugian Gesek Pipa | 19 |
| Gambar 2.3. Kepadatan Area Springkler | 26 |
| Gambar 3.1. Tempat Penelitian | 28 |
| Gambar 4.1. Hubungan Unit Beban ALat Plambing Sampai Dengan 2000 | 34 |
| Gambar 4.2. Grafik Kerugian Gesek Pipa | 44 |
| Gambar 4.3. Isometri Jaringan Pipa Air Bersih | 47 |
| Gambar 4.4. Isometri Jaringan Pipa Pembuangan dan Ven | 51 |



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan Kota Jember dari tahun ke tahun semakin pesat sebagai kota tempat berbagai kegiatan baik kegiatan ekonomi, perdagangan, industri dan pendidikan. Dengan adanya berbagai kegiatan tersebut maka Kota Jember menarik minat banyak investor dan sering dikunjungi berbagai tamu yang mempunyai kepentingan di Kota Jember. Melihat peluang tersebut maka berbagai pusat perbelanjaan banyak dibangun di Kota Jember, terlebih lagi pusat perbelanjaan dengan daya tarik pengunjung yang tinggi.

Gedung Transmart Jember berlokasi di pusat Kota Jember. Gedung dengan enam lantai ini mencakup lahan parkir di area basement dan area perbelanjaan di lantai satu hingga lantai lima. Selain area perbelanjaan gedung Transmart Jember juga dilengkapi area permainan di lantai enam yang menjadi daya tarik tersendiri. Area permainan ini dilengkapi beberapa wahana permainan seperti roller coaster indoor dan permainan-permainan anak lainnya. Karena merupakan pusat perdagangan tidak dapat dipungkiri banyak manusia yang akan beraktifitas di dalamnya sehingga air merupakan aspek yang sangat penting dalam menunjang kebutuhan pengunjung Transmart Jember.

Memenuhi kebutuhan air bagi pengunjung tentu memerlukan perencanaan sistem pengaliran yang baik. Perencanaan sistem plumbing harus dapat memenuhi beberapa kebutuhan seperti air minum, air buangan, ven dan air hujan pada gedung sampai dengan pipa persil (SNI 03-7065-2005 Sistem Plambing). Hal ini dikarenakan beberapa hal diatas merupakan kebutuhan dasar sebuah pembangunan konstruksi gedung untuk memenuhi kebutuhan pengguna gedung. Sehingga debit air yang dialirkan pun sesuai dengan perencanaan pembuatan sistem plumbing. Dengan mempertimbangkan hal diatas maka perlu adanya perencanaan yang mencakup pemilihan dimensi pipa, volume tangki, volume GWT, serta aspek-aspek pendukung lainnya seperti kran, pipa hydrant, pompa air, dan lain-lain.

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. Perbedaan tinggi tiap lantai gedung dari permukaan tanah pada gedung bertingkat tidak sama, ini menyebabkan besar tekanan air bersih yang keluar dari alat plumbing pada tiap lantai tidak sama. Untuk menghasilkan tekanan dan debit air yang optimal dibutuhkan perancangan instalasi yang baik (Morimura dan Noerbambang, 1993).

Untuk mengatasi keadaan ini, diperlukan pembangunan sistem distribusi air yang baik untuk menjamin ketersediaan air bersih bagi konsumen dengan merata dan evaluasi terhadap sistem penyediaan air bersih yang ada sekarang ini, terutama sistem jaringan pipa distribusinya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kendala-kendala yang mungkin terjadi pada jaringan pipa distribusi sehingga hal tersebut menyebabkan ketidaklancaran pendistribusian air bersih pada tiap lantai. Pasokan air ke konsumen umumnya dilakukan melalui jaringan pipa distribusi air yang biasanya sangat kompleks dalam suatu gedung.

Selain air bersih tentunya perlu diperhatikan sistem pembuangan untuk mengalirkan air kotor. Sistem ini tidak jauh berbeda dengan rancangan pembuatan sistem air bersih. Hanya saja pada pembuangan air kotor tentu menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkannya. Dengan memperhatikan lokasi pembuangan maka air kotor dialirkan ke tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya (Robert, 2009). Dengan begitu maka dapat mengurangi risiko dimana air bersih tercemar oleh sisa-sisa pembuangan air.

Dalam perencanaan sistem plumbing juga perlu diperhatikan fungsi hidran. Tujuan utama dari fungsi hidran adalah pencegah kebakaran yang terjadi dalam suatu gedung (Wu dan Song, 2014). Sehingga penting untuk memasang sistem hidran dalam pembangunan gedung. Terlebih dilihat dari fungsi gedung yang digunakan untuk pusat perbelanjaan yang tentunya banyak pengunjung. Oleh karena itu, perencanaan suatu bangunan bertingkat diperlukan suatu rancangan hidrolika tersendiri untuk menganalisis tercapainya kebutuhan air yang merata pada setiap lantai dengan elevasi dan tekanan yang berbeda. Serta saluran pembuangan yang baik agar kualitas air tetap terjaga. Pada tugas akhir ini penulis melakukan

studi pada gedung bertingkat untuk menganalisis perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sesuai dengan perhitungan dan data-data yang ada.

1.2. Rumusan Masalah

Sistem perpipaan pada gedung bertingkat harus direncanakan dengan sebaik baiknya. Sehingga dalam studi ini diambil beberapa masalah yang dapat dirumuskan seperti berikut:

- 1) Apakah perencanaan sistem plambing menggunakan metode unit beban alat plambing dapat mencukupi kebutuhan air bersih gedung Transmart Jember?
- 2) Apakah perencanaan sistem plambing menggunakan metode unit beban alat plambing efektif dalam mengalirkan air kotor gedung Transmart Jember?
- 3) Bagaimana bentuk perencanaan sistem hidran gedung Transmart Jember?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah, dapat dijabarkan tujuan dari analisi ini sebagai berikut:

- 1) Mengetahui jumlah kebutuhan air bersih di gedung Transmart Jember menggunakan metode unit beban alat plambing.
- 2) Mengetahui sistem pembuangan air kotor di gedung Transmart Jember menggunakan metode unit beban alat plambing.
- 3) Mengetahui sistem hidran gedung Transmart Jember, serta kapasitas yang dibutuhkan untuk keamanan gedung terhadap bahaya kebakaran.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dipahami bahwa peneliti membatasi jenis permasalahan, sebagai berikut:

- 1) Hanya merencanakan sistem plambing aliran air bersih, air kotor, ven, dan hidran kebakaran tidak termasuk elektrik.
- 2) Tidak menghitung volume air tanah dan debit air PDAM hanya sebatas tangki penampung.

1.5. Manfaat

Manfaat penelitian ini untuk menambah pengetahuan tentang cara merencanakan suatu sistem plambing dan hidran pada gedung bertingkat menggunakan metode unit beban alat plambing.



BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Plambing

Sistem plambing merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan gedung. Oleh karena itu perencanaan dan perancangan sistem plambing harus dilakukan secara bersamaan sesuai tahapan perencanaan dan perancangan gedung itu sendiri.

2.1.1 Definisi 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 memenuhi syarat, dan membuang air bekas (kotor) dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari bagian penting lainnya, untuk mencapai kondisi higienis dan kenyamanan yang diinginkan (Pramuditya, 2010).

2.1.2 Fungsi Sistem Plumbing.

Fungsi peralatan plambing adalah menyediakan air bersih dengan sarana yang memadai pada tempat-tempat yang dikehendaki serta tekanan yang cukup. Fungsi lainnya adalah membuat sistem pembuangan dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya (Noerbambang dan Morimura, 1993).

2.1.3 Jenis Sistem Plumbing.

Jenis sistem plambing terbagi menjadi beberapa bagian dalam suatu pembangunan gedung. Pembagian tersebut disesuaikan dengan fungsi dari sistem plambing, dimana sistem tersebut mencakup beberapa hal seperti:

- a. Penyediaan air bersih / air minum.
- b. Penyediaan air panas
- c. Sistem pembuangan dan ven
- d. Peralatan saniter.

2.2 Unit Beban Alat Plumbing

Unit beban alat plumbing merupakan sebuah metode dengan menetapkan nilai pada setiap alat plumbing (*fixture unit*). Metode ini dapat digunakan untuk merencanakan dimensi pipa air bersih dan dimensi pipa air kotor.

tabel 2.1. Unit beban alat plumbing

| Perlengkapan atau peralatan ²⁾ | Ukuran pipa cabang (inci) | Pribadi (UBAB) | Umum (UBAB) | Tempat berkumpul (UBAB) ⁶⁾ |
|--|---------------------------------|-----------------------------|----------------|---|
| Bak rendam atau kombinasi bak dan <i>shower</i> | 1/2 | 4,0 | 4,0 | -- |
| Bak rendam dengan katup 3/4 inci | 3/4 | 10,0 | 10,0 | -- |
| Bidet | 1/2 | 1,0 | -- | -- |
| Pencuci pakaian | 1/2 | 4,0 | 4,0 | -- |
| Unit dental | 1/2 | -- | 1,0 | -- |
| Pencuci piring, rumah tangga | 1/2 | 1,5 | 1,5 | -- |
| Pancuran air minum, air pendingin | 1/2 | 0,5 | 0,5 | 0,75 |
| <i>Hose Bibb</i> ⁵⁾ | 1/2 | 2,5 | 2,5 | -- |
| Hose bibb, tiap pertambahan | 1/2 | 1,0 | 1,0 | -- |
| <i>Lavatory</i> | 1/2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| <i>Sprinkler</i> halaman ⁵⁾ | -- | 1,0 | 1,0 | -- |
| <i>Sink</i> /bak | | | | |
| Bar | 1/2 | 1,0 | 2,0 | -- |
| Kran klinik | 1/2 | -- | 3,0 | -- |
| Katup gelontor klinik dengan atau tanpa kran | 1 | -- | 8,0 | -- |
| Dapur, rumah tangga dengan atau tanpa pencuci piring | 1/2 | 1,5 | 1,5 | -- |
| <i>Laundry</i> | 1/2 | 1,5 | 1,5 | -- |
| Bak pel | 1/2 | 1,5 | 3,0 | -- |
| Cuci muka, tiap set kran | 1/2 | -- | 2,0 | -- |
| <i>Shower</i> | 1/2 | 2,0 | 2,0 | -- |
| Urinal, katup gelontor, 3,8 LPF (liter per flush) | 3/4 | Lihat catatan ⁷⁾ | | -- |
| Urinal, tangki pembilas | 1/2 | 2,0 | 2,0 | 3,0 |
| Pancuran cuci, <i>spray</i> sirkular | 3/4 | -- | 4,0 | -- |
| Kloset, tangki gravitasi 6 LPF (liter per flush) | 1/2 | 2,5 | 2,5 | 3,5 |

| Perlengkapan atau peralatan ²⁾ | Ukuran pipa cabang (inci) | Pribadi (UBAB) | Umum (UBAB) | Tempat berkumpul (UBAB) ⁶⁾ |
|--|---------------------------------|-----------------------------|----------------|---|
| Kloset, tangki meter air 6 LPF (liter per flush) | 1/2 | 2,5 | 2,5 | 3,5 |
| Kloset, katup meter air 6 LPF (liter per flush) | 1 | Lihat catatan ⁷⁾ | | -- |
| Kloset, tangki gravitasi > 6 LPF (liter per flush) | 1/2 | 3,0 | 5,5 | 7,0 |
| Kloset, Flushometer > 6 LPF (liter per flush) | 1 | Lihat catatan ⁷⁾ | | -- |

Sumber : SNI 8153-2015 Sistem plambing pada bangunan gedung.

CATATAN :

- ¹⁾ Ukuran dari pipa cabang air dingin, pipa cabang air panas, atau keduanya.
- ²⁾ Alat, peralatan, atau perlengkapan yang tidak dirujuk dalam tabel ini harus diijinkan untuk menjadi ukuran dengan mengacu pada perlengkapan yang memiliki laju aliran dan frekuensi penggunaan yang sama.
- ³⁾ Nilai UBAP mewakili beban untuk air dingin. Nilai UBAP untuk air dingin dan air panas yang terpisah atau yang digabung harus diperbolehkan dengan mengambil nilai $\frac{3}{4}$ dari total nilai alat plambing.
- ⁴⁾ Untuk alat plambing individu, ukuran minimum pipa cabang pemasok adalah ukuran nominal (ND).
- ⁵⁾ Perhitungan suplai untuk aliran menerus, menentukan besaran aliran (L/detik) dan perlu penambahan kebutuhan untuk sistem distribusi terpisah.
- ⁶⁾ Penggunaan untuk tempat berkumpul, lihat Tabel 2 pada SNI 8153-2015.
- ⁷⁾ Ukuran sistem penggelontor (*flushometer system*), lihat Tabel 5 pada SNI 8153-2015.
- ⁸⁾ Pengurangan UBAP untuk kran sambungan selang (*Hose Bibbs*) tambahan digunakan untuk total beban bangunan dan untuk ukuran pipa di mana lebih dari satu selang dipasang oleh segmen pipa distribusi air. Cabang peralatan plambing untuk setiap selang harus dihitung dengan 2,5 UBAP.

Sedangkan untuk kloset dan urinal dengan tipe katup gelontor (*flushometer*) menggunakan unit beban alat plambing sesuai Tabel 2.2

Tabel 2.2. Unit beban katup gelontor

| Kategori alat plambing : Kloset dengan katup gelontor | | |
|---|---|---|
| Jumlah katup gelontor (Flushometer <i>valve</i>) | Nilai beban setiap katup gelontor untuk setiap penambahan jumlah katup gelontor (UBAB) | Nilai kumulatif beban katup gelontor untuk kloset (UBAB) |
| 1 | 40 | 40 |
| 2 | 30 | 70 |
| 3 | 20 | 90 |
| 4 | 15 | 115 |
| 5 atau lebih | tiap 10 | 115 (10 untuk setiap penambahan katup gelontor selanjutnya) |
| Kategori alat plambing : Urinal dengan katup gelontor | | |
| 1 | 20 | 20 |
| 2 | 15 | 35 |
| 3 | 10 | 45 |
| 4 | 8 | 53 |
| 5 atau lebih | tiap 10 | 58 (5 untuk setiap penambahan katup gelontor selanjutnya) |

Sumber : SNI 8153-2015 Sistem plambing pada bangunan gedung.

Tabel 2.3 Unit beban alat plambing untuk air limbah

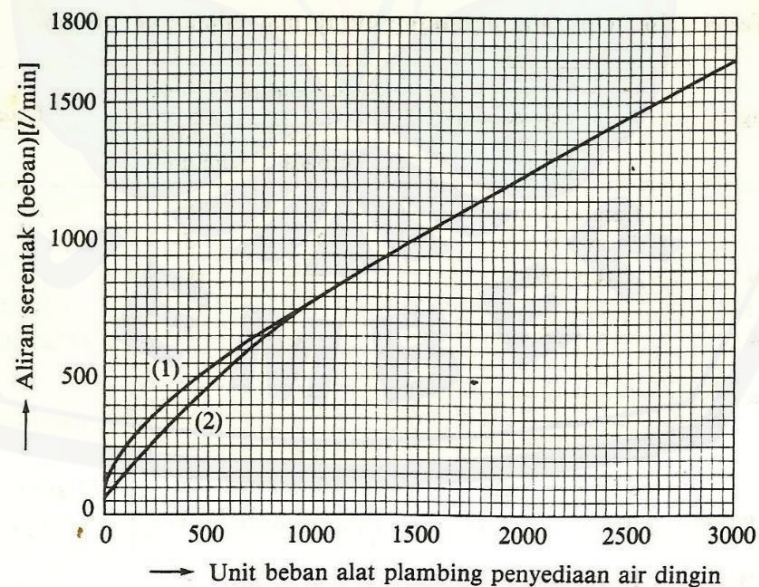
| Alat plambing atau kelompok alat plambing | Ukuran perangkap/ lengan perangkap minimum (inci) | Pribadi (UBAP) | Umum (UBAB) | Tempat berkumpul (UBAP) |
|--|---|-------------------|------------------|-------------------------------|
| Bak mandi atau kombinasi mandi/ <i>shower</i> | 1,5 | 2.0 | 2.0 | - |
| Bidet | 1,25 | 1.0 | - | - |
| Bidet | 1,5 | 2.0 | - | - |
| Mesin cuci pakaian, rumah tangga, pipa tegak | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| Unit dental, peludahan | 1,25 | - | 1.0 | 1.0 |
| Mesin cuci piring rumah tangga dengan saluran sendiri | 1,5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pancaran air minum atau alat pendingin air | 1,25 | 0,5 | 0,5 | 1.0 |
| Penggerus sisa makanan, komersial | 2.0 | - | 3.0 | 3.0 |
| Lubang pengering lantai, keadaan darurat | 2.0 | - | 0.0 | 0.0 |
| Lubang pengering lantai (untuk ukuran tambahan) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| <i>Shower</i> , perangkap tunggal | 2 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Lavatori, tunggal | 1,25 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Lavatori, dalam set dua atau tiga | 1,5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| <i>Washfountain</i> | 1,5 | - | 2.0 | 2.0 |
| Washfountain | 2.0 | - | 3.0 | 3.0 |
| <i>Reseptor</i> , buangan tidak langsung | 1,5 | | Lihat catatan | |
| <i>Reseptor</i> , buangan tidak langsung | 2.0 | | Lihat catatan | |
| <i>Reseptor</i> , buangan tidak langsung | 3.0 | | Lihat catatan | |
| <i>Sink</i> /bak | | | | |
| Bar | 1,5 | 1.0 | - | - |
| Bar | 1,5 | - | 2.0 | 2.0 |
| Klinik | 3.0 | - | 6.0 | 6.0 |
| Komersial dengan sampah makanan | 1,5 | - | 3.0 | 3.0 |
| Bak cuci dapur untuk rumah tangga dengan atau tanpa unit penggerus sisa makanan, mesin cuci piring, atau keduanya | 1,5 | 2.0 | 2.0 | - |
| <i>Laundry</i> (dengan atau tanpa pipa pelepas dari pencuci pakaian) | 1,5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |

| Alat plambing atau kelompok alat plambing | Ukuran perangkat/ lengan perangkat minimum (inci) | Pribadi (UBAP) | Umum (UBAB) | Tempat berkumpul (UBAP) |
|---|---|-------------------|----------------|-------------------------------|
| Pelayanan atau bak pel | 2.0 | - | 3.0 | 3.0 |
| Pelayanan atau bak pel | 3.0 | - | 3.0 | 3.0 |
| kran pencuci, setiap set kran | - | - | 2.0 | 2.0 |
| Urinal, perangkat terpadu < 3,8 LPF | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 5.0 |
| Urinal, perangkat terpadu > 3,8 LPF | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 6.0 |
| Urinal, perangkat <i>exposed</i> | 1,5 | 2.0 | 2.0 | 5.0 |
| Kloset, tangki gelontor 6 LPF | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 |
| Kloset, tangki pembilas 6 LPF | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 |
| Kloset, katup pembilas 6 LPF | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 |
| Kloset, tangki gelontor > 6 LPF | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 |
| Kloset, <i>Flushometer</i> > 6 LPF | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 6.0 |

Sumber : SNI 8153-2015 Sistem plambing pada bangunan gedung.

CATATAN :

- ¹⁾ Reseptor air limbah tidak langsung harus didasarkan pada ukuran kapasitas perlengkapan air limbah total yang mengalir.
- ²⁾ Minimum pipa pengering 2 inci (63 mm).
- ³⁾ Untuk pendingin dan kebutuhan air yang sedikit untuk unit serupa.



Gambar 2.1 Hubungan antara unit beban dengan alat plambing
(sumber: Noerbambang dan Morimura, 1993)

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Air bersih merupakan aspek penting guna memenuhi kebutuhan hidup. Sehingga dalam penggunaannya perlu adanya sistem yang mengatur untuk mendapatkan air bersih yang cukup serta berkualitas. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perencanaan sistem plambing guna mencukupi kebutuhan air pengguna gedung. Perencanaan tersebut meliputi kapasitas air bersih untuk mengetahui jumlah air yang digunakan, serta alat pendukung seperti, dimensi tanki, jenis pompa, dan diameter pipa.

Perhitungan kebutuhan air bersih dapat menggunakan beberapa metode, yaitu perhitungan menggunakan unit beban alat plambing, dan perhitungan berdasarkan jumlah penghuni. Dari kedua metode tersebut dipilih metode yang lebih efisien, yaitu efisien dari factor biaya dan kualitas penyediaan air bersih.

2.2.1 Metode Unit Beban Alat Plambing

Metode unit beban alat plambing yaitu mengubah fasilitas alat plambing dalam perencanaan bangunan menjadi bentuk nilai yang dapat dikalikan dengan jumlah alat plambing tersebut. Metode ini membutuhkan data-data berupa gambar denah perencanaan gedung serta alat plambing yang digunakan. Sehingga alat plambing dapat dikonversi menjadi nilai sesuai tabel 2.1.

Nilai dari keseluruhan alat plambing tersebut digunakan untuk mengetahui mengetahui besar aliran serentak. Dimana aliran serentak merupakan besar aliran apabila seluruh alat plambing digunakan secara bersamaan. Dengan mengasumsikan gedung Transmart Jember dalam keadaan padat pengunjung (L P Lestari, 2017). Sehingga dapat diketahui jumlah debit air bersih yang dibutuhkan untuk pengoperasian gedung selama 1 hari, dengan cara :

- a. Mencari nilai (Qh) Kebutuhan air total

$$Q_h = \frac{\text{Laju aliran/ menit} \times 60 \text{ menit / jam}}{C_2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Kebutuhan air total tersebut perlu ditambahkan dengan persediaan air perawatan alat plambing, yaitu dengan penambahan 20% dari total kebutuhan air per jam.

$$Q_{h \text{ total}} = \text{pemakaian air per jam} + Q_{\text{tambahan}}$$

b. Pemakaian air rata-rata harian

Pemakaian air rata-rata harian pada setiap gedung disesuaikan dengan waktu pengoperasian air gedung pusat perbelanjaan yaitu 7 jam per hari (Morimura et al. 1993).

Sehingga jangka waktu pemakaian air :

$$Q_d = Q_{h_{total}} \times t \dots \dots \dots (2.2)$$

2.2.2 Tekanan dan Kecepatan Pengaliran

Tekanan minimum pada setiap saat pada titik aliran keluar harus 50 kPa setara dengan 0.5 kgf/cm² (SNI 03-6481, 2000). Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan “standar” adalah 1.0 kgf/cm² sedang tekanan statik sebaiknya diusahakan antara 4.0 kgf/cm² sampai 5.0 kgf/cm² dan untuk perbelanjaan antara 2.5 sampai 3.5 kgf/cm². Disamping itu beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik jika tekanan air kurang dari suatu batas minimum (Poerbo, 2010).

Tabel 2.5 Tekanan yang dibutuhkan alat plambing

| Nama alat plambing | Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²) | Tekanan standar (kg/cm ²) |
|--|---|---------------------------------------|
| Katup gelontor kloset | 0,7 ¹⁾ | |
| Katup gelontor peturasan | 0,7 ²⁾ | |
| Keran yang menutup sendiri, otomatis | 0,7 ³⁾ | |
| 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. | 0,25-0,7 ⁴⁾ | |

Sumber : Morimura et al, 1993

Catatan :

- 1)2) Tekanan minimum yang dibutuhkan katup gelontor untuk kloset dan urinal yang dimuat dalam tabel ini adalah tekanan static pada waktu air mengalir, dan tekanan maksimumnya adalah 4 kg/cm^2 .
- 3) Untuk keran 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.

2.3 Perencanaan Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan merupakan instalasi plambing yang menyalurkan air bekas dari alat plambing menuju tempat pembuangan. Pada suatu bangunan gedung biasanya sistem pembuangan dibagi menjadi beberapa saluran yaitu sistem pembuangan air kotor (*black water*), sistem pembuangan air bekas (*grey water*).

2.3.1 Kemiringan dan kecepatan aliran pipa

Kemiringan pipa pembuangan yang digunakan untuk mengalirkan air buangan dengan cepat yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Biasanya pipa tersebut dianggap tidak terisi penuh air buangan, melainkan hanya tidak lebih dari $2/3$ terhadap penampang pipa, sehingga bagian atas yang “kosong” cukup untuk mengalirkan udara.

Tabel 2.6 Kemiringan pipa pembuangan horizontal

| Diameter pipa (mm) | Kemiringan minimum |
|-----------------------|-----------------------|
| 75 atau kurang | 1/50 |
| 100 atau kurang | 1/100 |

Morimura et al, 1993

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

2.3.2 Klafikasi sistem cara pembuangan air kotor

Menurut SNI (8153-2015), sistem cara pembuangan dapat dibedakan menjadi dua :

a. Sistem terpisah

Sistem terpisah merupakan sistem pembuangan dimana setiap jenis air buangan dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah. Air kotor yang dimaksud adalah air buangan yang berasal dari kloset yang diteruskan ke aliran tangki septik sementara air bekas adalah air buangan yang berasal dari bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur dialirkan ke resapan. Pada sistem pembangunan terpisah air yang ada didalam tangki septik tidak cepat penuh dan tidak meluap keluar.

b. Sistem tercampur

Sistem tercampur merupakan sistem pembuangan air kotor dan air bekas dikumpulkan dan dialirkan ke luar gedung dalam satu saluran. Sistem ini tidak dipergunakan untuk bangunan bertingkat, karena sistem ini dapat membuat tangki septik penuh, akibat meluapnya volume tangki septik diperlukan ruang yang luas untuk menampung.

2.3.3 Klasifikasi menurut cara pengaliran

Berdasarkan cara pengaliran dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Sistem gravitasi

Dimana air buangan mengalir dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran umum yang letaknya lebih rendah.

b. Sistem bertekanan

Dimana saluran umum letaknya lebih tinggi dari letak alat-alat plambing sehingga air buangan lebih dahulu dalam suatu bak penampung kemudian dipompakan keluar ke dalam riol umum.

2.4 Perencanaan Sistem Ven

Bagian terpenting dari sistem pembuangan adalah perangkat dan pipa ven. perangkat 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. Perangkat 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 perangkat tetap mempunyai sekat air (Afandi, 2013).

2.4.1 Jenis-jenis sistem ven

Menurut Noerbambang dan Morimura (2000), sistem ven dapat dibedakan atas beberapa jenis yaitu:

a. Sistem ven tunggal (individual)

Pipa ven dipasang untuk melayani satu alat plambing dan disambungkan kepada sistem ven lainnya atau langsung terbuka ke udara luar

b. Sistem ven lup

Pipa ven yang melayani dua atau lebih perangkat alat plambing dan disambungkan kepada ven pipa tegak;

c. Sistem ven tegak

Pipa ini merupakan perpanjangan dari pipa tegak air buangan diatas cabang mendatar pipa air buangan tertinggi;

Sistem ven lainnya, diantaranya:

a. Ven basah

Yaitu ven yang juga bekerja sebagai pipa pembuangan. Ven bersama yaitu pipa venyang dipasang pada titik pertemuan dua pengering alat lambing dan bekerja sebagai ven untuk kedua alat plambing tersebut.

b. Ven belakang

Yaitu bagian dari jalur ven yang menyambung langsung dengan suatu perangkat, di bawah atau di belakang suatu alat plambing dan yang membentang sampai pipa tegak air kotoran atau air buangan pada setiap titik yang terletak lebih tinggi dari alat plambing atau perangkat yang dilayaninya.

c. Ven lup,

ven cabang yang melayani dua perangkat atau lebih dan berpangkal dari bagian depan penyambungan alat plambing terakhir suatu cabang datar pipa pembuangan sampai ke ven pipa tegak.

d. Ven pelepas ,

pipa ven yang dipasang pada tempat khusus untuk menambah sirkulasi udara antara sistem pembuangan dan sistem ven

e. Ven pipa tegak

yaitu perpanjangan pipa tegak air kotor atau air buangan diatas cabang pipa pembuangan teratas yang disambungkan dengan pipa tegak tersebut.

f. Ven sirkit

Ven cabang yang melayani dua perangkat atau lebih dan berpangkal dari bagian depan penyambungan alat plambung terakhir suatu cabang datar pipa pembuangan sampai ke pipa tegak ven.

g. Ven sisi

Ven yang dihubungkan ke pipa pembuangan air kotor atau pipa air kotor melalui fitting dengan sudut tidak lebih dari 45° terhadap vertikal.

2.5 Penentuan Dimensi Pipa

Pipa merupakan saluran yang mengalirkan air menuju suatu tempat dengan gaya dorong berupa tekanan maupun gravitasi. Dalam perencanaan plambing suatu bangunan tentu dimensi pipa harus diperhatikan agar air yang mengalir sesuai dengan perhitungan perencanaan.

2.5.1 Jenis distribusi

Perencanaan dimensi pipa air bersih bertujuan agar kebutuhan air bersih menuju alat plambing dapat dialirkan dengan optimal dan efisien. Terdapat beberapa metode dalam menyalurkan air pada sistem perpipaan guna mencukupi kebutuhan air bersih yaitu diantaranya :

a. Sistem tanpa tangki

Sistem tanpa tangki merupakan jenis distribusi air dimana aliran langsung dialirkan dari sumber air menuju alat plambing. Pada sistem ini jarang sekali digunakan pada gedung bertingkat karena semakin tinggi suatu bangunan maka tekanan aliran akan semakin kecil. Selain itu kebutuhan air bersih tidak dapat tercukupi apabila sumber air bermasalah.

b. Sistem tangki bawah

Sistem tangki bawah memiliki kesamaan seperti sistem tanpa tangki. Namun dalam sistem distribusi dengan menggunakan tangki bawah, aliran air dipompa menggunakan pompa dari tangki bawah langsung menuju alat plambing. Dalam sistem ini juga kurang efektif untuk diterapkan di gedung bertingkat. Dikarenakan semakin tinggi gedung bertingkat dan semakin banyak alat plambing yang terpasang maka membutuhkan pompa dengan daya yang besar. Untuk menghitung dimensi tangki bawah maka digunakan persamaan :

$$VGR = Qd - (Qs \times T) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

VGR : Volume tangki air minum (m^3)

Qd : Jumlah kebutuhan air per hari (m^3 /hari)

Qs : Kapasitas pipa dinas (m^3 /jam)

T : rata-rata pemakaian per hari (jam/hari)

c. Sistem tangki atas

Sistem tangki atas adalah sistem yang mengalirkan air dari tangki bawah menuju tangki atas sebelum dialirkan ke seluruh alat plambing. Pada sistem ini dinilai cukup efektif untuk diterapkan pada gedung bertingkat. Dikarenakan tekanan aliran air stabil tergantung jumlah alat plambing yang terpasang. Guna menanggulangi jumlah alat plambing yang banyak dan beda tinggi yang terlalu besar, maka pada tangki atas biasanya dipasang pompa untuk mendorong air dengan tekanan yang tetap menuju seluruh alat plambing pada gedung. Dimensi tangki atas direncanakan dengan volume yang mampu mencukupi kebutuhan air bersih dalam 30 menit (Morimura et al, 1999). Untuk menghitung dimensi tangki atas maka digunakan persamaan :

$$VRT = (Qp - Qhmax) \times Tp - (Qpu \times Tpu) \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

VRT : Kapasitas tangki atas (liter)

Qp : Kebutuhan puncak (liter/menit)

Qhmax: Kebutuhan jam puncak (liter/menit)

Tp : Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

Q_{pu} : Kapasitas pompa pengisi (liter/menit)

T_{pu} : Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

2.5.2 Perencanaan dimensi pipa air bersih

Pada perencanaan dimensi pipa air bersih dibutuhkan data-data seperti denah lantai yang direncanakan, gambar topografi, dan jumlah alat plumbing. Data-data tersebut diolah dengan menggunakan grafik kerugian gesek pada pipa dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{(1000) \times (H - H_1)}{(K) \times (L + 1)} \dots \dots \dots (2.5)$$

dengan :

R = Kerugian gesek yang diizinkan (mm/m)

H = Head statik pada alat plumbing (m)

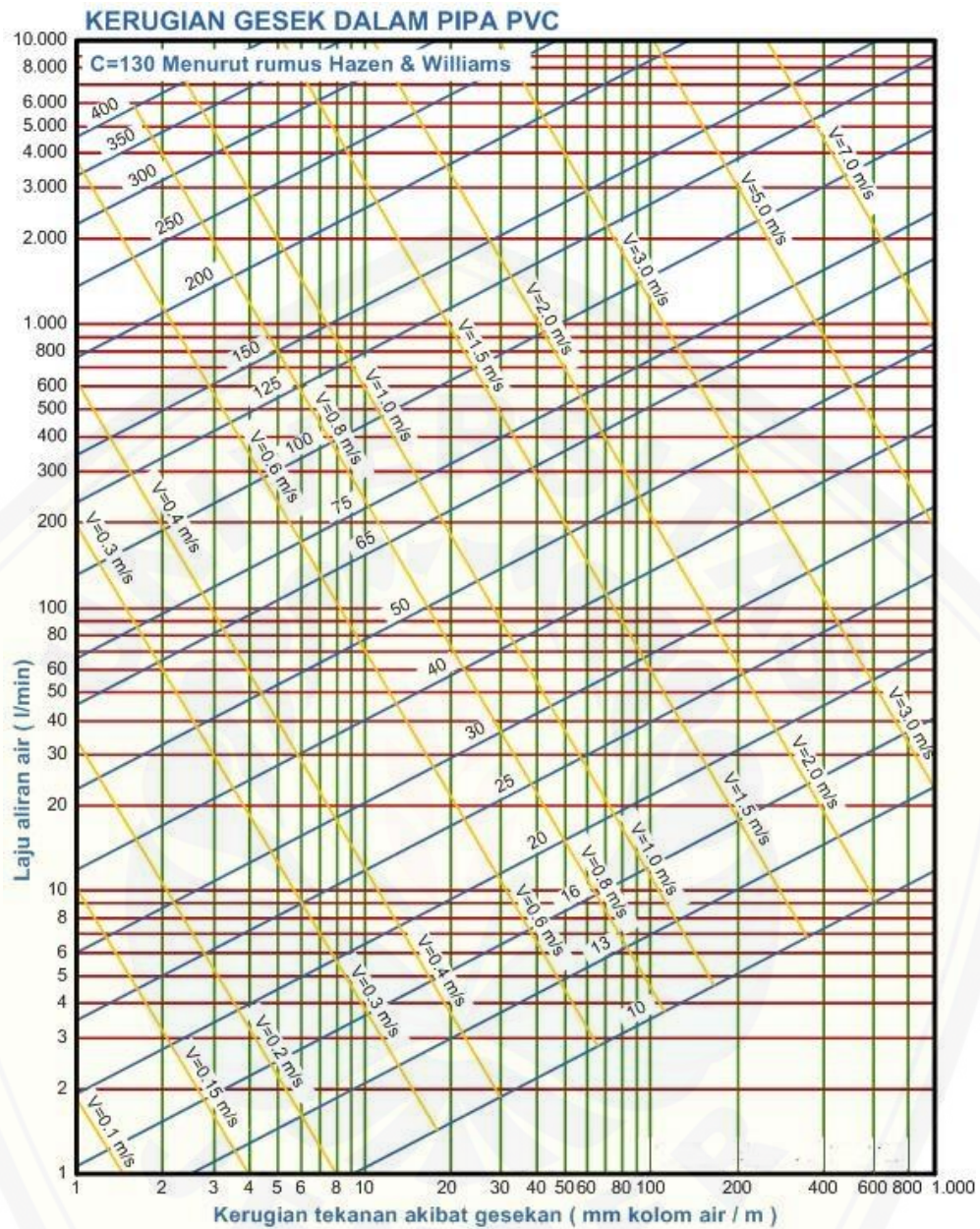
H_1 = Head standar pada alat plumbing(m), tabel 2.1

K = Koefisien sistem pipa (berkisar antara 2,0 - 3,0)

L = Panjang pipa lurus, pipa utama (m)

l = Panjang pipa lurus, pipa cabang (m)

dan selanjutnya diplot pada gambar berikut :



Sumber : Morimura et al, 1993

Gambar 2.2 Grafik kerugian gesek pipa

Dengan menentukan dimensi pipa pada grafik kerugian gesek, didapatkan besar ratio kerugian gesek pada diameter pipa yang ditentukan beserta laju alirannya.

Tabel 2.7 Panjang ekuivalen untuk katup dan perlengkapan lainnya

| Diameter nominal (mm) | Panjang ekuivalen (m) | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------------|---------------------|--------------------|--------------|------------|-------------|-----------------|
| | Belokan 90° | Belokan 45° | T-90° aliran cabang | T-90° aliran lurus | Katup sorong | Katup bola | Katup sudut | Katup satu arah |
| 15 | 0,60 | 0,36 | 0,9 | 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 | 1,2 | 49,5 | 24,0 | 12,0 |
| 200 | 6,5 | 3,7 | 14,0 | 4,0 | 1,4 | 70,0 | 33,0 | 15,0 |
| 250 | 8,0 | 4,2 | 20,0 | 5,0 | 1,7 | 90,0 | 43,0 | 19,0 |

Sumber : Morimura et al, 1993

2.5.3 Perencanaan dimensi pipa pembuangan dan ven

Perencanaan pipa pembuangan dapat digunakan sistem yang memisahkan antara *grey water* dan *black water* dengan melihat jenis air buangan yang akan dialirkan. Pemisahan ini bertujuan agar tempat penampung (*septic tank*) tidak mudah penuh hingga meluap. Dengan menggunakan unit beban alat plambing yang terpasang pada gedung maka dapat ditentukan besarnya dimensi pipa melalui Tabel 2.8

Tabel 2.8 Beban maksimum unit alat plambing yang diizinkan, untuk pipa cabang horizontal dan pipa tegak buangan.

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

Sumber : Morimura et al, 1993

Catatan :

- 1) Tidak termasuk cabang buangan gedung
- 2) NATIONAL PLUMBING CODE, American Standart, ASA 40.8.1955
- 3) Tidak lebih dari dua kloset
- 4) Tidak lebih dari tiga kloset

*1 Unit alat plambing praktis diterapkan kalua setiap alat plambing melayani 20 sampai 30 penghuni gedung, dan digunakan sistem ven dengan lup

*2 Unit alat plambing dari NPC diterapkan kalua setiap alat plambing melayani 10 sampai 15 penghuni gedung, dan digunakan sistem ven individu

2.6 Spesifikasi Pompa

Perhitungan spesifikasi pompa harus sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan air menuju alat plambing yang dituju. Yaitu dengan menyesuaikan dengan debit aliran.

- a. Perhitungan kehilangan tekanan pada pipa (*mayor losses*)

$$h_{fd} = \frac{L}{(0,00155 \times D^{2,63} \times C)^{1,85}} \times Q^{1,85} \dots\dots\dots(2.6)$$

- dengan :
- Hfd = kehilangan tekanan di sepanjang pipa lurus (m)
 - L = panjang pipa (m)
 - Q = debit aliran (lt/s)
 - D = diameter pipa (cm)
 - C = koefisien Hazen William (130) Digunakan pipa PVC kaku

- b. Perhitungan *minor losses*

$$h = K \times \frac{v^2}{g} \dots\dots\dots(2.7)$$

- dengan :
- h = kehilangan tinggi tekanan
 - K = harga dari koefisien headloss
 - v²/g = tinggi kecepatan

Koefisien tiap perhitungan *headloss* berbeda sesuai dengan alat penyesuai yang disesuaikan dengan Tabel 2.9

Tabel 2.9 Kehilangan tinggi tekan pada katup, alat penyesuai dan pipa yang dipergunakan

| Kehilangan tinggi tekan pada katup, alat penyesuai dan pipa yang dipergunakan | |
|---|--|
| Harga K dalam $h = K \frac{v^2}{2g}$ | |
| 1 | Katup pintu |
| | Terbuka penuh |
| | 3/4 terbuka |
| | 1/2 terbuka |
| | 1/4 terbuka |
| 2 | Katup bola, terbuka |
| 3 | Katup sudut, terbuka |
| 4 | Bengkokan 90°, jari-jari pendek |
| | jari-jari pertengahan |
| | jari-jari panjang |
| 5 | Lengkungan pengembalian (180°) |
| 6 | Bengkokan 45° |
| 7 | Bengkokan 22 1/2° (45 cm) |
| 8 | Sambungan T |
| 9 | Sambungan pengecil (katup pada ujung yang kecil) |
| 10 | Sambungan pembesar |
| 11 | Sambungan pengecil mulut lonceng |
| 12 | Lubang terbuka |

Sumber : JMK DAKE, 1965 edisikedua

Perhitungan tinggi angkat total sangatlah perlu guna menentukan daya pompa dengan cara :

$$N_h = (0,163) (Q) (H) (\gamma) \dots\dots\dots(2.8)$$

- dengan : H = tinggi angkat total
- Q = kapasitas pompa
- γ = berat spesifik air (1 kg/liter)

2.7 Perencanaan Hidran

Sistem hidran merupakan salah satu bentuk proteksi aktif dalam sistem jaringan instalasi kebakaran, pada beberapa kasus banyak timbul permasalahan saat sebuah sistem kebakaran diaktifkan, dalam hal ini keluhan sering muncul adanya kebocoran pada perlengkapan yang sudah terpasang (Annistyaningrum, dkk 2015)

Sistem ini hampir sama dengan pemasangan sistem aliran air bersih. Hanya saja ditempatkan di beberapa titik rawan kebakaran yang sudah direncanakan sebelumnya. Dengan menggunakan pipa bertekanan tinggi aliran air diharapkan dapat menjangkau luasan ruangan. Sistem hidran biasanya juga dilengkapi sensor asap, dimana sensor berfungsi mendeteksi apabila terjadi kebakaran sehingga secara otomatis air akan mengalir ketika api mulai muncul dalam suatu ruangan.

Sistem *sprinkler* secara otomatis dianggap cara yang paling efektif dan ekonomis untuk manerapkan air bagi pemadaman api. Sistem *sprinkler* ini akan bekerja bila segelnya pecah akibat adanya panas dari api kebakaran. Sistem *sprinkler* terdiri dari beberapa jenis, yaitu (NFPA 13, 2012):

- 1) Sistem basah (*wet pipe system*)
- 2) Sistem kering (*dry pipe system*)
- 3) Sistem curah (*deluge system*)
- 4) Sistem pra aksi (*preaction system*)
- 5) Sistem kombinasi (*combined system*)

Tangki penyimpanan ("*storage tank*") adalah tangki air yang mempunyai kapasitas penyimpanan efektif minimum mampu memasok air ke pipa tegak pada laju liran 100 galon/menit selama jangka waktu 30 menit. (SNI 03-1735-2000 Tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung)

2.7.1 Perencanaan hidran halaman

Pada sistem pengaman kebakaran sebuah gedung tentunya harus dilengkapi dengan fasilitas hidran. Beberapa fungsi hidran berbeda-beda sesuai dengan klasifikasi dan fungsi gedung yang diatur pada SNI 03-1735-2000 tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung dan SNI 03-1745-2000 pipa tegak. Dimana

sistem hidran diatur untuk memenuhi kebutuhan keamanan pada bahaya kebakaran, sehingga hidran pada bangunan gedung dibedakan menjadi 2, yaitu (SNI 03-1745-2000):

1. Pipa tegak kering

Yaitu suatu sistem pipa tegak yang direncanakan berisi air hanya bila sistem digunakan. Sistem pipa tegak kering harus dipasang dalam bangunan dimana tinggi bangunan yang layak ditempati lebih dari 24 m, tetapi tidak lebih dari 40 m (SNI 03-1735-2000)

2. Pipa tegak basah

Yaitu suatu sistem pipa tegak dimana pipa berisi air setiap saat. Pipa tegak basah harus dipasang dalam bangunan dimana tinggi bangunan yang dihuni lebih dari 40 m. dimana laju aliran pipa tegak basah adalah 1620 liter/menit dan dapat mengalirkan dalam durasi waktu tidak kurang dari 30 menit (SNI 03-1735-2000)

Selain penentuan jenis pipa tegak dalam sebuah bangunan berpenghuni perlu disediakan tempat dengan akses mobil pemadam kebakaran. (SNI 03-1745-2000)

2.7.2 Perencanaan *box* hidran

Sistem pencegahan kebakaran dapat berfungsi dengan baik apabila bangunan disesuaikan dengan persyaratan yang memadai (Dwi Tanggoro, 2004).

Syarat-syarat bangunan tersebut dibedakan menjadi beberapa kelas yaitu :

1. Kelas A

Struktur utamanya harus tahan terhadap api sekurang-kurangnya 3 jam. Bangunan kelas A ini biasanya merupakan bangunan untuk kegiatan umum, seperti hotel, pertokoan dan pasar raya, perkantoran, rumah sakit, dan bangunan dengan penggunaan ganda atau campuran.

2. Kelas B

Struktur utamanya harus tahan terhadap api sekurang-kurangnya 2 jam. Bangunan-bangunan tersebut meliputi perumahan bertingkat, asrama, sekolah, dan tempat ibadah.

3. Kelas C

Bangunan-bangunan dengan ketahanan api dari struktur utamanya selama 1 jam. Biasanya bangunan-bangunan yang tidak bertingkat dan sederhana

4. Kelas D

Bangunan-bangunan yang tidak tercakup ke dalam kelas A,B,C dan diatur tersendiri, seperti instalasi nuklir dan Gudang-gudang senjata atau mesin.

Sumber persediaan air hidran harus diperhitungkan pemakaian sekurang-kurangnya selama 30 menit dengan daya pancar 200 galon/menir (Dwi Tanggoro, 2004)

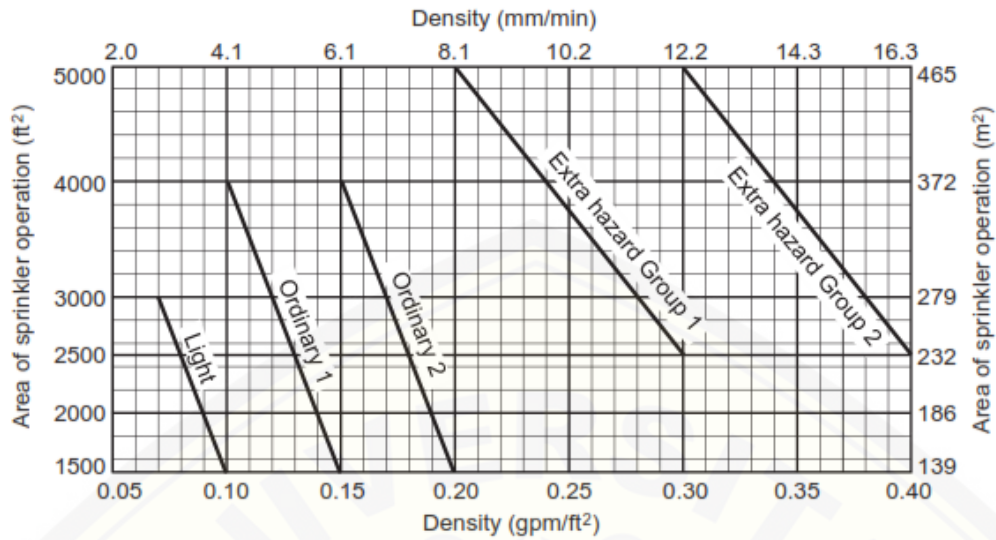
2.7.3 Perencanaan sprinkler

Instalasi sprinkler merupakan sistem instalasi pemadam kebakaran yang dipasang secara tetap atau permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyembrotkan air di tempat mula terjadi kebakaran (SNI 03-3989-2000 Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem sprinkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung). Pada pemasangan sistem sprinkler perlu dilakukan pembagian klasifikasi bangunan sesuai fungsinya (NFPA 13, *Instalation of sprinkler systems*), pembagian tersebut yaitu:

- a. Hunian bahaya ringan (*Light hazard occupancies*)
- b. Hunian bahaya biasa kelas 1 (*Ordinary hazard occupancies*)
- c. Hunian bahaya biasa kelas 2 (*Ordinary hazard occupancies*)
- d. Hunian bahaya ekstra kelas 1 (*Extra hazard occupancies*)
- e. Hunian bahaya ekstra kelas 2 (*Extra hazard occupancies*)
- f. Hunian bahaya khusus (*Special occupancy hazards*)

Pada masing-masing klasifikasi tersebut ditentukan dengan sebuah grafik guna mengetahui seberapa besar luasan area penyemprotan untuk satu sprinkler.

Gambar 2.3 *Density / area curves*



Gambar 2.3 Kepadatan aliran sprinkler

(Sumber : NFPA 13, Instalation of sprinkler systems)

Selain itu untuk masing-masing klasifikasi ditentukan pula jarak antar sprinkler sesuai tingkat bahaya kebakaran pada bangunan (SNI 03-3989-2000) :

a. Bahaya kebakaran ringan

Penempatan kepala sprinkler untuk bahaya kebakaran ringan adalah :

1. Sprinkler dinding : 17 m²
2. Sprinkler lain : 20 m²

b. Bahaya kebakaran sedang

Penempatan kepala sprinkler untuk bahaya kebakaran ringan adalah :

1. Sprinkler dinding : 9 m²
2. Sprinkler lain : 12 m²

c. Bahaya kebakaran berat

Penempatan kepala sprinkler untuk bahaya kebakaran ringan adalah :

1. Sprinkler dinding : 10 m²
2. Sprinkler lain : 7,5 m²

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat pendekatan objektif atau biasa disebut dengan pendekatan kuantitatif, dimana penelitian ini merupakan jenis penelitian yang terencana, sistematis, dan terstruktur dengan jelas. Biasanya pada penelitian ini banyak menggunakan model-model matematis untuk mengukur baik pengaruh maupun hubungan antar variabel.

3.2. Tempat Penelitian

Penelitian mengenai analisis sistem aliran plambing pada gedung Transmart Jember Sempusari, Kaliwates, kabupaten Jember, Jawa Timur 68131. Tempat penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian gedung Transmart Jember

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah data sekunder, dengan data-data sebagai berikut:

- a) denah (denah bangunan, denah lokasi, denah perencanaan plambing)
- b) *Lay out* perencanaan plambing gedung Transmart Jember
- c) data-data peralatan plambing

3.4. Analisis Data

Kegiatan analisis data dilakukan untuk menentukan kebutuhan perencanaan plambing gedung Transmart Jember. Menggunakan metode unit beban alat plambing dan metode analisa peraturan perencanaan hidran gedung.

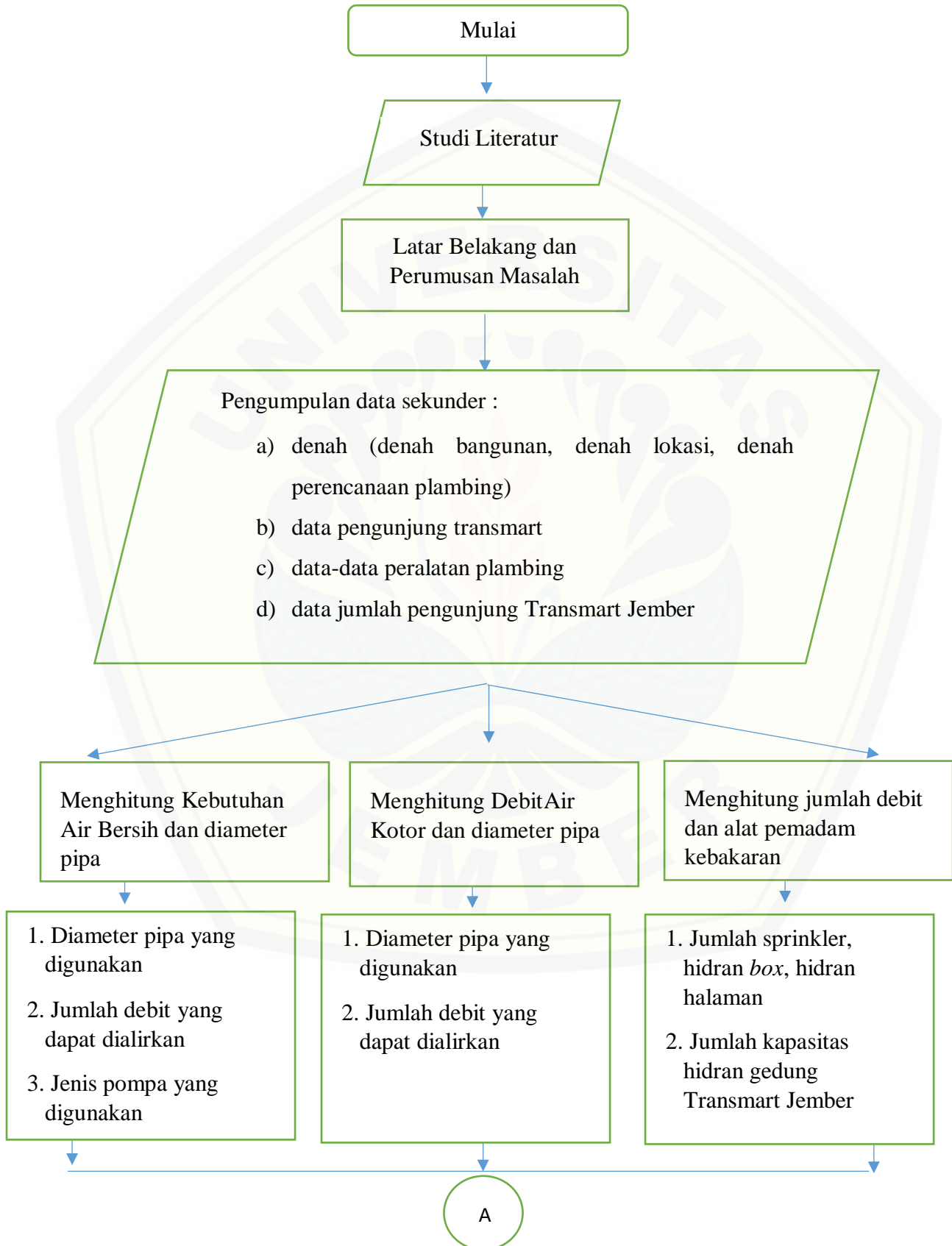
3.5. Pembahasan

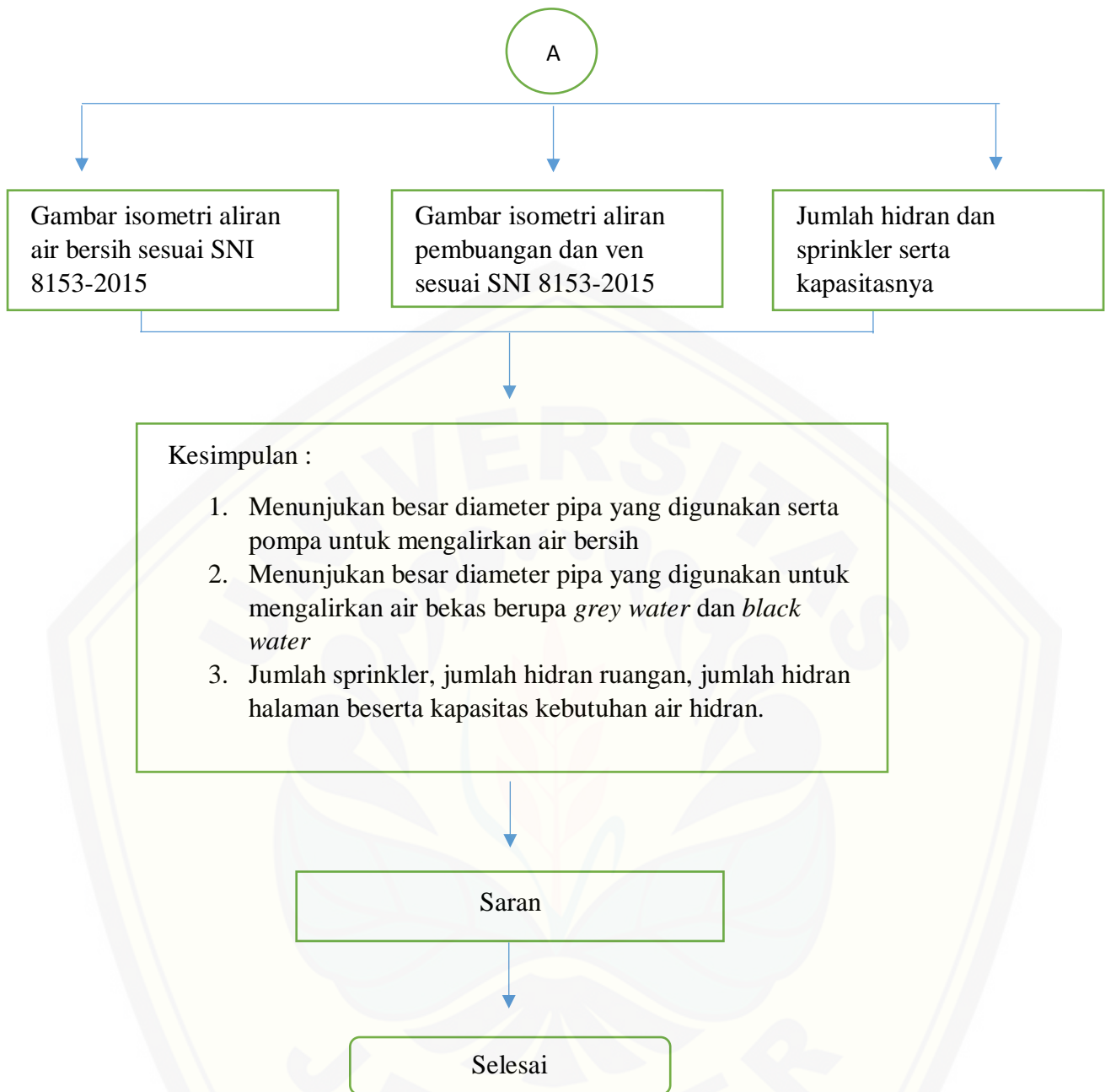
Dari uraian analisis data, langkah selanjutnya adalah melakukan pembahasan terhadap data yang diperoleh. Analisis disini adalah menganalisis hasil pengamatan data berupa bentuk aliran plambing serta debit yang dapat dialirkan dalam sistem aliran plumbing gedung Transmart Jember. Sehingga dapat menghasilkan analisis data apakah sistem aliran dan debit aliran mampu memenuhi kebutuhan penggunaan air di gedung Transmart Jember

3.6. Kesimpulan

Setelah data selesai dianalisis dan kemudian dilakukan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan dan menginterpretasikan hasilnya, yang manadiharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi para pembaca.

3.7. Diagram Alur Penelitian





Gambar 3.2 Diagram alur penelitian perencanaan plambing dan hidran gedung Transmart Jember

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan perencanaan sistem plambing gedung Transmart Jember sebagai berikut :

1. Menggunakan metode unit beban alat plambing gedung Transmart jember membutuhkan debit air sebesar $210 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan volume tangki bawah sebesar 35 m^3 dan tangki atas sebesar $7,5 \text{ m}^3$. Sehingga dibutuhkan pipa dengan diameter 100mm, 30 mm, 40 mm, dan 50 mm sebagai saluran air untuk menyalurkan air ke seluruh alat plambing. Sedangkan kondisi eksisting gedung Transmart Jember menggunakan pipa dengan diameter 80 mm, 65 mm, dan 25 mm.
2. Menggunakan metode unit beban alat plambing gedung Transmart jember membuang sisa air limbah sebesar $168 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan diameter pipa pembuangan *grey water* sebesar 40 mm, 65 mm, 80 mm dan *black water* sebesar 80 mm, 100 mm untuk mengalirkan sisa pembuangan. Serta dibutuhkan pipa 40 mm, 65 mm, 80 mm, dan 100 mm untuk pipa ven sebagai ventilasi aliran pembuangan. Sedangkan kondisi eksisting menggunakan pipa berdiameter 150 mm, 100 mm, 80 mm, dan 65 mm.
3. Dari perhitungan perencanaan hidran gedung Transmart jember membutuhkan air untuk keamanan bahaya kebakaran terbagi menjadi 3 sistem hidran yaitu hidran halaman berupa pipa tegak basah dengan kapasitas 1620 L/menit dengan durasi pengaliran 30 menit, kotak hidran yang dipasang di dalam dan di luar gedung dengan kapasitas $499,674 \text{ m}^3/30\text{menit}$, dan springkler dengan kapasitas $1778,76 \text{ m}^3/30 \text{ menit}$. Didorong dengan pompa pemadam kebakaran dengan daya 111 Kw (elektrik) dan pompa pemadam kebakaran dengan daya 2 Kw (jockey)

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 dan hidran gedung Transmart Jember.



DAFTAR PUSTAKA

Annistyaningrum, L., Ekawati., Kurniawan, B. 2015. *Evaluasi Instalasi Sistem Hidran pada Gedung Kantor PT. Pertamina Lubricants*. Jakarta Utara.

Badan Standarisasi Nasional 2005. SNI 1735: *Tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.*

Badan Standarisasi Nasional 2005. SNI 1745: *Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan slang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung.*

Badan Standarisasi Nasional 2015. SNI 8153: *Sistem Plambing pada Bangunan Gedung.*

Dake, J. M. K. 1965, *Hidrolika Teknik*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

Kodoatie., & Robert J. 2002. *Hidrolika terapan : aliran pada saluran terbuka dan pipa*. Yogyakarta: Andy

National Fire Protection Association (NFPA) 13. 2012. *Standard For Instalation of Sprinkler System*

Noerbambang, S. M., Morimura, T. 1993. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita

Poerbo, H. 1992. *Utilitas Bangunan*. Jakarta: Djambatan

Pramudya, A. R. 2010. *Perancangan Sistem Plambing Gedung Rumah Sakit Akademik di Yogyakarta*. Yogyakarta.

Tangoro, D. 2004. *Utilitas Bangunan*. Jakarta: Universitas Indonesia

Triatmodjo, B. 2008. *Hidraulika II*. Yogyakarta : Beta Offset

Wu, Z.Y., Song, Y. 2014. *Optimizing Selection of Fire Hydrants For Flow Tests in Water Distribution Systems.*



Lampiran 1. Tabel dimensi pipa air bersih lantai cinema

| 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 |
|--------|------------------|---------------|--------|-------------------------------------|-------------------|--|-------------|------------|---------|----------|-------------|---------|---------------------------------|---------|----------|-------------------------------------|
| Cinema | Sistem pipa kiri | U | Atap-A | 181 | 350 | 88 50 | 170 | 2.8 | 6.9 | 2.1 | 9 | 1530 | 0 | 0 | 1530 | 50 |
| | | | A-a1 | 108 | 260 | 50 | 100 | 2.2 | 3.948 | 2.1 | 6.048 | 604.8 | 0 | 0 | 604.8 | 50 |
| | | | a1-b1 | 35 | 170 | 40 | 120 | 2 | 3.845 | 3.6 | 7.445 | 893.4 | 0 | 0 | 893.4 | 40 |
| | | | b1-c1 | 20 | 140 | 40 | 90 | 1.75 | 3.845 | 3.6 | 7.445 | 670.05 | 0 | 0 | 670.05 | 40 |
| | | WC | c1-d1 | 70 | 225 | 84 50 | 90 | 1.8 | 1 | 2.16 | 3.16 | 284.4 | 0 | 0 | 284.4 | 50 |
| | | | d1-e1 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 4.145 | 2.4 | 6.545 | 752.675 | 0 | 0 | 752.675 | 40 |
| | | | d1-f1 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 6.145 | 3.6 | 9.745 | 1120.68 | 0 | 0 | 1120.68 | 40 |
| | | LV | a1-g1 | 3 | 100 | 89 30 | 190 | 2.3 | 5.145 | 3 | 8.145 | 1547.55 | 0 | 0 | 1547.55 | 30 |
| | | | g1-h1 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.145 | 3 | 7.145 | 1357.55 | 0 | 0 | 1357.55 | 30 |
| | | | h1-il | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.145 | 2.4 | 6.545 | 1243.55 | 0 | 0 | 1243.55 | 30 |
| | WC | a1-a2 | 93 | 245 | 104 50 | 95 | 2 | 4 | 1.8 | 5.8 | 551 | 0 | 0 | 551 | 50 | |
| | | a2-b2 | 90 | 240 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 2.16 | 5.16 | 464.4 | 0 | 0 | 464.4 | 50 | |
| | | b2-c2 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 4.145 | 2.4 | 6.545 | 752.675 | 0 | 0 | 752.675 | 40 | |
| | | b2-d2 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 6.145 | 3.6 | 9.745 | 1120.68 | 0 | 0 | 1120.68 | 40 | |
| | LV | a2-e2 | 3 | 100 | 111 30 | 190 | 2.3 | 5.145 | 3 | 8.145 | 1547.55 | 0 | 0 | 1547.55 | 30 | |
| | | e2-f2 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.145 | 3 | 7.145 | 1357.55 | 0 | 0 | 1357.55 | 30 | |
| | | f2-g2 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.145 | 2.4 | 6.545 | 1243.55 | 0 | 0 | 1243.55 | 30 | |

Lampiran 2. Tabel dimensi pipa air bersih lantai 3

| Lantai | Daerah | Alat Plambing | Daerah | I Beban Unit Ala 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 (mm) |
|----------|------------------|---------------|---------|---------------------------------|-------------------|---|-------------|------------|---------|-----------|--------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|
| Lantai 3 | Sistem pipa kiri | Kran | A-B | 204.5 | 350 | 138 | 175 | 2.8 | 5 | 3 | 8 | 1400 | 0 | 0 | 1400 | 50 |
| | | | B-a1 | 1.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a1-b1 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 9.091 | 3 | 12.091 | 2297.29 | 0 | 0 | 2297.29 | 30 |
| | | | b1-c1 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2107.29 | 0 | 0 | 2107.29 | 30 |
| | | | c1-d1 | 0,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 2.4 | 10.491 | 1993.29 | 0 | 0 | 1993.29 | 30 |
| | | | a1-a2 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a2-b2 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 9.091 | 3 | 12.091 | 2297.29 | 0 | 0 | 2297.29 | 30 |
| | | | b2-c2 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2107.29 | 0 | 0 | 2107.29 | 30 |
| | | | c2-d2 | 0,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 2.4 | 10.491 | 1993.29 | 0 | 0 | 1993.29 | 30 |
| | | | Janitor | a2-a3 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 |
| | a3-b3 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 | | |
| | LV | a3-a4 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 | |
| | | a4-b4 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3 | 3 | 6 | 1140 | 0 | 0 | 1140 | 30 | |
| | | b4-c4 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2107.29 | 0 | 0 | 2107.29 | 30 | |
| | | b4-d4 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 | |
| | | U | a4-a5 | 108 | 260 | 50 | 100 | 2.2 | 3.948 | 2.1 | 6.048 | 604.8 | 0 | 0 | 604.8 | 50 |
| | a5-b5 | 35 | 170 | 40 | 120 | 2 | 7.791 | 3.6 | 11.391 | 1366.92 | 0 | 0 | 1366.92 | 40 | | |
| | b5-c5 | 20 | 140 | 40 | 90 | 1.75 | 7.791 | 3.6 | 11.391 | 1025.19 | 0 | 0 | 1025.19 | 40 | | |
| | WC | c5-d5 | 70 | 225 | 50 | 90 | 1.8 | 1 | 2.16 | 3.16 | 284.4 | 0 | 0 | 284.4 | 50 | |
| | | d5-e5 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 8.091 | 2.4 | 10.491 | 1206.47 | 0 | 0 | 1206.47 | 40 | |
| | | d5-f5 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 10.091 | 3.6 | 13.691 | 1574.47 | 0 | 0 | 1574.47 | 40 | |
| | LV | a5-g5 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 9.091 | 3 | 12.091 | 2297.29 | 0 | 0 | 2297.29 | 30 | |
| | | g5-h5 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2107.29 | 0 | 0 | 2107.29 | 30 | |
| | | h5-i5 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 2.4 | 10.491 | 1993.29 | 0 | 0 | 1993.29 | 30 | |

Lampiran 3. Tabel dimensi pipa air bersih lantai 3 (lanjutan)

| 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 (mm) |
|--------|--------|---------------|---------|-------------------------------|-------------------|---|-------------|------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------------------|---------|----------|------------------------------------|
| | | | | | | 80 | | | | | | | | | | |
| | | WC | a5-a6 | 93 | 245 | 50 | 95 | 2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 579.5 | 0 | 0 | 579.5 | 50 |
| | | | a6-b6 | 90 | 240 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 2.16 | 5.16 | 464.4 | 0 | 0 | 464.4 | 50 |
| | | | b6-c6 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 8.091 | 2.4 | 10.491 | 1206.47 | 0 | 0 | 1206.47 | 40 |
| | | | b6-d6 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 10.091 | 3.6 | 13.691 | 1574.47 | 0 | 0 | 1574.47 | 40 |
| | | | | | | 127 | | | | | | | | | | |
| | | LV | a6-e6 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 9.091 | 3 | 12.091 | 2297.29 | 0 | 0 | 2297.29 | 30 |
| | | | e6-f6 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2107.29 | 0 | 0 | 2107.29 | 30 |
| | | | f6-g6 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 2.4 | 10.491 | 1993.29 | 0 | 0 | 1993.29 | 30 |
| | | | | | | 80 | | | | | | | | | | |
| | | WC | a6-a7 | 70 | 225 | 30 | 240 | 2.6 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1392 | 0 | 0 | 1392 | 30 |
| | | | a7-b7 | 70 | 225 | 30 | 240 | 2.6 | 3 | 3 | 6 | 1440 | 0 | 0 | 1440 | 30 |
| | | | b7-c7 | 40 | 175 | 30 | 220 | 2.5 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2440.02 | 0 | 0 | 2440.02 | 30 |
| | | | cb7-d7 | 40 | 175 | 30 | 220 | 2.5 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2748.02 | 0 | 0 | 2748.02 | 30 |
| | | | | | | 127 | | | | | | | | | | |
| | | LV | a7-a8 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a8-b8 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3 | 3 | 6 | 1140 | 0 | 0 | 1140 | 30 |
| | | | b8-c8 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8.091 | 3 | 11.091 | 2107.29 | 0 | 0 | 2107.29 | 30 |
| | | | b8-d8 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |
| | | | | | | 78 | | | | | | | | | | |
| | | Pantry | B-a'1 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'1-b'1 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |
| | | F&B | a'1-a'2 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'2-b'2 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |
| | | F&B | a'2-a'3 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'3-b'3 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |
| | | F&B | a'3-a'4 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'4-b'4 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |
| | | F&B | a'4-a'5 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'5-b'5 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |
| | | F&B | a'5-a'6 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'6-b'6 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 10.091 | 2.4 | 12.491 | 2373.29 | 0 | 0 | 2373.29 | 30 |

Lampiran 4. Tabel dimensi pipa air bersih lantai 2

| 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 (mm) | | |
|----------|------------------|---------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|---|-------------|------------|---------|----------|-------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|---------|----|
| Lantai 2 | Sistem pipa kiri | Kran | B-C | 111 | 260 | 110 40 | 310 | 3.1 | 5 | 2.1 | 7.1 | 2201 | 0 | 0 | 2201 | 40 | | |
| | | | C-a1 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 | | |
| | | | a1-b1 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.155 | 3 | 8.155 | 1549.45 | 0 | 0 | 1549.45 | 30 | | |
| | | | b1-c1 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 3 | 7.155 | 1359.45 | 0 | 0 | 1359.45 | 30 | | |
| | | | c1-d1 | 0,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 2.4 | 6.555 | 1245.45 | 0 | 0 | 1245.45 | 30 | | |
| | | | a1-a2 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 | | |
| | | | a2-b2 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.155 | 3 | 8.155 | 1549.45 | 0 | 0 | 1549.45 | 30 | | |
| | | | b2-c2 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 3 | 7.155 | 1359.45 | 0 | 0 | 1359.45 | 30 | | |
| | | | c2-d2 | 0,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 2.4 | 6.555 | 1245.45 | 0 | 0 | 1245.45 | 30 | | |
| | | | Sistem pipa kanan | U | a2-a3 | 108 | 260 | 98 50 | 100 | 2.2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 610 | 0 | 0 | 610 | 50 |
| | | | | | a3-b3 | 35 | 170 | 40 | 120 | 2 | 3.855 | 3.6 | 7.455 | 894.6 | 0 | 0 | 894.6 | 40 |
| | | | | | b3-c3 | 20 | 140 | 40 | 90 | 1.75 | 3.855 | 3 | 6.855 | 616.95 | 0 | 0 | 616.95 | 40 |
| | | | | WC | c3-d3 | 70 | 225 | 78 50 | 90 | 1.8 | 1 | 1.8 | 2.8 | 252 | 0 | 0 | 252 | 50 |
| | | | | | d3-e3 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 4.155 | 2.4 | 6.555 | 753.825 | 0 | 0 | 753.825 | 40 |
| | d3-f3 | 40 | | | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 6.155 | 2.4 | 8.555 | 983.825 | 0 | 0 | 983.825 | 40 | | |
| | LV | a3-g3 | | 3 | 100 | 67 30 | 190 | 2.3 | 5.155 | 3 | 8.155 | 1549.45 | 0 | 0 | 1549.45 | 30 | | |
| | | g3-h3 | | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 3 | 7.155 | 1359.45 | 0 | 0 | 1359.45 | 30 | | |
| | | h3-i3 | | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 2.4 | 6.555 | 1245.45 | 0 | 0 | 1245.45 | 30 | | |
| | WC | a3-a4 | | 93 | 245 | 78 50 | 95 | 2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 579.5 | 0 | 0 | 579.5 | 50 | | |
| | | a4-b4 | | 90 | 240 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 3 | 6 | 540 | 0 | 0 | 540 | 50 | | |
| | | b4-c4 | | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 4.155 | 2.4 | 6.555 | 753.825 | 0 | 0 | 753.825 | 40 | | |
| | | b4-d4 | | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 6.155 | 2.4 | 8.555 | 983.825 | 0 | 0 | 983.825 | 40 | | |
| | LV | a4-e4 | | 3 | 100 | 67 30 | 190 | 2.3 | 5.155 | 1.8 | 6.955 | 1321.45 | 0 | 0 | 1321.45 | 30 | | |
| | | e4-f4 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 2.4 | 6.555 | 1245.45 | 0 | 0 | 1245.45 | 30 | | | |
| | | f4-g4 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.155 | 1.8 | 5.955 | 1131.45 | 0 | 0 | 1131.45 | 30 | | | |

Lampiran 5. Tabel dimensi pipa air bersih lantai 1

| Lantai | Daerah | Alat Plambing | Daerah | I Beban Unit Ala 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 (mm) |
|----------|------------------|---------------|--------|---------------------------------|-------------------|---|-------------|------------|---------|-----------|--------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|
| Lantai 1 | Sistem pipa kiri | U | C-D | 116 | 235 | 96 | 330 | 3.4 | 5 | 2.1 | 7.1 | 2343 | 0 | 0 | 2343 | 40 |
| | | | D-a1 | 108 | 260 | 40 | 100 | 2.2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 610 | 0 | 0 | 610 | 50 |
| | | | a1-b1 | 35 | 170 | 50 | 120 | 2 | 4.355 | 2.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87 |
| | | | b1-c1 | 20 | 140 | 40 | 90 | 1.75 | 4.355 | 2.1 | 6.455 | 580.95 | 0 | 0 | 580.95 | 40 |
| | | WC | c1-d1 | 70 | 225 | 87 | 90 | 1.8 | 1 | 2.1 | 3.1 | 279 | 0 | 0 | 279 | 50 |
| | | | d1-e1 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 4.655 | 2.1 | 6.755 | 776.825 | 0 | 0 | 776.825 | 40 |
| | | | d1-f1 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1006.83 | 0 | 0 | 1006.83 | 40 |
| | | LV | a1-g1 | 3 | 100 | 79 | 190 | 2.3 | 5.655 | 2.1 | 7.755 | 1473.45 | 0 | 0 | 1473.45 | 30 |
| | | | g1-h1 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.655 | 2.1 | 6.755 | 1283.45 | 0 | 0 | 1283.45 | 30 |
| | | | h1-i1 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.655 | 2.1 | 6.755 | 1283.45 | 0 | 0 | 1283.45 | 30 |
| | | WC | a1-a2 | 93 | 245 | 87 | 95 | 2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 579.5 | 0 | 0 | 579.5 | 50 |
| | | | a2-b2 | 90 | 240 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 2.1 | 5.1 | 459 | 0 | 0 | 459 | 50 |
| | b2-c2 | | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 4.655 | 2.1 | 6.755 | 776.825 | 0 | 0 | 776.825 | 40 | |
| | b2-d2 | | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1006.83 | 0 | 0 | 1006.83 | 40 | |
| | LV | a2-e2 | 3 | 100 | 79 | 190 | 2.3 | 5.655 | 2.1 | 7.755 | 1473.45 | 0 | 0 | 1473.45 | 30 | |
| | | e2-f2 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.655 | 2.1 | 6.755 | 1283.45 | 0 | 0 | 1283.45 | 30 | |
| | | f2-g2 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.655 | 2.1 | 6.755 | 1283.45 | 0 | 0 | 1283.45 | 30 | |

Lampiran 6. Tabel dimensi pipa air bersih lantai 1 (lanjutan)

| 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 (mm) |
|--------|--------|---------------|--------|----------------------------------|-------------------|---|-------------|------------|---------|----------|-------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|
| | | | | | | 104 | | | | | | | | | | |
| | | Kran | a2-a3 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a3-b3 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 |
| | | | a3-a4 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a4-b4 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 |
| | | | a4-a5 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a5-b5 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 |
| | | | a5-a6 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a6-b6 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 |
| | | | a6-a7 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a7-b7 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 |
| | | | a7-a8 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a8-b8 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 |
| | | | a8-a9 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | a9-b9 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 | |
| | | a9-a10 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 | |
| | | a10-b10 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 6.655 | 2.1 | 8.755 | 1663.45 | 0 | 0 | 1663.45 | 30 | |

Lampiran 7. Tabel dimensi pipa air bersih *Ground floor*

| Lantai | Daerah | Alat Plambing | Daerah | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII |
|--------------|------------------|---------------|--------|--------------------------|-------------|----------------------------------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|----------------------|----|---------|----------------------------|
| | | | | Beban Unit Alat Plambing | Laju Aliran | Ukuran Pipa (mm) dengan R (mm/m) | Raito | Raito | I | I' | I+I' | R | Ukuran Pipa Perkecil | R | R | Ukuran Pipa Diperoleh (mm) |
| Ground floor | Sistem pipa kiri | LV | D-E | 154 | 300 | 122 | 150 | 2.5 | 5 | 3 | 8 | 1200 | 0 | 0 | 1200 | 50 |
| | | | E-a1 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 2.1 | 6.1 | 1159 | 0 | 0 | 1159 | 30 |
| | | | a1-b1 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3 | 3 | 6 | 1140 | 0 | 0 | 1140 | 30 |
| | | | b1-ci | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.376 | 3 | 8.376 | 1591.44 | 0 | 0 | 1591.44 | 30 |
| | | | b1-d1 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1857.44 | 0 | 0 | 1857.44 | 30 |
| | | WC | a1-a2 | 70 | 225 | 50 | 90 | 1.8 | 4 | 1.8 | 5.8 | 522 | 0 | 0 | 522 | 50 |
| | | | a2-b2 | 70 | 225 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 3 | 6 | 540 | 0 | 0 | 540 | 50 |
| | | | b2-c2 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.376 | 3 | 8.376 | 963.24 | 0 | 0 | 963.24 | 40 |
| | | | b2-d2 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1124.24 | 0 | 0 | 1124.24 | 40 |
| | | U | a2-a3 | 108 | 260 | 87 | 100 | 2.2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 610 | 0 | 0 | 610 | 50 |
| | | | a3-b3 | 35 | 170 | 40 | 120 | 2 | 5.076 | 3.6 | 8.676 | 1041.12 | 0 | 0 | 1041.12 | 40 |
| | | | b3-c3 | 20 | 140 | 40 | 90 | 1.75 | 5.076 | 2.4 | 7.476 | 672.84 | 0 | 0 | 672.84 | 40 |
| | | WC | c3-d3 | 70 | 225 | 99 | 90 | 1.8 | 1 | 1.8 | 2.8 | 252 | 0 | 0 | 252 | 50 |
| | | | d3-e3 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.376 | 2.4 | 7.776 | 894.24 | 0 | 0 | 894.24 | 40 |
| | | | d3-f3 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1124.24 | 0 | 0 | 1124.24 | 40 |
| | | LV | a3-g3 | 3 | 100 | 69 | 190 | 2.3 | 6.376 | 3 | 9.376 | 1781.44 | 0 | 0 | 1781.44 | 30 |
| | | | g3-h3 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.376 | 3 | 8.376 | 1591.44 | 0 | 0 | 1591.44 | 30 |
| | | | h3-i3 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.376 | 2.4 | 7.776 | 1477.44 | 0 | 0 | 1477.44 | 30 |
| | | WC | a3-a4 | 93 | 245 | 99 | 95 | 2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 579.5 | 0 | 0 | 579.5 | 50 |
| | | | a4-b4 | 90 | 240 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 2.16 | 5.16 | 464.4 | 0 | 0 | 464.4 | 50 |
| | | | b4-c4 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.376 | 2.4 | 7.776 | 894.24 | 0 | 0 | 894.24 | 40 |
| | | | b4-d4 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1124.24 | 0 | 0 | 1124.24 | 40 |
| | | LV | a4-e4 | 3 | 100 | 69 | 190 | 2.3 | 6.376 | 3 | 9.376 | 1781.44 | 0 | 0 | 1781.44 | 30 |
| | | | e4-f4 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.376 | 3 | 8.376 | 1591.44 | 0 | 0 | 1591.44 | 30 |
| | | | f4-g4 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.376 | 2.4 | 7.776 | 1477.44 | 0 | 0 | 1477.44 | 30 |
| | | WC | a4-a5 | 70 | 225 | 106 | 95 | 2 | 4 | 1.8 | 5.8 | 551 | 0 | 0 | 551 | 50 |
| | | | a5-b5 | 70 | 225 | 50 | 95 | 2 | 3 | 2.16 | 5.16 | 490.2 | 0 | 0 | 490.2 | 50 |
| | | | b5-c5 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.376 | 2.4 | 7.776 | 894.24 | 0 | 0 | 894.24 | 40 |
| b5-d5 | 40 | | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1124.24 | 0 | 0 | 1124.24 | 40 | | |

Lampiran 8. Tabel dimensi pipa air bersih *Ground floor* (lanjutan)

| 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 (mm) |
|-------------------|---------|---------------|---------|----------------------------------|-------------------|---|-------------|------------|---------|-----------|--------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|
| Sistem pipa kanan | Janitor | | E-a'1 | 73 | 230 | 78 | 95 | 2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 579.5 | 0 | 0 | 579.5 | 50 |
| | | | a'1-b'1 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1857.44 | 0 | 0 | 1857.44 | 30 |
| | | | a'1-a'2 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'2-b'2 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1857.44 | 0 | 0 | 1857.44 | 30 |
| | | | a'2-a'3 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | | a'3-b'3 | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1857.44 | 0 | 0 | 1857.44 | 30 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | WC | | a'3-a'4 | 70 | 225 | 87 | 95 | 2 | 4 | 1.8 | 5.8 | 551 | 0 | 0 | 551 | 50 |
| | | | a'4-b'4 | 70 | 225 | 50 | 95 | 2 | 3 | 2.16 | 5.16 | 490.2 | 0 | 0 | 490.2 | 50 |
| | | | b'4-c'4 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.376 | 2.4 | 7.776 | 894.24 | 0 | 0 | 894.24 | 40 |
| | | | b'4-d'4 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 7.376 | 2.4 | 9.776 | 1124.24 | 0 | 0 | 1124.24 | 40 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Lampiran 9. Tabel dimensi pipa air bersih Basement

| Lantai | 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 (mm) |
|----------|---------------|--------|----------------------------------|-------------------|--|-------------|------------|---------|-----------|--------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|
| Basement | Kran | E-F | 132 | 245 | 65 | 95 | 2 | 3.3 | 3 | 6.3 | 598.5 | 0 | 0 | 598.5 | 50 |
| | | F-a1 | 1.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | a1-b1 | 1.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.972 | 3 | 7.972 | 1514.68 | 0 | 0 | 1514.68 | 30 |
| | | b1-c1 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 3 | 6.972 | 1324.68 | 0 | 0 | 1324.68 | 30 |
| | | c1-d1 | 0,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 2.4 | 6.372 | 1210.68 | 0 | 0 | 1210.68 | 30 |
| | | a1-a2 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 |
| | | a2-b2 | 1,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.972 | 3 | 7.972 | 1514.68 | 0 | 0 | 1514.68 | 30 |
| | | b2-c2 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 3 | 6.972 | 1324.68 | 0 | 0 | 1324.68 | 30 |
| | | c2-d2 | 0,5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 2.4 | 6.372 | 1210.68 | 0 | 0 | 1210.68 | 30 |
| | | U | a2-a3 | 108 | 260 | 63 | 100 | 2.2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 610 | 0 | 0 | 610 |
| | a3-b3 | 35 | 170 | 40 | 120 | 2 | 3.672 | 3.6 | 7.272 | 872.64 | 0 | 0 | 872.64 | 40 | |
| | b3-c3 | 20 | 140 | 40 | 90 | 1.75 | 3.672 | 2.4 | 6.072 | 546.48 | 0 | 0 | 546.48 | 40 | |
| WC | c3-d3 | 70 | 225 | 75 | 90 | 1.8 | 1 | 1.8 | 2.8 | 252 | 0 | 0 | 252 | 50 | |
| | d3-e3 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 3.972 | 2.4 | 6.372 | 732.78 | 0 | 0 | 732.78 | 40 | |
| | d3-f3 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.972 | 2.4 | 8.372 | 962.78 | 0 | 0 | 962.78 | 40 | |
| LV | a3-g3 | 3 | 100 | 56 | 190 | 2.3 | 4.972 | 3 | 7.972 | 1514.68 | 0 | 0 | 1514.68 | 30 | |
| | g3-h3 | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 3 | 6.972 | 1324.68 | 0 | 0 | 1324.68 | 30 | |
| | h3-i3 | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 2.4 | 6.372 | 1210.68 | 0 | 0 | 1210.68 | 30 | |
| WC | a3-a4 | 93 | 245 | 75 | 95 | 2 | 4 | 2.1 | 6.1 | 579.5 | 0 | 0 | 579.5 | 50 | |
| | a4-b4 | 90 | 240 | 50 | 90 | 1.8 | 3 | 2.16 | 5.16 | 464.4 | 0 | 0 | 464.4 | 50 | |
| | b4-c4 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 3.972 | 2.4 | 6.372 | 732.78 | 0 | 0 | 732.78 | 40 | |
| | b4-d4 | 40 | 175 | 40 | 115 | 1.9 | 5.972 | 2.4 | 8.372 | 962.78 | 0 | 0 | 962.78 | 40 | |

Lampiran 10. Tabel dimensi pipa air bersih Basement (lanjutan)

| Lantai | 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 (mm) | |
|---------|---------------|--------|----------------------------------|-------------------|--|-------------|------------|---------|-----------|--------------|---------|------------------------------|---------|----------|---------------------------------------|--|
| | | | | | 56 | | | | | | | | | | | |
| LV | a4-e4 | | 3 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4.972 | 3 | 7.972 | 1514.68 | 0 | 0 | 1514.68 | 30 | |
| | e4-f4 | | 2 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 3 | 6.972 | 1324.68 | 0 | 0 | 1324.68 | 30 | |
| | f4-g4 | | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 3.972 | 2.4 | 6.372 | 1210.68 | 0 | 0 | 1210.68 | 30 | |
| | | | | | 65 | | | | | | | | | | | |
| Kran | a4-a5 | | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 | |
| | a5-b5 | | 1 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.972 | 2.4 | 8.372 | 1590.68 | 0 | 0 | 1590.68 | 30 | |
| | a5-a'1 | | 0.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 8 | 1.8 | 9.8 | 1862 | 0 | 0 | 1862 | 30 | |
| | a'1-b'1 | | 0.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.972 | 2.4 | 8.372 | 1590.68 | 0 | 0 | 1590.68 | 30 | |
| | a'1-a'2 | | 0.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 | |
| | a'2-b'2 | | 0.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.972 | 2.4 | 8.372 | 1590.68 | 0 | 0 | 1590.68 | 30 | |
| | a'2-a'3 | | 0.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 4 | 1.8 | 5.8 | 1102 | 0 | 0 | 1102 | 30 | |
| a'3-b'3 | | 0.5 | 100 | 30 | 190 | 2.3 | 5.972 | 2.4 | 8.372 | 1590.68 | 0 | 0 | 1590.68 | 30 | | |

Lampiran 11. Tabel dimensi pipa air kotor *Grey water* lantai cinema, dan Lantai 3

| 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 |
| Cinema | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Total | | | c-A | 8 | 80 | 3 | 1/50 |
| Lantai 3 | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Total | | | c-A | 8 | 80 | 3 | 1/50 |
| | Lavatory | LV | 1 | c-d | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Nursery room | LV | 1 | e-f | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Janitor | J | 3 | f-g | 3 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Tempat wudhu pria | FD | 0.5 | g-h | 0.5 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Tempat wudhu wanita | FD | 0.5 | h-B | 0.5 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Total | | | B-C | 16 | 80 | 3 | 1/50 |

Lampiran 12. Tabel dimensi pipa air kotor Grey water lantai 2, dan Lantai 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 |
| Lantai 2 | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | Total | | | c-A | 8 | 80 | 3 |
| | Tempat wudhu pria | FD | 0.5 | c-d | 1 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Tempat wudhu wanita | FD | 0.5 | d-C | 1 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Total | | C-D | 10 | 80 | 4 | 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 |
| Lantai 1 | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | Total | | | c-A | 8 | 80 | 3 |
| | Pastry | KS | 2 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Beef | KS | 2 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Pultry | KS | 2 | c-d | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Salad Bar Area | KS | 2 | d-e | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Bakery Area | KS | 2 | e-f | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Food Bar | KS | 2 | f-g | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Butchery | KS | 2 | g-h | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Fishery | KS | 2 | h-C | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Total | | C-D | 16 | 80 | 3 | 1/50 | |

Lampiran 13. Tabel dimensi pipa air kotor Grey water lantai *Ground floor*, dan *Basement*

| 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 |
| | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | Total | | | c-A | 8 | 80 | 3 |
| | Nursery Room | LV | 1 | e-E | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | Total | | | | 10 | 80 | 3 |
| Ground Floor (bagian kanan) | R. genset | FD | 0.5 | f-g | 1 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Janitor | J | 3 | g-h | 3 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Wet gerbage | FD | 0.5 | h-E | 1 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | Total | | | E-F | 23 | 80 | 3 | 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 |
| Basement | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | 2.5 | 1/50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | Total | | | c-A | 8 | 80 | 3 |
| | Tempat wudhu pria | FD | 0.5 | c-d | 1 | 40 | 1.5 | 1/50 |
| | | Tempat wudhu wanita | FD | | 0.5 | d-F | 1 | 40 |
| Total | | | F-Sawage | 10 | 80 | 3 | 1/50 | |

Lampiran 14. Tabel dimensi pipa air kotor *Black water*

| 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 |
| Cinema | Toilet Pria | WC | 6 | a-b | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 12 | | 12 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet Wanita | WC | 6 | b-A | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 12 | | 12 | 100 | 4 | 1/100 |
| Lantai 3 | Toilet Pria | WC | 6 | a-b | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 24 | | 24 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet Wanita | WC | 6 | b-B | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 24 | | 24 | 100 | 4 | 1/100 |
| Lantai 2 | Toilet Pria | WC | 6 | a-b | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 18 | | 18 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet Wanita | WC | 6 | b-C | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 18 | | 18 | 100 | 4 | 1/100 |
| Lantai 1 | Toilet Pria | WC | 6 | a-b | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 18 | | 18 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet Wanita | WC | 6 | b-D | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 18 | | 18 | 100 | 4 | 1/100 |
| Lantai Ground | Toilet Pria | WC | 6 | a-b | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 24 | | 24 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet Wanita | WC | 6 | b-E | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 24 | | 24 | 100 | 4 | 1/100 |
| Basement | Toilet Pria | WC | 6 | a-b | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 12 | | 12 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet Wanita | WC | 6 | b-F | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 12 | | 12 | 100 | 4 | 1/100 |
| | Toilet pos jaga | WC | 6 | a-G | 6 | 80 | 3 | 1/100 |
| | | Total | 6 | | 6 | 80 | 3 | 1/100 |

Lampiran 15. Tabel dimensi pipa ven Lantai Cinema, dan lantai 3

| 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) | Panjang pipa VEN (m) | Ukuran pipa VEN |
| Cinema | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 2.601 | 40 |
| | | WC | 6 | b-c | 12 | 80 | 2.601 | 40 |
| | | U | 2 | c-d | 4 | 65 | 2.601 | 40 |
| | | Total | | | 18 | 80 | 2.601 | 50 |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 2.601 | 40 |
| | | WC | 6 | b-c | 12 | 80 | 2.601 | 40 |
| | | Total | | | 14 | 80 | 2.601 | 50 |
| | Total | | | A-B | 32 | 100 | 5.914 | 80 |

| 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) | Panjang pipe VEN (m) | Ukuran pipa VEN | |
| Lantai 3 | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 6.275 | 65 | |
| | | U | 2 | b-c | 4 | 65 | | | |
| | | WC | 6 | c-d | 12 | 75 | | | |
| | | Total | | | 18 | 100 | | | |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 6.275 | 65 | |
| | | WC | 6 | b-c | 12 | 75 | | | |
| | | Total | | | 18 | 100 | | | |
| | Total | | | | 30 | 100 | 10.21 | 75 | |
| | Tempat wudhu pria | Lavatory | LV | 1 | c-d | 2 | 40 | 6.275 | 40 |
| | | Dis toilet | WC | 6 | d-e | 12 | 75 | 6.275 | 40 |
| | | Nursery room | LV | 1 | f-g | 2 | 40 | 6.275 | 40 |
| | | Janitor | J | 3 | | 3 | 65 | 6.275 | |
| | | Total | | | | 31 | 100 | 17.568 | 50 |
| Tempat wudhu wanita | FD | 0.5 | g-h | 0.5 | 40 | 6.275 | 40 | | |
| | FD | 0.5 | h-B | 0.5 | 40 | 6.275 | 40 | | |
| Total | | | B-C | 31 | 100 | 17.568 | 50 | | |

Lampiran 16. Tabel dimensi pipa ven Lantai 2

| 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) | Panjang pipa VEN (m) | Ukuran pipa VEN |
| Lantai 2 | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 2.855 | 65 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | | |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | |
| | | Total | | | 18 | 100 | | |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 2.855 | 65 |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | |
| | | Total | | | 14 | 100 | | |
| | Total | | | | 32 | 100 | 10.21 | 75 |
| | Tempat wudhu pria | FD | 0.5 | d-C | 1 | 40 | 2.855 | 40 |
| | Tempat wudhu wanita | FD | 0.5 | d-C | 1 | 40 | 2.855 | 40 |
| | Total | | | C-D | 34 | 100 | 6.445 | 65 |

Lampiran 17. Tabel dimensi pipa ven Lantai 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) | Panjang pipa VEN (m) | Ukuran pipa VEN |
| Lantai 1 | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 3.44 | 65 |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | | |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | |
| | | Total | | | 18 | 100 | | |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 3.44 | 65 |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | |
| | | Total | | | 32 | 100 | | |
| | | Total | | | | | | |
| | Pastry | KS | 2 | a-b | 2 | 40 | 3.44 | 40 |
| | Beef | KS | 2 | b-c | 2 | 40 | 3.44 | 40 |
| | Poultry | KS | 2 | c-d | 2 | 40 | 3.44 | 40 |
| | Salad Bar Area | KS | 2 | d-e | 2 | 40 | 3.44 | 40 |
| | Bakery Area | KS | 2 | e-f | 2 | 40 | 3.44 | 40 |
| | Food Bar | KS | 2 | f-g | 2 | 40 | 3.44 | 40 |
| Butchery | KS | 2 | g-h | 2 | 40 | 3.44 | 40 | |
| Fishery | KS | 2 | h-C | 2 | 40 | 3.44 | 40 | |
| Total | | | C-D | 48 | 100 | 12.517 | 65 | |

Lampiran 18. Tabel dimensi pipa ven *Ground floor*

| Lantai | Jenis ruang | I | II | III | IV | V | VI | VII | | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------|-------|-------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|--------|-------|
| | | Alat Plumbing | Unit alat plumbing | Seksi | Unit alat plumbing tiap seksi | Ukuran pipa dipakai (mm) | Panjang pipa VEN (m) | Ukuran pipa VEN | | |
| Ground Floor (bagian kiri) | Toilet pos jaga | WC | 6 | a-G | 12 | 75 | 3.576 | 65 | | |
| | | LV | 1 | | 2 | 40 | | | | |
| | Toilet Pria | U | 2 | a-b | 4 | 65 | | | | |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | | | |
| | Total | | | | 18 | 100 | | | | |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | | | | |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | | | |
| | | Total | | | | 14 | | | 100 | |
| | Total | | | | 32 | 100 | | | 13.748 | 75 |
| | Ground Floor (bagian kanan) | Dis toilet | WC | 6 | | 6 | | | 65 | 3.576 |
| Nursery Room | | LV | 1 | e-E | 2 | 40 | 3.576 | 40 | | |
| Total | | | | 8 | 100 | 3.576 | 65 | | | |
| R. genset | | FD | 0.5 | f-g | 1 | 40 | 3.576 | 40 | | |
| Janitor | | J | 3 | g-h | 3 | 65 | 3.576 | 40 | | |
| Wet gerbage | | FD | 0.5 | h-E | 1 | 40 | 3.576 | 40 | | |
| Total | | | | E-F | 45 | 100 | 12.517 | 65 | | |

Lampiran 19. Tabel dimensi pipa ven *Basement*

| 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) | Panjang pipa VEN (m) | Ukuran pipa VEN | |
| Basement | Toilet Pria | LV | 1 | a-b | 2 | 40 | 2.171 | 65 | |
| | | U | 2 | | 4 | 65 | | | |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | | |
| | | Total | | | 18 | 100 | | | |
| | Toilet Wanita | LV | 1 | b-c | 2 | 40 | 2.171 | 65 | |
| | | WC | 6 | | 12 | 75 | | | |
| | | Total | | | 14 | 100 | | | |
| | | Total | | | 32 | 100 | 8.17 | 75 | |
| | | Tempat wudhu pria | FD | 0.5 | c-d | 1 | 40 | 2.171 | 40 |
| | | Tempat wudhu wanita | FD | 0.5 | d-F | 1 | 40 | 2.171 | 40 |
| | | Total | | | F-Sawage | 34 | 100 | 8.705 | 65 |

Lampiran 20. Data Unit Beban Alat Plumbing gedung Transmart

| PROYEK | | : TRANSMART JEMBER | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|---|----------|-----------|----------|-----|-----|--|
| PEKERJAAN | | : SISTEM AIR BERSIH | | | | | | |
| PERIHAL | | : REKAP PERHITUNGAN POMPA | | | | | | |
| REV./TANGGAL | | : 22 SEPTEMBER 2017 | | | | | | |
| PREPARATION | | : PT. WIJAYA KARYA BANGUNAN GEDUNG | | | | | | |
| NO. | LOKASI | Unit | Beban FU | Sub Total | Total FU | Gpm | Lpm | |
| 1 | Lantai Basement 1 | | | | | | | |
| | <i>Toilet Pria (axis 1-2/D-E)</i> | | | | | | | |
| | Closet | 2 | 10 | 20 | | | | |
| | Lavatori | 2 | 2 | 4 | | | | |
| | Urinal | 3 | 4 | 12 | | | | |
| | <i>Tempat Wudhu Wanita</i> | | | | | | | |
| | Kran | 6 | 2 | 12 | | | | |
| | | | | | | 48 | | |
| | <i>Toilet Wanita</i> | | | | | | | |
| | Closet | 3 | 10 | 30 | | | | |
| | Lavatori | 2 | 2 | 4 | | | | |
| | | | | | | 34 | | |
| | <i>Tempat Wudhu Pria</i> | | | | | | | |
| | Kran | 6 | 2 | 12 | | | | |
| 2 | Lantai Ground | | | | | | | |
| | <i>Toilet Wanita (axis 2/H-I)</i> | | | | | | | |
| | Closet | 4 | 10 | 40 | | | | |
| | Lavatori | 4 | 2 | 8 | | | | |
| | Closet Disable | 1 | 10 | 10 | | | | |
| | Janitor | 1 | 4 | 4 | | | | |
| | Ruang Nursery | 1 | 2 | 2 | | | | |
| | | | | | | 64 | | |
| | <i>Toilet Pria</i> | | | | | | | |
| | Closet | 4 | 10 | 40 | | | | |
| | Lavatori | 3 | 2 | 6 | | | | |
| | Urinal | 4 | 5 | 20 | | | | |
| | | | | | | 66 | | |
| | F&B | | 18 | 4 | 72 | 72 | | |
| | 3 | Lantai F1 | | | | | | |
| | | <i>Toilet Wanita</i> | | | | | | |
| | | Closet | 4 | 5 | 20 | | | |
| | | Lavatori | 2 | 2 | 4 | | | |
| | | | | | | 24 | | |
| <i>Toilet Pria</i> | | | | | | | | |
| Closet | | 2 | 5 | 10 | | | | |
| Lavatori | | 2 | 2 | 4 | | | | |
| Urinal | | 4 | 5 | 20 | | | | |
| Closet | | 1 | 10 | 10 | | | | |
| | | | | | | 44 | | |
| Lab | 5 | 4 | 20 | 20 | | | | |
| 4 | Lantai 2 | | | | | | | |
| | <i>Toilet Pria</i> | | | | | | | |

Lampiran 20. Data Unit Beban Alat Plumbing gedung Transmart

| | | | | | | | |
|----------|----------------------|---|----|----|-----|-----|-----|
| | Closet | 3 | 10 | 30 | | | |
| | Lavatori | 2 | 2 | 4 | | | |
| | Urinal | 3 | 5 | 15 | | | |
| | | | | | 49 | | |
| | Toilet Wanita | | | | | | |
| | Closet | 3 | 10 | 30 | | | |
| | Lavatori | 3 | 2 | 6 | | | |
| | Janitor | 1 | 4 | 4 | | | |
| | Ablution | 4 | 2 | 8 | | | |
| | Ruang Nursery | 1 | 2 | 2 | | | |
| | Lavatori | 2 | 2 | 4 | | | |
| | Pantry | 1 | 2 | 2 | | | |
| | | | | | 56 | | |
| | | | | | | | |
| 5 | Lantai 3 | | | | | | |
| | Toilet Pria | | | | | | |
| | Closet | 4 | 5 | 20 | | | |
| | Lavatori | 3 | 2 | 6 | | | |
| | Urinal | 4 | 5 | 20 | | | |
| | | | | | 46 | | |
| | Toilet Wanita | | | | | | |
| | Closet | 4 | 5 | 20 | | | |
| | Lavatori | 4 | 2 | 8 | | | |
| | Closet Disable | 1 | 10 | 10 | | | |
| | Ruang Nursery | 1 | 2 | 2 | | | |
| | Janitor | 1 | 4 | 4 | | | |
| | | | | | 44 | | |
| | F&B | 5 | 4 | 20 | 20 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | 567 | 135 | 511 |
| | | | | | | | |

ISOMETRI LANTAI 3



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

LAMPIRAN TUGAS AKHIR

SKALA
1: 300

NOMOR
6

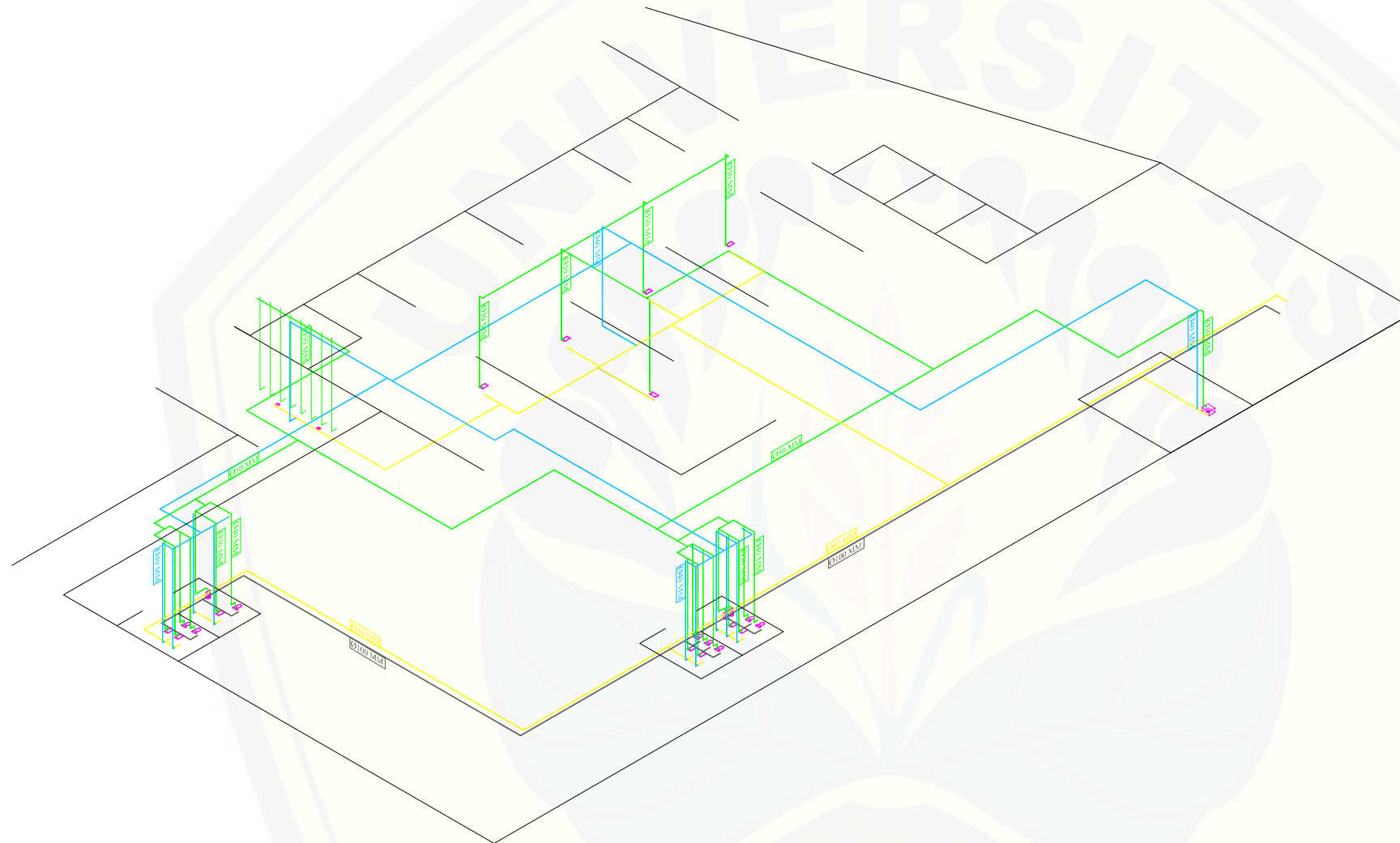
NAMA BUYUNG KURNIA S

NIM 131910301111

GEDUNG TRANSMART JEMBER

KETERANGAN

| WARNA | KETERANGAN |
|-------|-------------------------|
| | AIR BERSIH |
| | AIR KOTOR (GREY WATER) |
| | AIR KOTOR (BLACK WATER) |
| | VEN |



KET. ALAT PLAMBING

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|--------|--|-------------|
| | JANITOR | | LAVATORY | | WC | | FLOOR DRAIN |
| | KRAN | | KS / F&B | | URINAL | | WC DISABLE |

ISOMETRI CINEMA



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

LAMPIRAN TUGAS AKHIR

SKALA
1: 300

NOMOR
5

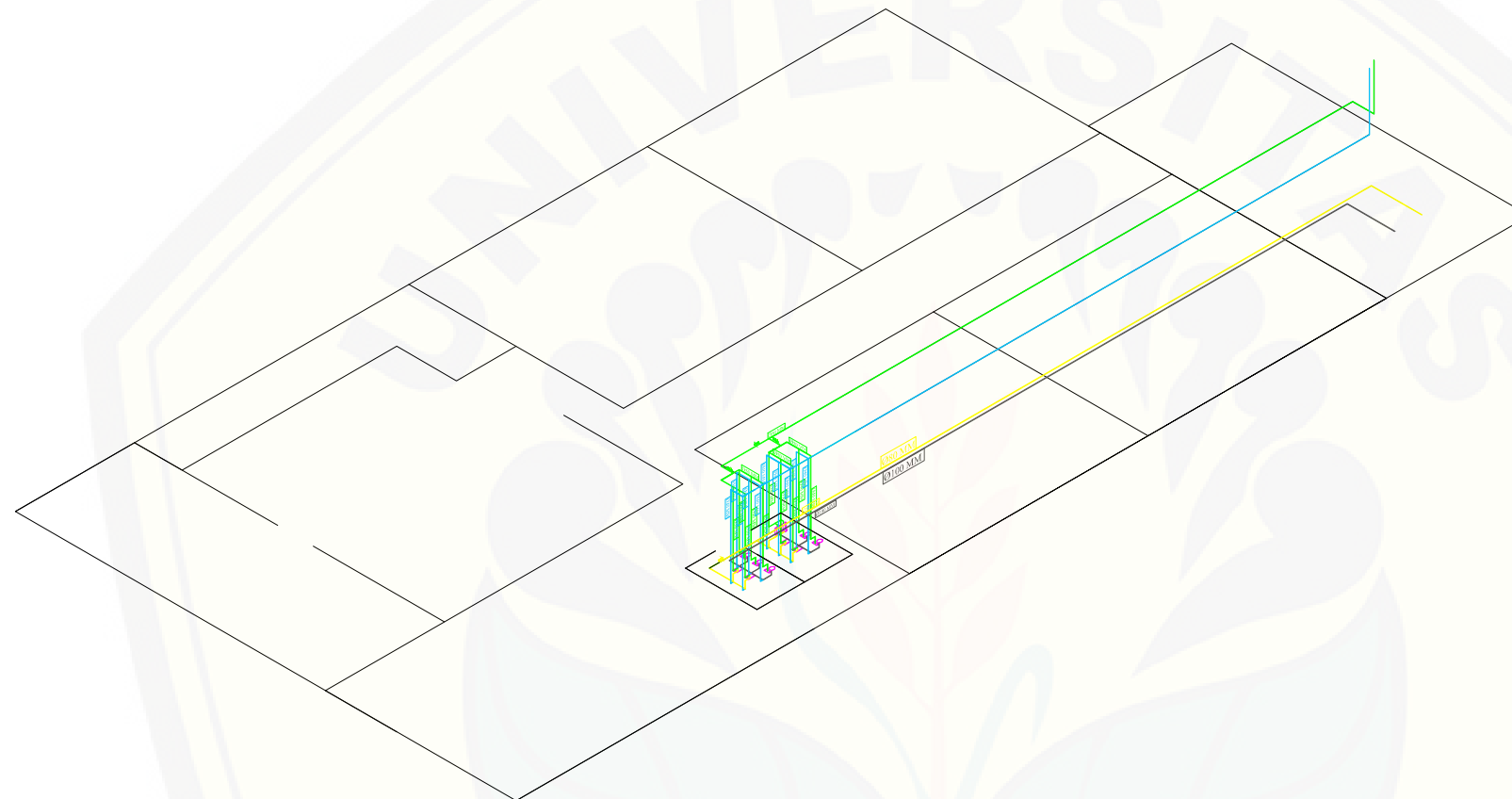
NAMA BUYUNG KURNIA S

NIM 131910301111

GEDUNG TRANSMART JEMBER

KETERANGAN

| WARNA | KETERANGAN |
|-------|-------------------------|
| | AIR BERSIH |
| | AIR KOTOR (GREY WATER) |
| | AIR KOTOR (BLACK WATER) |
| | VEN |



KET. ALAT PLAMBING

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|--------|--|-------------|
| | JANITOR | | LAVATORY | | WC | | FLOOR DRAIN |
| | KRAN | | KS / F&B | | URINAL | | WC DISABLE |

ISOMETRI LANTAI 2



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

LAMPIRAN TUGAS AKHIR

SKALA
1: 300

NOMOR
4

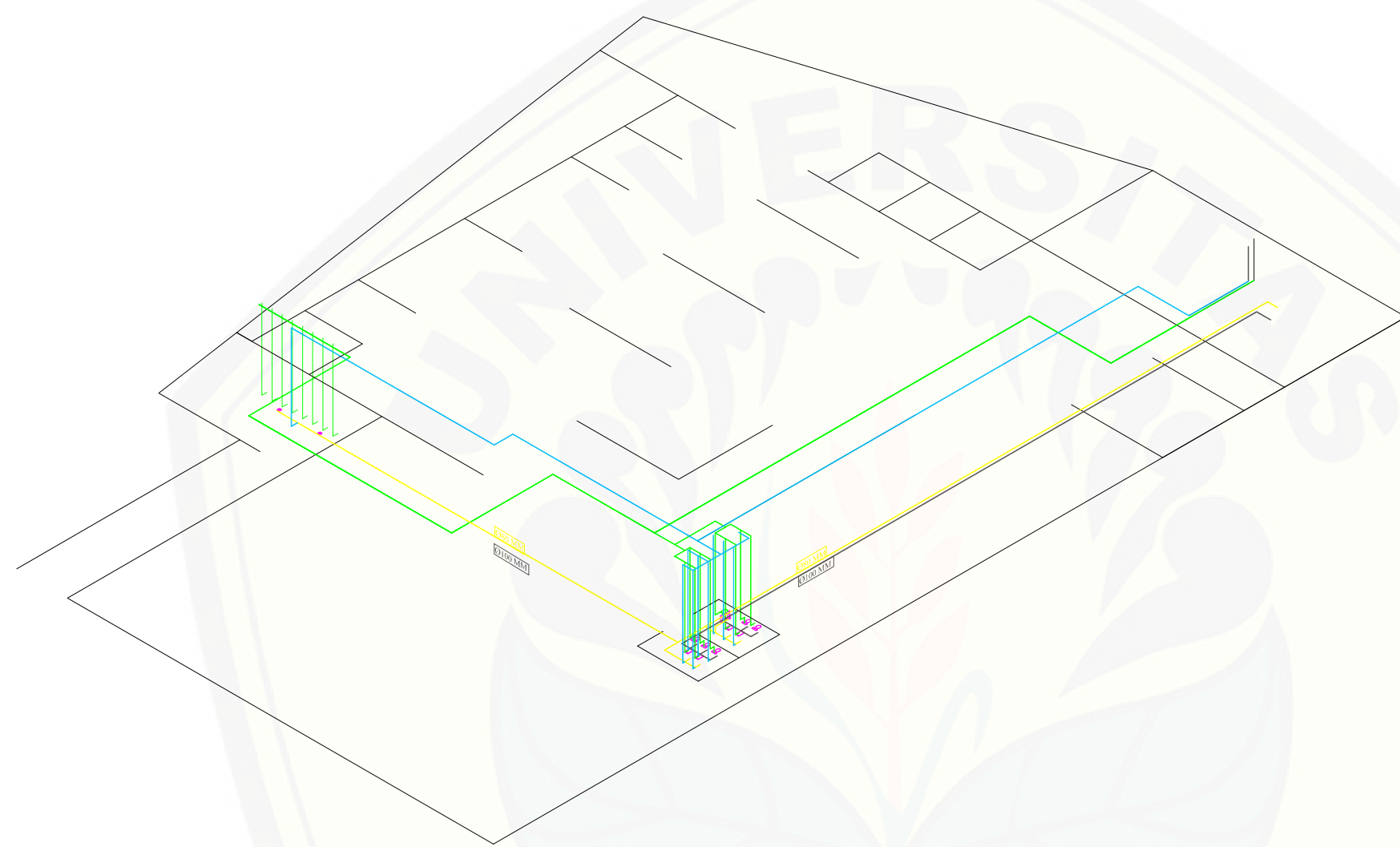
NAMA BUYUNG KURNIA S

NIM 131910301111

GEDUNG TRANSMART JEMBER

KETERANGAN

| WARNA | KETERANGAN |
|-------|-------------------------|
| | AIR BERSIH |
| | AIR KOTOR (GREY WATER) |
| | AIR KOTOR (BLACK WATER) |
| | VEN |



KET. ALAT PLAMBING

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|--------|--|-------------|
| | JANITOR | | LAVATORY | | WC | | FLOOR DRAIN |
| | KRAN | | KS / F&B | | URINAL | | WC DISABLE |

ISOMETRI LANTAI 1



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

LAMPIRAN TUGAS AKHIR

SKALA
1: 300

NOMOR
3

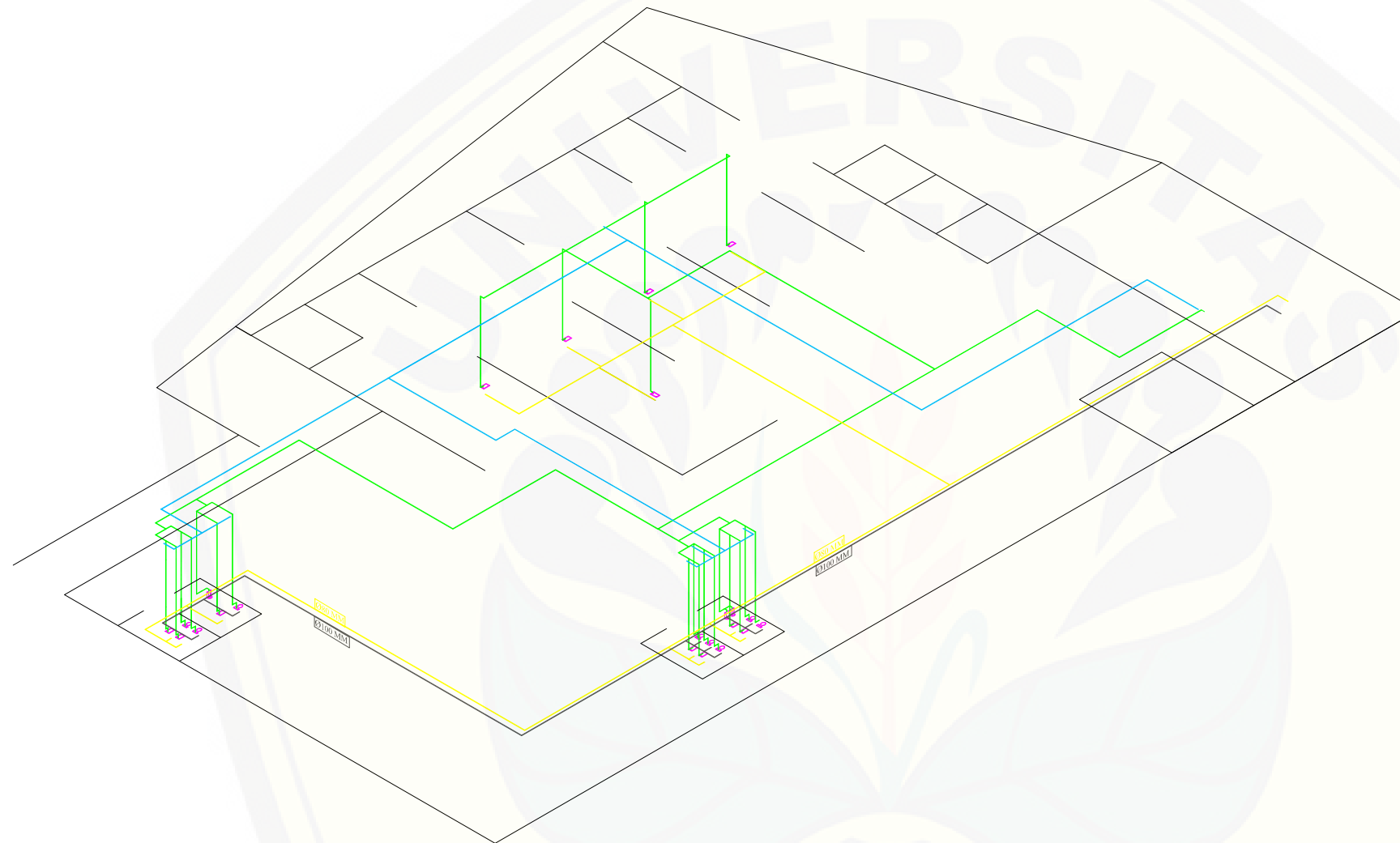
NAMA BUYUNG KURNIA S

NIM 131910301111

GEDUNG TRANSMART JEMBER

KETERANGAN

| WARNA | KETERANGAN |
|-------|-------------------------|
| | AIR BERSIH |
| | AIR KOTOR (GREY WATER) |
| | AIR KOTOR (BLACK WATER) |
| | VEN |



KET. ALAT PLAMBING

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|--------|--|-------------|
| | JANITOR | | LAVATORY | | WC | | FLOOR DRAIN |
| | KRAN | | KS / F&B | | URINAL | | WC DISABLE |

FLOOR GROUND



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

LAMPIRAN TUGAS AKHIR

SKALA
1: 300

NOMOR
2

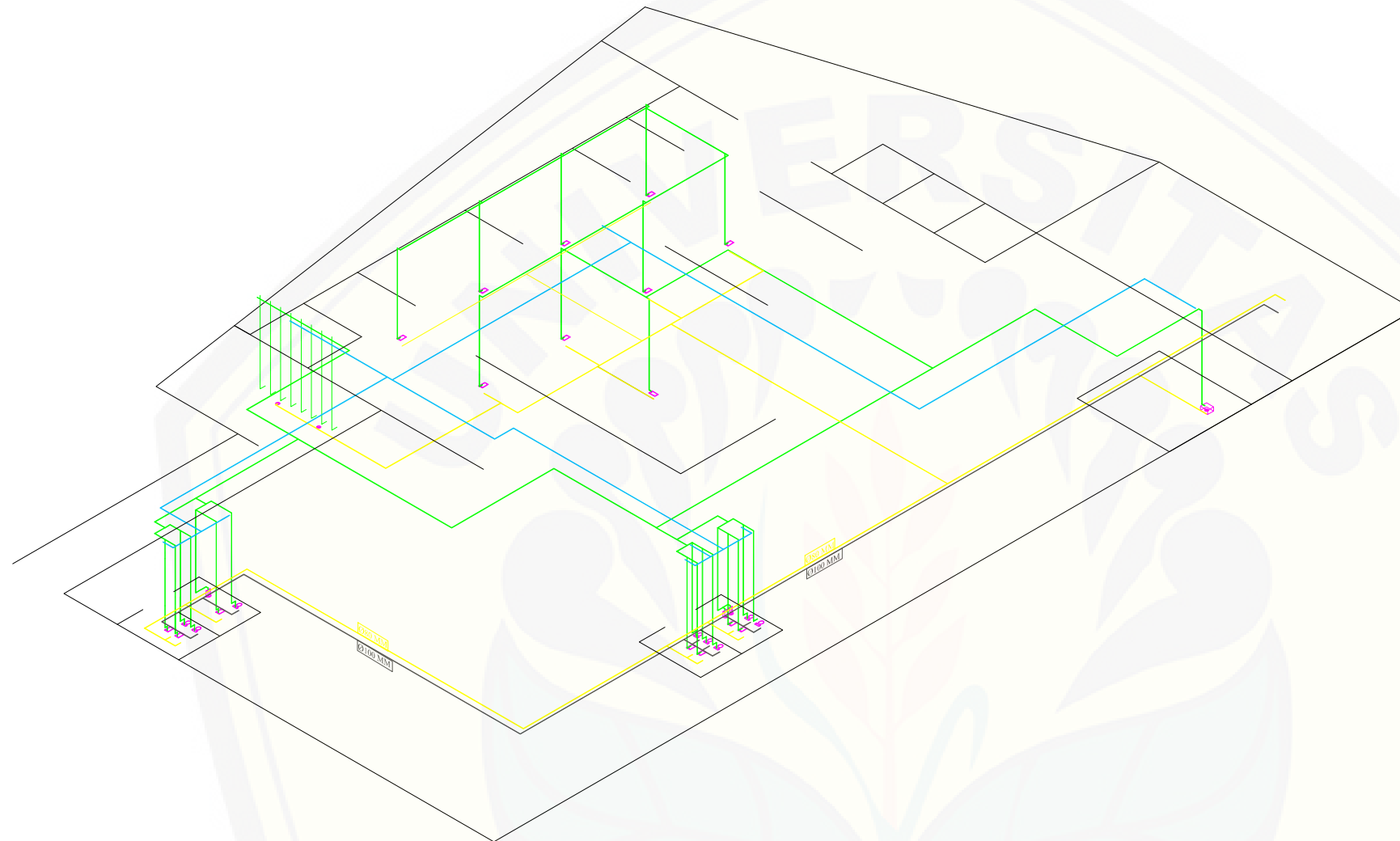
NAMA BUYUNG KURNIA S

NIM 131910301111

GEDUNG TRANSMART JEMBER

KETERANGAN

| WARNA | KETERANGAN |
|-------|-------------------------|
| | AIR BERSIH |
| | AIR KOTOR (GREY WATER) |
| | AIR KOTOR (BLACK WATER) |
| | VEN |



KET. ALAT PLAMBING

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|--------|--|-------------|
| | JANITOR | | LAVATORY | | WC | | FLOOR DRAIN |
| | KRAN | | KS / F&B | | URINAL | | WC DISABLE |

ISOMETRI BASEMENT



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

LAMPIRAN TUGAS AKHIR

SKALA
1: 300

NOMOR
1

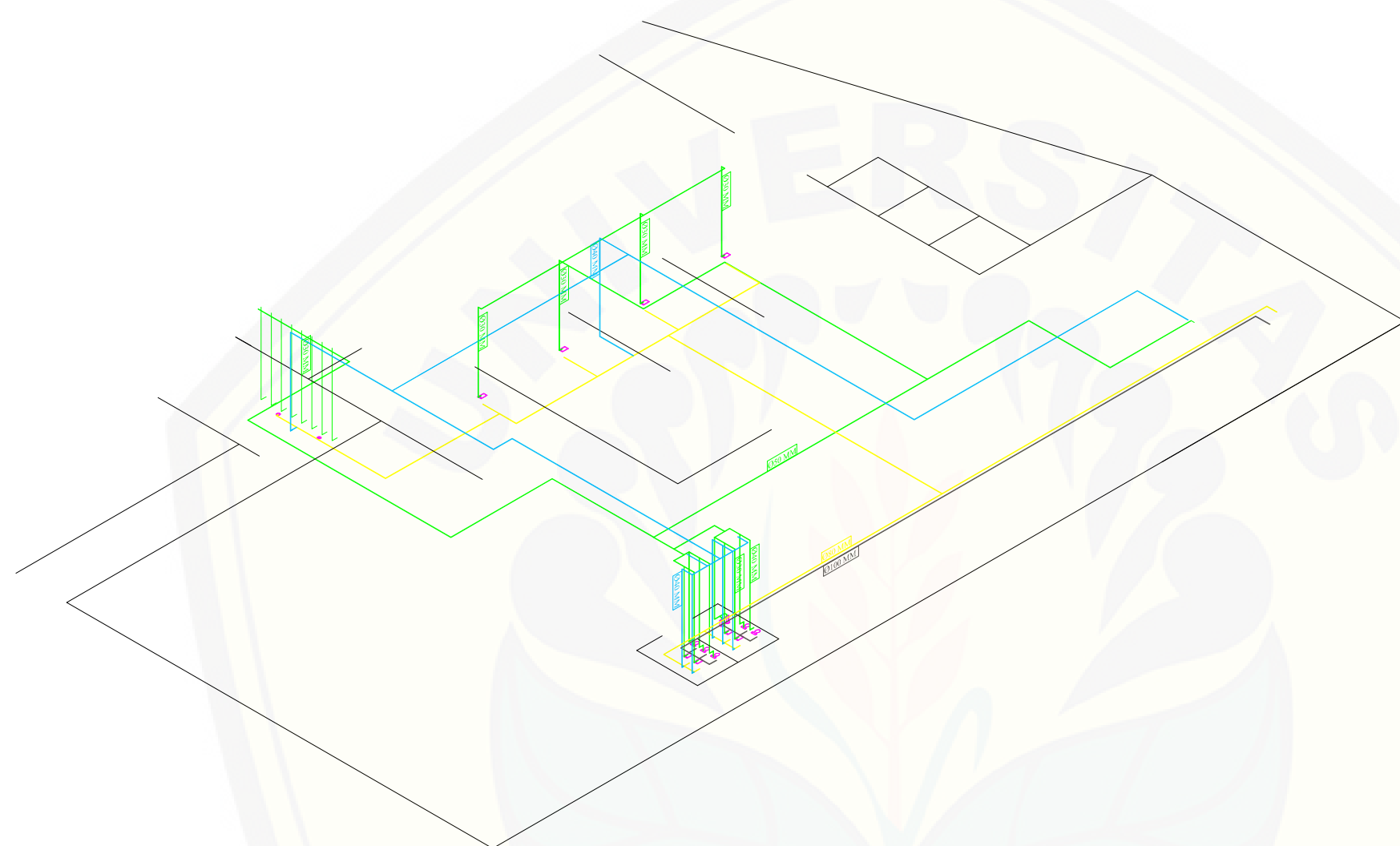
NAMA BUYUNG KURNIA S

NIM 131910301111

GEDUNG TRANSMART JEMBER

KETERANGAN

| WARNA | KETERANGAN |
|-------|-------------------------|
| | AIR BERSIH |
| | AIR KOTOR (GREY WATER) |
| | AIR KOTOR (BLACK WATER) |
| | VEN |



KET. ALAT PLAMBING

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|--------|--|-------------|
| | JANITOR | | LAVATORY | | WC | | FLOOR DRAIN |
| | KRAN | | KS / F&B | | URINAL | | WC DISABLE |