

Perencanaan Ulang Terhadap Sistem Perpipaian Townhouse Di Seminari Alkitab Asia Tenggara Malang

Yoga Dian Pamungkas¹, Anna Catharina Sri Purna Suswati², Gunawan Wibisono³

^{1,2}Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang, Indonesia

³Prodi Teknik Sipil - Universitas Merdeka Malang, Indonesia

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

*Korespondensi penulis: 201732013@widyakarya.ac.id

Abstract. *A building certainly has a clean water distribution system and wastewater disposal system that aims to provide clean water that is suitable with the pressure needed by plumbing tools and can dispose wastewater without contaminating other places. The same applies to the townhouse building located at STT Seminari Alkitab Asia Tenggara (STT SAAT) campus. The existing plumbing system condition in the townhouse building is suspected to have problems with hydraulic conditions that result in damage to clean water distribution pumps and hot water pumps. To overcome these problems, a redesign of the townhouse plumbing system will be carried out on clean water distribution, hot water, and wastewater disposal system design using the fixture unit method. The results obtained using this method are raising the water tower 4.7 meters high from the roof with clean water tank capacity of 1000 L.*

Keywords: *Plumbing system, Clean water distribution, Wastewater, Fixture unit method, Plumbing hydraulic*

Abstrak. Suatu bangunan pasti memiliki sistem distribusi air bersih dan pembuangan air limbah yang bertujuan untuk menyediakan air bersih yang sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan oleh alat plambing dan dapat membuang air limbah tanpa mencemari tempat lain. Sama halnya dengan gedung townhouse yang berada di kampus STT Seminari Alkitab Asia Tenggara (STT SAAT) Kondisi existing sistem plambing pada gedung townhouse diduga bermasalah pada kondisi hidrolis yang mengakibatkan terjadinya kerusakan terhadap pompa distribusi air bersih dan air panas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka akan dilakukan perancangan ulang terhadap sistem plambing townhouse pada distribusi air bersih, air panas dan perancangan sistem pembuangan air limbah dengan menggunakan metode fixture unit. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode tersebut ialah menaikkan menara air setinggi 4,7 meter dari dak atap dengan kapasitas tangki air bersih sebesar 1000 L.

Kata kunci: Sistem plambing, Distribusi air bersih, Air limbah, Fixture unit method, Hidrolis plambing

1. LATAR BELAKANG

Air bersih tidak terlepas dari kebutuhan dasar kehidupan manusia, sehingga ketersediaannya sangat penting. Penggunaannya tidak terbatas pada kebutuhan rumah tangga, tetapi juga untuk fasilitas umum, sosial dan ekonomi (Asih & Widjajanti, 2008). Air bersih yang digunakan dalam keseharian harus memenuhi standar air minum Indonesia yaitu PP No. 82 tahun 2001 dan Kep.Men.Kes. No. 907 tahun 2002. Kualitas air minum yang baik sangat berpengaruh penting bagi kesehatan dan kehidupan manusia. Jika pasokannya yang terbatas tidak dapat digunakan dengan baik, jaringan pipa yang tertata rapi harus dibangun untuk mendistribusikan air bersih secara merata ke setiap perangkat *plambing*.

Kebijakan pemerintah dibidang pembangunan infrastruktur penyediaan air bersih diwujudkan dengan membangun sistem perpipaian. Sasaran pembangunan infrastruktur air bersih mencakup kota-kota besar dan pedesaan, baik itu sistem perpipaian maupun *non*

perpipaan. Sistem perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sistem *non*-perpipaan yang dikelola oleh warga sekitar (Edelweis, 2021).

Area kampus Seminari Alkitab Asia Tenggara yang memiliki luas sekitar 6 hektar, saat ini digunakan sebagai gedung sekretariat, asrama, dapur dan ruang makan, *townhouse* dan lain-lain. Masing-masing dari gedung tersebut memiliki sistem distribusi air bersih dan sistem perpipaan air bekas dan sistem pembuangan air kotor sendiri. Sistem tersebut harus mampu menyediakan ketersediaan air bersih yang memenuhi persyaratan dan sistem pembuangan air bekas dan air kotor. Kondisi *existing* perpipaan saat ini yang ditengarai bermasalah pada kondisi hidrolis yang menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap pompa yang digunakan untuk distribusi air bersih.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Prosedur Perencanaan

Secara umum, ada beberapa tahapan dalam perencanaan dan perancangan sistem *plumbing*. Fase pertama adalah fase persiapan, fase kedua adalah fase pra-perencanaan dan fase ketiga adalah perencanaan terperinci. Pada tahap persiapan, dilakukan penelitian kepustakaan berupa penelitian tentang dasar-dasar desain, juga perlu mengumpulkan dan mengetahui semua data yang diperlukan. Misalnya, data jenis dan fungsi bangunan, denah bangunan, jumlah pengguna, jumlah kebutuhan air, dll.

Tahap pra-perencanaan mempersiapkan dasar untuk desain berdasarkan penelitian dokumenter dan data yang diperoleh. Semua kriteria metode penghitungan dan tabel serta grafik terkait digabungkan. Alternatif sistem yang ada ditinjau untuk memilih alternatif yang optimal berdasarkan kebutuhan proyek. Tahap perencanaan rinci melibatkan perhitungan rinci, spesifikasi alat, pipa dan pompa. Sehingga dapat dirancang perkiraan terperinci dari sistem *plumbing* sesuai dengan tahap pra-perencanaan. Sistem perpipaan merupakan bagian integral dari struktur sebuah bangunan. Oleh karena itu, perencanaan dan perancangan sistem perpipaan harus dilakukan secara bersamaan sesuai dengan tahap perencanaan dan perancangan bangunan itu sendiri, dengan memperhatikan bagian-bagian struktur bangunan atau hubungan bangunan satu sama lain.

2.2 Prinsip Dasar Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem perpipaan berfungsi untuk menyediakan air bersih dimanapun dengan tekanan yang cukup dan untuk membuang air kotor ke beberapa tempat tanpa mencemari lingkungan di sekitarnya. Saat merencanakan sistem perpipaan air bersih, perlu mempertimbangkan beberapa faktor penting yaitu, kualitas air yang disuplai, sistem penyediaan air yang

digunakan, pencegahan pencemaran air, aliran air di pipa dalam sistem *plumbing*, aliran tekanan air dan masalah apa pun yang mungkin timbul.

2.3 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih yang digunakan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

2.3.1 Sistem Sambungan Langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambungkan langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih (misal pipa air utama dari PDAM di bawah jalan). Sistem ini digunakan apabila debit dan tekanan air mencukupi. Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama, maka sistem ini terutama hanya dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung berukuran kecil dan rendah (Prahara, 2014).

2.3.2 Sistem Tangki Bawah dan Tangki Atas Atap

Dalam sistem ini air ditampung terlebih dulu di dalam tangki bawah tanah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah permukaan tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Dari tangki ini air didistribusikan ke seluruh bangunan. Sistem ini dipakai bila debit dan tekanan air tidak mencukupi. Apabila tekanan air dalam pipa cukup besar, air dapat langsung dialirkan ke dalam tangki atas tanpa disimpan dahulu dalam tangki bawah dan tidak perlu dipompa. Dalam keadaan demikian, ketinggian lantai paling atas yang dapat dilampaui akan bergantung pada besarnya tekanan air dalam pipa utama.

2.3.3 Sistem Tangki Tekan

Dalam sistem ini air yang telah ditampung dalam tangki bawah, dipompa ke dalam suatu tangki tekan sehingga udara di dalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan. Sistem ini digunakan apabila debit air cukup namun tekanannya kurang.

2.3.4 Sistem Tanpa Tangki (*Booster System*)

Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki atas atap ataupun tangki tekan. Air dipompakan langsung ke dalam sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama. Di Indonesia sistem ini sebenarnya dilarang. Pada penelitian ini sistem penyediaan air minum yang akan digunakan adalah sistem tangki atas diatap.

2.4 Air Bekas dan Air Kotor

Air bekas (*Grey water*) adalah air buangan yang berasal dari dapur, tempat cuci pakaian (*laundry*), *washtafel* dan *floor drain* kamar mandi. Air bekas dari dapur, biasanya masih

mengandung lemak bahkan kotoran berupa sisa makanan dari dapur. Agar penyumbatan di pipa dapat dikurangi maka solusinya dipasang bak penangkap lemak yang terletak di bawah bak cuci piring. Sedangkan buangan dari kamar mandi dan tempat pencuci pakaian banyak mengandung sabun di dalamnya. Air bekas ini apabila didiamkan dalam jangka waktu lama akan menyebabkan sumbatan pada saluran pembuangan air bekas, dan juga kerak-kerak makanan yang menempel dari buangan dapur akan memancing tikus untuk datang.

Air kotor (*Black water*) adalah air buangan dari kloset yang mengandung limbah padat, serta air dari bidet dan urinoir (tempat buang air kecil) yang juga termasuk dalam kelompok air kotor (YOSI, 2020). Air kotor membutuhkan *septic tank* dan peresapan sebagai tempat pembuangannya. *Septic tank* merupakan ruang kedap air yang memiliki fungsi mengolah air limbah dengan kecepatan aliran yang lambat. *Septic tank* ini memiliki persyaratan mulai dari jarak, ukuran dan spesifikasinya. Untuk jarak dari bangunan dipersyaratkan 1,5 m sedangkan jarak dengan sumur sepanjang 10 m. Untuk ukuran ideal sebesar 1,5 m x 1,5 m x 2 m. Sedangkan, bak resapan bisa dibuat dengan ukuran 1 m x 1 m x 2 m. yang dapat digunakan untuk melayani 4 orang. *Septic tank* memiliki pipa udara 5 cm, memiliki lubang pemeriksaan, pipa buangan dan pipa masuk serta ruang bersekat untuk pengendapan lumpur. *Septic tank* lebih baik diletakkan di depan rumah atau di halaman belakang untuk memudahkan dalam perawatannya. (Septian, 2017).

2.5 Laju Aliran Air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas alat dan ukuran pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan untuk bangunan tersebut. Jumlah dan laju aliran air tersebut seharusnya diperoleh dari penelitian keadaan sesungguhnya, dan kemudian dapat dibuat angka-angka peramalan sehingga dapat mendekati keadaan yang sesungguhnya setelah bangunan ini digunakan. Beberapa ahli menyusun angka yang dapat digunakan sebagai patokan.

Tabel 1. Pemakaian air rata-rata per orang per hari

No	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata perhari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas tanah efektif/total (%)	Keterangan
1.	Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
2.	Apartemen	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujangan 120 liter
3.	Asrama	120	8	60-70	Bujangan
4.	Gedung kantor	100	8		Setiap pegawai
5.	Hotel/ Penginapan	250-300	10		Untuk setiap tamu

No	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata perhari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas tanah efektif/total (%)	Keterangan
					,untuk staf 120-150 liter ,penginapan 200 liter
6.	Gedung peribadatan	10	2	55-60	Berdasarkan jumlah jemaah per hari
7.	Toserba	3	7		Pemakaian air hanya untuk kakus
8.	Restoran umum	13	7		Untuk penghuni 160 Liter, pelayan 100liter 70% dari jumlah tamu perlu 15 liter /orang untuk kakus dsb
9.	Gedung perkumpulan	150-200			Setiap tamu

Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005

Pada Tabel 1. terdapat beberapa angka standar yang banyak digunakan dalam perancangan. Angka-angka tersebut digunakan dengan meninjau sifat penggunaan bangunan untuk memperkirakan jumlah kebutuhan air dalam perancangan, sebagaimana dalam SNI-03-7065-2005 tentang *plumbing* yang terdapat dalam tabel berikut:

Tabel 2. Pemakaian air dingin minimum sesuai dengan penggunaan gedung

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1.	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2.	Rumah susun	100 ¹⁾	Liter/penghuni/hari
3.	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4.	Rumah sakit	500 ²⁾	Liter/tempat tidur pasien/hari
5.	Sekolah dasar	40	Liter/siswa/hari
6.	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7.	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8.	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9.	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10.	Toserba, Toko pengecer	5	Liter/m ²
11.	Restoran	15	Liter/kursi
12.	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13.	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14.	Gd. Pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15.	Gd. Serbaguna	25	Liter/kursi
16.	Stasiun, Terminal	3	Liter/Penumpang tiba dan pergi
17.	Peribadatan	5	Liter/orang (belum dengan air wudhu)

Sumber: 1) Hasil pengkajian Puslitbang Permukiman Dep. Kimpraswil tahun 2000

2) Permen Kesehatan RI No: 986/Menkes/Per/XI/1992

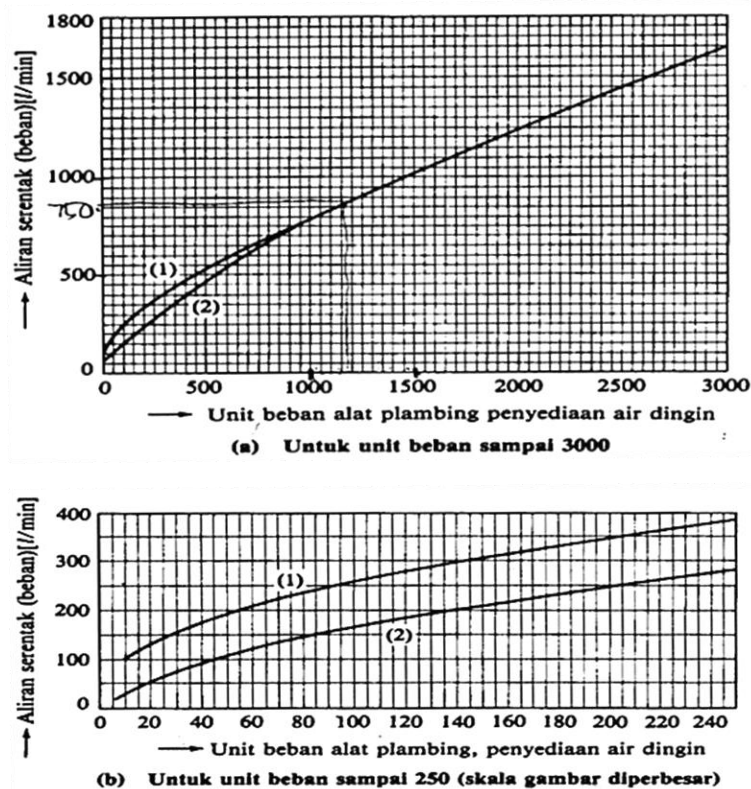
Untuk mengetahui jumlah pemakaian air maka digunakan metoda penaksiran laju aliran air. Ada beberapa metoda yang digunakan untuk menaksir laju aliran air, antara lain:

a. Berdasarkan Jumlah Pemakai

Kebutuhan air bersih rumah tinggal per kapita 120 liter/orang/hari. Dalam metode ini apabila jumlah penghuni diketahui atau jumlah penghuni sudah ditetapkan untuk suatu gedung maka hal tersebut dapat digunakan untuk menghitung pemakaian air rata-rata per hari, berdasarkan regulasi dan standar mengenai kebutuhan air per orang per hari untuk sifat penghuni gedung tersebut. Jika jumlah penghuni tidak diketahui atau jumlah penghuni tidak ditetapkan, dapat digunakan luas padatan hunian per luas lantai. Luas lantai gedung yang dimaksudkan merupakan luas lantai efektif yang berkisar antara 55 sampai 80 persen dari luas seluruhnya.

b. Berdasarkan Unit Beban Alat *Plumbing* (*Fixture Unit*)

Pada metode ini untuk setiap alat *plumbing* ditetapkan suatu unit beban (*fixture unit*). Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan unit beban dari semua alat *plumbing* yang dilayaninya, dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan kurva (Gambar 1). Kurva ini memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat *plumbing* dengan laju aliran air, dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari alat alat *plumbing*.



Gambar 1. Hubungan antara unit beban alat *plumbing* dengan laju aliran
sumber: Noerbambang & Morimura, 2005

2.6 Kecepatan Aliran *Plumbing*

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan terjadinya kesulitan dalam pemakaian air, tetapi tekanan yang berlebihan akan menyebabkan rasa sakit karena terkena

pancaran air, mempercepat kerusakan alat *plumbing* dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Beberapa alat *plumbing* tidak dapat bekerja dengan sempurna jika mendapatkan tekanan air yang kurang dari batas minimum. Besarnya tekanan air yang baik berkisar dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan alat yang harus di layani (Sudarmadji et al., 2012)

2.7 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Dalam penentuan kebutuhan air minum/bersih ini digunakan pemakaian air rata-rata per orang dalam sehari sebesar 120 l/orang/hari dalam jangka waktu pemakaian air rata-rata dalam satu hari yaitu 24 jam. (Standar Nasional Indonesia, 2000). Untuk mengetahui kebutuhan air hari maksimum digunakan nilai faktor hari maksimum (C1), sementara kebutuhan air pada jam puncak digunakan faktor jam puncak (C2). Faktor hari maksimum dan jam puncak tersebut digunakan untuk menghitung perencanaan distribusi (-, 1997).

Adapun cara perhitungan kebutuhan air bersih/minum di dalam gedung pada penulisan ini menurut (Noerbambang & Morimura, 2005) adalah sebagai berikut:

1. Pemakaian air dalam satu hari

$$Q_d = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari} \quad (1)$$

2. Kebutuhan air rata-rata pemakaian per jam

$$Q_h = Q_d / t \quad (2)$$

Dimana:

Q_h = kebutuhan air rata-rata (l/jam)

Q_d = pemakaian air rata-rata (l/hari)

t = jangka waktu pemakaian per hari (jam)

3. Pemakaian air pada jam puncak.

$$Q_{h\text{-maks}} = C_1 \times Q_h \quad (3)$$

Dimana:

$Q_{h\text{-maks}}$ = pemakaian air (l/jam)

C_1 = Konstanta 1,5 untuk bangunan rumah tinggal, 1,75 untuk bangunan perkantoran, 2,0 untuk bangunan hotel/apartemen.(Standar Nasional Indonesia, 2000),(Noerbambang & Morimura, 1991)

Q_h = pemakaian rata-rata(l/jam)

4. Pemakaian air pada menit puncak

$$Q_{m\text{-maks}} = C_2 \times Q_h \quad (4)$$

Dimana:

$Q_{m\text{-maks}}$ = pemakaian air (l/jam)

C_2 = Konstanta 3,0 untuk bangunan rumah tinggal, 3,5 untuk bangunan perkantoran, 4,0 untuk bangunan hotel/aprtement.

Q_h = pemakaian rata-rata(l/jam)

Angka pemakaian air yang didapatkan dengan metode ini biasanya dipergunakan untuk menentukan volume tangki bawah, tangki atap, pompa dan sebagainya, kemudian untuk menentukan perhitungan bak air bawah(Ground water tank) berdasarkan rumus menurut (Noerbambang & Morimura, 2005) yaitu:

1. Penentuan besarnya kapasitas pipa dinas

$$Q_s = 2/3 \times Q_h \quad (5)$$

Dimana:

Q_h = pemakaian air rata-rata(l/jam)

Q_s = kapasitas pipa dinas (m³/jam)

2. Dihitung besarnya volume bak air bawah

$$\text{Volume GWT} = [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \quad (6)$$

Dimana:

Q_d = pemakaian air rata-rata (m³/jam)

Q_s = kapasitas pipa dinas (m³/jam)

t = pemakaian air 1 hari (jam/hari)

T = waktu penampungan (hari)

Perhitungan dimensi bak air atas berdasarkan suplai air dari PDAM didasarkan pada fluktuasi kebutuhan air dan pemompaan yang disesuaikan dengan waktunya. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung tangki atap (*Roof Tank*) menurut (Noerbambang & Morimura, 2005) yaitu:

$$V_E = [(Q_P - Q_{h-\text{maks}}) T_P - (Q_{pu} \times T_{pu})] \quad (7)$$

Dimana:

V_E = volume bak air atas (m³)

Q_P = kebutuhan puncak (m³/menit)

$Q_{h-\text{maks}}$ = kebutuhan jam puncak (m³/menit)

T_P = jangka waktu kebutuhan (menit)

T_{pu} = jangka waktu pengisian (menit)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

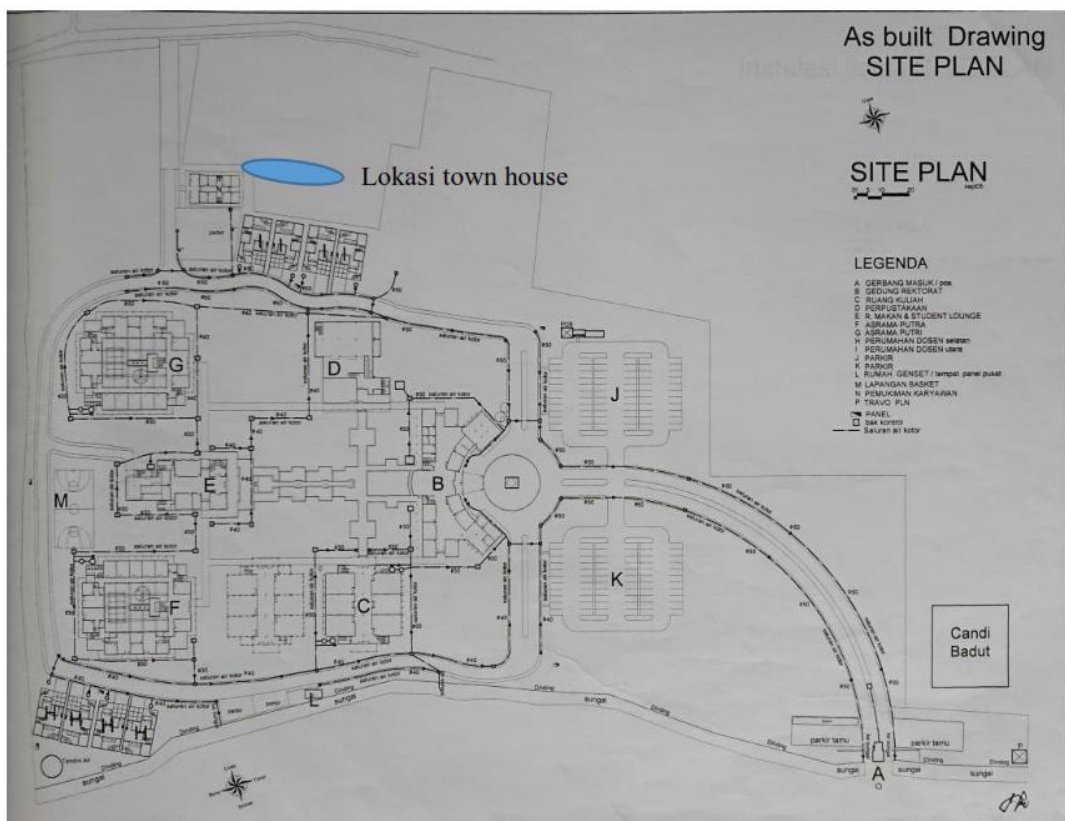
Metode yang digunakan dalam pemnelitian ini adalah metode kuantitatif, serta studi literatur melalui buku referensi yang berkaitan dengan judul penelitian ini.

3.2 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, obyek perencanaan adalah sistem distribusi air bersih, system penyaluran air kotor dan air bekas pada satu unit townhouse di kampus STT SAAT Malang.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi objek yang direncanakan tereletak di Jalan Bukit Hermon I, Doro, Karangwidoro, Kec, Dau, Malang, Jawa Timur.



Gambar 2. Site plan STT Seminari Alkitab Asia Tenggara

3.4 Data yang dibutuhkan

Data yang dibutuhkan dalam perencanaan ulang ini adalah

1. Elevasi *top roof* di lokasi *townhouse*;
2. Jumlah penghuni;
3. Ukuran bangunan *townhouse*;
4. Banyaknya alat *plumbing* (*fixture unit*) yang digunakan;
5. Kapasitas keperluan untuk setiap alat *plumbing*;
6. Dimensi pipa yang diperlukan.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang berfungsi sebagai bahan dasar yang kemudian akan diolah. Dalam pengumpulan data ada 2 macam yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil survei sedangkan data sekunder didapatkan dari instansi yang terkait ataupun dari sumber lain.

Data primer melalui observasi di lapangan berupa :

1. Pengukuran ke lokasi.
2. Pengamatan melalui foto-foto yang diberikan.
3. Wawancara dengan narasumber.

Data sekunder melalui studi literatur berupa :

1. Mengumpulkan jurnal-jurnal dan as built drawing terkait penggunaan volume air bersih.
2. Membaca buku referensi dengan tema *plumbing*.

3.6 Pengolahan Data

Analisis perancangan *plumbing* menggunakan perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penghuni, spesifikasi alat *plumbing* yang digunakan dan perhitungan volume tangki yang digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis

Berdasarkan hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa:

1. Distribusi air bersih ke seluruh alat *plumbing* menggunakan pompa. Apabila terjadi kebocoran pada alat *plumbing* maka pompa akan sering berkerja;
2. Tata letak pompa pada lokasi terpapar panas matahari (tanpa pelindung);
3. Beberapa sambungan pipa di atas dak atap juga terpapar panas sehingga pipa mengalami perubahan bentuk yang mengakibatkan kebocoran, yang mengakibatkan pompa sering bekerja.



Gambar 3. Sistem perpipaan di dak atap

Dengan data yang didapat jumlah penghuni pada *townhouse* sebanyak 5 orang. Kebutuhan air bersih per kapita 120 liter/orang/hari.

4.2 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan seperti berikut:

$$Q_d = \text{jumlah kebutuhan air bersih per hari}$$

Dengan :

$$Q_d = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari}$$

$$Q_d = 5 \times 120 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Q_d = 600 \text{ liter/hari}$$

$$Q_d = 0,60 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan air bersih total adalah kebutuhan air bersih per hari ditamba tingkat kebocoran sebesar 20% (Noerbambang & Morimura, 2005). Dalam perencanaan ulang ini ditetapkan sebesar 20% untuk mengatasi kebocoran, sehingga kebutuhan air bersih total :

$$Q_{d\text{-Total}} = (100\% + 20\%) \times 0,60 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{d\text{-Total}} = 120\% \times 0,60 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{d\text{-Total}} = 0,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.3 Penentuan Kapasitas Tangki Atas

Berdasarkan kondisi existing digunakan *water tank* berkapasitas 1 m³ dan yang memenuhi kebutuhan air bersih total.

4.4 Analisis Penentuan Ketinggian Tangki Atas

Analisis penentuan ketinggian tangki atas ini berdasar pada kebutuhan tekanan yang diperlukan alat *plumbing* yang terletak paling tinggi.

Tabel 3. Kebutuhan Tekanan

No	Nama Alat Plumbing	Jumlah	Tekanan yang Dibutuhkan (Kg/cm ²)	Tekanan Standar (Kg/cm ²)
1.	<i>Water Heater</i>	1	8	1
2.	Pancuran mandi dengan pancaran halus/tajam	3	0,7	
3.	Katup glontor kloset	3	0,7	
4.	<i>Jet spray</i>	3	0,7	
5.	<i>Wastafel</i>	3	0,5	
6.	Pancuran mandi biasa	3	0,35	
7.	Keran biasa	2	0,3	

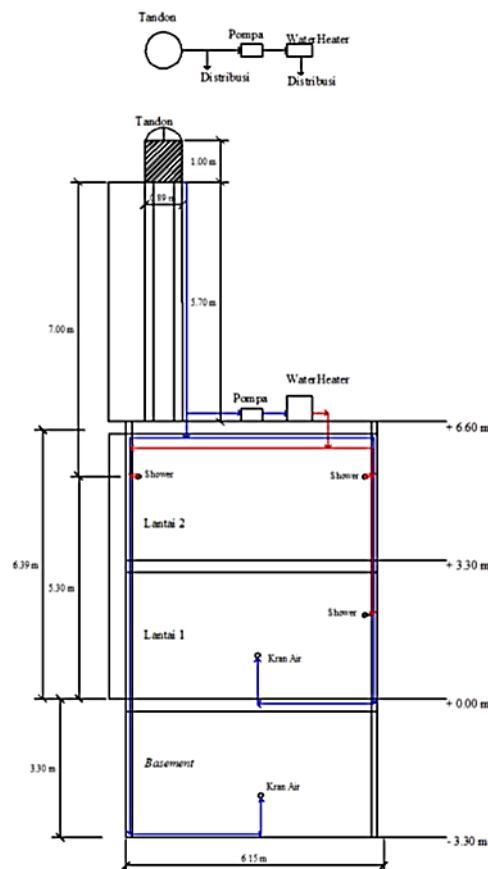
Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005

4.4.1 Waterheater

Waterheater terletak pada ketinggian 6,6 meter (lihat gambar potongan). Berdasarkan tabel kebutuhan tekanan alat *plumbing waterheater* membutuhkan tekanan sebesar 8 bar (kg/cm^2) atau membutuhkan beda tinggi 80 meter dari *outlet* air. Oleh karena itu diperlukan pompa untuk memenuhi kebutuhan tekanan *waterheater*.

4.4.2 Pancuran Mandi

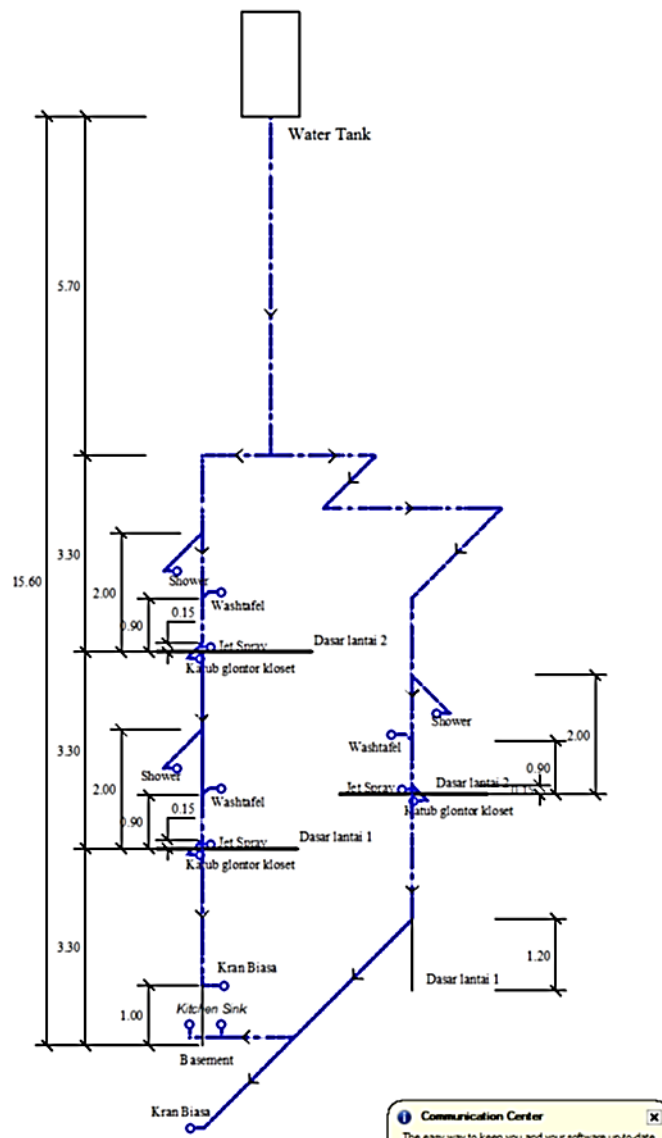
Pancuran mandi dengan pancaran halus/tajam membutuhkan tekanan sebesar 0,7 bar sehingga diperlukan beda tinggi dengan *outlet* sebesar 7 meter. Berdasarkan gambar potongan posisi ketinggian pancuran.



Gambar 4. Gambar potongan (tambah lantai 1 lantai 2)

Tinggi *outlet* tangki untuk kebutuhan *shower* adalah:

- Jarak plafon ke *shower* 1 m
- Jarak dari plafon ke permukaan atap 30 cm (termasuk 12 cm ketebalan dak)
- Tekanan yang dibutuhkan *shower* sebesar 0,7 bar setara dengan beda tinggi 7 m
- Jadi jarak *outlet* tangki ke *outlet shower* minimal $7 \text{ m} - 1 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 5,70 \text{ m}$
- Rancangan tinggi *outlet* tangki air bersih dari dak atap = $5,7 \text{ m} - \text{jarak antara plafon ke shower (1 m)} = 4,7 \text{ m}$



Gambar 5. Gambar aksonometri distribusi air bersih

4.4.3 Jet Spray

Jet spray membutuhkan tekanan sebesar 0,7 bar sehingga diperlukan beda tinggi dengan outlet sebesar 7 meter. Berdasarkan gambar potongan posisi ketinggian *jet spray*, maka tinggi outlet tangki untuk kebutuhan *jet spray* adalah:

- Jarak plafon ke jet spray 2,85 m
- Jarak dari plafon ke permukaan atap 30cm + 12 cm ketebalan dak 0,42 m
- Jarak outlet tangki ke outlet shower minimal $7 \text{ m} - 2,85 \text{ m} - 0,42 \text{ m} = 3,73 \text{ m}$

4.4.4 Wastafel

Wastafel membutuhkan tekanan sebesar 0,5 bar sehingga diperlukan beda tinggi dengan outlet sebesar 5 meter. Berdasarkan gambar potongan posisi ketinggian *wastafel*, tinggi outlet tangki untuk kebutuhan *wastafel* adalah:

- Jarak plafon ke *wastafel* adalah 2 m

- Jarak dari plafon ke permukaan atap 30cm + 12 cm ketebalan dak 0,42 m
- Jarak *outlet* tangki ke *outlet shower* minimal $5 \text{ m} - 2 \text{ m} - 0,42 \text{ m} = 2,58 \text{ m}$

4.4.5 Pancuran Mandi Biasa

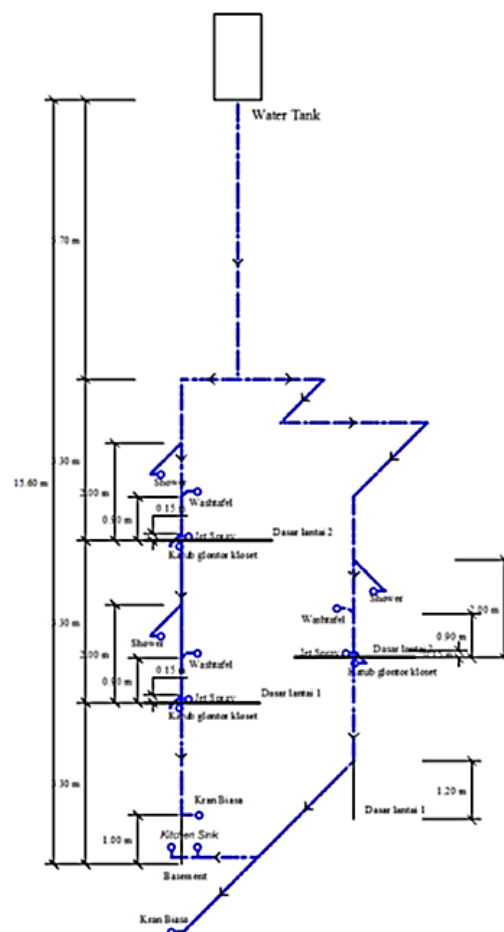
Pancuran mandi biasa membutuhkan tekanan sebesar 0,35 bar sehingga diperlukan beda tinggi dengan *outlet* sebesar 3,5 meter. Berdasarkan gambar potongan posisi ketinggian pancuran mandi biasa, maka tinggi *outlet* tangki untuk kebutuhan *wastafel* adalah:

- Jarak plafon ke Pancuran mandi biasa adalah 2 m
- Jarak dari plafon ke permukaan atap 30cm + 12 cm ketebalan dak 0,42 m
- Jarak *outlet* tangki ke *outlet shower* minimal $3,5 \text{ m} - 2 \text{ m} - 0,42 \text{ m} = 1,08 \text{ m}$

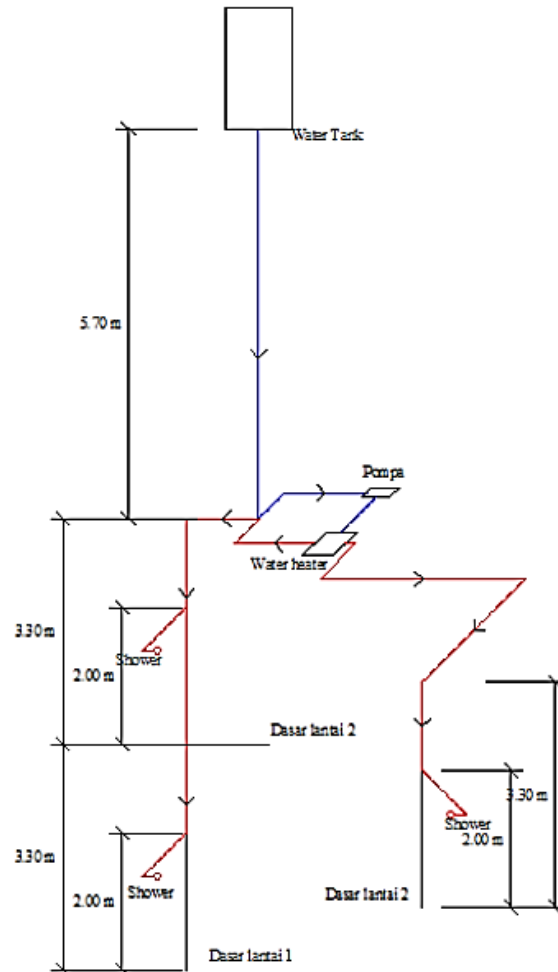
4.4.6 Kran Biasa

Kran biasa membutuhkan tekanan sebesar 0,3 bar sehingga diperlukan beda tinggi dengan *outlet* sebesar 3 meter. Berdasarkan gambar potongan posisi ketinggian pancuran mandi biasa, maka tinggi *outlet* tangki untuk kebutuhan kran biasa adalah :

- Jarak plafon ke kran biasa adalah 2 m
- Jarak dari plafon ke permukaan atap 30cm + 12 cm ketebalan dak 0,42 m
- Jarak *outlet* tangki ke *outlet shower* minimal $3 \text{ m} - 2 \text{ m} - 0,42 \text{ m} = 0,58 \text{ m}$



Gambar 6, Distribusi air bersih



Gambar 7. Distribusi air panas

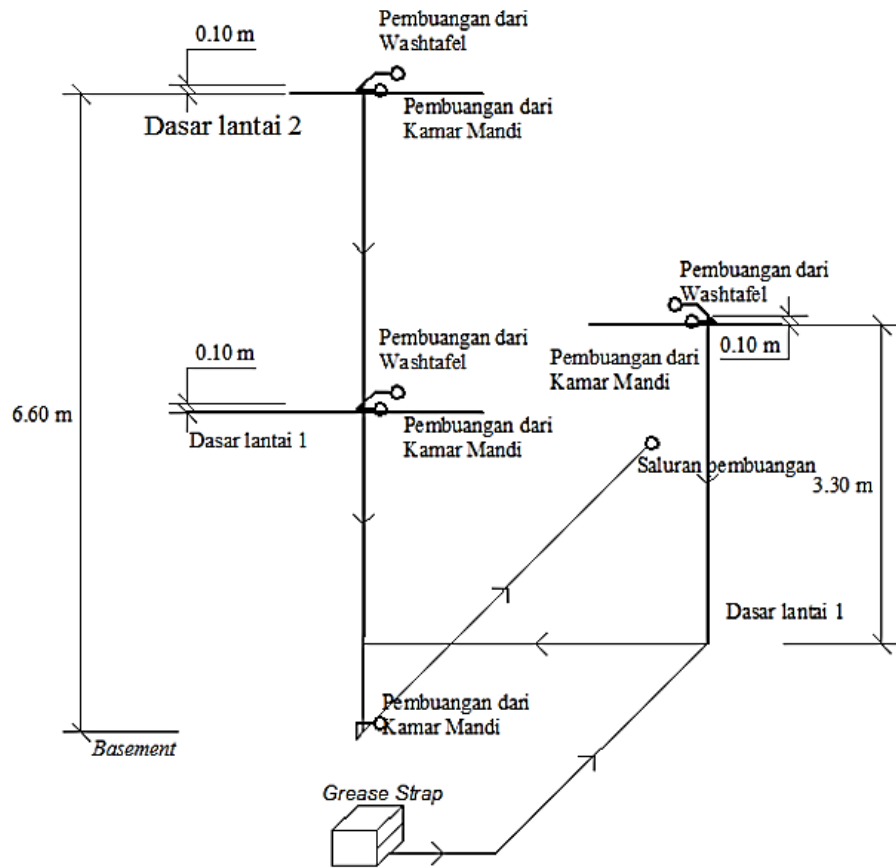
4.5 Analisis Perancangan Sistem Perpipaan Air Limbah

Sistem perpipaan air limbah dipisahkan antara WC (*watercloset*), kamar mandi, *washtafel*, *laundry* dan dapur. Dapur memerlukan penanganan khusus dikarenakan mengandung lemak yang dapat mengganggu sistem perpipaan. Volume air limbah dari dapur tidak terlalu banyak maka di bawah *kitchen sink* diberi bak penangkap lemak (*grease trap*).

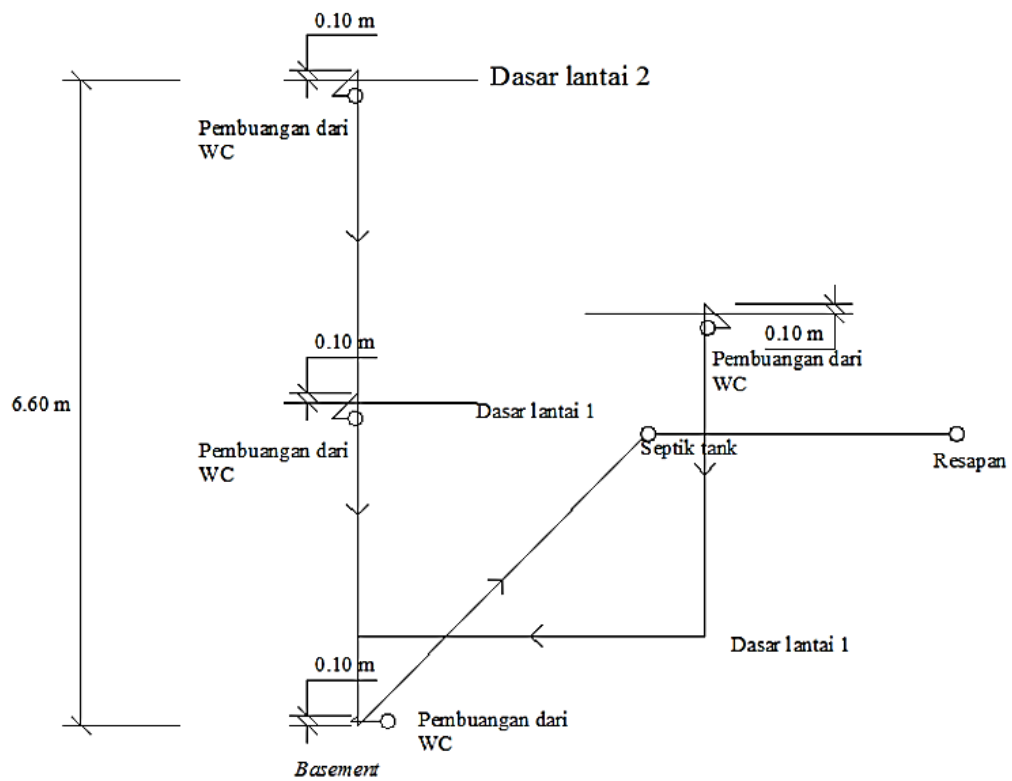


Gambar 8. Bak penangkap lemak (*grease trap*)

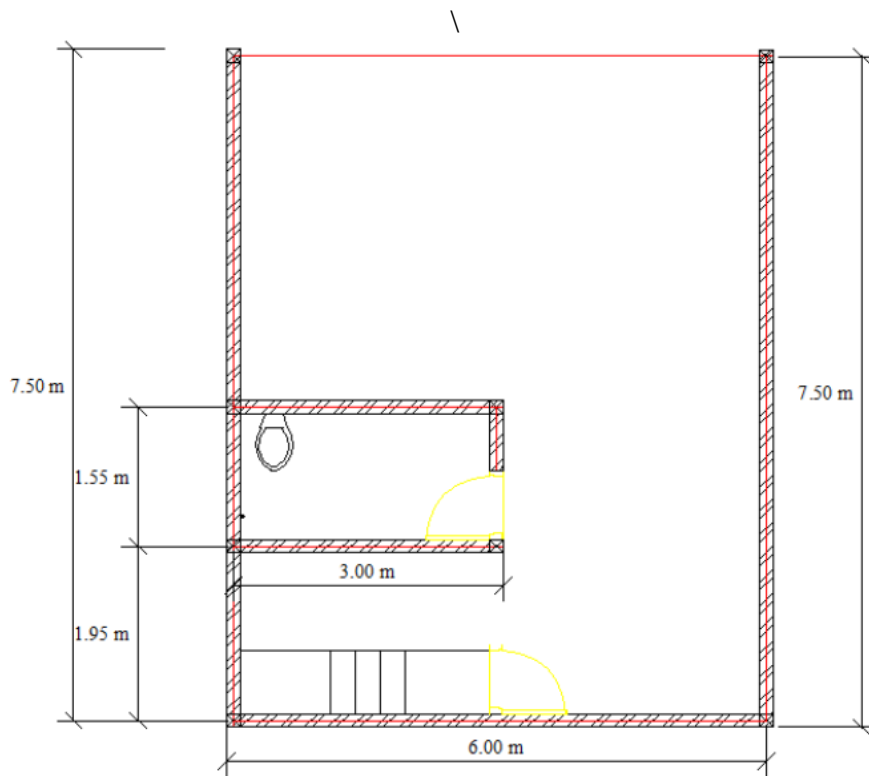
Sumber: modernrestaurantmanagement.com



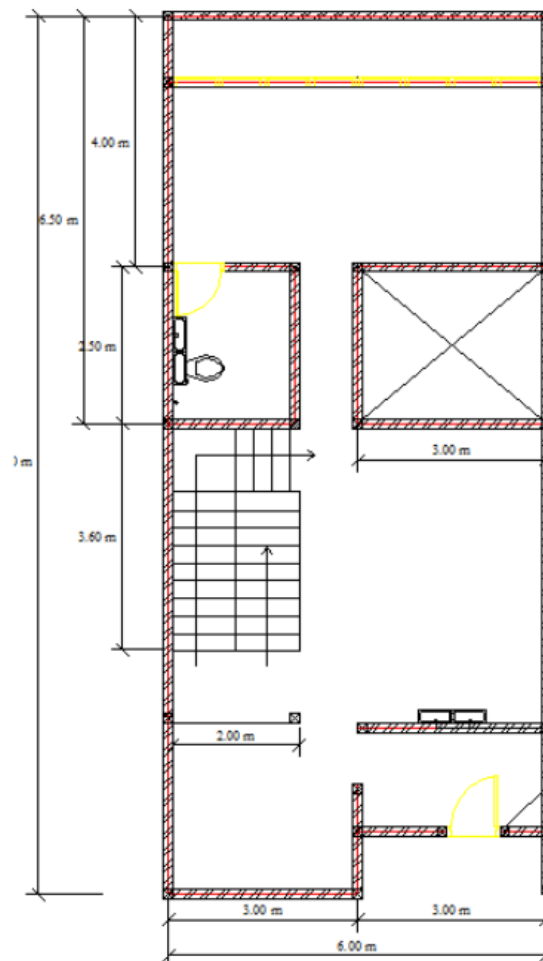
Gambar 9. Distribusi air bekas



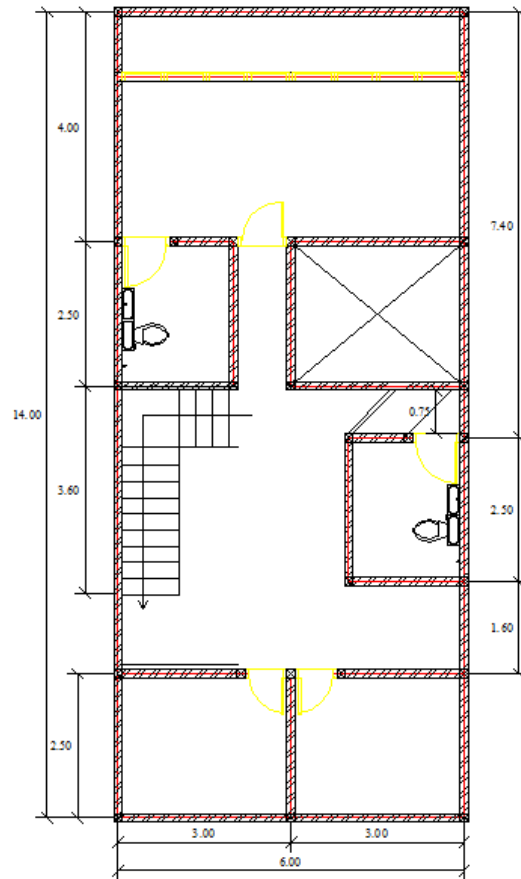
Gambar 10. Distribusi air kotor



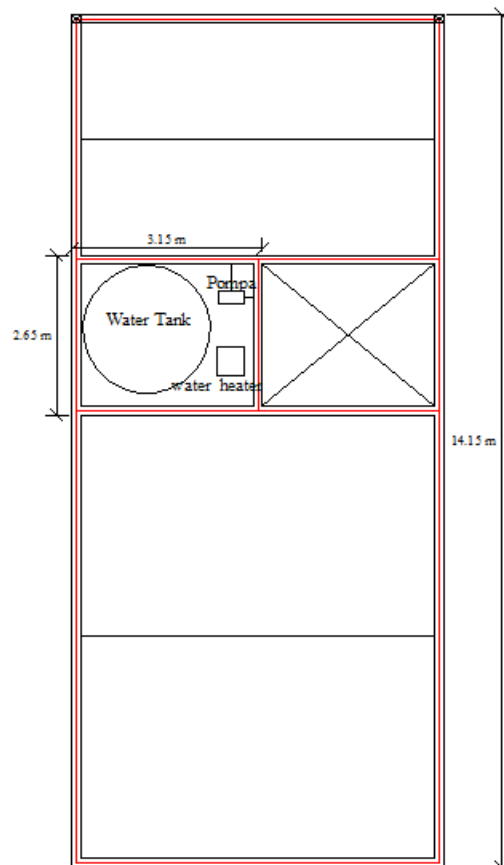
Gambar 11. Gambar Basement



Gambar 12. Gambar Lantai 1



Gambar 13. Gambar Lantai 2



Gambar 14. Gambar Tampak Atas

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perancangan instalasi *plumbing* air bersih pada *townhouse* dengan jumlah pengguna sebanyak 5 orang maka diperlukan air bersih sebesar 0,72 m³/hari. kapasitas bak penampung air bersih atas sebesar 1000 L.
2. Untuk mendapatkan tekanan yang diperlukan dan memenuhi kebutuhan tekanan alat *plumbing* dengan cara menaikkan *water tank* setinggi 4,7 m dari lantai beton atap.
3. Adapun kondisi *existing* beberapa sambungan pipa di atas dak atap juga terpapar panas sehingga pipa mengalami perubahan bentuk yang mengakibatkan kebocoran, yang mengakibatkan pompa sering bekerja.

5.2 Saran

1. Ada baiknya memiliki *shop drawing* agar dapat mempermudah dalam analisis dan evaluasi apabila sewaktu-waktu terjadi masalah yang membutuhkan penyelesaian.
2. Apabila ingin menjaga estetika bisa diambil langkah dengan cara tidak menaikkan *water tank* tetapi dengan menambah pompa distribusi dengan risiko pompa akan sering berkerja jika ada alat *plumbing* yang mengalami kebocoran.
3. Alternatif lain yang bisa diterapkan adalah dengan membuat *watertank* komunal untuk seluruh area *townhouse* untuk menjaga estetika, pihak STT SAAT dapat membuat tower air tersendiri yang dapat dibentuk sedemikian rupa tanpa mengurangi fungsinya.

DAFTAR REFERENSI

- . (1997). *REKAYASA LINGKUNAN*.
- [BSN], B. S. N. (2005). Tata cara perencanaan sistem *plumbing*. *Badan Standar Nasional, SNI 03-7065-2005*, 23.
- Asih, R., & Widjajanti, R. (2008). Kajian Aspek-Aspek yang Mempengaruhi Penyediaan Air Bersih Secara Individual di Kawasan Kaplingan Kota Blora. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 4(1), 69–69.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2019). *Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Restoran/Rumah Makan Tahun 2019 Pemerintah Kota Surabaya Dinas Lingkungan Hidup*. 031.
- Edelweis, L. (2021). *Berikut Kepanjangan PDAM dan Penjelasan Lengkapnya, Patut Diketahui*. <https://www.merdeka.com/jatim/berikut-kepanjangan-pdam-dan-penjelasan-lengkapnya-patut-diketahui-kln.html>
- Hardiyan. (2016). *Perancangan Sistem Plumbing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai*. Noerbambang & Morimura. (1991). *PERANCANGAN DAN PEMELIHARAAN SISTEM PLAMING* (4th ed.).

- Noerbambang & Morimura. (2005). *PERANCANGAN DAN PEMELIHARAAN SISTEM PLAMBING*.
- Prahara, D. (2014). Perencanaan Sistem *Plumbing* Air Bersih Pada Bangunan Kondotel dengan Menggunakan Sistem Gravitasi dan Pompa. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v2i1.6757>
- Septian, T. (2017). *Jangan Salah, Ini Ukuran Ideal Septic Tank!*
<https://idea.grid.id/read/09700957/jangan-salah-ini-ukuran-ideal-septic-tank> Standar Nasional Indonesia. (2000). *Sistem plumbing - 2000*. 1–119.
- Sudarmadji, Puryanto, & Hamdi. (2012). Pencegahan Terjadinya Pukulan Air Dalam Pipa Instalasi *Plumbing* Pada Sistem Penyediaan Air Bersih. *Pilar - Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 66–74.
- YOSI. (2020). *Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga: Grey Water dan Black Water*.
<https://adikatirtadaya.co.id/pengolahan-air-limbah-rumah-tangga-grey-water-dan-black-water/>