

Perencanaan Instalasi Air Bersih dan Air Kotor Pada Bangunan Gedung dengan Menggunakan Sistem Pompa

Ketut Catur Budi Artayana^{a)}, Gede Indra Atmaja^{b)}

^{a)}Teknik mesin, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.

^{b)}Teknik Sipil, Program Diploma IV, Institut Teknologi Sepuluh September.

Abstraksi

Pembangunan suatu gedung direncanakan instalasi air bersih dengan sumber air bersih berasal dari sumur dalam, dengan debit 7,5 liter/detik. Instalasi air bersih direncanakan dengan menggunakan tangki atap sedangkan air kotor menggunakan sistem terpisah. Jalur instalasi menggunakan sistem gravitasi dan pompa dengan kemiringan pipa 1,5-5%. Tekanan pancur tiap alat saniter \pm 1bar, menurut ketinggian tiap lantai sangat mempengaruhi tekanan pancur yang jalur instalasinya melewati jalur shaft. Kapasitas tangki atas mencapai 11m^3 dan kapasitas tangki bawah mencapai $17,02\text{m}^3$. Debit total pada pompa booster yang digunakan tergantung dari kebutuhan jam puncaknya yang mencapai 2,44 liter/detik. Pipa tegak direncanakan dengan menggunakan ven basah, sistem ven secara langsung dan air kotor yang dialirkan menuju ke ruang tangki septic. Pembuangan air kotor dapat dihitung dengan menggunakan nilai rata-rata dari jumlah penghuni yang menggunakan fasilitas air bersih yang telah direncanakan hingga mencapai kapasitas 100,38 liter/hari.

Kata kunci : Air bersih, Air kotor, Pipa Ven.

Abstract

Construction of a building planned for the installation of clean water with clean water source comes from deep wells, with discharge of 7.5 liters / second. Installing a water tank roof is planned with the use of dirty water while using a separate system. Installation path using the gravitational system of pipes and pumps with a slope of 1.5 to 5%. Shower pressure \pm 1bar each sanitary appliance, according to the height of each floor of shower pressure greatly affect the installation path through the line shaft. Tank capacity of 11m^3 and reach the bottom of the tank capacity reached 17.02m^3 . Total discharge at the pump booster used depending on the requirement that reached its peak hours of 2.44 liters / second. Vertical pipe is planned by using wet vendors, system vendors directly and dirty water which flowed into a septic tank space. Sewerage can be calculated using the average value of the number of residents who use potable water facilities have been planned to reach capacity of 100.38 liters / day.

Keywords: Clean water, dirty water, Pipe Ven.

1. PENDAHULUAN

Dalam Instalasi air bersih diperlukan sumber air dengan kualitas yang sesuai dengan air bersih dan memiliki tekanan yang cukup pada setiap keluaran (*fixture unit*), yaitu \pm 1bar (1kg/m^2). Mampu mencukupi air bersih pada saat waktu pemakaian jam puncak, dengan menentukan kapasitas tangki penampung air.

Untuk instalasi air kotor dalam pendimensian dan kemiringan pipa direncanakan harus dapat mengalirkan kotoran padat maupun cair dengan lancar atau tidak terjadi gangguan pada saat dialirkan. Sistem ven yang direncanakan pada pipa air bekas dan kotoran harus dapat mengalirkan udara yang diakibatkan oleh efek sifon atau tekanan.

Dalam sistem ini diperlukan perencanaan dengan teknis yang benar (aman untuk keselamatan

dan aman untuk jaringan pipa), kebutuhan air terpenuhi, ekonomis (dalam segi pendisainan jalur pipa) dan higienis (ditinjau dari segi kesehatan). Perencanaan sistem plambing yang baik akan memberikan keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan alat plambing terhadap penghuni di gedung tersebut. Dengan sistem di atas gedung yang direncanakan dapat berfungsi dengan baik, dipakai dan dinikmati oleh pengguna.

Dalam hal ini maka akan ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana merencanakan sistem distribusi air bersih sehingga dapat memiliki tekanan yang ideal ,dengan memiliki debit air yang memenuhi kebutuhan penghuni?
2. Bagaimana menghitung kapasitas tangki bawah dan tangki atas sesuai dengan kebutuhan air dalam gedung?

3. Bagaimana merencanakan desain instalasi air kotor yang dapat mengalirkan kotoran padat atau cair dengan lancar menuju pembuangan akhir dengan memenuhi standar?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Perencanaan instalasi air dingin meliputi :
 - Perencanaan sumber air bersih tanpa *pre-treatment* karena sudah memenuhi baku mutu kualitas air bersih.
 - Perencanaan kapasitas tangki bawah dan tangki atas.
 - Perencanaan kebutuhan pompa
 - Perencanaan distribusi air dingin dan penentuan dimensi pipa.
2. Perencanaan instalasi air kotor yaitu
 - Perencanaan pembuangan air kotor dan air bekas.
 - Penentuan dimensi pipa air kotor, pipa bekas dan pipa ven.
 - Perencanaan penempatan lubang pembersih/clean out.
 - Perencanaan kapasitas septik tank dan sumur resapan.
3. Perencanaan sistem distribusi air bersih, air kotor dan air bekas pada gedung tanpa membahas tentang perencanaan struktur.

2. DASAR TEORI

Pada sistem air bersih, penyediaan air harus dapat mencapai daerah distribusi dengan debit, tekanan dan kuantitas yang cukup dengan kualitas air sesuai standar/higienis. Oleh karena itu perencanaan penyediaan air bersih harus dapat memenuhi jumlah yang cukup, higienis, teknis yang optimal dan ekonomis. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, bahwa air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak. Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih suatu bangunan, kebutuhan air bersih tergantung dari fungsi kegunaan bangunan, jumlah peralatan saniter dan jumlah penghuninya. Kebutuhan air bersih dapat dihitung dengan tiga cara yaitu, berdasarkan jumlah penghuni, berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing dan berdasarkan beban unit alat plambing. Rumus yang

digunakan untuk perhitungan kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah penghuni} : \frac{\text{Luas bangunan/ruangan}}{\text{Beban penghunian}}$$

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

Pemakaian air rata-rata per hari :

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \quad (1)$$

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

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

T = jangka waktu pemakaian (jam).

Pemakaian air pada jam puncak :

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

Dimana konstanta untuk " C_1 " antara 1,5 sampai 2,0 tergantung kepada lokasi, sifat penggunaan gedung, dsb. Sedangkan pemakaian air pada menit puncak dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_{m-\max} = \frac{(C_2) \times (Q_h)}{60} \quad (3)$$

Sedangkan konstanta untuk " C_2 " antara 3,0 sampai 4,0.

Perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing dengan menghitung kebutuhan air yaitu :

Jumlah alat plambing x kebutuhan air alat plambing x beban pemakaian (4)

Kebutuhan air dalam satu kali pemakaian.

$$V_{ap} = Bw_{ap} \times T_p \quad (5)$$

Keterangan :

V_{ap} = Volume air dalam 1 kali pemakaian per alat saniter (liter).

Bw_{ap} = Beban unit alat plambing (liter/detik).

T_p = Waktu pemakaian (detik).

Kebutuhan air dalam satu hari.

$$V_{ap1\text{hari}} = (V_{ap} \times n) \times n_{ap} \quad (6)$$

Keterangan :

$V_{ap1\text{hari}}$ = Volume air pemakaian per hari (liter/hari).

V_{ap} = Volume air dalam 1 kali pemakaian (liter).

n = Jumlah pemakaian dalam 1 hari (kali).

n_{ap} = Jumlah alat saniter (buah).

Untuk merencanakan volume tangki yang berfungsi menyimpan air untuk kebutuhan air bersih dan pemadaman kebakaran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V_R = Q_d - Q_s \cdot T \quad (7)$$

Keterangan :

Q_d = Jumlah kebutuhan air per hari (m³/hari).

Q_s = Kapasitas pipa (m³/hari).

T = Rata-rata pemakaian per hari (jam/hari).

V_R = Volume tangki air minum (m³).

Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_E = (Q_p - Q_{max}) \cdot T_p + Q_{pu} \cdot T_{pu} \quad (9)$$

Keterangan :

V_E = Kapasitas efektif tangki atas (liter).

Q_p = Kebutuhan puncak (liter/menit).

Q_{max} = Kebutuhan jam puncak (liter/menit).

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

T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit).

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

Biasanya kapasitas pompa pengisi sebesar $Q_{pu} = Q_{max}$. Dan air yang diambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar Q_p . Makin dekat Q_{pu} dengan Q_p makin kecil ukuran tangki atas. Berlaku ketentuan $Q_p = Q_{m-max}$ dan $Q_{pu} = Q_{max} = Q_{h-max}$. Kapasitas suatu pompa tergantung dari debit air yang dialirkan dan tinggi dorong (H). Tinggi dorong adalah suatu nilai yang dihasilkan oleh tekanan pompa dan disebut juga dengan tinggi angkat. Hal-hal yang mempengaruhi dalam penentuan jenis pompa yaitu, tinggi hisap, kapasitas pompa, sifat zat cair yang dipompakan, tinggi angkat (*head*), pemipaan, penggerak dan ekonomi.

a. Laju aliran air.

Dalam sistim tangki atas, kapasitas pompa ditentukan berdasarkan kebutuhan air pada jam puncak ($Q_{pu} = Q_{max}$).

b. Diameter pipa.

Diameter pipa hisap dan pipa tekan disesuaikan berdasarkan spesifikasi pompa yang akan digunakan.

c. Tinggi angkat

Tinggi angkat pompa dinyatakan dalam rumus berikut ini :

$$H = H_s + H_d + H_{fsd} + \frac{v^2}{2g} \quad (10)$$

$$H = H_a + H_{fsd} + \frac{v^2}{2g} \quad (11)$$

H : Tinggi angkat total (meter).

H_s : Tinggi hisap (meter)

H_d : Tinggi tekan (meter).

H_a : Tinggi potensial (meter).

H_{fsd} : Kerugian gesek dalam pipa hisap

dan pipa tekan (meter).

$\frac{v^2}{2g}$: Tekanan kecepatan pada lubang

keluar pipa.

3. METODE PENELITIAN

Metode suatu perencanaan adalah tata cara atau urutan kerja suatu perhitungan perencanaan untuk mendapatkan hasil Perencanaan instalasi air bersih, air kotor. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan perencanaan ini sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir, adapun uraian dari metode tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Data Debit Air Bersih

Sumber air bersih yang akan digunakan adalah berasal dari sumur dalam, bukan dari PDAM. Debit yang di hasil kan dari Sumur dalam sebesar 7,5 liter/detik.

2. Data Kualitas Air Sumur Dalam

Dari hasil uji kualitas air baik fisik dan kimia yang berpedoman pada Peraturan Menteri Kesehatan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 416 tahun 1990. tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

3. Data Survei Pendahuluan

Dari survei pendahuluan didapatkan data-data tentang posisi shaft pada bangunan gedung, posisi sumur dalam, dan posisi saluran terbuka gedung.

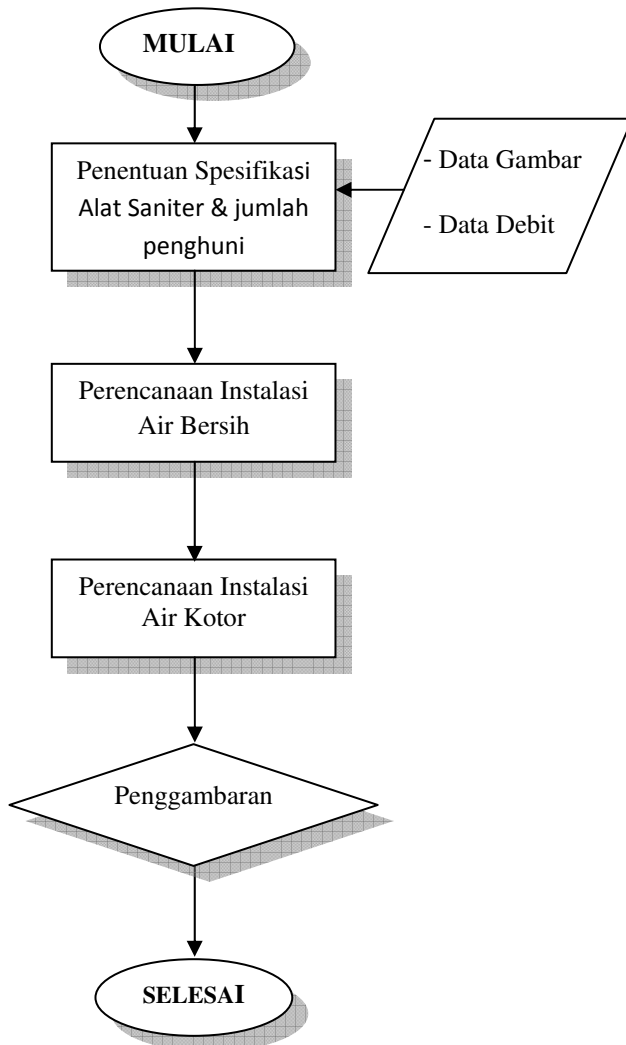
4. Metode Perencanaan Instalasi Plumbing

Perencanaan Instalasi air bersih, air kotor dan air bekas pada pembangunan gedung seperti yang telah disebutkan di atas terdiri dari empat lantai, sumber air bersih berasal dari sumur dalam dengan debit 7,5 liter/detik. Instalasi air bersih direncanakan dengan menggunakan sistem tangki

atap. Jalur instalasi menggunakan sistem grafitasi dan pompa. Tekanan Pancur tiap alat saniter ± 1 bar. Sedangkan Instalasi air kotor menggunakan sistem pembuangan terpisah dan sistem pengalirannya menggunakan sistem gravitasi dengan kemiringan pipa 1-5%. Pipa tegak direncanakan menggunakan sistem ven basah dan ven samping langsung.

5. Analisis perencanaan instalasi dan penggambaran.

Tahap awal perencanaan instalasi air bersih dan air kotor harus memperhatikan kebutuhan air bersih, kapasitas tangki atas, kapasitas tangki bawah dimensi pipa air bersih, spesifikasi pompa, Waktu Kerja Pompa.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Perencanaan terdapat empat ruang shaft yang di gunakan untuk ruang instalasi pipa yang menghubungkan lantai ke-1 sampai lantai ke-4. Tiap Shaft akan melayani beberapa alat saniter dari lantai ke -1 sampai lantai ke-4. Jenis dan jumlah alat saniter berdasarkan shaft yang terdiri dari wc duduk 35 buah, wastafel 19 buah, shower 3buah, kran 8buah, Floor Drain 35buah.

Tabel 4.1 Jumlah penghuni di dalam gedung

Lantai ke	Luas Lantai (m ²)	Ruang Gerak (m ² /orang)	Jumlah penghuni (orang)	Pembulatan Penghuni (orang)
1	1278	10	127,8	128
2	1278	10	127,8	128
3	1278	10	127,8	128
4	1278	10	127,8	128
JML	5112	40	511,2	512

Sehingga didapat jumlah penghuni total sejumlah 512 orang. Kebutuhan air bersih Dalam metode ini untuk setiap alat plambing ditetapkan suatu beban unit alat plambing. Sehingga diketahui debit yang dibutuhkan untuk setiap alat plambing. Perhitungan dilakukan pada setiap alat plambing, kemudian dijumlahkan kebutuhan air untuk semua jenis alat plambing pada setiap lantai. Waktu pemakaian alat pelambing dalam satu kali pemakaian untuk kloset 90detik, wastafel 15detik, shower 300detik, kran 80detik. Jumlah kebutuhan air per hari dari lantai 1 sampai 4 mencapai 43506liter. Kapasitas tangki atas di maksudkan untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya di sediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut yaitu sekitar 30 menit.

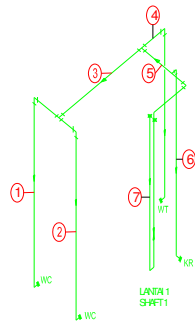
Dalam keadaan tertentu dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak di mulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu perhitungan jumlah air yang dapat di masukkan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa. Debit yang mungkin terjadi pada lantai 1 sampai lantai ke 4 sebesar $(Q_{PU}) = 4,52 \text{ liter/detik} \sim 16,27 \text{ m}^3/\text{jam} \sim 271,20 \text{ liter/menit}$. Dari data-data hasil perhitungan diatas, maka dapat ditentukan kapasitas tangki atas adalah 11m^3 . Besarnya kapasitas tangki bawah ditentukan oleh jumlah kebutuhan air bersih sehari di dalam gedung, kapasitas persediaan/sumber air bersih dan rata-rata pemakaian air per hari. Dari perhitungan kebutuhan air bersih diketahui kebutuhan total air bersih adalah sebesar $44,02 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sumber air bersih direncanakan berasal dari sumur dalam dengan debit 7,5 liter/detik atau

14,4 m³/jam dan rata-rata kerja pompa submersibel adalah 1 jam/hari. Sehingga kapasitas tangki bawah dapat dihitung mencapai 17,02 m³/hari. Volume tangki bawah selain untuk ruang penyimpanan air bersih, juga perlu diperhitungkan ruang udara di dalam tangki. Sehingga dimensi tangki bawah termasuk ruang udara.

4.1. Dimensi Pipa Air Bersih

Langkah-langkah penentuan dimensi pipa air bersih sebelum dikoreksi adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis pipa.
- Pada perencanaan ini jenis pipa yang digunakan untuk instalasi air bersih adalah pipa galvanis.
2. Menentukan beban unit alat plambing (BW).
3. Menentukan debit normal (Q) dari instalasi pipa air bersih.
4. Total debit (Q) adalah debit dari hasil debit yang mungkin terjadi pada setiap pipa = 0,1 liter/detik, 0,2 liter/detik dan 0,24 ltr/detik.
5. Panjang pipa (L) adalah hasil pengukuran panjang pipa pada gambar 4.1 isometri instalasi pipa air bersih lantai 1 shaft 1.
6. Diameter pipa (Ø) sebelum dikoreksi dapat ditentukan dari Pipa 1 beban unit alat plambing = 1, maka DN (Diameter Nominal) pipa 1 = 15 mm atau ½ inchi. Pipa 3 beban unit alat plambing = 2, maka DN (Diameter Nominal) pipa 1 = 15 mm atau ½ inchi. Pipa 5 beban unit alat plambing = 3, maka DN (Diameter Nominal) pipa 1 = 15 mm atau ½ inchi.



Gambar 4.1 isometri instalasi pipa air bersih lantai 1 shaft 1.

4.2 Pompa booster.

Pompa *booster* adalah pompa yang menyalurkan air dari tangki atas ke *fixture unit* alat saniter.

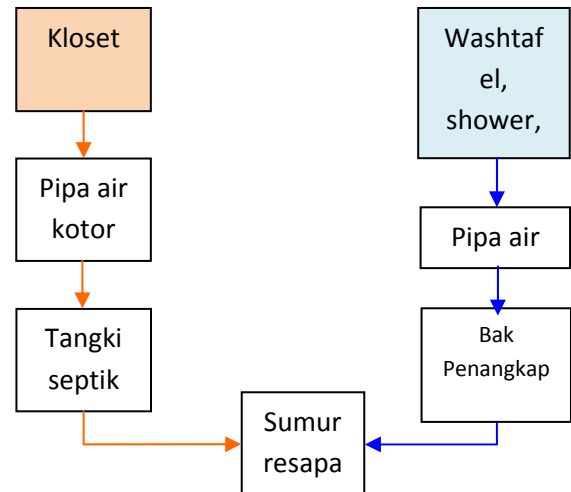
1. Debit pompa *booster*.

Debit (Q) pompa *booster* dapat diketahui dari perhitungan kapasitas tangki atas tentang debit puncak yang terjadi bila seluruh alat saniter hidup bersamaan pada lantai 3 dan 4, dengan debit yang terjadi sebesar 2,44 liter/detik ~ 8,784 m³/jam.

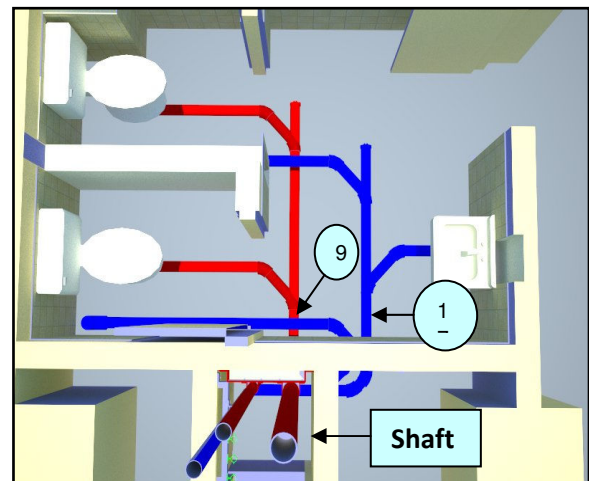
2. Head (H) didapat dari (Σ▲p Normal) kehilangan tekanan terbesar pada jaringan instalasi + (Pp) Tekanan Pancur yang di inginkan – (h) Tinggi tangki atas ke *fixture unit* lantai 4 yaitu 5,21 m. Power Pompa yang dihasilkan adalah 0,14 Kw.

4.3 Perencanaan Instalasi Air Kotor

Perencanaan jalur pembuangan air kotor dan air bekas di dalam Gedung



dimensi pipa tegak air kotor adalah DN 100 ~ 4 inchi dan debit yang diijinkan 5,9 liter/detik < debit yang terjadi (15 liter/detik).

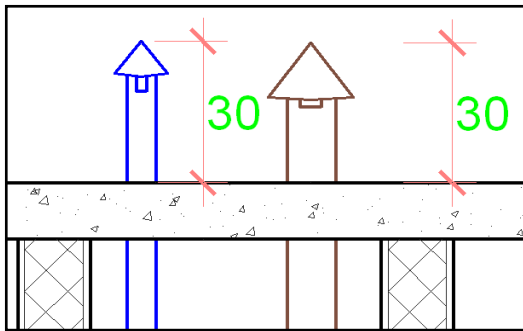


Gambar 4.2 pipa air kotor

4.4 Perencanaan Pipa Ven Pada Atap.

Setelah mengetahui dimensi pipa tegak dan pipa ven pada perhitungan di atas, perlu merencanakan ketinggian pipa ven pada atap. Menurut SNI 03-6373-2000 Persyaratan untuk ujung pipa ven yaitu pipa yang menembus atas, ujung yang terbuka ke udara luar harus berada sekurang-kurangnya 152 mm di atas bidang atap tersebut.

Dari peraturan di atas, maka direncanakan ketinggian ujung pipa ven dari atap dak 300 mm,



Gambar 4.3 ketinggian pipa ven.

5. KESIMPULAN

Dari analisa Perencanaan Instalasi Air Bersih, Air Kotor Pada Bangunan Gedung dengan Menggunakan Sistem Pompa diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pembangunan gedung terdapat 4 shaft utama yang menerus dari lantai 1 sampai 4, dengan alat saniter yang di pakai dalam gedung kantor adalah kloset duduk, wastafel, shower, kran dan *floor drain* dengan Jumlah penghuni ditentukan berdasarkan luasan lantai total yaitu 512 jiwa.
2. Kapasitas tangki bawah 20 m³ dengan kontruksi beton dan tangki atas 11 m³ menggunakan merek Royal Tank, dengan perencanaan instalasi air bersih lantai 1 dan 2 menggunakan sistem gravitasi sedangkan lantai 3 dan 4 menggunakan sistem pompa.
3. Debit (Q) pompa *booster* yang terjadi sebesar 2,44 liter/detik ~ 8,784 m³/jam, bila seluruh alat saniter hidup bersamaan pada lantai 3 dan 4, dengan power pompa yang dihasilkan adalah 0,14 Kw dan merencanakan desain instalasi air kotor yang dapat mengalirkan kotoran padat atau cair dengan lancar menuju pembuangan

akhir dengan debit yang diijinkan 5,9 liter/detik < debit yang terjadi (15 liter/detik).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noerbambang, SM dan Morimura T. 2000. **Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing**. Jakarta : Pradnya Paramita.
- [2] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 1405/Menkes/sk/XI/2002. **Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri**.
- [3] Simangunsong Sergius dan Daryanto, 2003. **Teknologi Plambing**. Malang : Bayumedia Publishing.
- [4] Ahmad, Santoso. 2007. **Sistem Plambing dan Sanitasi**. Jakarta : Dinas Pendidikan
- [5] SNI 03-2399-2000 “**Tata Cara Perencanaan Bangunan MCK Umum**”.