

ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH GEDUNG NEO CONDOTEL BATU

WATER DISTRIBUTION AND SEWERAGE SYSTEM ANALYSIS AT NEO CONDOTEL BATU

Samin¹, Ernawan Setyono², Wisnu Tri Anugrah³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang
Kampus III Jl. Tlogomas No.246 Tlp. (0341) 464318-319 Pes.130 Fax. (0341) 460435
e-mail: samin@umm.ac.id¹ ; wisnu.tri92@gmail.com³

Abstract

A convenient water distribution system for a building is really essential, mostly for a hotel building, since it can provide an amenity for the guests. Not only an appropriate water distribution system, but also the sewerage system that must be planned well. Neo Condotel would have at least seven floors. It will be built in an area with 2.575 m² width. According to the SNI 03-7065-2005, a hotel requires a fresh water at least 250 litre/person/day for the guests need and 120 litre/person/day for the staffs. A high building, such as a hotel, requires a water pressure at least 1 atm (101337 N/m²) up to 4 atm (405348 N/m²). If the water pressure is above the minimum value, booster pumps are needed so the water can reach the minimum value of pressure.

Keywords : Sewerage system; Water distribution; Water Needs

Abstrak

Sistem pendistribusian air bersih merupakan bagian yang sangat utama untuk pembangunan suatu gedung, terutama untuk hotel karena sistem pendistribusian air bersih yang baik dapat memberikan kenyamanan bagi para pengguna hotel. Tidak hanya pendistribusian air bersih, namun juga sistem pembuangan air limbah juga harus direncanakan dengan baik. Neo Condotel memiliki 7 lantai. Gedung ini dibangun di atas tanah seluas 2.575 m². Apabila ditinjau dari SNI 03-7065-2005, suatu bangunan hotel diharuskan memiliki jaringan air bersih yang mampu melayani sedikitnya 250 liter/orang/hari untuk kebutuhan tamu hotel dan 120 liter/orang/hari untuk kebutuhan karyawan. Pada bangunan tinggi seperti hotel, tekanan air yang disyaratkan adalah kurang lebih sebesar 1 atm. Apabila tekanan air belum memenuhi syarat yang telah ditetapkan, maka dibutuhkanlah pompa *booster* agar kebutuhan tekanan air dapat dicapai.

Kata kunci : Kebutuhan air; Pembuangan air limbah; Pendistribusian air bersih

PENDAHULUAN

Salah satu bagian terpenting untuk menciptakan rasa nyaman di sebuah hotel adalah adanya sistem pendistribusian air bersih dan pembuangan air limbah yang baik, yaitu dengan tercukupinya pasokan air bersih yang memenuhi syarat serta memiliki pembuangan limbah yang lancar. Sistem pembuangan limbah menjadi salah satu bagian penting dalam sebuah bangunan termasuk hotel karena berkaitan dengan lingkungan yang sehat. Sistem distribusi air bersih dan sistem pembuangan air limbah merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari konstruksi bangunan, oleh sebab itu harus disiapkan sejak awal perencanaan.

Sistem distribusi air bersih dibuat untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih

dan diharapkan dapat didistribusikan secara merata keseluruhan bagian hotel guna menjamin ketersediaan air bersih bagi para pengguna hotel. Pada perencanaan sistem distribusi air bersih terdapat beberapa hal yang penting untuk diperhatikan yaitu mengenai kualitas air yang akan didistribusikan, laju dan kecepatan aliran dalam pipa, kerugian didalam sepanjang aliran pipa, tekanan air pada pipa serta kapasitas tampungan.

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih terdapat hal penting yang juga harus diperhatikan yaitu mengenai sistem pembuangan air limbah. Pada perencanaan sistem pembuangan air limbah, penyaluran air limbah harus dilakukan dengan sistem yang baik dan sesuai standart sehingga tidak

menimbulkan bahaya bagi kesehatan penghuni hotel ataupun bahaya pencemaran lingkungan. Perencanaan pendimensian pipa dan kemiringan pipa yang benar pada sistem pembuangan air limbah dapat melancarkan penyaluran kotoran baik cair maupun padat.

Pada perencanaan distribusi air bersih dan pembuangan air limbah diperlukan perhitungan secara cermat dan tepat agar dapat menghasilkan suatu dilakukan suatu analisa dan perencanaan dalam Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Air Limbah Gedung NEO Condotel Batu”.

Prinsip Dasar Air Bersih

Sistem distribusi air bersih merupakan sistem pemipaan yang disiapkan di dalam bangunan maupun di luar bangunan guna mengalirkan air bersih dari sumbernya hingga menuju outlet (keluaran). Sistem distribusi air bersih dibuat guna memenuhi kebutuhan akan air bersih yang layak konsumsi. Dalam sistem penyediaan air bersih terdapat hal penting yang harus diperhatikan yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air. Komponen utama dari sistem distribusi air bersih adalah sistem jaringan pipa. Adapaun kemungkinan terjadinya permasalahan pada jaringan pipa seperti kebocoran, terjadinya kerusakan pipa atau komponen lainnya, besarnya energi yang hilang dan penurunan tingkat pelayanan penyediaan air bersih untuk konsumen.

Laju Aliran Air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan untuk bangunan tersebut. Jumlah dan laju aliran air tersebut seharusnya diperoleh dari keadaan sesungguhnya, dan kemudian dibuat angka-angka peramalan yang sedapat mungkin mendekati keadaan sesungguhnya setelah bangunan digunakan. Besarnya laju aliran air dapat ditentukan dengan dua cara yaitu, berdasarkan jumlah penghuni dan berdasarkan unit beban alat plambing.

Tabel 1. Pemakaian Air Dingin Minimum Sesuai Penggunaan Gedung

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	Lt/penghuni/hr
2	Rumah Susun	100 ⁽¹⁾	Lt/penghuni/hr
3	Asrama	120	Lt/penghuni/hr
4	Rumah Sakit	500 ⁽²⁾	Lt/penghuni/hr
5	Hotel Berbintang	250	Lt/penghuni/hr
6	Hotel Melati/Penginapan	150	Lt/penghuni/hr

Sumber : SNI 03-7065-2005

Syarat Tekanan Air Bersih

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plambing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik berkisar dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan pemakaian atau alat yang harus dilayani. Tekanan air yang berada pada sistem plambing (pada pipa) tekanannya harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku, diantaranya yaitu, untuk perumahan dan hotel antara 2,5 kg/cm² atau 25 meter kolom air (mka) sampai 3,5 kg/cm² atau 35 meter kolom air (mka). Tekanan tersebut tergantung dari peraturan setempat. (SNI 03-6481-2000).

Perencanaan Air Bersih

• Pemakaian Air Rata-Rata Perhari

$$Q_h = \frac{Q_d}{T}$$

Keterangan :

Q_d = Jumlah penghuni x pemakaian air/orang/hari.

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m³/hari)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m³/hari)

T = Jangka waktu pemakaian (h)

• Pemakaian Air Pada Jam Puncak

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

Dimana konstanta untuk “C₁” antara 1.5 sampai 2.0 tergantung kepada lokasi, sifat penggunaan gedung dan

sebagainya, konstanta untuk “C₂” antara 3,0 sampai 4,0. Sedangkan pemakaian air pada menit puncak dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_{m-max} = \frac{(C_2)x(Q_h)}{60}$$

• **Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing**

Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plumbing dapat diketahui, misalnya untuk perumahan atau gedung kecil lainnya. Juga harus diketahui jumlah dari setiap jenis alat plumbing dalam gedung tersebut.

Untuk menghitung faktor pemakaian dapat dilihat pada rumus berikut ini :

$$Y_n = Y_1 - \left[(Y_1 - Y_2) \times \frac{(X_n - X_1)}{(X_2 - X_1)} \right]$$

Dimana :

Y_n = Faktor pemakaian (%)

Y₁ = Jenis alat plumbing pada jumlah 1

Y₂ = Jenis alat plumbing pada jumlah 2

X_n = Jumlah alat plumbing yang akan dicari

X₁ = Jumlah alat plumbing 1

X₂ = Jumlah alat plumbing 2

Tabel 2. Faktor Pemakaian Dan Jumlah Alat Plumbing

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

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2000)

• **Tekanan Air Dan Kecepatan Aliran**

Tekanan minimum pada setiap saat pada titik aliran keluar harus 50 kPa (0,5 kg/cm²). Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan “standar” adalah 1,0 kg/cm² sedang tekanan statik 2,5 sampai 3,5 kg/cm² untuk hotel dan perumahan. Disamping itu, beberapa macam peralatan plumbing tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan airnya kurang dari suatu batas minimum. Untuk mencari tekanan setiap lantai digunakan rumus :

$$P = \rho \times g \times h$$

Keterangan :

P = Tekanan (N/m²)

ρ = Kerapatan air (998.2 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

h = Tinggi potensial (m)

• **Kerugian Mayor**

Untuk mengetahui jenis aliran, digunakan persamaan bilangan Reynolds :

$$Re = \frac{vx D}{\nu}$$

Keterangan :

Re = Bilangan Reynolds (tak berdimensi)

V = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

D = Diameter pipa (m)

ν = Viskositas kinematik zat cair (m²/s)

Re < 2000, aliran bersifat laminar

Re > 4000, aliran bersifat turbulen

Re = 2000 - 4000, aliran bersifat transisi

Kerugian gesek dalam pipa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut :

$$hf = f \frac{Lxv^2}{Dx2g}$$

Keterangan :

hf = Bilangan Reynolds (tak berdimensi)

v = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

- D = Diameter pipa (m)
 f = Kerugian head karena gesekan (m)
 D = Diameter pipa (m)
 ν = Viskositas kinematik zat cair (m^2/s)

Menurut Hagen-Poiseuille untuk aliran laminar ($Re < 2000$), faktor gesekan adalah hanya fungsi bilangan Reynolds saja. Sehingga faktor gesekan dirumuskan dengan :

$$f = \frac{64}{Re}$$

Namun apabila aliran bersifat turbulen persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$h_f = \lambda \frac{Lxv^2}{Dx2g}$$

Untuk mencari λ kita menggunakan formula Darcy-Weisbach untuk aliran turbulen, dengan persamaan berikut :

$$\lambda = 0.020 + \frac{0.0005}{D}$$

- **Kerugian Head Minor (Minor Looses)**

Besarnya kerugian minor akibat adanya kelengkapan pipa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$h_f = \sum n.k. \frac{v^2}{2g}$$

- Hf = Kerugian head (m)
 $\sum n$ = Jumlah kelengkapan pipa
 k = Koefisien kerugian
 v^2 = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)
 g = Percepatan gravitasi ($9,81 m/s^2$)

Tangki Air Bawah (Ground Reservoir Tank)

- Untuk tangki air yang hanya digunakan menampung air, kapasitas tangki dapat dihitung dengan rumus berikut :
 $V_R = Q_d - (Q_s \times T)$
- Untuk tangki air yang juga berfungsi menyimpan air untuk pemadam kebakaran, dapat dihitung dengan :
 $V_R = Q_d - (Q_s \times T) + V_F$
 Keterangan,
 V_R = Volume tangki air (m^3)

- Q_d = Jumlah kebutuhan air per hari ($m^3/hari$)
 Q_s = Kapasitas pipa dinas (m^3/jam)
 T = Rata – rata pemakaian air per hari ($jam/hari$)
 V_F = Cadangan air untuk pemadam kebakaran (m^3)

Tangki Air Atas (Roof Tank)

- Kapasitas tangki atas dinyatakan dengan rumus (SNI 03-7065-2005) :

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

Keterangan,

- V_E = Kapasitas efektif tangki atas (m^3)
 Q_p = Kebutuhan puncak (m^3/s)
 Q_{max} = Kebutuhan jam puncak (m^3/s)
 Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisi (m^3/s)
 T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)
 T_{pu} = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Pompa

Terdapat dua macam pompa yang biasa digunakan pada sistem penyediaan air bersih, yaitu pompa angkat dan pompa booster. (SNI 03-7065-2005)

Pompa Angkat (Pompa Supply)

Untuk mencari besar head pompa yang dibutuhkan dapat digunakan persamaan bernouli sebagai berikut :

$$H = H_a + \Delta H_p + H_i + \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan :

Tinggi Potensial (H_a) : Tinggi potensial adalah jarak antara permukaan air tangki atas dengan permukaan air tangki bawah dalam gedung.

Perbedaan Head Tekanan pada Kedua Permukaan Air (ΔH_p)

Karena P1 dan P2 merupakan tangki terbuka, maka $P_1 = P_2 = 0$, sehingga :

$$\Delta H_p = H_{P_2} - H_{P_1} = 0 \text{ m}$$

Setelah mendapatkan besar head pompa angkat, kemudian dihitung besar daya pompa dengan menggunakan rumus :

$$N_h = (0.163) (Q) (H) (\gamma)$$

Keterangan,:

- H = Tinggi angkat total (m)
 Q = Kapasitas pompa ($m^3/menit$)
 γ = Berat spesifik ($kg/liter$)

Pompa Booster

Pompa *booster* digunakan untuk mendistribusikan air pada lantai 5 sampai roof floor.

$Q = n \times \text{kebutuhan air rata-rata}$

Keterangan :

$Q = \text{Kapasitas pompa angkat (m}^3\text{/menit)}$

$n = \text{Jumlah pemakai (orang)}$

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi yang akan diambil untuk dilakukan penelitian yaitu proyek pembangunan gedung NEO Condominium Hotel ASTON INTERNATIONAL GROUP yang berlokasi di Jalan Abdul Gani Atas Nomor 5, Kota Batu. Proyek tersebut didirikan oleh PT. Goldenindo Lestari.



Gambar 1. Lokasi Proyek

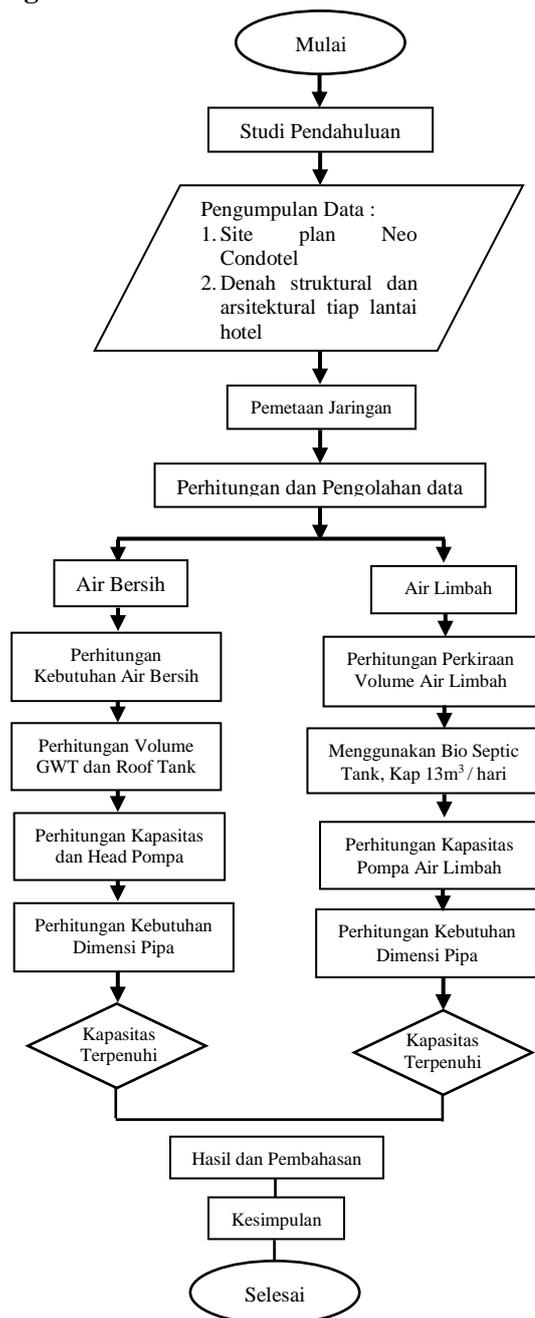
Metode dan Tahapan Penelitian

- **Tahap Persiapan**
 Tahap persiapan dengan survey lokasi yang merupakan langkah awal untuk mendapatkan gambaran sementara tentang lokasi perencanaan, pengumpulan literatur dan referensi yang menjadi landasan teori, serta pelaksanaan pembuatan proposal pelaksanaan.
- **Pengumpulan Data**
 Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan atau merupakan hasil survey. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi pemerintah, perusahaan, maupun data yang berasal dari literatur yang terkait dengan materi yang dibahas.
- **Tahap Perencanaan**
 - Melakukan pemetaan distribusi air bersih.
 - Melakukan pemetaan untuk penyaluran air kotor dari tiap tower

hingga ke septic tank sebagai tampungan sementara.

- Menghitung kebutuhan air bersih yang dibutuhkan dan perkiraan jumlah air kotor yang dihasilkan.
- Menghitung volume tampungan air bawah, tampungan air atas serta septic tank.
- Menghitung kapasitas dan head pompa.
- Menghitung kebutuhan dimensi (diameter) pipa yang dibutuhkan yang disesuaikan dengan yang tersedia dipasaran.

Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN
Perhitungan Kebutuhan Air Bersih dan Kapasitas Tangki.

Menurut *SNI 03-7065-2005* kebutuhan air untuk tamu hotel berbintang adalah 250 liter/orang/hari sedangkan 120 liter/orang/hari untuk staf atau karyawan. Penentuan jumlah tamu yang menginap dapat diketahui berdasarkan jumlah kamar yang tersedia seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Kebutuhan Air Berdasarkan Jumlah Kapasitas Bed

Jenis Kamar	Jumlah Kamar	Jumlah Kapasitas Bed	Kebutuhan Air (liter/bed/hari)
<i>Standart</i>	106	212	53000
<i>Deluxe</i>	50	100	25000
<i>Suite</i>	2	8	2000
<i>Penthouse</i>	1	6	1500
Jumlah	159	326	81500

Sumber : Hasil Perhitungan

Jumlah karyawan pada hotel diasumsikan sebanyak 210 orang :
 $210 \times 120 \text{ liter/hari} = 25200 \text{ liter/hari}$
 Sehingga jumlah total kebutuhan air untuk hotel adalah :
 $81500 + 25200 = 106700 \text{ liter/hari}$
 $= 106,7 = 107 \text{ m}^3/\text{hari}$

Kebutuhan Harian Maksimum

Diketahui jumlah total kebutuhan air untuk hotel adalah sebesar 106700 liter/hari atau 106,7 m³/hari, dan di bulatkan menjadi 107 m³/hari. Diperlukan tambahan air sebesar 20% untuk mengatasi kebocoran dan keperluan tambahan seperti : tambahan air

untuk mesin pendingin air rata-rata sehari dapat diketahui dengan persamaan :

$$Q_d = 107 + (20\% \times 107) = 128,4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan Rerata

Pemakaian air rata-rata untuk hotel adalah 10 jam (Tabel 3.12 Noerbambang dan Takeo Morimura), sehingga pemakaian air rata-rata didapatkan :

$$Q_h = Q_d / T = 128,4 / 10 = 12,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kebutuhan Air Pada Jam Puncak

Untuk perhitungan kebutuhan air pada jam puncak ditetapkan C1 = 2 (diambil nilai konstanta maksimum) maka kebutuhan air pada jam puncak adalah :

$$Q_{h - \text{max}} = C1 Q_h = (2) \times (12,84) = 24,96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kebutuhan Air Pada Menit Puncak

Dan untuk kebutuhan air pada menit puncak ditetapkan C2 = 4 (diambil nilai konstanta maksimum), maka kebutuhan air pada menit puncak adalah :

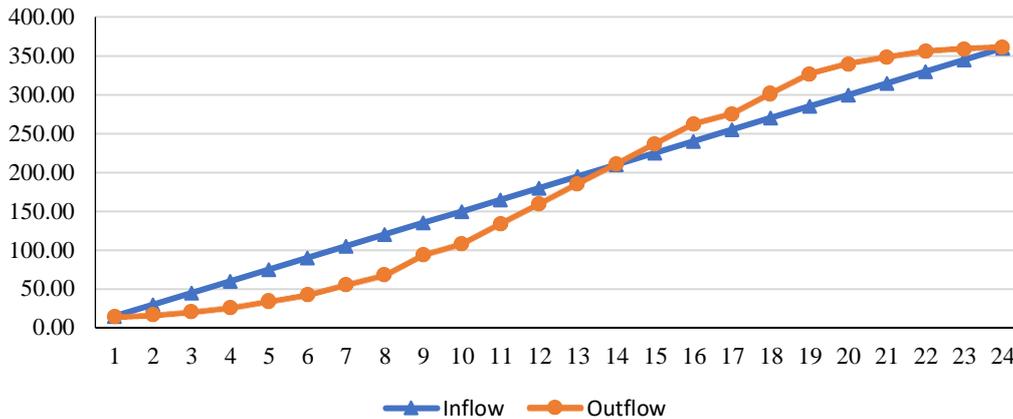
$$Q_{m - \text{max}} = (4 \times 24,96) / 60 = 0,998 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Perhitungan Kapasitas Tangki

Dalam perencanaan dimensi tangki air diperlukan suatu analisa hubungan antara Qinput yang memasuki pompa dengan besarnya kebutuhan air bersih. Berikut adalah tabel fluktuasi dengan Qinput sebesar 15 m³/jam.

Tabel 4. Contoh Tabel Perbandingan Debit dengan Kapasitas Reservoir

Jam Ke	Jam	Pengisian (m3)		Pemakaian (m3)		Input (m3)	Output (m3)	Selisih (m3)
		Sendiri	Akumulasi	sendiri	Akumulasi			
1	00 - 01	15	15	2,00	2,00	22,50	4,50	18,00
2	01 - 02	15	30	4,00	6,00	37,50	10,00	27,50
3	02 - 03	15	45	8,00	14,00	52,50	22,96	29,54
..								
24	23 - 24	15	360	2,00	379,92	367,50	371,12	-3,62



Gambar 2. Grafik Fluktuasi Kapasitas Reservoir

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan selisih antara debit input dan debit output terbesar yaitu 41,48 m³, maka nilai tersebut dapat dijadikan dasar dalam menentukan dimensi atau kapasitas reservoir.

Kapasitas Tangki Air Bawah

Dari perhitungan sebelumnya diketahui nilai Qh = 12,84 m³/jam sehingga kapasitas pipa dinas adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_s &= 2/3 \times Q_h \\
 &= 2/3 \times 12,84 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 8,56 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Diketahui kapasitas pipa dinas maka dapat dihitung volume tangki bawah tanah untuk menampung air yang akan didistribusikan ke semua lantai. Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari untuk hotel adalah 10 jam, sehingga kapasitas tangki air bawah alah :

$$\begin{aligned}
 VR &= Q_d - (Q_s \times T) \\
 &= 128,4 \text{ m}^3/\text{hari} - (8,64 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 10) \\
 &= 42 \text{ m}^3 = 42000 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Perencanaan dimensi 5 m x 4 m x 3 m maka volume efektif tangki adalah 60 m³

Kapasitas Tangki Air Atas

Dari perhitungan kebutuhan air bersih ingin didapatkan :

$$\begin{aligned}
 Q_p &= Q_m \text{ max} = 0,856 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 Q_{\text{max}} &= Q_h \text{ max} / 60 \\
 &= 25,68 / 60 = 0,428 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan :

$$T_p = 60 \text{ menit} ; T_{pu} = 10 \text{ menit}$$

Sehingga kapasitas efektif tangki air atas adalah :

$$\begin{aligned}
 VE &= (Q_p - Q_{\text{max}}) T_p - Q_{pu} \times T_{pu} \\
 &= (0,998 \text{ m}^3/\text{menit} - 0,432 \text{ m}^3/\text{menit}) \\
 &= 60 - 0,432 \text{ m}^3/\text{menit} \times 10 \\
 &= 21,96 \text{ m}^3 \text{ dibulatkan} = 22 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan Perkiraan Debit Air Limbah

Debit air limbah dihitung dengan menjumlahkan debit air limbah tiap lantai dikarenakan tidak terpaut dengan koefisien apapun, maka debit air kotor adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{ab} &= Q_d \times 80\% = 128,4 \times 80\% \\
 &= 102720 \text{ liter/hari} \\
 &= 103 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Perencanaan IPAL

Perencanaan penggunaan Bioseptic Tank, yaitu menggunakan 2 buah Bioseptic Tank. Yang masing-masing ukuran Bioseptic Tank menggunakan ukuran yang tersedia di pasaran

Sistem Pemipaan

Penentuan Diameter Pipa Tegak Air Bersih Untuk Shaft

Contoh pada lantai 6 *Suit Room* terdapat 1 shaft dan pada toilet kamar terdapat alat plambing sebagai berikut : 1 Kloset, 1 Keran, 1 Lavatory, 1 Shower dan 1 Bathtub.

Unit alat plambing : 16 WSFU

Laju aliran air : 0.00114 m³/det

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter perhitungan} &= \sqrt{\frac{4 \times 0.00114}{\pi \times 2}} \\
 &= 0.026 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Diameter tersedia = 32 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan aliran (v)} &= \frac{4 \times 0.00114}{\pi \cdot 0.032^2} \\
 &= 1.418 \text{ m/s}; v < v_{\text{maks}}
 \end{aligned}$$

Perhitungan diameter pipa tegak air bersih untuk setiap shaft akan disajikan dalam bentuk Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Pipa Tegak Air Bersih Untuk Shaft

Lantai	WSFU	Laju Aliran Air (l/detik)	Laju Aliran Air (m ³ /detik)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
<i>Suite Room</i>	16	1.14	0.00114	26.95	40	0.908
Lantai 7	47	1.79	0.00179	33.80	80	0.356
Lantai 6	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 5	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 4	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 3	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 2	57	1.97	0.00197	35.40	50	1.570
Lantai 1	57	1.97	0.00197	35.40	40	1.570

Perhitungan Kerugian Head

Contoh perhitungan : Lantai 6

Diketahui sebagai berikut :

D = 0.040 m

v = 1.059 m/s

v = 1.004 x 10⁻⁶ m²/s

L = 6.3 m

Terdapat kerugian peralatan pipa :

1 buah belokan 90⁰ (32 mm) = 1.2 m

1 buah T-90⁰ (32 mm) = 0.36 m

Sehingga L total = 7.86 m

Re = $\frac{1.059 \times 0.040}{1.004 \times 10^{-6}}$

= 42191 (Aliran Turbulen)

$\lambda = 0.020 + \frac{0.0005}{0.040} = 0.0325$

Hf = $0.0325 \times \frac{7.86 \times 1.059^2}{0.040 \times 2 \times 9.81} = 0.293$

m

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kerugian Head Pipa Shaft Tiap Lantai

DAERAH	D (m)	V (m/s)	v (m ² /s)	L total (m)	Re	λ	Hf (m)
<i>Suite Room</i>	0,040	0,908	0,000001004	3,15	36175	0,0325	0,108
<i>Lantai 7</i>	0,100	1,43	0,000001004	7,91	142430	0,0250	0,206
Lantai 6	0,040	1,059	0,000001004	7,86	42191	0,0325	0,293
Lantai 5	0,040	1,059	0,000001004	9,42	42191	0,0325	0,437
DAERAH	D (m)	V (m/s)	v (m ² /s)	L total (m)	Re	λ	Hf (m)
Lantai 4	0,040	1,059	0,000001004	12,57	42191	0,0325	0,584
Lantai 3	0,040	1,059	0,000001004	15,72	42191	0,0325	0,730
<i>Lantai 2</i>	0,050	0,908	0,000001004	5,76	45219	0,0300	0,145
<i>Lantai 1</i>	0,040	0,908	0,000001004	3,15	36175	0,0325	0,108

Perhitungan TekananContoh Perhitungan : *Lantai 7*,

Diketahui :

Ketinggian dari lantai atap (Ha) = 4.2 m

Tinggi muka air full tank = 3 m

Beda tinggi lantai atap roof tank (H) = 2.15 m

Hf daerah = 0.32 m

Kerugian tinggi tekan dari full tank (H)

h = (4.2 + 2.15) - 0.32 = 6.03 m

Sehingga tekanan pada lantai 7 adalah :

P = 999.8 x 9.81 x 6.03

P = 59142.47 N/m²

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tekanan Air Tiap Lantai Gedung Neo (Full Tank)

LANTAI	HEAD STATIK (m)	KERUGIAN HEAD (m)	TEKANAN (N/m ²)
Lantai 7	4.20	6.03	59142.47
Lantai 6	7.35	9.22	90037.79
Lantai 5	10.50	12.37	120933.11
Lantai 4	13.65	15.52	151828.43
Lantai 3	16.80	18.67	182723.75
LANTAI	HEAD STATIK (m)	KERUGIAN HEAD (m)	TEKANAN (N/m ²)
Lantai 2	21.00	22.87	223917.51
Lantai 1	24.85	26.72	261678.45

Pompa Distribusi (Pompa Booster)

Diketahui :

$$Q = n \times \text{kebutuhan air rata-rata} \\ = 86 \text{ orang} \times 250 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Q = 21500 \text{ liter/hari} \\ = 0.149 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Kerugian tekanan akibat gesekan air pada pipa (Hf) :

Pipa Hisap:

Diketahui sebagai berikut :

$$D = 0.080 \text{ m}$$

$$v = 1.30 \text{ m/s}$$

$$L = 3.15 \text{ m}$$

Terdapat kerugian peralatan pipa :

$$1 \text{ buah katup sorong (65 mm)} = 0.48 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga } L \text{ total} = 3.63 \text{ m}$$

$$Re = \frac{1.30 \times 0.080}{1.004 \times 10^{-6}} \\ = 103585 \text{ (Aliran Turbulen)}$$

$$\lambda = 0.020 + \frac{0.0005}{0.080} \\ = 0.0262$$

$$H_f = 0.0262 \times \frac{3.63 \times 1.30^2}{0.080 \times 2 \times 9.81} \\ = 0.393 \text{ m}$$

Pipa Hantar

Diketahui :

$$D = 0.080 \text{ m}$$

$$v = 1.30 \text{ m/s}$$

$$L = 49.65 \text{ m}$$

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} \\ = \frac{1.30 \times 0.080}{1.004 \times 10^{-6}} \\ = 103585 \text{ (Aliran Turbulen)}$$

$$\lambda = 0.020 + \frac{0.0005}{0.080} \\ = 0.0262$$

$$H_f = 0.0262 \times \frac{49.65 \times 1.30^2}{0.080 \times 2 \times 9.81} \\ = 1.4 \text{ m}$$

Jadi kerugian head akibat gesekan pada pipa hisap dan pipa hantar sebesar :

$$H_f = 0.0262 + 1.4 + 7.91 \\ = 9.34 \text{ m} \\ = 10 \text{ m}$$

Daya pompa booster adalah sebagai berikut :

$$N_h = (0.163) (Q) (H) (\gamma) \\ = 0.163 \times 0.149 \times 10 \times 0.998 \\ = 0.050 = 50 \text{ Watt}$$

Sistem Pemipaan Pembuangan Air Penentuan Diameter Pipa Tegak Air Kotor dan Air Buangan Untuk Shaft

Pipa tegak digunakan untuk mengalirkan air kotor dan air buangan dari pipa cabang mendatar. Pipa tegak harus mempunyai ukuran sekurang - kurangnya sama dengan diameter terbesar cabang mendatar yang disambungkan ke pipa tegak tersebut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Diameter Pipa Tegak Air Kotor dan Air Buangan Untuk Shaft Lt. 7

Daerah Pipa	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plambing (mm)	Diameter Beban Maksimum (mm)	Diameter Perencanaan (mm)
Pipa Air Kotor				
Lantai 7 Penthouse	8	100	50	100
Toilet Tamu Lt. 7	24	100	65	100
Lantai 6 Suite Room	8	65	100	100
Lantai 6	16	100	100	100
Lantai 5 s/d Lt.3	24	100	100	100
Lantai 2	28	100	100	100
Lantai 1	28	100	100	100
Pipa Air Buangan				
Lantai 7 Penthouse	11	75	75	75
Toilet Tamu Lt. 7	16	75	100	75
Lantai 6 Suite Room	14	75	100	75
Lantai 6	20	100	100	100
Lantai 5 s/d Lt.3	30	100	100	100
Lantai 2	19	100	100	100
Lantai 1	19	100	100	100

KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

Dari hasil dan analisa dan perhitungan di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Jumlah total kebutuhan air bersih untuk NEO hotel adalah sebesar 128,4 m³/hari dan hasil perhitungan untuk Debit air limbah adalah 102,72 m³ /hari atau 102720 liter/hari.

- Air bersih dengan debit 15 m³/jam yang diperoleh dari *deep wheel* ditampung terlebih dahulu pada tangki bawah yang mempunyai dimensi 5 m x 4,3 m x 2 m maka volume efektif tangki adalah 43 m³. Dari tangki bawah, lalu air didistribusikan ke tangki atap yang berkapasitas 27 m³ melalui pipa riser berdiameter 80 mm (3 inch) dengan menggunakan pompa supplay yang mempunyai kapasitas sebesar 0,4 m³/menit, head 30 m dan daya pompa sebesar 2 kw.
- Pada pipa shaft berdiameter 40 mm (1 1/2 inch) dan pipa utama terhadap lantai 1 dan lantai 2 berdiameter 50 mm (2 inch). Dari pipa shaft lah air didistribusikan ke tiap unit alat plambing. Pada lantai 6 dan lantai 7 tekanan air berada dibawah tekanan perencanaan minimum sehingga digunakan pompa booster untuk menambah tekanan air.
- Sistem pipa air kotor dan air buangan dipisahkan dan tidak boleh disambung, dikarenakan dapat menyebabkan pencemaran. Kemudian air kotor akan ditampung oleh Bio Septic Tank dan akan diolah, jika dialirkan ke saluran pembuangan tetap aman dan ramah lingkungan. Dari pipa tiap unit alat plambing, air kotor dan air buangan dialirkan menuju pipa shaft yang berdiameter antara 65 mm (2 1/2 inchi) sampai 100 mm (4 inchi). Air kotor dan air buangan dari pipa shaft kemudian melewati pipa utama yang berdiameter 100 mm (4 inch) samapai 200 (8 inch).

Saran

Adapun saran yang disampaikan penulis adalah sebagai berikut :

- Untuk menentukan jenis sistem distribusi air bersih dan pembuangan air limbah diperlukan tinjauan dari segi teknis, ekonomis dan estetika sehingga sistem yang digunakan menjadi efektif dan efisien serta semua fasilitas dari sistem yang digunakan harus memenuhi standart guna memberikan keamanan dan kenyamanan bagi para pengguna gedung.
- Memilih *software* yang benar-benar terpercaya dan terbaru, agar banyaknya refrensi cara menjalankan aplikasi tersebut dari step awal hingga step akhir.

- Diperlukanya pengecekan dan pemeliharaan semua unit alat plambing pada sistem distribusi air bersih maupun pembuangan air limbah berkala guna mencegah terjadinya kerusakan pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-6481-2000, Sistem Plambing.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 03-7065-2005, Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 8153-2015, Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung.
- Morimura, T. Dan Noerbambang, S.M. (2000). *Perencanaan dan pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita..
- Mutiah Saidah, Tugas Akhir : *Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Pembuangan Air Limbah Baobab Hotel Resort and Convention Taman Safari Indonesia II*, Malang, 2016.
- Peraturan Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016.
- Pynkyawati, Theresia dan Wahadamaputera, Shirley. (2015). *Utilitas Bangunan Modul Plambing*. Jakarta: Griya Kreasi.
- Triatmodjo, Bambang. (1993). *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.