JURNAL ONLINE SKRIPSI
MANAJEMEN REKAYASA KONSTRUKSI POLINEMA

Journal homepage: http://jos-mrk.polinema.ac.id/ **ISSN: 2722-9203 (media online/daring)**

PERENCANAAN INSTALASI AIR BERSIH DAN AIR BUANGAN PADA APARTEMEN CORNELL BARSA CITY YOGYAKARTA

Moh Syifaul Insan[1], Mohamad Zenurianto[2], Sutikno[3]
Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang[1], Dosen Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang[2], Dosen Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang [3]
Email: *syifaulinsan@gmail.com* [1], *mzenurianto@polinema.ac.id* [2], sutikno.civil@gmail.com[3]

ABSTRAK

Kenyamanan pengunjung menjadi tujuan utama bagi bangunan komersial termasuk apartemen. Adanya peningkatan jumlah pengunjung, kebutuhan air bersih dan air buangan yang dihasilkan juga mengalami peningkatan. Dari hasil perencanaan menujukkan kebutuhan air bersih rata-rata per hari dengan jangka waktu 10 jam sebesar 285,6 m^3/hari menggunakan kapasitas tangki bawah diperoleh 95 m^3 dan kapasitas tangki atas 30 m^3 dengan total kebutuhan pompa *transfer* sebanyak 2 buah dan pompa *booster* 2 buah. Dimensi pipa air bersih yang diperoleh 4", 3", 2", 1", 1/2 ". Proses pengolahan air limbah menggunakan sistem pengolahan IPAL dengan IPAL Fabrikasi sebanyak 2 buah secara pararel dengan kapasitas per tabung 60 m^3. Debit air bekas sebesar 62,917 m^3/hari sedangkan air kotor sebesar 21,438 m^3/hari. Dimensi pipa air buangan yang diperoleh 4", 2", 1 1/4". Selain merencanakan instalasi air bersih dan air buangan, juga direncankan instalasi *hydrant* dengan sistem luar gedung menggunakan *pillar hydrant* dan sistem dalam gedung menggunakan *fire hose reel* dan *spinkler*. dan diameter pipa *hydrant* sebesar 8" dan 10". Sistem ini membutuhkan anggaran sebesar Rp2.805.285.428,00

Kata kunci : apartemen; air bersih; air buangan; sistem hidran

ABSTRACT

The convenience of visitors is the main goal for commercial buildings, including apartments. The increasing number of visitors, the need for clean water and waste water has also increased. The planning results showed the need for clean water on average per day for a period of 10 hours amounted to 285,6 m^3 / day using a the bottom tank capacity was 95 m^3 and the top tank capacity was 30 m^3 with a total need of 2 transfer pumps and 2 booster pumps. the dimensions of the clean water pipe obtained were 4", 3", 2", 1", 1/2". Wastewater treatment process was using wastewater treatment system with WWTP Fabrication 2 pieces in parallel with the capacity of 60 m ^{3} per tube. Used water discharge of 62.917 m ^{3} / day, while the dirty water of 21.438 m ^{3} / day. The dimensions of the drain pipe obtained were 4", 2", 1 1/4". Besides planning the installation of clean water and waste water, a hydrant installation was also planned with an outdoor system using pillar hydrants and an indoor system using a fire hose reel and sprinklers and the diameter of the hydrant pipe is 8" and 10". The system requires a budget of IDR 2.805.285.428,00

***Keywords** : apartment; clean water; waste water; hydrant system*

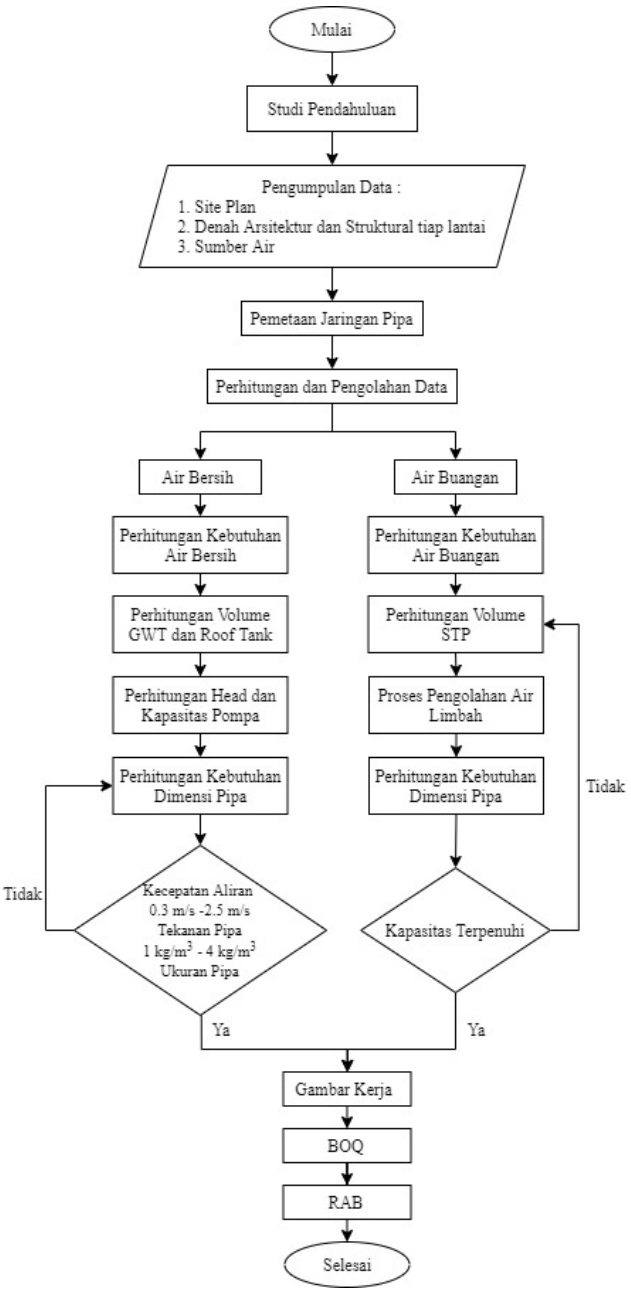
1. PENDAHULUAN

Apartemen Cornell Tower Yogyakarta yang beralamat di Jl Laksda Adisutjipto KM 7, Caturtunggal, Depok, Sleman dan memiliki luas bangunan 19.605 m^2 yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan dari para pengunjung sebagai tempat penginapan. Salah satu tujuan sistem air bersih ialah memenuhi kualitas air yang sesuai dengan standar. 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. Dalam perencanaan sistem air bersih ada hal penting yang harus diperhatikan yaitu mengenai sistem pengolahan air limbah Untuk mengetahui jaringan pendistribusian air bersih, Pada perencanaan pengolahan air limbah, penyaluran air limbah harus direncanakan dengan sistem yang baik dan sesuai

standar kebutuhan air, dimensi pipa, kebutuhan pompa, total air buangan beserta pengolahan dan rencana anggaran biaya

2. METODE

Perencanaan sistem distribusi air bersih dan air buangan di Apartemen Barsa City Yogyakarta, mengikuti bagan alir **Gambar 1** sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Air Buangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Sistem Air Bersih

Penyediaan air bersih pada Apartemen Cornell Barsa City Yogyakarta ini menggunakan sistem *down feed*. sistem pendistribusian air bersih pada bangunan gedung dengan menggunakan reservoir bawah sebagai media penampang air yang diambil dari PDAM dan sumur dalam yang kemudian di distribusikan ke reservoir atas menggunakan pompa transfer. Kemudian selanjutnya akan didistribusikan menuju hunian apartemen dengan gravitasi dan pompa booster, dimana pompa booster merupakan alternatif untuk memberikan tekanan distribusi dalam penyaluran air

Kebutuhan Air Bersih

Untuk perhitungan per lantai dan total kebutuhan air pada gedung dapat dilihat pada **Tabel 1** dibawah ini

Tabel 1. Perhitungan kebutuhan air tiap lantai

Lantai	luas lantai m^2	efektif lantai m^2	jumlah penghuni (Orang)	Jumlah Pemakaian org/ltr/hr
Bs 2	3577.52	1788.76	179	44750
Bs 1	3577.52	1788.76	179	44750
1	1386.28	693.14	70	17500
2	2067.52	1033.76	104	26000
3	1386.28	693.14	70	17500
5	1386.28	693.14	70	17500
6	1386.28	693.14	70	17500
7	1386.28	693.14	70	17500
8	1386.28	693.14	70	17500
9	1386.28	693.14	70	17500
total	18926.52	9463.26	952	238000

Sumber: Hasil Perhitungan

Gedung Apartemen dengan kebutuhan air bersih rata-rata 250 liter/orang/hari

Qd = P x q
= 952 orang x 250 liter/orang/hari
= 238.000 liter/hari = 238 m^3/hari

Diperkirakan perlu adanya penambahan sebesar 20% untuk mengatasi kebocoran, penyuraman tanaman, dan lain lain.

Qd total = Q + 0.2Q
= 238.000 liter/hari + 0.2 (238.000 liter/hari)
= 285.600 liter/hari = 285.6 m^3/hari

Pemakaian air bersih rata-rata untuk apartemen adalah 10 jam, sehingga pemakaian air rata-rata dihitung sebagai berikut

Qh = Qd/T
= (285.600)/10 = 28.560 liter/jam'

Kebutuhan air pada jam puncak ditentukan sebagai berikut:

Qh-max = C1 x Qh
= 2 x 28.560 liter/jam = 57.120 liter/jam

Kebutuhan air pada menit puncak ditentukan sebagai berikut:

Qm-max= C2 x Qh

= (4 x 57.120 liter/jam) x (1 jam)/(60 menit)
= 1.904 liter/menit

Dimensi Tangki Bawah

Dimensi tangki bawah direncanakan untuk mencukupi kebutuhan air pada jam puncak Apartemen, kemudian akan dipompa ke tangki atas

1) Menghitung kapasitas pipa dinas
   Qs = 2/3 x Qh
   = 2/3 x 28,56 = 19,04 m^3/jam.

2) Menghitung volume tangki air bawah
   VR = Qd – QS x T
   = 294,3 – 19,04 x 10 = 95,2 m^3

3) Penentuan dimensi tangki air bawah
   Berdasarkan hasil yang didapat dari volume tangki bawah maka menggunakan konstruksi beton bertulang dengan dimensi sebagai berikut:
   Panjang = 7 m
   Lebar = 6 m
   Tinggi Total = 3 m
   - Tinggi Efektif = 2,5 m
   - Tinggi free board = 0,5 m

Dimensi Tangki Atas

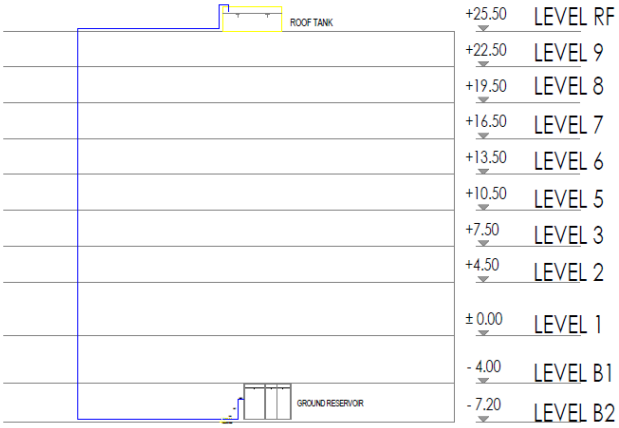
Perhitungan volume tangki atas dilakukan tahapan sebagai berikut:

a) Menghitung volume efektif tangki atas
   Perhitungan kebutuhan air
   Q_p = 1,904 m^3/menit
   $Q_{h\text{-}max}$ = 57,12 m^3/jam = 0,952 m^3/menit
   Jangka waktu kebutuhan puncak (Tp) = 60 menit
   Jangka waktu pompa (Tpu) = 30 menit
   VE = (Qmmaks – Qhmaks) Tp – (Qpu x Tpu))
   = (1,904 = 0,952) x 60 – (0,952 x 30))
   = 28,56 m^3

b) Menentukan dimensi tangki atas
   Setelah dihitung volume dari roof tank tersebut, selanjutnya dapat ditentukan dimensi untuk roof tank yang berada di pasaran sehinnga dapat menggunakan tipe JTF 30 dengan dimensi sebagai berikut :
   Volume roof tank = 28,56 m^3
   Dimensi masing-masing roof tank :
   Panjang = 3 m
   Lebar = 5 m
   Ketinggian = 2 m

Penentuan Head dan Jenis Pompa Transfer

Pendistribusian air dari tangki bawah menuju tangi atas diperlukan pompa yang memiliki debit dan *head* pompa sesuai dengan sistem perencanaan yang akan dilakukan sebagaimana **Gambar 2.**



Gambar 2. Sistem Distribusi Air Bersih
Sumber: Gambar Teknik

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menentukan jenis pompa yang akan digunakan untuk distribusi air bersih dari pompa bawah menuju pompa atas

1) Menentukan kecepatan aliran
   Kecepatan aliran ditentukan diantara 0,3 – 2,5 m/detik (Noerbambang & Morimura, 2005), sehingga v diasumsikan = 2 m/detik
2) Menghitung debit pengaliran
   Debit pengaliran di dapatkan dari perhitungan kebutuhan air pada jam puncak (Q_h maks) sebesar 57,12 m^3/jam
3) Menghitung *head* statis
   Head statis dapat dihitung dari muka air pada tangki bawah hingga titik tertinggi yang dapat dicapai oleh air sesuai dengan **Gambar 2** maka didapatkan:
   H statis = 36,889 m
4) Menghitung *head* sistem (*headloss)*
   a. Hf mayor yaitu tekanan yang hilang akibat gesekan pipa

   $$\text{Hf mayor} = \frac{10{,}666.Q^{1{,}85}}{C^{1{,}85}D^{4{,}85}}\, x\, L_{suction}$$
   $$= \frac{10{,}666.(0{,}01587)^{1{,}85}}{150^{1{,}85}0{,}110^{4{,}85}}\, x\, 3{,}456 \text{ m}$$
   $$= 0{,}0726 \text{ m}$$

   b. Hf minor yaitu tekanan yang hilang akibat aksesoris pada pipa
   Head loss akibat belokan 90 derajat

   $$\text{Hf minor 1} = n\left(\frac{k\, x\, v^2}{2g}\right)$$
   $$= 7\left(\frac{0{,}98\, x\, 1{,}669^2}{2\, x\, 9{,}81}\right)$$
   $$= 0{,}974 \text{ m}$$

   Head loss akibat gate valve

   $$\text{Hf minor 2} = n\left(\frac{k\, x\, v^2}{2g}\right)$$
   $$= 3\left(\frac{0{,}15\, x\, 1{,}669^2}{2\, x\, 9{,}81}\right)$$

= 0,0639 m

Head loss akibat check valve

Hf minor 3 $= n \left(\frac{k \, x \, v^2}{2g}\right)$

$= 1 \left(\frac{2{,}5 \, x \, 1{,}669^2}{2 \, x \, 9{,}81}\right)$

= 0,355 m

Head loss akibat kecepatan

Hf $= \frac{v^2}{2g} = \frac{1{,}669^2}{2 \, x \, 9{,}8} = 0{,}142$ m

Dari perhitungan diatas didapatkan besarnya Hf minor sebesar 1,535 m, sehingga H sistem dapat dihitung sebagai berikut :

H sistem = Hf mayor + Hf minor
= 1,3303 m + 1,535 m
= 2,865 m

5) Menghitung *head* pompa
Besarnya *head* pompa sebagai acuan untuk memilih jenis pompa yang digunakan berikut cara untuk menghitung *head pompa* sebagai berikut :
H pompa = H sistem + H statis
= 2,865 m + 36,889 m
= 39,754 m

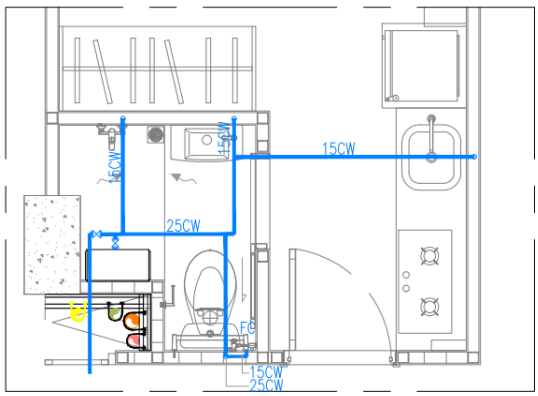
6) Menentukan jenis pompa
Dengan debit pengaliran sebesar 0,952 m^3/menit dan head pompa sebesar 39,754 m, maka digunakan pompa tipe EBARA End Suction Volute Pump Model FSA 125 x 100 FSJCA 50 Hz Tipe 4KA518,5

Perhitungan Dimensi Pipa Air Bersih

Sesuai dengan SNI 8153-2015 untuk mencari perhitungan dimensi pipa air bersih sebagai berikut:

a) Melihat meter kolom air yang digunakan yaitu tidak lebih dari 31 mka, dimensi pipa air bersih minimum harus menggunakan pipa ukuran ¾”
b) Maka ditentukan dimensi pipa dengan cara jika panjang pipa 0-12 m dengan beban total 0-16 maka dimensi pipanya adalah ¾” dan jika panjang pipa 13-18 m dengan beban total 17-29 maka dimensi pipanya 1’’
c) Maka didapat dimensi pipa lantai basement 2 dengan nomer pipa B2-A1 dengan panjang 4,231 m dengan beban total alat plambing 5,5 maka didapatkan dimensi pipa adalah ¾” = 25 mm = 0,025 m
d) Debit aliran dalam pipa dapat diketahui dari kurva laju aliran nilai unit alat plambing komulatif dengan beban total alat plambing 5,5 maka didapat debit = 0,635 liter/detik

Pendistribusian air bersih di dalam hunian sesuai dengan sistem perencanaan yang akan dilakukan sebagaimana **Gambar 3.** dibawah ini



Gambar 3. Denah Distribusi Air Bersih
Sumber: Gambar Perencanaan

Perhitungan Tekanan Air

Perhitungan tekanan air pada pipa utama berdasarkan beda ketinggian yang dicapai aliran air pada setiap lantai pada **Tabel 2** sebagai berikut:

Tabel 2. Tekanan air dalam pipa di setiap lantai

No	Lantai	h (m)	ρ (kg/m^3)	g (m/s^2)	Tekanan (Kg/cm^2)
1	Bs 2-roof tank	32.7	1000	9.81	3.271
2	Bs 1-roof tank	29.5	1000	9.81	2.951
3	1-Roof Tank	25.5	1000	9.81	2.551
4	2-Roof Tank	21	1000	9.81	2.101
5	3-Roof Tank	18	1000	9.81	1.801
6	5-Roof Tank	15	1000	9.81	1.500
7	6-Roof Tank	12	1000	9.81	1.200
8	7-Roof Tank	9	1000	9.81	0.900
9	8-Roof Tank	6	1000	9.81	0.600
10	9-Roof Tank	3	1000	9.81	0.300

Sumber: Hasil perhitungan

Perhitungan tekanan air pada lantai Basement 2 perhitungan sebagai berikut :

P = ρ .g . H
= 1000 kg/m^3 . 9,81 m/s^2 . 32,7 m
= 320.787 N/m^2 = 3,208 Bar
= 3,208 x 1,0197 Kg/cm^2

Analisis Sistem Air Buangan

Jaringan pipa air kotor

Penentuan dimensi pipa pembuangan pada sistem buangan Gedung Apartemen Cornell Tower Barsa City Yogyakarta ini didasarkan pada metode unit beban alat plambing (UAP).

Dalam perhitungannya dimensi pipa ditentukan berdasarkan pada besarnya unit alat plambing yang dibebankan pada pipa tersebut, Pipa tersebut kemudian diubah menjadi segmen atau garis untuk memudahkan perhitungan. Distribusi air limbah yang mengalir melalui pipa saluran pembuangan ini terbagi menjadi dua jenis yaitu black water dan grey water

Dimensi Pipa Air Limbah

Menggunakan metode Unit Beban Alat Plambing penentuan dimensi pipa air limbah mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Dimensi pipa air bekas

Alat Plambing	UAP	Diameter perangkap minimum (mm)	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipasaran (mm)
Kitchen Drain	1.5	50	50	60
Lavatory	1	32	32	60
Floor Drain	2	50	50	60
-	-	50	50	60

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. Dimensi pipa air kotor

Alat Plambing	UAP	Diameter perangkap minimum (mm)	Ukuran pipa dipakai (mm)	Ukuran pipa dipasaran (mm)
Kloset	4	89	89	114

Sumber: Hasil Perhitungan

Dimensi Pipa Ven

Menggunakan metode Unit Beban Alat Plambing dengan mengacu **Tabel 5.** didapatkan dimensi pipa ven sebagai berikut

Tabel 5. Perhitungan dimensi pipa ven

Alat Plambing	Akumulasi UAP	Ukuran Pipa Pembuangan (mm)	Ukuran Pipa Ven (mm)	Ukuran Pipa Ven di Pasaran (inch)
Pipa Ven Mendatar Black Water				
WC	4	40	40	1 1/4
Pipa Ven Mendatar Grey Water				
Sink, Lavatory & Floor Drain	4.5	40	40	1 1/4
Pipa Ven Tegak				
-	8.5	40	40	1 1/4

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Kapasitas *Sewage Treatment Plant*

Dalam apartemen ini menggunakan system tangka septik sistem tercampur yang digunakan dari buangan air limbah rumah tangga yang meliputi mandi, cuci, dan kakus. Berikut ini merupakan perhitungan perencanaan tangki septik:

Diketahui

- Waktu detensi : 2 Hari
- Banyak Qi : 40 liter/orang/tahun
- Periode Pengurasan (PP) : 2 Tahun
- Pemakaian air : 25 liter/orang/hari
- Jumlah Pemakai : 952 orang

Perhitungan

- Debit Air Limbah (Q_A)
  QA = (60-80)% x q x n
  = 80% x 25 liter/orang/hari x 952 orang
  = 19.040 liter/hari
- Ruang Pengendapan (V_A)
  VA = QA x td
  = 19.040 liter/hari x 2 hari
  = 38.080 liter
- Volume Lumpur (V_L)
  V_L = QL x n x PP
  = 40 liter/orang/tahunx 952 orang x 2 tahun
  = 76.160 liter
- Kapasitas Tangki
  V total = (VA) + (VL)
  = 38.080 liter + 76.160 liter
  = 114.240 liter = 114,24 m^3

Jadi dimensi total kapasitas tangki septik 114,24 m^3/hari tidak ada di pasaran maka diambil dimensi yang terdekat yaitu 120 m^3 menggunakan tabung IPAL STP dengan kapsitas 60 m^3 kali dua kemudian memakai sistem pararel.

Menghitung Diameter Pipa Hidran

Perhitungan diameter pipa hidran berdasarkan debit pengaliran di masing-masing pillar hydrant sistem luar gedung yaitu sebesar 77 liter/detik, Serta koefisien gesekan bahan 120 menggunakan pipa galvanis. Hasil perhitungan diameter pipa hidran sesuai dengan **Tabel 6**

Tabel 6. Perhitungan pipa hidran sistem luar gedung

Segmen	Q	Q	D	D di pasaran	L
	(L/s)	(m^3/s)	mm	mm	m
P2-P3	27.615	0.028	132.564	216	37.691
P3-A1	49.385	0.049	177.276	216	67.403
A1-GR	77	0.077	221.359	267	30.891

Sumber: Hasil Perhitugan

Menghitung Kebuthan Air Hidran

a. Pillar Hydrant

Dapat diketahui pasokan air distandarkan selama 45 menit. Sehingga sesuai dengan rumus dapat dihitung volume air yang dibutuhkan untuk pillar hydrant sebesar:

Q = 77 liter/detik ; t = 45 menit = 2700 detik

V = Q post hydrant x T
= 77 liter/detik x 2700 detik = 207,900 liter

b. Fire Hose Reel
Diasumsikan ketika kebakaran berlangsung, fire hose reel semua akan aktif. Apabila rata-rata waktu penggunaan alat untuk pemadaman kebakaran diasumsikan sebesar 30 menit

Vfire hose reel = Q fire hose reel x T
= 13,333 liter/detik x 1800 detik
= 24000 liter

c. Sprinkler
Kapasitas pengaliran untuk masing-masing sprinkler ditetapkan sebesar 28 liter/menit dan waktu pengaliran air untuk kebutuhan pemadaman pada saat kebakaran terjadi diasumsikan selama 30 menit

V sprinkler = Q total sprinkler x T
= 2856 liter/menit x 30 menit
= 85680 liter

Selanjutnya dapat dihitung volume total yang akan digunakan untuk menentukan dimensi ground water tank Volume total tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut:

V total = V pillar hydrant + V fire reel + V sprinkler
= 207.900 liter + 24.000 liter + 85.680 liter
= 317.580 liter
= 317,58 m^3 ≈ 318 m^3

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Setelah mengetahui analisa harga setiap item pekerjaan, kemudian dilakukan perhitungan rekapitulasi rencana anggaran biaya **Tabel 7** dengan cara menjumlahkan biaya dari setiap analisa harga satuan yang dilakukan dengan total keseluruhan biaya adalah sebesar Rp2.805.285.428,00

Tabel 7. Rekapitulasi biaya pekerjaan pipa gedung Apartemen Barsa City Yogyakarta

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan
A	PEKERJAAN PIPA AIR BERSIH	Rp 645,718,486
B	PEKERJAAN PIPA AIR KOTOR	Rp 136,188,247
C	PEKERJAAN PIPA VENTING	Rp 97,299,151
D	PEKERJAAN PIPA HIDRAN	Rp 379,975,013
E	PERALATAN PEMADAM KEBAKARAN	Rp 98,738,000
F	PEMASANGAN POMPA	Rp 174,946,750
G	PEKERJAAN BAK PENAMPUNG	
1	Pembuatan GWT Air Bersih	Rp 148,174,471
2	Pembuatan GWT Hydrant	Rp 368,741,963
3	Pemasangan *Roof Tank*	Rp 68,614,425
4	Pemasangan *Package STP*	Rp 540,000,000
5	Pemasangan Grease Trap	Rp 47,288,922
6	Pemasangan Grease Trap Portable	Rp 99,600,000
	Total Harga Pekerjaan	Rp 2,805,285,428

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sumber air bersih berasal dari PDAM dan sumur dalam. Untuk mendukung pendistribusian air bersih dengan jumlah penghuni 952 orang maka diperlukan air bersih sebesar 285,6 m^3/ hari
2. Dengan besarnya kapasitas tersebut membutuhkan kapasitas GWT dengan konstruksi beton sebesar 95 m^3 dan roof tank menggunakan tangki panel fiberglass FRP dengan kapasitas sebesar 30 m^3. Pipa distribusi dari GWT ke *roof tank* Ø110 mm. Pipa tegak yang terdapat dalam shaft Ø160 mm dan pipa mendatar sebesar Ø32 mm.
3. Debit Air Limbah 19.040 liter/hari, Ruang Pengendapan 38.080 liter, Volume Lumpur 76.160 liter secara keseluruhan kapasitas tangki sebesar 114.240 liter atau 114.24 m^3
4. Diameter pipa mendatar grey water dan black water yang digunakan sebagai alat plambing adalah Ø32 mm, Ø50 mm, Ø100 mm, sedangkan dimensi pipa mendatar ven Ø32 mm
5. Proses pengolahan air limbah pada apartemen ini menggunakan sistem pengolahan IPAL dengan menggunakan IPAL Fabrikasi dengan dua tabung secara pararel dengan kapasitas per tabungnya 60 m^3
6. Dari keseluruhan perencanaan ini membutuhkan dana untuk mengadaan serta pemasangan sistem air bersih sebesar Rp 2,805,285,428

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI-03-1735-2000: Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung

[2] Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI-03-3989-2000 Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan System Sprinkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung

[3] Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 03-8153-2015. Sistem Plambing pada Bangunan Gedung.

[4] Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 03-2398-2017, Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan

[5] Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo. (2005). Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing Triatmodjo

[6] Pynkyawati, Theresia dan Wahadamaputera, Shirley., (2015) Utilitas Bangunan Modul Plambing, Griya Kreasi, Jakarta.

[7] Triatmodjo, Bambang.,(2003) Hidraulika II