

PERENCANAAN SISTEM AIR BERSIH DAN AIR BUANGAN PADA PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BCA KCU BUKIT DHARMO GOLF SURABAYA

Degita Destiara Pramadania¹, Winda Harsanti², Agus Suhardono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³
degitadestiaraa@gmail.com¹, winda.harsanti@polinema.ac.id², agus.suhardono@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Gedung Kantor BCA KCU Bukit Dharma Golf Surabaya yaitu gedung kantor 10 lantai dan 2 *basement* mempunyai luas total 21.356 m². Bagian gedung yang terpenting adalah sistem penyediaan air bersih dan pengumpulan air buangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengaliran air yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih di setiap lantai dan mengatur sistem pengumpulan air buangan agar dapat mengalir dengan lancar menuju tempat pengolahan khusus. Data yang diperlukan melibatkan gambar proyek dan daftar harga satuan Kota Surabaya tahun 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih gedung ini mencapai 414 m³ per hari, dengan volume air kotor sebesar 24,34 m³ per hari, dan volume air bekas sebesar 6,87 m³ per hari. Dimensi pipa air bersih berkisar antara 1 ½ inci hingga 6 inci, sedangkan pipa air hydrant memiliki dimensi 4 inci hingga 6 inci, dan pipa air kotor berukuran 2 ½ inci hingga 4 inci. Kapasitas ground water tank disetel sebesar 150 m³, roof tank sebesar 32 m³, dan septic tank sebesar 5 m³. Total biaya yang diperlukan untuk instalasi air bersih dan air buangan pada Pembangunan Gedung Kantor BCA KCU Bukit Dharma Golf Surabaya mencapai Rp 1.243.795.501.

Kata kunci: *ground water tank, kantor, roof tank, hydrant*

ABSTRACT

BCA KCU Bukit Dharma Golf Surabaya Office Building is an office building with 10 floors and 2 basements with a total area of 21,356 m². The system for supplying clean water and distributing waste water is one of the most crucial components of the structure. The goal of this project is to efficiently design a waste water distribution system to a specific treatment facility and a water system that can supply clean water to every floor. The required data on this research are the image of the project and the unit price list Surabaya, 2019. From the research results required amount of water in the building per day is 414 m³/day, the volume of dirty water is 24.34 m³/day, and the volume of waste water is 6.87 m³/day. The dimensions of the clean water pipe are 1 inches – 6 inches, the dimensions of the water pipes hydrant are 4 inches – 6 inches, and the dimensions of the waste water pipes are 2 inches – 4 inches. Ground water tanks have a 150 m³ capacity, roof tanks have a 32 m³ capacity, and septic tanks have a 25 m³ capacity. The total amount required to install waste water and clean water systems for the BCA KCU Bukit Dharma Golf Surabaya Office Building is Rp 1,243,795,501.

Key words: *ground water tank, office, roof tank, hydrant*

1. PENDAHULUAN

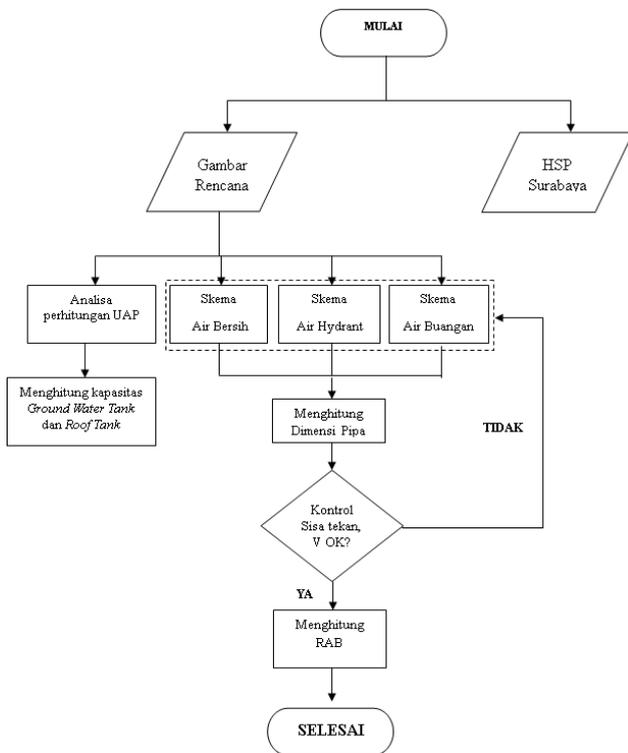
Pembangunan Kantor BCA KCU Bukit Dharma Golf di Surabaya Barat, Jawa Timur, bertujuan untuk merancang sistem penyediaan air bersih dan sistem pengelolaan air buangan yang efisien. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menyediakan pasokan air bersih yang merata bagi setiap pengunjung gedung. Selain itu dapat menganalisis pendistribusian air bersih dengan cara menentukan diameter pipa sehingga dapat

tersalurkan ke dalam alat sanitair tiap unit, serta dapat mengatur jalannya air buangan ke tempat pembuangan agar terciptanya lingkungan yang bersih, aman dari bau, higienis, dan sehat.

2. METODE

A. DIAGRAM ALIR PEKERJAAN

Alur sistem air bersih dan air buangan pada pembangunan Gedung Kantor BCA KCU Bukit Dharmo Golf Surabaya sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir metodologi perencanaan

B. Sistem Jaringan Air Bersih

Untuk menghitung kebutuhan air bersih, metode UABP (Unit Alat Beban Plumbing) digunakan. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan kebutuhan air bersih :

1. Menghitung jumlah alat plumbing

Untuk menghitung keseluruhan alat plumbing yaitu *Faucet* (keran), *Jet washer*, *Flush tank* (closet), *Lavatory* (wastafel), *Urinoir*, *Kitchen sink* pada setiap lantai.
2. Menentukan unit beban alat plumbing

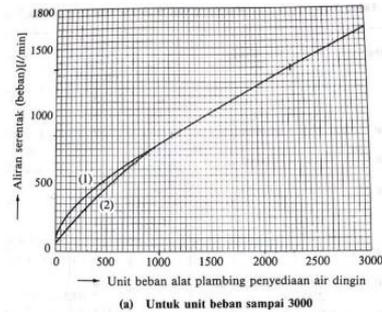
Dalam buku "Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing" oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, untuk mengidentifikasi unit beban peralatan plumbing berdasarkan
3. Menghitung jumlah unit beban alat plumbing

Jumlah unit beban peralatan plumbing dapat dikalkulasikan melalui hasil perkalian antara jumlah peralatan plumbing dan unit beban peralatan plumbing.

4. Menentukan pemakaian air rata-rata per hari

- Menentukan beban UAP berdasarkan grafik

Untuk menentukan beban UAP menggunakan grafik pada Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, agar mendapatkan nilai Q_d (pemakaian air rata rata dalam sehari).



Gambar 2. Hubungan antara unit beban alat plumbing dengan laju aliran (untuk unit beban sampai 3000)

- Menentukan jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)

Untuk menentukan total konsumsi air harian, digunakan estimasi sebesar 5 liter per orang setiap hari, dengan durasi rata-rata penggunaan selama 8 jam setiap hari sesuai standar SNI 03-7065-2005.
- Menentukan keamanan menjaga pipa dari kebocoran dan keadaan darurat lainnya

Untuk menentukan keamanan menjaga pipa dari kebocoran dan keadaan darurat lainnya maka diperkirakan adanya tambahan 15% dari Q_d (pemakaian air rata-rata dalam sehari) oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005.
- Menentukan pemakaian air rata rata perhari

Untuk menentukan pemakaian air rata-rata perhari, rumus dibawah oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, menggunakan **persamaan 1**.

$$Q_{dtotal} = (100\% + \text{tambahan pemakaian air}) \times Q_d \text{ (menentukan jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari)} \quad (1)$$

5. Menghitung kebutuhan air rata-rata Q_h ($Q_{rata-rata}$ puncak) jam kerja

Untuk mengetahui kebutuhan air rata-rata pada jam kerja, rumus dibawah oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, menggunakan **persamaan 2**.

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \quad (2)$$

Keterangan:

Q_h : Pemakaian air rata-rata (l/jam)

Q_d : Pemakaian air dalam satu hari (l/hari)

t : Jangka waktu rata-rata pemakaian air dalam 1 hari (jam)

6. Menghitung pemakaian air jam puncak (Q_{h-max})

Untuk nilai C_1 berkisaran antara 1,5 sampai 2,0 menggunakan **persamaan 3**.

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

Keterangan:

C_1 : Konstanta antara 1,5 sampai 2,0

Q_h : Pemakaian rata-rata (l/jam)

7. Menghitung pemakaian air pada menit jam puncak

Untuk nilai C_2 berkisaran antara 3,0 sampai 4,0 menggunakan **persamaan 4**.

$$Q_{m-max} = C_2 \times \frac{Q_h}{60} \quad (4)$$

Keterangan:

C_2 : Konstanta antara 3,0 sampai 4,0

Q_h : Pemakaian rata-rata (l/jam)

8. Menghitung kapasitas pipa dinas dan dimensi *Ground Water Tank*

Pipa dinas merujuk pada pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sistem pipa air minum kota menuju ke dalam bangunan, sedangkan pada dimensi *ground water tank* untuk mengetahui panjang, lebar, dan tinggi tank yang akan digunakan rumus dibawah oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, menggunakan **persamaan 5 dan 6**.

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

$$V_r = Q_d - (Q_s \times T) \quad (6)$$

Keterangan:

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

Q_h : Jumlah kebutuhan air rata-rata per jam (m^3 /jam)

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

Q_s : kapasitas pipa dinas (m^3 /jam)

9. Menghitung kapasitas dan dimensi *Roof Tank*

Untuk menghitung kapasitas dan dimensi *roof tank*, rumus dibawah oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, menggunakan **persamaan 7**.

$$V_E = (Q_p - Q_{h-max}) \times T_p + Q_{pu} \times T_{pu} \quad (7)$$

Keterangan:

V_E : Volume tangki air atas (m^3)

Q_p : Kebutuhan puncak (m^3 /menit) = Q_{m-max}

Q_{h-max} : Kebutuhan jamm puncak (m^3 /menit)

Q_{pu} : Kapasitas pompa pengisi (m^3 /menit)

T_p : Jangka waktu kebutuhan (menit)

T_{pu} : Jangka waktu pegisian (menit)

10. Menghitung dimensi pipa air bersih

Untuk menghitung dimensi pipa air bersih. Rumus dibawah oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005, menggunakan **persamaan 8**.

$$D = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \quad (8)$$

Keterangan:

D : Diameter pipa (m)

Q : Debit pengaliran (m^3 /detik)

V : Kecepatan pengaliran (m/detik)

C : Koefisien kecepatan aliran berdasarkan jenis pipa

11. Menghitung kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

Dalam rangka memverifikasi kesesuaian dengan standar, perhitungan kecepatan sebenarnya (V_{cek}) dilakukan dengan memakai **persamaan 9**, dengan rentang nilai antara 0,5 m/detik hingga 2,5 m/detik.

$$(V_{cek}) = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \quad (9)$$

12. Menghitung kehilangan tekan

Pada perhitungan kehilangan tekan ini digunakan untuk menentukan efisien atau tidaknya sebuah jaringan perpipaan, rumus dibawah oleh Moh. Noer Bambang dan Soufyan tahun 2005. Menggunakan **persamaan 10**.

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \quad (10)$$

Keterangan:

Q: Debit pengaliran (m^3 /detik)

C: Nilai bahan pipa (PVC = 130)

D: Diameter (m)

L: Panjang pipa (m')

13. Menghitung kapasitas pompa

Pada perhitungan kapasitas pompa ini digunakan untuk batas minimum pengairan yang dapat dipindahkan pompa air setiap satuan waktu. Perhitungan tinggi statis (H_{statis}) dilakukan dengan mengukur jarak vertikal dari permukaan air di *Ground Water Tank* (GWT) hingga titik paling tinggi yang dapat dicapai oleh air, menggunakan rumus yang tertera pada **persamaan 11**.

$$H_{pompa} = H_{statis} + H_{sistem} \quad (11)$$

C. Sistem Hydrant

1. Menghitung debit pada *free hose reel aktif*

Menghitung debit pada *free hose reel aktif* berdasarkan SNI 03-1735-2000 dan NFPA (*National Fire Protection Association*)

2. Menghitung volume kebutuhan air total ($V_{fire hose reel}$)

Menghitung volume kebutuhan air total *fire hose reel* diambil dari volume *ground water tank*.

3. Menentukan dimensi pipa dalam sistem *hydrant*

- Menentukan dimensi pipa

Menentukan ukuran pipa sesuai dengan pedoman yang tercantum dalam SNI 03-1745-2000 mengenai prosedur perencanaan dan instalasi pipa vertikal dan cabangnya dengan tujuan mencegah potensi risiko kebakaran di dalam bangunan.

- Menghitung kehilangan tekan Untuk menghitung kehilangan tekan sesuai dengan **persamaan 10**.

D. Sistem Jaringan Air Buangan

1. Menghitung volume air kotor dan air bekas, memakai **persamaan 12**

$$\text{Volume air kotor} = \text{Frekuensi pemakaian} \times \text{asumsi penggunaan air} \quad (12)$$
2. Menghitung dimensi pada pipa air kotor dan pipa ven
 - a) Menghitung jumlah alat sanitasi
 - b) Menentukan dimensi pipa air kotor sesuai dengan **persamaan 8**.

E. Rencana Anggaran Biaya

Di bawah ini metode yang digunakan untuk menyusun anggaran biaya, menggunakan **persamaan 13**.

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume pekerjaan} \times \text{Analisa Harga satuan pekerjaan}) \quad (13)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Jaringan Air Bersih

Sistem jaringan air bersih, sumber air berasal dari PDAM ditampung di *ground water tank* lalu menuju ke *roof tank*. Penyaluran air bersih dari *roof tank* di alirkan melalui pipa induk dan pipa cabang di setiap lantai.

1. Menghitung jumlah alat plumbing

Tabel 1. Jumlah alat plumbing

Lantai	Jumlah					
	Faucet (keran)	Jet washer	Flush tank (closet)	Lavatory (wastafel)	Urinoir	Kitchen Sink
Basement 1	6	3	3	4	2	-
Basement 2	-	-	-	-	-	-
Lantai 1	1	5	5	5	2	-
Lantai 2	8	9	9	9	4	2
Lantai 3	5	4	4	4	3	1
Lantai 4	14	5	5	5	2	1
Lantai 5	15	4	4	5	2	1
Lantai 6	5	8	8	9	4	2
Lantai 7	5	5	5	5	2	1

Lantai 8	5	4	4	4	2	1
Lantai 9	14	4	4	4	2	1
Lantai 10	13	5	5	5	2	1
Jumlah alat plumbing	91	56	56	59	27	11
TOTAL	300					

2. Menghitung jumlah unit beban alat plumbing

Dalam perhitungan jumlah unit beban peralatan plumbing, hasilnya dapat diperoleh dengan mengalikan jumlah peralatan plumbing dengan unit beban peralatan plumbing. Jumlah unit beban peralatan plumbing tersebut

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah (faucet} \times \text{uap)} + (\text{jet washer} \times \text{uap}) + (\text{closet} \times \text{uap}) + (\text{wastafel} \times \text{uap}) + (\text{urinoir} \times \text{uap}) + (\text{kitchen sink} \times \text{uap}) \\ &= (91 \times 2) + (56 \times 2) + (56 \times 5) + (59 \times 2) + (27 \times 3) \\ &= 817 \text{ unit} \end{aligned}$$

3. Menentukan pemakaian air rata-rata per hari

- Menentukan beban uap berdasarkan grafik pada gambar 1 penentuan debit air bersih. Berdasarkan grafik sehingga (Qd) adalah 750 liter/menit.

- Menentukan jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)

Diketahui :

$$Q_d = 750 \text{ liter/menit}$$

Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)

$$= 8 \text{ jam}$$

$$Q_h = \frac{750 \times 60 \times 8}{1000} = 360 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Menentukan keamanan untuk menjaga pipa dari kebocoran dan keadaan darurat lainnya

Untuk mengatasi keamanan menjaga pipa dari kebocoran pipa atau penyiraman tanaman, dan lain lainnya menggunakan tambahan pemakaian air hingga mencapai 15%.

- Menentukan pemakaian air rata-rata perhari

Diketahui:

Tambahan pemakaian air= 15%

$$Q_d = 360 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{d_{\text{total}}} = (100\% + 15\% \text{ tambahan pemakaian air})$$

$$\times Q_d$$

$$= (100\% + 15\%) \times 360 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 414,00 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4. Menghitung kebutuhan air rata-rata Q_h (Q_{rata-rata puncak}) jam kerja

Diketahui penggunaan air rata-rata sehari selama 8 jam yaitu dari jam 08.00 – 16.00.

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_d / T \\ &= 414,00 / 8 \\ &= 51,75 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

5. Menghitung pemakaian air jam puncak (Qh-max)

Diketahui nilai C_1 berkisaran antara 1,5 sampai 2,0.
Diasumsikan nilai C_1 sebesar 2,0

$$\begin{aligned} Q_{h-max} &= C_1 \times Q_h \\ &= 2,0 \times 51,750 \\ &= 103,50 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

6. Menghitung pemakaian air pada menit jam puncak

Diketahui nilai C_2 berkisaran antara 3,0 sampai 4,0.
Diasumsikan nilai C_2 sebesar 3,0

$$\begin{aligned} Q_{m-max} &= (C_2) \times \left(\frac{Q_h}{60}\right) \\ &= (3,0) \times \left(\frac{51,75}{60}\right) \\ &= 2,59 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

7. Menghitung kapasitas dan dimensi Ground Water Tank

Untuk kapasitas pipa dinas (Q_s)
Diketahui, $Q_{d\text{total}}$: 414,00 m^3/jam , t : 8 jam

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{Q_d \text{ total}}{t} \\ &= \frac{414}{8} \\ &= 51,75 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$Q_s = \frac{2}{3} \times Q_h$$

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{2}{3} \times 51,75 \\ &= 34,50 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas *ground water tank*

$$\begin{aligned} V_r &= Q_d - Q_s \times T \\ &= 414,00 - (34,50 \times 8) \\ &= 138,00 \text{ m}^3 \text{ atau } 140 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan kapasitas *Ground Water Tank* yang dapat direncanakan yaitu sebesar 138 m^3 atau dibulatkan menjadi 140 m^3 dan menggunakan fabrikasi dengan ukuran panjang 5 m, lebar 7 m, dan tinggi total 4 m.

8. Menghitung kapasitas dan dimensi Roof Tank

Dengan asumsi nilai $T_p = 60$ menit dan $T_{pu} = 15$ menit

$$\begin{aligned} Q_{d\text{total}} &= (100\% + 15\% \text{ tambahan pemakaian air}) \\ &\times Q_d \\ &= (100\% + 15\%) \times 360 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 414,00 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_d / T \\ &= 414,00 / 8 \\ &= 51,75 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{m-max} &= (C_2) \times \left(\frac{Q_h}{60}\right) \\ &= (3,0) \times \left(\frac{51,75}{60}\right) \\ &= 2,588 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{h-max} &= C_1 \times Q_h \\ &= 2,0 \times 51,750 \\ &= 103,50 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,725 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VE &= (Q_{m-max} - Q_{h-max}) \times T_p - Q_h \\ &- \text{max} \times T_{pu} \\ &= ((2,588 - 1,725) \times 60 - (1,725 \times 15)) \\ &= 25,875 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan kapasitas *Roof Tank* yang dapat direncanakan yaitu sebesar 25,875 m^3 atau dibulatkan menjadi 32 m^3 dan menggunakan fabrikasi dengan ukuran panjang 8 m, lebar 2 m, dan tinggi 2 m yang mendekati yaitu tipe RTF-32.

9. Menghitung dimensi pipa air bersih

Di bawah ini salah satu perhitungan dimensi pipa air bersih pada lantai 8.

$$\begin{aligned} Q \text{ saluran} &= 0.010 \text{ m}^3/\text{detik} \\ C &= \text{koefisien pipa 130 (Pipa Galvanis)} \\ L &= 1,7 \text{ m (Panjang pipa)} \\ V.\text{asumsi} &= 2 \text{ m/detik (kecepatan alir)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\left(\frac{4 \times Q}{v \times \pi}\right)} \\ &= \sqrt{\left(\frac{4 \times 0,010}{2,00 \times \pi}\right)} \\ &= 0,078 \text{ m} \\ &= 78,11 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka diameter pipa yang didapat berdasarkan perhitungan yaitu 78,11 mm. Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan diameter pipa yang dibutuhkan di semua lantai 8 sebesar 3 inch. Ketersediaan ukuran dipasaran yaitu menggunakan pipa galvanis ukuran 80 mm atau 3 inch.

Tabel 2. Dimensi pipa air bersih per lantai

Lantai	D pipa		Jumlah
	Mm	Inch	
Lt. 10	150	6"	2
	80	3"	14
	65	2 1/2"	4
	50	2"	9
	40	1 1/2"	2
Lt. 9	150	6"	2
	80	3"	19
	65	2 1/2"	1
	50	2"	6
Lt. 8	40	1 1/2"	2
	150	6"	2
	80	3"	19
Lt. 8	65	2 1/2"	1
	50	2"	6

	40	1 1/2"	2
--	----	--------	---

10. Menghitung kontrol kecepatan

Kontrol kecepatan dengan Vijin maksimal 2,5 m/detik dan Vijin minimal 0,3 m/detik.

$$\begin{aligned}
 V_{cek} &= \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi D^2} \\
 &= \frac{0,078}{\frac{1}{4} \pi 0,078^2} \\
 &= 1,719 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, kecepatan yang dihasilkan dari perhitungan adalah sebesar 1,719 m/detik. Dengan mempertimbangkan bahwa kecepatan maksimum (Vijin maksimum) yakni 2,5 m/detik dan kecepatan minimum (Vijin minimum) yakni 0,5 m/detik, bisa disimpulkan bahwasanya perolehan kecepatan dianggap aman.

11. Menghitung kehilangan tekan

Dalam perhitungan kehilangan tekan dapat menggunakan persamaan 10. Sebagai contoh untuk kehilangan tekan pipa tegak lantai 8.

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \\
 &= \frac{10,666 \times 0,010^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,08^{4,85}} \times L \\
 &= 0,147 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi nilai kehilangan tekan pada pipa tegak menuju pipa mendatar sebesar 0,147 m

12. Menghitung kapasitas pompa

1. Pompa Transfer

$$\begin{aligned}
 H_{pompa} &= H_{statis} + H_{sistem} \\
 &= 48,6 + 2,69 \\
 &= 51,295 \text{ m}
 \end{aligned}$$

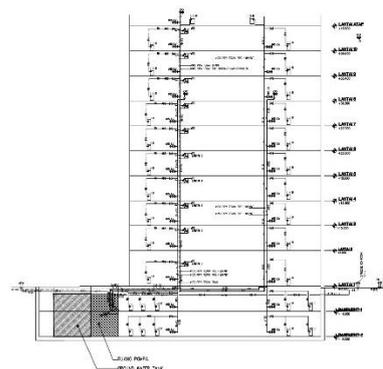
2. Pompa Booster

$$\begin{aligned}
 H_{pompa} &= H_{statis} + H_{sistem} \\
 &= 48,6 + 0,25 \\
 &= 48,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, nilai head pompa transfer pada sistem pasokan air bersih untuk pembangunan Gedung Kantor BCA KCU Bukit Dharmo Golf di Surabaya adalah 51,295 m, sementara nilai head pompa booster adalah 48,75 m.

B. Sistem Hydrant

Kebutuhan air untuk sistem hydrant di ambil dari gorund water tank. Penyaluran air untuk sistem hydrant di alirkan melalui pipa induk dan pipa cabang di setiap lantai.



Gambar 3. Skema distribusi air hydrant per lantai

1. Menghitung debit pada free hose reel aktif

Diketahui fire hose reel yang aktif untuk 12 lantai dimana pada lantai basement terdapat 5 fire hose reel, dan pada lantai 1 – 10 terdapat 2 fire hose reel perlantainya.

$$\begin{aligned}
 \text{Fire hose reel} &= 400 \text{ lt/menit atau } 6,667 \text{ lt/detik} \\
 n &= 3 \text{ unit/lantai (basement 1\&2 bagian kanan)} \\
 &= 2 \text{ unit/lantai (basement 1\&2 bagian kiri)} \\
 &= 1 \text{ unit/lantai (lantai 1- 10)}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{fire hose reel kanan}} = n \times Q \text{ tiap fire hose reel}$$

(basement 1&2)

$$\begin{aligned}
 &= 3 \text{ unit/perlantai} \times 6,667 \\
 &\text{ liter/detik} \\
 &= 20 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{fire hose reel kiri}} = n \times Q \text{ tiap fire hose reel}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(basement 1 \&2)} &= 2 \text{ unit/perlantai} \times 6,667 \\
 \text{ liter/detik} \\
 &= 13,333 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{fire hose reel kanan \& kiri}} &= n \times Q \text{ tiap fire hose reel} \\
 \text{(lantai 1 – lantai atap)} &= 1 \text{ unit/perlantai} \times 6,667 \\
 \text{ liter/detik} \\
 &= 6,667 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

Jadi dari perhitungan debit fire hose reel yang aktif pada saat kebakaran didapatkan hasil Q fire hose reel kanan yang berada pada basement 1&2 sebesar 20,000 liter/detik atau 0,020 m³/detik, untuk hasil Q fire hose reel kiri yang berada pada basement 1&2 sebesar 13,333 liter/detik atau 0,013 m³/detik, untuk hasil Q fire hose reel kanan dan kiri yang berada pada lantai 1 – 10 sebesar 6,667 liter/detik atau 0,007 m³/detik.

2. Menghitung volume kebutuhan air total (Vfire hose reel)

Perhitungan volume air total fire hose reel diambil dari volume ground water tank yaitu sebesar 138 m³.

3. Menentukan dimensi pipa dalam sistem free hose reel aktif

Di bawah ini salah satu contoh perhitungan dimensi pipa air hydrant pada titik AC - AD.

- Q saluran = 0,13 m³/detik
- C koefisien pipa = koefisien pipa 120 (Pipa Galvanis)
- L = 0,229 m
- V. asumsi = 3 m/detik

a. Menentukan dimensi pipa

Diketahui dari perhitungan, pipa tegak minimum 4 inch dan diameter pipa mendatar minimum 2 1/2 inch. Maka ketersediaan ukuran di pasaran dengan menggunakan black steel pipa sch 40 yaitu 114,3 mm dengan ukuran dalam 102,3 mm.

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan pengaliran (vcek)} &= \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \\ &= \frac{0,020}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0,102^2} \\ &= 2,433 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Jadi hasil dari mengontrol kecepatan (Vcek) dapat memenuhi syarat karena hasil perhitungan di atas adalah 2,433 m/detik maka lebih besar dari ketentuan maksimum yaitu 0,3 m/detik.

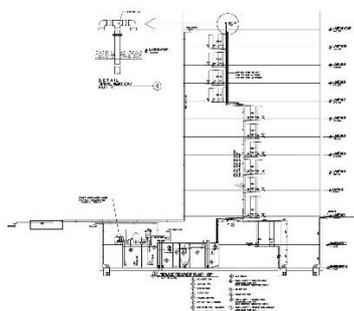
b. Menentukan kehilangan tekanan

$$\begin{aligned} H_f &= \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \\ &= \frac{10,666 \times 0,020^{1,85}}{120^{1,85} \times 0,102^{4,85}} \times 1,967 \\ &= 0,1427 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka, besarnya tekanan yang hilang pada pipa vertikal menuju pipa horizontal adalah sekitar 0,1427 m.

C. Sistem Jaringan Air Buangan

Sistem jaringan air buangan terdiri pipa air kotor dari closet, dan air bekas seperti wastafel, floor drain, dan kitchen sink.



Gambar 4. Skema distribusi air buangan per lantai

1. Menghitung volume air kotor dan air bekas

Berikut salah satu contoh perhitungan jumlah volume air buangan pada lantai 4 (closet)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan lantai 4} &= \text{frekuensi pemakaian} \times \text{asumsi} \\ &\quad \text{penggunaan air} \\ &= 110 \times 15 \\ &= 1650 \text{ liter} \end{aligned}$$

Tabel 3. Perhitungan volume air buangan per lantai

Lantai	Alat plumbing	Asumsi penggunaan air	Frekuensi pemakaian	Kebutuhan per lantai (liter)
		(liter)		
Basement 1	Urinoir	16	48	768
Basement 2			0	0
Lantai 1			48	768
Lantai 2			48	768
Lantai 3			72	1152
Lantai 4			48	768
Lantai 5			48	768
Lantai 6			48	768
Lantai 7			48	768
Lantai 8			48	768
Lantai 9			48	768
Lantai 10	48	768		
Basement 1	Closet	15	66	990
Basement 2			0	0
Lantai 1			110	1650
Lantai 2			88	1320
Lantai 3			88	1320
Lantai 4			110	1650
Lantai 5			88	1320
Lantai 6			88	1320
Lantai 7			110	1650
Lantai 8			88	1320
Lantai 9			88	1320
Lantai 10	110	1650		
Total air kotor			1586	24342
Kapasitas Septic Tank			24,34	m ³

Dengan menghitung volume air buangan per lantai, didapatkan jumlah total volume air kotor sebesar 24.342 liter per hari, atau setara dengan 24,34 m³ per hari. Angka ini dapat digunakan sebagai pedoman dalam menentukan kapasitas septic tank yang dibutuhkan, yakni sebesar 25 m³. Berikut adalah contoh perhitungan volume air bekas di lantai 4:

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi pemakaian WL} &= \text{penggunaan per jam} \times \\ &\quad \text{jumlah wastafel} \\ &= 5 \times 4 \\ &= 20 \text{ kali} \\ \text{Frekuensi pemakaian FD} &= \text{penggunaan per jam} \times \\ &\quad \text{jumlah floor drain} \\ &= 3 \times 10 \\ &= 30 \text{ kali} \\ \text{Frekuensi pemakaian kitchen sink} &= \text{penggunaan per} \\ &\quad \text{jam} \times \text{jumlah kitchen sink} \\ &= 3 \times 1 \\ &= 3 \text{ kali} \\ \text{Kebutuhan lantai 4} &= \text{frekuensi pemakaian} \times \\ &\quad \text{asumsi penggunaan air} \\ &= (20 \times 10) + (30 \times 15) + \\ &\quad (3 \times 15) \end{aligned}$$

= 695 liter

Tabel 4. Perhitungan volume air bekas per lantai

Lantai	Alat plambing	Asumsi penggunaan air	Frekuensi pemakaian	Kebutuhan per lantai
		(liter)		
Lt. basement 1	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	21	315
	Kitchen Sink	15	3	45
Lt. basement 2	Wastafel (WL)	10	0	0
	Floor Drain (FD)	15	6	90
	Kitchen Sink	15	0	0
Lantai 1	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	21	315
	Kitchen Sink	10	25	250
Lantai 2	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	21	315
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 3	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	24	360
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 4	Wastafel (WL)	10	20	200
	Floor Drain (FD)	15	30	450
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 5	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	27	405
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 6	Wastafel (WL)	10	20	200
	Floor Drain (FD)	15	18	270
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 7	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	24	360
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 8	Wastafel (WL)	10	20	200
	Floor Drain (FD)	15	21	315
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 9	Wastafel (WL)	10	20	200
	Floor Drain (FD)	15	21	315
	Kitchen Sink	15	3	45
Lantai 10	Wastafel (WL)	10	25	250
	Floor Drain (FD)	15	24	360
	Kitchen Sink	15	3	45
Total Air Bekas			543	6870
Kapasitas STP			6,87	m ³

Dari perhitungan volume air bekas per lantai, ditemukan bahwa total volume air bekas adalah sebesar 6.870 liter per hari, atau setara dengan 6,87 m³ per hari. Hasil ini dapat digunakan sebagai patokan untuk menetapkan kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dibutuhkan, yakni sebesar 10 m³.

2. Menghitung dimensi pada pipa air kotor dan pipa ven

Berikut adalah satu contoh perhitungan dimensi pipa air limbah di lantai 10:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat sanitasi (closet)} &= 5 \text{ (sesuai gambar rencana)} \\ \text{Total UAP} &= 5 \text{ closet} \times 5 \text{ (UAP Closet)} \\ &= 25 \end{aligned}$$

Keputusan diambil untuk memanfaatkan pipa mendatar dengan diameter 100 mm dan pipa tegak dengan diameter 150 mm, hal ini disebabkan oleh fakta bahwa diameter minimum untuk pipa mendatar adalah 75 mm dan diameter maksimumnya adalah 200 mm.

3. Menentukan dimensi pipa air kotor

Keputusan diambil untuk memanfaatkan pipa mendatar berdiameter 100 mm dan pipa tegak berdiameter 150 mm karena ukuran minimum pipa mendatar adalah 75 mm dan ukuran maksimumnya adalah 200 mm.

Tabel 5. Dimensi pipa air buangan dan pipa ven per lantai

Lantai	D pipa	
	mm	inch
Lt. 10 – Base. 1	100	4"
	150	6"
Ven	100	4"
	100	4"

D. Rencana Anggaran Biaya

Pada perencanaan sistem air bersih dan air buangan pada pembangunan gedung kantor BCA KCU Bukit Dharmo Golf Surabaya membutuhkan biaya sebesar Rp 1.243.795.501,00, dengan biaya PPN 10% sebesar Rp 113.072.318,00. Berikut rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Rekapitulasi biaya pekerjaan pipa gedung kantor BCA KCU Bukit Dharmo Golf Surabaya

No.	Pekerjaan persiapan	Jumlah Harga Pekerjaan	
I	Pekerjaan Persiapan	Rp	20.000.000
II	Pekerjaan Pipa Air Bersih	Rp	786.595.314
III	Pekerjaan Pipa Air Kotor	Rp	149.292.067
IV	Pekerjaan Pipa <i>Hydrant</i>	Rp	174.836.079
Total Harga Pekerjaan		Rp	1.130.723.460
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%		Rp	113.072.346
Jumlah Total Harga Pekerjaan		Rp	1.243.795.806

3. KESIMPULAN

- Volume kebutuhan air bersih yang digunakan pada kantor BCA KCU Bukit Dharmo Golf Surabaya sebesar 360 m³. Dimensi pipa air bersih menggunakan pipa Galvanis dengan ukuran pipa 1½ inch – 6 inch. Dimensi pia air *hydrant* menggunakan pipa galvanis dengan ukuran pipa 4 inch – 6 inch.
- Dimensi kapasitas tangki bawah (*Ground water tank*) dengan kapasitas sebesar 138 m³ maka menggunakan 2 tangki dengan ukuran yang 5 × 10 × 3 m dan untuk kapasitas tangki atas (*Roof Tank*) dengan kapasitas sebesar 25 m³ maka menggunakan 1 tangki dengan ukuran 8 × 2 × 2 m. membutuhkan pompa transfer dan dibutuhkan pompa *booster*. Diameter pipa yang digunakan yaitu 6 inci untuk pompa transfer dan diameter pipa yang digunakan yaitu 3 inci untuk pompa *booster*. Sedangkan pengelolaan air bekas menggunakan IPAL
- Volume air kotor yaitu sebesar 24,34 m³/hari. Dimensi pipa air kotor menggunakan pipa galvanis dengan ukuran pipa 2 ½ inch – 4 inch.

4. Biaya yang dibutuhkan pada pembangunan gedung kantor BCA KCU Bukit Dharmo Golf Surabaya sebesar Rp. 1.243.795.501.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standaisasi Nasional. 2000. *SNI 03-1735-2000 Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [2] Badan Standaisasi Nasional. 2005. *SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [3] National Fire Protection Assoclation (NFPA) 14. 2019. *Standard for the Installation of Standpipe and Hose System*.
- [4] Noerbambang, Soufyan & Morimura Takeo. 2005. *Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakata: PT. Pradnaya Paramita.