TINJAUAN ANALISIS PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH UNTUK PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DI PERUMAHAN BUMI CIRUAS PERMAI 1 KABUPATEN SERANG

Frebhika Sri Puji Pangesti¹, Ade Ariesmayana²

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

Email: frebhikasripujipangesti@unbaja.ac.id

Email: adeariesmayana@unbaja.ac.id

ABSTRAK

Perumahan Bumi Ciruas Permai I terletak di Kecamatan Ciruas Kabupaten Serang. Kawasan ini mempunyai luas sebesar 253.839 m² dan jumlah populasi penduduknya sebesar 1352 jiwa. Jumlah penduduk dari tahun ke tahun semakin meningkat, dengan peningkatan jumlah penduduk tersebut berakibat kebutuhan air bersih dan air limbah yang ada di Perumahan Bumi Ciruas Permai I juga mengalami peningkatan. Wilayah perumahan Bumi Ciruas Permai I berdasarkan area beresiko sanitasi termasuk kedalam kategori sanitasi sangat tinggi. *Greywater* yang dihasilkan langsung dibuang ke saluran drainase tanpa pengolahan, sedangkan sisa air buangan (*black water*) yang mengandung urine dan tinja akan ditampung ke dalam *tangki septic*. Upaya meminimalisir pencemaran diperlukan perencanaan sistem penyaluran air limbah dengan sistem terpusat, sehingga diperlukan peninjauan tingkat kebutuhan air bersih dan air limbah pada wilayah tersebut. Metode perencanaan dengan memproyeksikan jumlah penduduk sampai dengan tahun 2029 dengan menggunakan tiga metode yaitu aritmatik, geometrik, dan eksponensial, serta menghitung proyeksi kebutuhan air bersih di wilayah perencanaan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan total kebutuhan air bersih domestik dan kebutuhan air non domestik (fasilitas umum) pada Perumahan Bumi Ciruas Permai I tahun 2029 sebesar 316.546 liter/hari. Debit air limbah masyarakat Perumahan Bumi Ciruas Permai I sebesar 253,237 m³/hari, sedangkan debit air limbah *grey water* sebesar 189,92 m³/hari. Hasil perhitungan tersebut akan dijadikan dasar dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD).

Kata kunci: SPALD, Air Bersih, Domestik

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan air bersih akan semakin meningkat. Peningkatan jumlah kebutuhan air bersih akan diiringi dengan bertambahnya kuantitas air limbah yang dihasilkan. Air limbah merupakan air buangan yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat umum lainnya yang apabila tidak dikelola akan berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Perumahan Bumi Ciruas Permai merupakan salah satu perumahan yang terletak pada Kecamatan Ciruas Kabupaten Serang dengan luas 253.839 m² dan jumlah penduduk sebesar 1352 jiwa. Sebagian besar masyarakat Perumahan Bumi Ciruas Permai telah memiliki jamban, dan sisa air buangan (*black water*) yang mengandung urine dan tinja akan ditampung ke dalam *tangki septic*. Sementara air buangan sisa limbah rumah tangga (*grey water*) seperti pada aktivitas mandi, mencuci dan lain-lain akan dialirkan melalui saluran kecil menuju saluran drainase. Pembuangan air limbah tanpa melalui proses pengolahan akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat, penurunan daya tampung lingkungan. Berdasarkan observasi di lapangan jarak antar rumah pada perumahan Bumi Ciruas Permai sangat berdekatan satu sama lain, sehingga berpotensi terjadinya pencemaran air tanah. Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sistem penyaluran air limbah secara terpusat agar air limbah dapat dikelola dengan baik. Dalam penelitian ini akan merencanakan desain sistem penyaluran air limbah dengan *off site system* (terpusat). Sebelum merencanakan sistem penyaluran air limbah diperlukan melakukan perhitungan debit air limbah, perhitungan proyeksi penduduk, peninjauan tingkat kebutuhan air bersih dan air limbah yang dihasilkan di wilayah perencanaan, serta desain Sistem Jaringan Penyaluran Air Limbah domestik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tahapan Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data merupakan langkah awal mencari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi yang dilakukan terhadap kondisi eksisting di daerah perencanaan. Data Sekunder berupa data kependudukan, data kebutuhan air bersih, peta administrasi.

2.2. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

2.2.1. Proyeksi Penduduk

- a. Menghitung proyeksi penduduk dalam 10 tahun yang akan datang dengan metode sebagai berikut;

1. Aritmatik

Metode aritmatika didasarkan pada anggapan bahwa laju perubahan populasi konstan, menggunakan asumsi bahwa pertumbuhan penduduk dengan jumlah sama setiap tahun. (Asep Suheri, 2019). Sumber (Asep Suheri, 2019).

Dimana:

$$P_n = P_o (1 + r.n)$$

P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode

P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi

r = Rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun

n = Kurun waktu proyeksi

2. Geometrik

Proyeksi penduduk dengan metode geometrik menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometrik menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk. (Michael Rinaldi, 2019).

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke- n

P_o = Jumlah penduduk pada tahun pertama/dasar

r = Laju pertumbuhan penduduk

n = Kurun waktu

3. Eksponensial

Metode eksponensial menggambarkan pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun. (Adioetomo dan Samosir, 2010)

$$P_t = P_o * e^{r.n}$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk tahun akhir proyeksi

P_o = Jumlah penduduk tahun awal terakhir

r = Rata-rata persentase tambahan penduduk pertahun

n = Kurun waktu

e = Bilangan pokok dari sistem logaritma (2,7182818)

2.2.2. Menghitung kebutuhan air bersih

Untuk menghitung kebutuhan air bersih maka diperlukan data jumlah penduduk lalu dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih per liter per orang per hari sebesar 144 liter/hari. (Dirjen Cipta Karya, 2006).

Kebutuhan air bersih domestik

$$Q_{ave} = P_n \times q$$

Dimana:

Q_{ave} = Kebutuhan air bersih (liter/hari)

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n (orang)

q = Kebutuhan air bersih (liter/orang/hari)

2.2.3. Kebutuhan air bersih non domestik

$$Q_{fave} = P_f \times Q \times \text{Asumsi jumlah pemakai}$$

Dimana:

Q_{fave} = Kebutuhan air bersih (liter/hari)

P_f = Fasilitas umum

A_p = Asumsi Pemakaian (orang/unit)

Q = debit (liter/orang/hari)

2.2.4. Menghitung debit air limbah

Untuk menghitung debit air limbah diperlukan data berupa jumlah kebutuhan air bersih yang dikalikan dengan 80%

$$Q_d = \frac{80}{100} \times \sum Q_{ave}$$

Dimana:

Q_d = Debit air limbah (liter/hari)

$\sum Q_{ave}$ = Kebutuhan air bersih (liter/hari)

3. DATA DAN ANALISA

3.1. Perhitungan Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk direncanakan 10 tahun ke depan dari tahun 2019-2029. Tabel berikut menunjukkan hasil perbandingan persentase pertumbuhan penduduk (r) dengan metode aritmatik, metode geometrik dan metode eksponensial.

Tabel 1 Perbandingan Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk Masing-Masing Metode dengan Data Aktual

No	Metode	r	Nilai Aktual
1	Aritmatik	0,0180 / 1,80 %	0,0174 / 1,74 %
2	Geometrik	0,0174 / 1,74 %	0,0174 / 1,74 %
3	Eksponensial	0,0173 / 1,73 %	0,0174 / 1,74 %

Sumber : Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Tabel 2 Proyeksi Penduduk 10 Tahun yang Akan Datang

No	Tahun	Po	r	n	Pn
1	2020	1375	0,0174	1	1399
2	2021	1375	0,0174	2	1423
3	2022	1375	0,0174	3	1448
4	2023	1375	0,0174	4	1473
5	2024	1375	0,0174	5	1499
6	2025	1375	0,0174	6	1525
7	2026	1375	0,0174	7	1551
8	2027	1375	0,0174	8	1578
9	2028	1375	0,0174	9	1606
10	2029	1375	0,0174	10	1634

Sumber: Perhitungan Pertumbuhan Penduduk di Perumahan BCP, 2020

3.2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Untuk menghitung kebutuhan air bersih yang berada di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 selama 10 tahun yang akan datang, maka diperlukan data jumlah penduduk lalu dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih per liter per orang per hari sebesar 144 liter/hari. (Dirjen Cipta Karya, 2006). Sementara untuk kebutuhan air bersih non domestik menggunakan standar SK-SNI Air Minum (2000). Timbulan air limbah domestik dapat diperoleh berdasarkan data pemakaian air minum, dengan menggunakan dasar perencanaan timbulan air limbah domestik berkisar 60 – 80% pemakaian air minum.

1. Kebutuhan Air Bersih Domestik

Menghitung kebutuhan air bersih domestik dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{ave} &= P_n \times q \\
 &= 1634 \text{ jiwa} \times 144 \text{ liter/hari} \\
 &= 235.296 \text{ liter/orang/hari} \\
 &= \frac{235.296 \text{ liter}}{86.400 \text{ detik}} \\
 &= 2,7233 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Air Bersih Non Domestik

Perumahan bumi ciruas permai 1 dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas pendukung seperti 3 sarana kesehatan (puskesmas), 9 tempat peribadatan (masjid) dan 5 sekolah. Tabel kebutuhan air bersih non domestik dapat dilihat pada **Tabel 3**

Tabel 3 Kebutuhan Air Bersih Non Domestik

No	Jenis Fasilitas	Jumlah Fasilitas	Debit (liter/orang/hari)	Asumsi pemakai (SK-SNI Air Minum) (liter/hari)	Kebutuhan air (liter/unit/hari)
1	Puskesmas	3	25	30	2.250
2	Masjid	9	30	200	54.000
3	Sekolah	5	20	250	25.000
Jumlah Q_{fave}					81.250

Sumber: Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Perumahan BCP, 2020

Maka total kebutuhan air bersih di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \sum Q_{ave} &= Q_{ave} + \sum Q_{fave} \\
 \sum Q_{ave} &= 235.296 + 81.250
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma Q_{ave} &= 316.546 \text{ liter/hari} \\ \Sigma Q_{ave} &= \frac{316.546 \text{ liter}}{86.400 \text{ detik}} \\ \Sigma Q_{ave} &= 3,6637 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Tabel 4 Total Kebutuhan Air Bersih

No	Kebutuhan air bersih domestik (liter/hari)	Kebutuhan air bersih non domestik (liter/hari)	Total kebutuhan air bersih (liter/hari)
1	235.296	81.250	316.546

Sumber: Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Perumahan BCP, 2020

3.3. Perhitungan Debit Air Limbah

1. Debit Air Limbah

Timbulan air limbah domestik dapat diperoleh berdasarkan data pemakaian air minum, dengan menggunakan dasar perencanaan timbulan air limbah domestik berkisar 60 – 80% pemakaian air minum.

$$\begin{aligned}Q_d &= \frac{80}{100} \times \Sigma Q_{ave} \\ Q_d &= \frac{80}{100} \times 316.546 \\ Q_d &= 253.237 \text{ liter/hari} \\ Q_d &= \frac{253.237 \text{ liter}}{86.400 \text{ detik}} \\ Q_d &= 2,9309 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

2. Q peak

$$\begin{aligned}Q_{\text{peak}} &= Q_d \times \text{faktor peak} \\ Q_{\text{peak}} &= 2,9309 \text{ liter/detik} \times 1,5 \text{ (SNI, Ditjen Cipta Karya)} \\ Q_{\text{peak}} &= 4,3963 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

3. Q infiltrasi

Luas area di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 sebesar 253.839 m² atau 25,3839 Ha. Sementara untuk f infiltrasi didapatkan dari grafik *average infiltration rate allowance*.

$$\begin{aligned}Q_{\text{infiltrasi}} &= \frac{f_{\text{infiltrasi}} \times \text{Luas Area}}{86.400} \\ Q_{\text{infiltrasi}} &= \frac{8,9 \times 25,3839}{86.400} \\ Q_{\text{infiltrasi}} &= \frac{225,91671}{86400} \\ Q_{\text{infiltrasi}} &= 0,0026 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

4. Q total

$$\begin{aligned}\text{Debit total (Qtotal)} &= Q_{\text{peak}} + Q_{\text{inf}} \\ &= 4,3963 \text{ liter/detik} + 0,0026 \\ &= 4,3989 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Gambar 1 Diagram Alir Kebutuhan Air

3.4. Kuantitas Air Limbah

Kuantitas air limbah domestik didasarkan dari data jumlah penduduk masyarakat Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 yang dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih per liter per orang per hari sebesar 144 liter/hari. (Dirjen Cipta Karya, 2006). Hasil dari pengumpulan data kuantitas air bersih didapatkan total kebutuhan air bersih sebesar 316.546 liter/hari. Pada perencanaan diterapkan 80% merupakan angka persentase untuk menentukan air limbah dari penggunaan air bersih masyarakat Perumahan Bumi Ciruas Permai 1. Hal ini disesuaikan dengan literatur bahwa debit air limbah dapat diperkirakan mencapai 80% kebutuhan air bersih pada perumahan. Untuk limbah *grey water* diperkirakan 50-80% dari total air limbah perumahan. Oleh karena itu dalam perencanaan diterapkan 75% limbah *grey water* dari total air limbah domestik. Di peroleh total debit air limbah *grey water* masyarakat Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limbah}}(\text{m}^3/\text{hari}) &= \frac{80}{100} \times \sum Q_{\text{limbah total}} \\
 &= \frac{80}{100} \times 316.546 \text{ liter/hari} \\
 &= 253.237 \text{ liter/hari} \\
 &= \frac{253.237 \text{ liter/hari}}{1000} \\
 &= 253,237 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limbah tiap orang}}(\text{m}^3/\text{hari}) &= \frac{Q_{\text{limbah}}(\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})}{\text{jumlah penduduk}} \\
 &= \frac{253,237(\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})}{1634 \text{ jiwa}} \\
 &= 0,1549 \text{ m}^3/\text{orang.hari} \\
 &= 154,9 \text{ liter/orang.hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{grey water}} &= \frac{75}{100} \times \sum Q_{\text{limbah total}} \\
 &= \frac{75}{100} \times 253,237 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 189,92 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan diatas didapatkan nilai air limbah *grey water* sebesar 189,92 m³/hari. Data debit air limbah ini yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan unit pengolahan.

3.5. Perhitungan Prediksi Air Limbah

Prediksi air limbah selama 10 tahun akan datang di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Prediksi Air Limbah

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Bersih (liter/detik)	Air Limbah (liter/detik)
1	2014	1262	2,103	1,683
2	2015	1283	2,138	1,711
3	2016	1306	2,177	1,741
4	2017	1328	2,213	1,771
5	2018	1352	2,253	1,803
6	2019	1375	2,292	1,833
7	2020	1399	2,332	1,865
8	2021	1423	2,371	1,897
9	2022	1448	2,413	1,930
10	2023	1473	2,455	1,964
11	2024	1499	2,498	1,998
12	2025	1525	2,542	2,034
13	2026	1551	2,585	2,068
14	2027	1578	2,63	2,104
15	2028	1606	2,677	2,142
16	2029	1634	2,723	2,178

Sumber: Perhitungan Air Limbah di Perumahan BCP, 2020

3.6. Desain Sistem Jaringan Penyaluran Air Limbah Domestik

Sistem penyaluran air limbah domestik di Perumahan Bumi Ciruas Permai direncanakan menggunakan sistem terpusat (off site) dengan *separate system*, dimana air limbah domestik dan air hujan akan dialirkan secara terpisah (Marhadi, 2016). Perencanaan saluran air buangan dilakukan dengan mempertimbangkan kepadatan penduduk dan volume air limbah yang dihasilkan dari aktifitas pemukiman. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk pada masa yang akan datang, wilayah perencanaan termasuk wilayah padat penduduk dan rentan terjadi pencemaran air tanah. Sistem pengaliran air limbah diusahakan secara gravitasi dan mengikuti jalan dan memperhatikan kontur. Layout perumahan Bumi Ciruas Permai dapat dilihat pada gambar 2.

Gambar 2 Layout Perumahan Bumi Ciruas Permai

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan perhitungan , maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proyeksi jumlah penduduk Perumahan Bumi Ciruas Permai I pada tahun 2029 sebesar 1634 jiwa.
2. Total Kebutuhan air bersih domestik dan kebutuhan air non domestik (fasilitas umum) pada Perumahan Bumi Ciruas Permai I tahun 2029 sebesar 316.546 liter/hari.
3. Total debit air limbah masyarakat Perumahan Bumi Ciruas Permai I sebesar 253,237 m³/hari, sedangkan debit air limbah *grey water* sebesar 189,92m³/hari.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena kehendak dan ridha-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Asep Suheri. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol.4. No.01. 38.
2. Adioetomo, S. M. dan Samosir, O. B., (2010). Dasar-dasar Demografi Edisi 2. Jakarta: Salemba Empat.
3. Direktorat Jendral Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum. (2006). Kriteria Penyediaan Air Bersih. Jakarta.
4. Marhadi.(2016). Analisis Sistem Penyaluran Air Buangan Domestik dengan *Off Site System* (Studi Kasus Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi).*Fakultas Teknik Universitas Batanghari*.Jambi.
5. Pemerintah Indonesia. (2016). *Kementerian Pekerjaan Umum Dan Pekerjaan Rakyat tentang Air Limbah Domestik*. Jakarta: Sekretarian Negara.

6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 *tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD)*.