

Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Kelurahan Antapani Kidul Kota Bandung

FACHREZA MUTHAHHARI ISMAIL¹, YATI MULIATI S N¹

¹Mahasiswa Teknik Sipil & Dosen Teknik Sipil (Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung), Kota Bandung, Indonesia.

Email: fachreza.muthahhari@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Kelurahan Antapani Kidul merupakan salah satu wilayah di Kota Bandung yang mengalami pertumbuhan populasi yang signifikan. Peningkatan jumlah penduduk ini secara langsung berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih. Sementara itu, infrastruktur penyediaan air bersih di wilayah ini masih terbatas dan belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara optimal sehingga dibutuhkan analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih. Proyeksi penduduk menggunakan metode Aritmatika, prediksi bangkitan debit menggunakan metode Thomas-Fiering dan perhitungan debit andalan menggunakan metode Flow Duration Curve. Berdasarkan hasil proyeksi penduduk pada tahun 2052 Kelurahan tersebut memiliki penduduk sebanyak 30289 jiwa, ketersediaan air bersih sebesar 1,790 l/detik, kebutuhan air bersih sebesar 0,0514 yang dimana dapat melayani kebutuhan air bersih di daerah Kelurahan Antapani Kidul dengan surplus pada tahun 2052 sebesar 1,739 l/detik.

Kata Kunci: Kebutuhan Air Bersih, Ketersediaan Air Bersih, Kelurahan Antapani Kidul

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk, perubahan pola hidup, dan perkembangan infrastruktur di Indonesia memberikan dampak terhadap kebutuhan dan ketersediaan air bersih. Dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk maka kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga dan infrastruktur semakin meningkat di sisi lain ketersediaannya tidak mencukupi. Menurut BAPPENAS belum ada satupun provinsi di Indonesia yang telah memenuhi target. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menyatakan ketersediaan air bersih secara nasional di 514 kabupaten/kota rata-rata 74%. Bahkan, di beberapa daerah ketersediaan sarana air bersih kurang dari 70%.

Menurut data Kecamatan Antapani (Kecamatan Antapani Dalam Angka) hasil sensus jumlah penduduk Kelurahan Antapani Kidul pada tahun 2020 terdapat sebanyak 25.556 jiwa dimana jumlah penduduk paling tinggi yang berada di wilayah Kecamatan Antapani. Oleh karena itu air bersih yang menunjang keperluan setiap hari menjadi salah satu kebutuhan utama masyarakat perkotaan.

Kelurahan Antapani Kidul merupakan salah satu wilayah di Kota Bandung yang mengalami pertumbuhan populasi yang signifikan. Peningkatan jumlah penduduk ini secara langsung

berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih. Sementara itu, infrastruktur penyediaan air bersih di wilayah ini masih terbatas dan belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara optimal. Kondisi ini diperburuk dengan adanya pencemaran sumber air dan perubahan iklim yang berdampak pada kualitas dan kuantitas air yang tersedia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Air Bersih Domestik

Ketentuan dalam penyediaan air untuk kebutuhan domestik dapat diketahui dari data jumlah penduduk yang ada. Maka dari itu sebelumnya perlu diketahui data penduduk terakhir untuk kemudian dilakukan proyeksi jumlah penduduk untuk masa yang akan datang atau ditentukan serta untuk mengetahui jumlah kenaikan penduduk dimasa yang akan datang. Adapun standar dalam penentuan kebutuhan domestik adalah dapat memenuhi kebutuhan minum, masak mandi dan lain lain. Pada penentuan kebutuhan dilihat juga kecenderungan peningkatan kebutuhan air diantaranya karena faktor pola hidup atau kebiasaan yang didukung oleh kondisi sosial ekonomi masyarakat setempat.

Kebutuhan air domestik untuk kota dibagi dalam beberapa kategori, yaitu :

1. Kota kategori I (Metropolitan)
2. Kota kategori II (Kota Besar)
3. Kota kategori III (Kota Sedang)
4. Kota kategori IV (Kota Kecil)
5. Kota kategori V (Desa)

2.3 Kebutuhan Air Non Domestik

Ketentuan dalam penyediaan air untuk kebutuhan non domestik dapat direncanakan dengan banyaknya konsumen non domestik yang dilayani meliputi fasilitas umum seperti tempat ibadah; sekolah dan sejenisnya, fasilitas perdagangan atau komersil meliputi pasar; pertokoan; rumah makan; dan sejenisnya serta fasilitas industri diantaranya pabrik, peternakan dan sebagainya.

2.4 Kehilangan Air

Kehilangan air dapat didefinisikan sebagai suatu angka yang menunjukkan selisih antara volume penyediaan air (supplied water) dengan volume air yang dikonsumsi (consumed water). Jadi secara sederhana, kehilangan air adalah jumlah air yang hilang dan tidak menjadi pendapatan. Kehilangan air yang paling penting dan harus ditekan sekecil mungkin adalah kehilangan air percuma. Air yang tidak dapat dipertanggung-jawabkan, artinya perbedaan antara produksi air dengan pemakaian air yang meliputi air hilang akibat kehilangan air fisik dan air yang dimanfaatkan tanpa/ tidak terbayar.

2.5 Proyeksi penduduk

Proyeksi penduduk perlu dilakukan untuk mengetahui gambaran pertambahan jumlah penduduk yang berkaitan dengan perhitungan kebutuhan air pada kategori domestik. Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan tujuan untuk mendekati keadaan yang akan terjadi dimasa yang mendatang maka dari itu terdapat beberapa metode dalam penghitungan penduduk seperti yang dijelaskan pada Permen PU No. 18/PRT/M/2015. Metode proyeksi penduduk yang dipakai pada penelitian ini adalah metode proyeksi Aritmatika rumus metode Aritmatika disajikan dibawah ini :

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)$$

Dimana

P_n	:	Jumlah penduduk tahun ke-n
P_o	:	Jumlah penduduk tahun dasar (terakhir)
K_a	:	Konstanta aritmatik
T_n	:	Tahun ke-n
T_o	:	Tahun dasar

2.6 Kebutuhan Air

Metode ini berlaku untuk menghitung jumlah kebutuhan air, yang dimana kebutuhan air minum merupakan jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penggunaan air. Berikut adalah cara untuk menghitung kebutuhan air dengan langkah sebagai berikut :

- Menentukan standar pemakaian yang dibutuhkan per orang (120 s/d 190 lt/orang/hari) hal ini dilihat tergantung dari daerah yang akan dipilih seperti (pedesaan, kota kecil, kota sedang, kota besar, kota metropolitan).
- Menentukan daerah perencanaan, karna tidak semua daerah terlayani, halini karena faktor topografi, penggunaan lahan, dan kepadatan penduduk.
- Menentukan luas yang akan dilayani dengan sistem penyediaan air bersih, luas daerah yang ada atau yang banyak penduduknya.
- Melakukan proyeksi penduduk pada daerah yang akan dilayani, jumlah penduduk menentukan besarnya kebutuhan air (Domestik).
- Menentukan apakah ada kebutuhan air Non Domestik.
- Menentukan faktor kebocoran air (teknis dan non teknis) sekitar 20 – 30%

2.7 Analisis Prediksi Debit Inflow Dengan Bangkitan Data

Untuk memprediksi ketersediaan air untuk 30 tahun kedepan maka diperlukannya menganalisis Bangkitan Data Debit Inflow. Pembangkitan data pada analisis ini menggunakan metode *Thomas-Fiering* untuk memproyeksikan debit aliran sungai untuk 30 tahun kedepan. Metode ini digunakan untuk memecahkan masalah kurang panjangnya data hidrologi. Untuk rumus *Thomas-Fiering* dapat dilihat dibawah ini sebagai berikut :

$$Q_1 + jJ = Q_j + b_j (Q_{j-1} - Q_{j-1}) + t_i s_{dj} (1 - r_j)^{\frac{1}{2}}$$

Q_{i+1}, Q_i = debit bangkitan bulan ke (i + j) dan bulan ke (i)

$\bar{Q}_{j+1}, \bar{Q}_j$ = debit rerata bulanan bulan ke (j+1) dan bulan ke (j)

b_j = koefisien regresi untuk menghitung volume aliran bulan ke (j+1) dari bulan ke (j).

t_i = normal random variate dengan nilai rerata nol dan nilai variasi sama dengan 1

S_{j+1}, S_j = standar deviasi data (aliran) bulan ke (j+1) dan bulan ke (j)

r_j = koefisien korelasi antara aliran bulan ke (j) dan bulan ke (j+1)

2.8 Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia di suatu lokasi sumber air untuk dapat dimanfaatkan dalam penyediaan air dengan risiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Untuk besarnya debit andalan dianalisis menggunakan metode *flow duration curve* dengan *flow duration curve* dapat diketahui variasi ketersediaan debit air. *Flow duration curve* didapatkan dengan menggunakan persamaan Weibull, debit andalan dipilih angka yang memiliki nilai probabilitas 90% dikarenakan kebutuhan air yang dipakai untuk air minum. Berikut rumus perhitungan dengan persamaan weibull :

$$P (X \geq x) \frac{m}{n} \times 100 \%$$

Dimana :

P : Probabilitas (%)

m : nomor urut dari data seri yang telah diurutkan

n : banyaknya data

Sebelum melakukan analisis debit andalan menggunakan metode *flow duration curve* ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan. Berikut ini adalah langkah – langkah metode *flow duration curve* sebagai berikut :

- Sebelum ke perhitungan urutkan terlebih dahulu nilai debit dari terbesar hingga terkecil
- Hitung probabilitas debit dengan menggunakan persamaan weibull
- Gambarkan grafik antara debit dan probabilitas
- Cari debit dengan nilai probabilitas 90%.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di daerah Kecamatan Antapani Kidul, merupakan salah satu dari 30 kecamatan di kota Bandung. Batas – batas wilayah Kelurahan Antapani Kidul meliputi :

Sebelah Utara : Kelurahan Antapani Tengah

Sebelah Selatan : Kelurahan Cipamokolan

Sebelah Timur : Kelurahan Antapani Tengah

Sebelah Barat : Kelurahan Babakan Surabaya

Berikut pada **Gambar 1.** merupakan peta dari Kecamatan Antapani Kidul



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdapat data pendukung yang membantu dalam proses analisis. Data tersebut merupakan data sekunder yang bersumber tidak langsung diberikan kepada pengumpul data melainkan melalui orang lain atau melalui dokumen, Sugiyono (2018:224). Data data yang dihimpun dalam penelitian ini antara lain :

1. Data Kependudukan dan Wilayah Kelurahan Antapani Kidul
2. Data Curah Hujan Kota Bandung
3. Data Ketersediaan Sungai Cisangkuy

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data yang Digunakan

Data yang digunakan adalah data kependudukan Kelurahan Antapani Kidul 2011-2022, Data debit Sungai Cisangkuy pada tahun 2011-2021. Data Kependudukan dan debit sungai yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Kelurahan Antapani 2011-2022

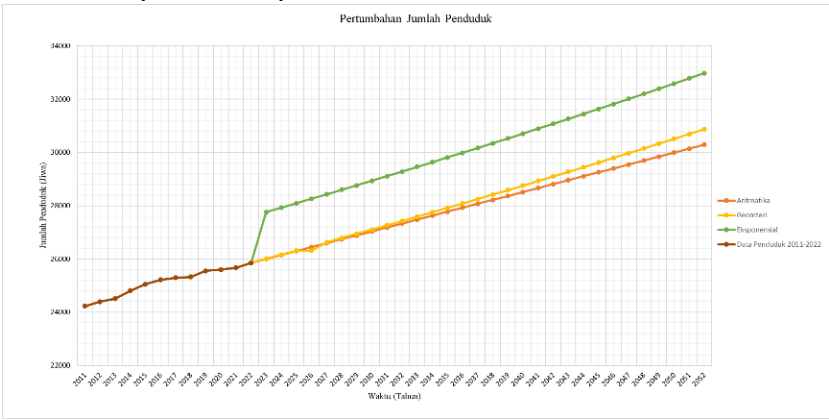
Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2011	24225
2012	24393
2013	24509
2014	24811
2015	25048
2016	25217
2017	25296
2018	25326
2019	25556
2020	25602
2021	25673
2022	25852

Tabel 2. Debit Sungai Cisangkuy 2011-2021

Debit Eksisting (m ³ /detik)												
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2011	8,700	28,500	22,830	21,370	17,100	11,670	6,310	4,470	4,220	6,580	10,560	6,510
2012	12,590	43,410	36,790	23,730	40,350	20,670	13,100	13,490	32,840	20,170	27,030	46,970
2013	17,100	16,110	17,420	25,220	32,540	15,630	3,600	2,210	2,320	1,990	5,820	6,060
2014	6,340	10,240	17,080	15,310	10,580	5,480	4,150	3,210	4,090	10,190	16,180	24,340
2015	8,190	9,770	5,490	12,360	8,480	5,950	3,640	1,640	1,710	1,760	1,810	5,650
2016	8,870	11,810	9,850	12,900	7,780	4,410	2,100	1,740	1,340	2,030	3,880	7,270
2017	1,560	2,310	5,550	6,760	5,530	3,170	3,240	1,720	2,790	4,710	8,040	5,170
2018	2,330	5,650	5,630	5,810	3,840	2,220	1,100	0,490	0,370	1,410	1,830	4,080
2019	2,350	5,850	7,570	5,330	2,770	1,510	0,840	0,590	0,670	0,680	2,260	2,590
2020	3,020	5,380	5,970	7,290	3,760	1,790	1,100	0,560	0,390	0,360	0,600	0,800
2021	1,084	9,854	14,432	24,867	13,609	2,158	0,880	0,661	1,555	3,176	3,695	6,918

4.2 Proyeksi Jumlah Penduduk

Grafik jumlah penduduk dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Antapani Kidul (2011-2052)

hasil proyeksi metode Aritmatika, Geometri, Eksponensial dilakukan penggabungan yang menggambarkan kesesuaian antara data penduduk (2011-2022) dengan hasil proyeksi seperti disajikan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut tampak metode Aritmatika yang kemiringannya lebih sesuai dengan data penduduk (2011-2022)

4.3 Total Kebutuhan Air

Total kebutuhan air diperoleh dari perhitungan debit maksimum kebutuhan air domestik ditambah dengan debit maksimum kebutuhan air non domestik dan ditambah dengan kehilangan air sehingga dapat diuraikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi debit total kebutuhan air di daerah pelayanan per lima tahun

Tahun	Q Domestik (l/detik)	Q Non Domestik (l/detik)	Kehilangan Air (l/detik)	Q Total (l/detik)
2011	35,889	0,418	7,261	43,568
2016	37,359	0,401	7,552	45,312
2021	38,034	0,394	7,686	46,114
2026	39,176	0,383	7,912	47,470
2031	40,271	0,372	8,129	48,772
2036	41,367	0,362	8,346	50,075
2041	42,463	0,353	8,563	51,379
2046	43,558	0,344	8,780	52,683
2051	44,654	0,336	8,998	53,987

4.4 Analisis Prediksi Debit Inflow Dengan Bangkitan Data

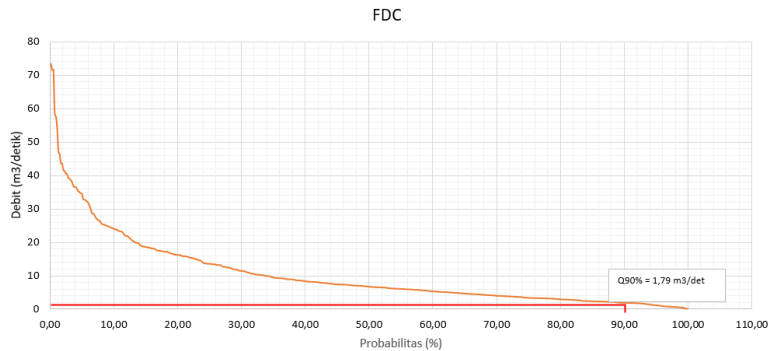
Perhitungan untuk memprediksi ketersediaan air diatas dilakukan dari tahun 2022 hingga tahun 2052 pada Sungai Cisangkuy yang menjadi sumber air pada pelayanan PDAM Tirtawening. Berikut ini merupakan hasil bangkitan data debit sungai Cisangkuy dari tahun 2022 sampai tahun 2052 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit Eksiting (2011-2021) dan Debit Bangkitan (2022-2052)

Hasil Bangkitan Data Debit (m ³ /detik)												
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2011	8,700	28,500	22,830	21,370	17,100	11,670	6,310	4,470	4,220	6,580	10,560	6,510
2012	12,590	43,410	36,790	23,730	40,350	20,670	13,100	13,490	32,840	20,170	27,030	46,970
2013	17,100	16,110	17,420	25,220	32,540	15,630	3,600	2,210	2,320	1,990	5,820	6,060
2014	6,340	10,240	17,080	15,310	10,580	5,480	4,150	3,210	4,090	10,190	16,180	24,340
2015	8,190	9,770	5,490	12,360	8,480	5,950	3,640	1,640	1,710	1,760	1,810	5,650
2016	8,870	11,810	9,850	12,900	7,780	4,410	2,100	1,740	1,340	2,030	3,880	7,270
2017	1,560	2,310	5,550	6,760	5,530	3,170	3,240	1,720	2,790	4,710	8,040	5,170
2018	2,330	5,650	5,630	5,810	3,840	2,220	1,100	0,490	0,370	1,410	1,830	4,080
2019	2,350	5,850	7,570	5,330	2,770	1,510	0,840	0,590	0,670	0,680	2,260	2,590
2020	3,020	5,380	5,970	7,290	3,760	1,790	1,100	0,560	0,390	0,360	0,600	0,800
2021	1,084	9,854	14,432	24,867	13,609	2,158	0,880	0,661	1,555	3,176	3,695	6,918
2022	4,990	7,174	9,297	16,619	26,468	8,067	2,541	2,328	4,319	4,279	6,970	7,178
2023	13,308	12,150	7,421	8,937	24,904	16,494	4,201	3,110	3,886	4,662	7,883	10,189
2024	7,486	24,773	11,778	7,929	13,600	13,563	6,603	3,685	4,378	6,984	8,424	16,486
2025	14,090	25,824	28,670	17,087	8,843	7,454	7,366	3,691	4,570	5,795	9,066	12,202
2026	9,658	26,572	30,053	41,272	18,726	5,560	5,164	3,673	5,567	5,414	8,980	12,614
2027	8,370	29,845	32,349	50,643	46,482	10,710	3,909	3,741	4,944	5,605	9,351	18,573
2028	18,871	17,145	35,401	49,558	61,783	26,105	6,362	3,279	5,878	5,933	7,984	17,799
2029	14,489	35,513	24,525	52,316	56,894	33,354	10,094	3,770	5,015	5,313	8,968	12,827
2030	7,992	31,439	45,183	33,733	59,774	30,585	11,971	4,457	6,008	5,670	8,499	17,515
2031	11,581	22,079	39,263	67,430	39,769	33,208	11,076	4,767	5,605	7,331	8,039	13,503
2032	12,058	19,700	26,580	58,149	83,347	22,957	13,919	4,997	4,644	7,816	9,698	12,560
2033	9,329	26,958	21,725	40,247	72,723	44,903	9,316	5,278	4,489	5,712	9,667	16,297
2034	14,477	18,051	33,327	29,806	51,407	38,881	16,999	4,278	6,170	4,887	8,729	14,578
2035	13,396	37,808	22,483	47,856	33,444	31,602	13,438	5,984	5,048	9,198	7,963	14,569
2036	10,914	33,320	46,856	33,857	61,265	18,057	12,082	4,938	5,947	6,525	10,186	12,395
2037	9,010	23,556	43,166	71,881	38,822	34,044	8,604	5,871	4,562	6,032	10,993	14,191
2038	11,660	17,459	30,659	65,408	94,781	20,950	12,438	4,066	6,008	5,210	9,518	18,990
2039	12,353	20,849	20,065	47,196	79,870	51,433	9,811	4,843	4,695	6,710	7,679	13,490
2040	10,890	21,165	28,045	30,835	57,002	43,125	17,409	4,125	4,482	7,320	8,664	11,399
2041	16,092	18,826	27,013	40,870	36,119	31,530	14,481	6,204	4,417	5,826	9,640	15,058
2042	10,190	35,557	21,837	39,461	53,054	19,282	11,972	5,190	5,909	5,057	8,344	14,341
2043	9,777	21,140	43,517	29,587	43,447	28,704	7,878	4,780	5,045	5,700	7,871	15,460
2044	9,714	21,230	24,294	66,644	32,614	24,140	11,678	3,780	4,602	5,211	8,290	13,019
2045	13,505	18,268	23,993	34,352	81,370	18,371	9,396	4,746	5,112	6,602	8,322	11,876
2046	7,847	32,734	20,007	33,990	43,466	45,192	8,200	3,983	3,969	6,016	9,241	14,153
2047	9,143	21,791	39,914	28,652	39,137	23,767	15,399	4,322	4,677	6,515	9,176	16,202
2048	10,591	22,685	26,085	63,635	33,871	21,558	8,785	6,013	5,199	6,355	9,148	15,342
2049	13,784	31,991	25,783	38,548	76,009	18,179	8,286	4,267	4,373	5,071	10,273	14,123
2050	10,965	28,157	39,759	41,308	45,176	42,206	7,661	4,238	5,648	8,874	9,018	16,034
2051	10,521	28,032	35,391	58,156	46,157	24,646	14,881	4,145	4,593	5,934	10,017	17,442
2052	10,594	18,239	32,821	50,658	65,642	24,526	8,951	5,102	3,873	4,758	8,124	12,953
2053	7,954	18,325	19,776	46,427	56,626	35,046	8,915	3,886	3,873	4,469	7,387	11,216

4.5 Debit Andalan

Untuk besarnya debit andalan dianalisis menggunakan metode flow duration curve dengan flow duration curve dapat diketahui variasi ketersediaan debit air. Debit andalan dengan nilai probabilitas 90% didapat kan dengan nilai sebesar 1,790 m³/det. Grafik *flow duration curve* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Flow duration curve

4.6 Rasio Ketersediaan dan Kebutuhan Air

Berdasarkan analisis data proyeksi kebutuhan air daerah kelurahan Antapani Kidul dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan hingga akhirnya pada tahun 2052 nilai kebutuhan air sebesar 0.0514 m³/detik, hal tersebut dipengaruhi faktor pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan pelayanan dan nilai ketersediaan air sebesar 1.790 m³/detik. Selain itu dari analisis diketahui juga bahwa ketersediaan air Sungai Cisangkuy masih mencukupi kebutuhan air bersih kelurahan Antapani Kidul hingga tahun 2052 dengan surplus pada tahun 2052 sebesar 1.739 m³/detik. Neraca air dilihat pada gambar 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Antapani Kidul, Kota Bandung, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan air untuk daerah pelayanan PDAM Tirtawening Kelurahan Antapani Kidul dengan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2052 sebanyak 30289 jiwa kebutuhan air pada tahun 2052 sebesar 0.0514 m³/det dan kebutuhan air bersih mengalami pertambahan setiap tahunnya seiring dengan pertambahan jumlah penduduk daerah pelayanan.
2. Ketersediaan air untuk daerah pelayanan PDAM Tirtawening Kelurahan Antapani Kidul pada tahun 2022 sampai 2052 sebesar 1.790 m³/det
3. Ketersediaan air Sungai Cisangkuy masih mencukupi kebutuhan air bersih pada PDAM Tirtawening Kelurahan Antapani Kidul dengan surplus ketersediaan air pada tahun 2052 sebesar 1.739 m³/detik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Direktorat Jendral Cipta Karya. (1998). *Petunjuk Teknis Perencanaan, Pelaksanaan dan Pengawasan Pembangunan Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Perkotaan*. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum.
- [2] Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima*. Yogyakarta: Kanisius.
- [3] Hendryana , H. (1994). *Dasar-Dasar Hidrogeologi*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi Fakultas.
- [4] Kodoatie, J. R. (2012). *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] Limbong, A. (2008). *Alkalinitas dan Permasalahannya Untuk Air Industry, Karya Ilmiah*. Sumatera Utara: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- [6] Linsley , R. K. (1995). *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Shahin, M., Lange, S., & Oorschot, H. (1993). *Statistical Analysis in Water Resources Engineering*. Rotterdam: A.A Balkema.
- [8] Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.