

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM DI KECAMATAN DAHA
SELATAN KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN**

Rusdiannor¹, Fathurrahman², Adhi Surya³

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Banjarmasin, NPM 16640145

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Banjarmasin, NIDN 1122127301

³Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Banjarmasin, NIDN 1126058001

E-mail: Rusdiannor106@gmail.com

ABSTRAK

Rusdiannor (16640145), Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Judul Skripsi **“Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Di Kecamatan Daha Selatan Kabupaten Hulu Sungai Selatan”**

Sungai Negara menjadi sumber kehidupan bagi masyarakat Kalimantan Selatan Bagian Utara, baik untuk sumber air maupun sarana transportasi. Meskipun begitu air yang terdapat di Sungai Negara kurang layak dikonsumsi sehingga diperlukan pengelolaan penyediaan air bersih yang diberi nama PDAM Habirau untuk mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat setempat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total kebutuhan air bersih terhadap pelanggan PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan pada tahun saat ini, mengetahui total kebutuhan air bersih PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan untuk memenuhi kebutuhan penduduk tahun 2030, mengetahui kapasitas produksi PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan pada tahun 2030 dan mengetahui tingkat kehilangan air (*losses*) PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan selama 3 tahun terakhir.

Adapun hasil dari analisis terhadap kebutuhan air bersih PDAM di Kecamatan Daha Selatan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dapat diambil kesimpulan, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Habirau Kecamatan Daha Selatan sudah melayani kebutuhan pelanggan sampai bulan Mei 2020 berjumlah 2.058 pelanggan dengan konsumsi air 15,483 lt/dt atau 290,65 %, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) melayani kebutuhan penduduk pada tahun 2030 berjumlah 48688 jiwa, konsumsi air 73,257 lt/dt dan persentase layanan 61,428 %, kapasitas produksi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Habirau Kecamatan Daha Selatan dari tahun 2020 sampai tahun 2030 terhadap proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Daha Selatan tidak mencukupi karena saat ini kapasitas produksi hanya 45 lt/dt (tahun 2020), maka perlu adanya penambahan kapasitas

sebesar 28,257 lt/dt untuk mencukupi kebutuhan air penduduk Kecamatan Daha Selatan pada tahun 2030 dan tingkat kehilangan air (*losses*) PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan dari tahun 2017-2019 adalah sebesar 37.178,666 m³ atau 7,072 %

ABSTRACT

Rusdiannor (16640145), Department of Civil Engineering. Faculty of Engineering. Thesis Title "Analysis of Clean Water Needs of PDAMs in Daha Selatan District, Hulu Sungai Selatan District"

Sungai Negara is the source of life for the people of North Kalimantan, both for water sources and transportation facilities. Even so, the water in the Sungai Negara is not suitable for consumption, so a management of clean water supply called PDAM Habirau is needed to meet the local community's need for clean water.

This study aims to determine the total clean water needs of customers of PDAM Habirau, Daha Selatan District in the current year, knowing the total clean water needs of PDAM Habirau, Daha Selatan District to meet the needs of the population in 2030, knowing the production capacity of PDAM Habirau, Daha Selatan District in 2030 and know the level of water losses (*losses*) PDAM Habirau, South Daha District for the last 3 years.

As for the results of the analysis of the clean water needs of PDAMs in the South Daha District to meet the needs of clean water it can be concluded, the Regional Water Supply Company (PDAM) Habirau District of South Daha has served the needs of customers until May 2020 totaling 2,058 customers with water consumption of 15,483 lt / sec or 290.65%, the Regional Water Supply Company (PDAM) serving the needs of the population in 2030 amounted to 48688 people, water consumption 73,257 lt / sec and the percentage of service 61.442%, the production capacity of the Regional Water Supply Company (PDAM) Habirau District of South Daha Selatan from 2020 to 2030 on the projected population of South Daha District is insufficient because currently the production capacity is only 45 lt / sec (2020), it is necessary to add capacity by 28,257 lt / sec to meet the water needs of the population of South Daha District in 2030 and the level of water losses (*losses*) PDAM Habirau District of South Daha from 2017-2019 a is 37,178,666 m³ or 7.072%

Keywords: Clean Water, Services, losses

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa kepada manusia untuk sumber kehidupan. Zat ini mutlak dibutuhkan untuk kelangsungan hidup dan memberikan manfaat untuk mewujudkan kesejahteraan bagi seluruh masyarakat Kota maupun pedesaan. Masalah yang dihadapi dalam kurangnya pasokan air yaitu: dampak pertumbuhan penduduk, dampak pertumbuhan ekonomi dan tidak peduli lingkungan

Daha Selatan adalah sebuah Kecamatan di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan. Luas wilayahnya, 322,82 km² yang. Daha Selatan memiliki kepadatan penduduk tertinggi dibanding wilayah Daha lainnya, yaitu Daha Utara dan Daha Barat. Seperti dua Kecamatan lainnya, Daha Selatan merupakan wilayah lahan rawa, yang sepanjang musim hujan selalu tergenang air. Sungai Negara menjadi sumber kehidupan bagi masyarakat Kalimantan Selatan Bagian Utara, baik untuk sumber air maupun sarana transportasi.

Meskipun begitu air yang terdapat di Sungai Negara kurang layak dikonsumsi sehingga diperlukan pengelolaan penyediaan air bersih yang diberi nama PDAM Habirau untuk mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat setempat.

TINJAUAN PUSTAKA

Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran (Moegijantoro, 1996).

Untuk merumuskan penggunaan air oleh masing-masing komponen (kelompok per Sambungan Rumah) dalam perencanaan dan perhitungan digunakan asumsi- asumsi atau pendekatan-pendekatan berdasarkan kategori kota seperti pada Tabel 2.2 berikut

Tabel 2. 1 Tingkat Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Sistem	Tingkat Pemakaian Air (liter/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	> 1.000.000	Non Standar	190
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	Non Standar	170
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	Non Standar	150
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	Standar BNA	130
5	Kota Kecamatan	< 20.000	Standar IKK	100
6	Kota Pusat Pertumbuhan	< 3.000	Standar DPP	30

Sumber : SK-SNI Air Bersih, 1990

Tabel 2. 2 Tingkat Pemakaian Air Non Rumah Tangga

No	Non Rumah Tangga (fasilitas)	Tingkat Pemakaian Air
1	Sekolah	10 liter/hari
2	Rumah Sakit	200 liter/hari
3	Puskesmas	(0,5 - 1) m ³ /unit/hari
4	Peribadatan	(0,5 - 2) m ³ /unit/hari
5	Kantor	(1 - 2) m ³ /unit/hari
6	Toko	(1 - 2) m ³ /unit/hari
7	Rumah Makan	1 m ³ /unit/hari
8	Hotel/Losmen	(100 - 150) m ³ /unit/hari
9	Pasar	(6 - 12) m ³ /unit/hari
10	Industri	(0,5 - 2) m ³ /unit/hari
11	Pelabuhan/Terminal	(10 - 20) m ³ /unit/hari
12	SPBU	(5 - 20) m ³ /unit/hari
13	Pertamanan	25 m ³ /unit/hari

Sumber : SK-SNI Air Bersih, 1990

Tabel 2. 3 Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan (Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan 1990)

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3	Lingkup Pelayanan	60-100 %
4	Perbandingan HU : SR	20:80 – 50:50
5	Kebutuhan non domestik	5 %
6	Kehilangan air akibat Kebocoran	15 %
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 Qr
8	Pelayanan HU	100 orang /unit
9	Pelayanan SR	10 orang/unit
10	Jam Operasi	12 jam/hari
11	Aliran Maksimum HU	3000 l/hari
12	Aliran Maksimum SR	900 l/har
13	Periode Perencanaan	10 tahun

Sumber : Lambertus Tanudjaja, 2011

Kecamatan Daha Selatan Hulu Sungai Selatan penduduknya pada tahun 2019 berjumlah 42.518 jiwa. Sehingga termasuk kategori kota kecil sehingga rata-rata kebutuhan air bersih minimum adalah 130 lt/dt

Untuk menganalisis pelayanan PDAM di asumsikn jumlah rata-rata penghuni per pelanggan sebesar 5 orang, sehingga debit minimum yang harus terpenuhi oleh PDAM terhadap 1 pelanggan adalah sebesar 26 m³ perbulan, debit minimum inilah dasar yang di gunakan sebagai dasar dalam menganalisis jaringan PDAM.

Perkiraan Jumlah Penduduk

a. Metode Artimatik

Rumus yang digunakan :

$$P_n = P_o + (K_a \cdot X) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$K_a = \frac{P_a - P_t}{t}$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk pada n tahun mendatang

P_t = Jumlah penduduk pada awal tahun data

P_o = Jumlah penduduk pada akhir tahun data

X = Selang waktu (tahun dari n - tahun terakhir)

t = Jumlah data dikurangi 1

K_a = Pertambahan Penduduk rata-rata

b. Metode Geometrik

Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o \times (1 + R)^n \dots \dots \dots (2.2)$$

$$P_n = P_o \times (1 + R)^n$$

$$R = ((P_o / P_t)^{(1/n-1)}) - 1$$

Dimana :

R = Ratio kenaikan penduduk rata-rata per tahun

P_t = Jumlah penduduk pada awal data

P_o = Jumlah penduduk pada akhir data

n = selang waktu (tahun n - tahun terakhir)

t = Jumlah data dikurang 1

c. Metode least square

Rumus yang digunakan

$$y = a + b \cdot (x) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$a = \frac{[(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)]}{[n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2]}$$

$$b = \frac{[n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)]}{[n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2]}$$

Dimana : y = nilai variabel berdasarkan garis regresi
 x = variable independen
 a = konstanta
 b = koefisien arah regresi linear

d. Standar deviasi

Untuk menentukan pilihan rumus proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan menghitung standar deviasi atau koefisien kolerasi,

Adapun standar deviasi yang diambil dari beberapa metode yang digunakan adalah standar deviasi yang kecil. Penyimpangan yang terkecil akan diambil patokan untuk perkiraan atau proyeksi penduduk yang sesuai dengan daerah yang akan diobservasikan, dengan rumus :

$$SD = \sqrt{\frac{(Y_i - Y_n)^2}{(n-2)}} \dots\dots\dots 2.4$$

1. **Perkiraan Kebutuhan Air Bersih**

Kemampuan layanan PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan secara makro adalah kemampuan layanan secara keseluruhan dalam arti data yang diambil berasal dan seluruh pelanggan PDAM.

kemampuan layanan PDAM di kelompokkan menjadi 2 (Triadmodjo N Haryanto, 2001) yaitu:

A. Kemampuan Pelayanan Terhadap Pelanggan

Dengan membandingkan total kebutuhan pelanggan terhadap kemampuan produksi yang dimiliki oleh pihak PDAM, sehingga layanan PDAM terhadap pelanggan:

$$\frac{\text{total produksi air bersih dari PDAM}}{\text{total kebutuhan air bersih dari seluruh pelanggan}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

B. Kemampuan Pelayanan Terhadap Penduduk

Agar mengetahui tingkat kemampuan layanan PDAM Habirau terhadap kebutuhan air bersih dari seluruh penduduk Daha Selatan baik domestik maupun non domestik :

$$\frac{\text{total produksi air dari PDAM}}{\text{total kebutuhan air bersih dari seluruh penduduk}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

2. **Kehilangan Air (Water losses)**

Perkiraan kehilangan jumlah air ini disebabkan adanya sambungan pipa yang bocor, pipa yang retak dan akibat kurang sempurna waktu pemasangan pencucian pipa, kerusakan water meter, pelimpah air di menara air, dan lain- lain.

Untuk menghitung persen/besarnya kehilangan air (*Water losses*) di hitung dengan menggunakan rumus perhitungan (Tornton, 2008):

$$\text{Jumlah kehilangan air (Water losses) = Produksi (D) – Penggunaan (K)....(2.7)}$$

$$\text{Persentase kehilangan air (Water losses)} = \frac{D-K}{K} \times 100 \%$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode perhitungan

Metode perhitungan adalah langkah langkah dalam menganalisis terhadap masalah yang di dapati. Pada tahapan ini analisa data dapat dilakukan beberapa kegiatan yang mengacu kepada rumus-rumus dan literatur berhubungan dengan penulisan skripsi ini, sehingga nantinya dapat diambil suatu kesimpulan sesuai dengan tujuan penulisan skripsi ini. Metode perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Agar proyeksi jumlah penduduk pada waktu yang akan datang mendekati kebenarannya, maka digunakan beberapa metode sebagai dasar penelitian

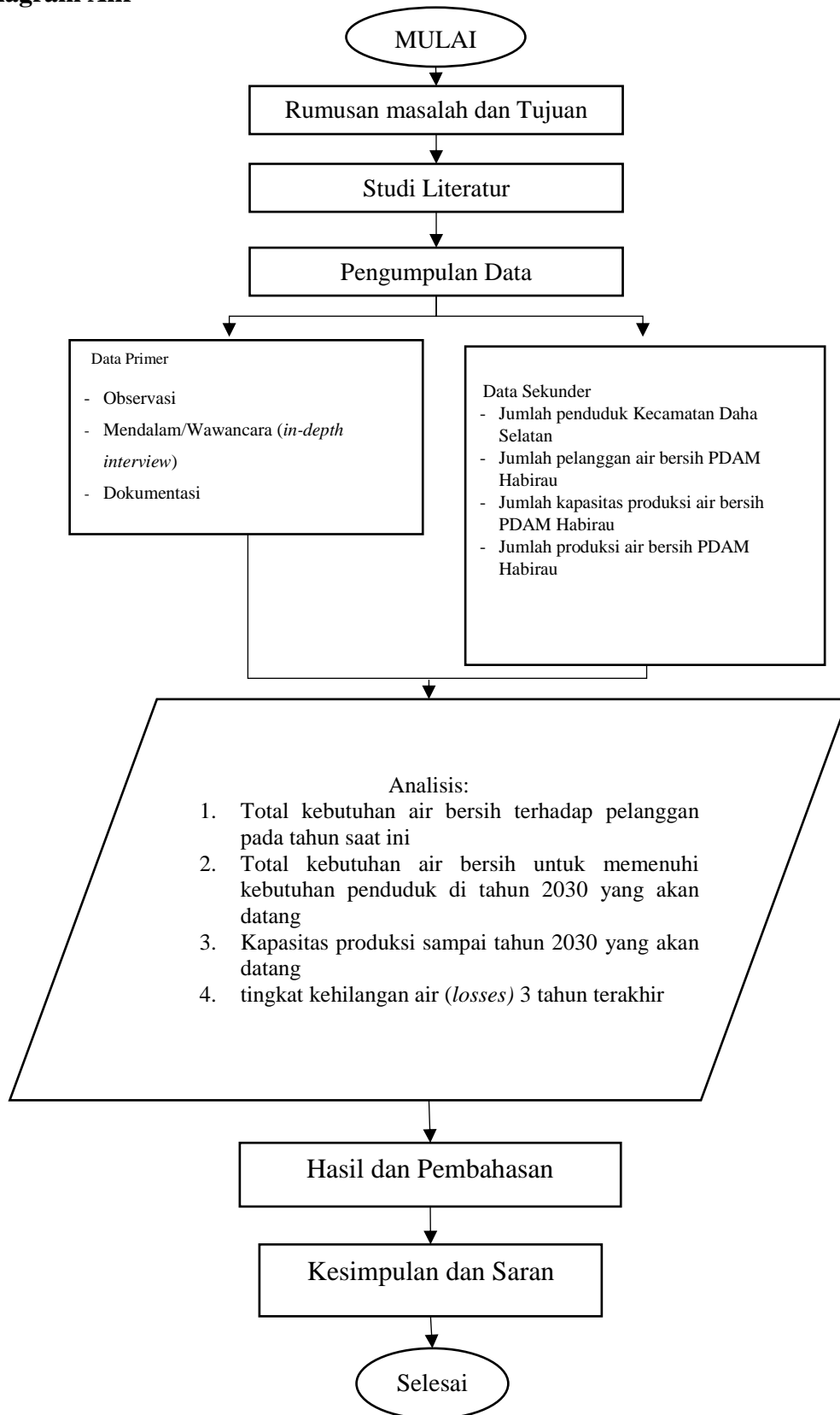
- Metode Aritmatik
- Metode Geometrik
- Metode Least Square

- Kemampuan Layanan Terhadap Penduduk

Kemampuan layanan PDAM Habirau terhadap penduduk yaitu kemampuan untuk memenuhi seluruh kebutuhan pelanggan yang merupakan pelanggan PDAM saat ini dan pelanggan untuk perencanaan 10 tahun yang akan datang.

- Kehilangan air (*Water losses*)

Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Aritmatik

Tabel Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Aritmatik

tahun	Xi	Pn
2020	1	42892
2021	2	43267
2022	3	43641
2023	4	44015
2024	5	44390
2025	6	44764
2026	7	45138
2027	8	45513
2028	9	45887
2029	10	46261
2030	11	46636

Sumber : Hasil Perhitungan

Metode Geometrik

Tabel Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Geometrik

Tahun	Xi	Pn
2020	1	42906
2021	2	43297
2022	3	43692
2023	4	44091
2024	5	44493
2025	6	44899
2026	7	45308
2027	8	45722
2028	9	46139
2029	10	46560
2030	11	46984

Sumber : Hasil Perhitungan

Metode Metode Last Square

Tabel Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan

tahun	Xi	Pn
2020	11	47574
2021	13	48419
2022	15	49265
2023	17	50111
2024	19	50956
2025	21	51802
2026	23	52647
2027	25	53493
2028	27	54339
2029	29	55184
2030	31	56030

Kemampuan Layanan Terhadap Pelanggan

Tabel 4. 1 Layanan PDAM Terhadap Pelanggan Tahun 2017-2020 dan Konsumsi Air Pelanggan

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Air Pelanggan (lt/dt)	Persentase Layanan (%)
2017	1.095	8,238	121,39
2018	773	5,815	257,94
2019	1.734	13,045	344,96
2020	2.058	15,483	290,65

Sumber : Hasil perhitungan

Kemampuan Layanan Terhadap Penduduk

Tabel 4. 2 Layanan PDAM Terhadap Penduduk Tahun Proyeksi 2020-2030 Dan Konsumsi Air Penduduk

Tahun	Jumlah Proyeksi Penduduk (Jiwa)	Konsumsi Air Penduduk (lt/dt)	Persentase Layanan (%)
2020	47574	71,581	62,866
2021	48419	72,853	61,769
2022	49265	74,126	60,708
2023	50111	75,398	59,683
2024	50956	76,670	58,693
2025	51802	77,943	57,735
2026	52647	79,214	56,808
2027	53493	80,487	55,910
2028	54339	81,760	55,039
2029	55184	83,031	54,196
2030	56030	84,304	53,378

Sumber : Hasil Perhitungan

Kapasitas Produksi

Tabel 4. 3 Kapasitas Produksi Terhadap Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun 2020-2030

Tahun	Konsumsi Air Penduduk (lt/dt)	Kapasitas Produksi (lt/dt)	Kekurangan Produksi (lt/dt)
2020	71,581	45	26,581
2021	72,853	45	27,853
2022	74,126	45	29,126
2023	75,398	45	30,398
2024	76,670	45	31,670
2025	77,943	45	32,943

2026	79,214	45	34,214
2027	80,487	45	35,487
2028	81,760	45	36,760
2029	83,031	45	38,031
2030	84,304	45	39,304

Sumber: hasil perhitungan

Kehilangan Air (Losses)

Tabel 4. 4 Analisis Kehilangan Air (Losses)

Tahun	Produksi	Penggunaan	Kehilangan	Persentase Kehilangan
2017	259.200	242.112	17.088	6,593
2018	197.100	189.182	7.918	4,017
2019	788.400	704.790	83.610	10,605

Sumber : Hasil perhitungan

PENUTUP

Dari hasil pembahasan dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk kemampuan pelayanan terhadap pelanggan, PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan pada Mei tahun 2020 melayani 2058 pelanggan, dengan asumsi 1 pelanggan dikonsumsi 5 jiwa dengan kapasitas 45 lt/dt, PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan dengan konsumsi air pelanggan 15,483 lt/dt dan persentase layanan sebesar 290,65 %
2. Untuk kemampuan pelayanan terhadap penduduk pada tahun 2020 adalah 47574 jiwa, konsumsi air sebesar 71,581 lt/dt, persentase layanan 62,866 % dan sampai tahun 2030 berjumlah 56030 jiwa, konsumsi air 84,304 lt/dt dan persentase layanan 53,378 %
3. Kapasitas produksi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Habirau Kecamatan Daha Sealatan pada tahun 2030 yaitu sebesar 84,304 lt/dt
4. Tingkat kehilangan air (*losses*) PDAM Habirau Kecamatan Daha Selatan wajar dimana tingkat kehilangan air sebesar 37.178,666 m³ atau 7,072 %
5. .

DAFTAR PUSTAKA

Albari. *Analisa Penyediaan Air Bersih Pdam Unit Dusun Tengah Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Di Kota Ampah Kabupaten Barito Timur*. Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin 2019 : Hal 13

Badaruddin. *Analisis Kebutuhan Air di Sub DAS Kusambi DAS Batulicin Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan*. *EnviroSciencieae* 13.2 (2017): 113-121

Bashir, Asep Muhammad, and Sobar Ihsan. *Analisis Perancangan Pompa Untuk Air Bersih Pdam Desa Sungai Danau Kota Batulicin*. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 4.2 (2020).

Depertemen Pekerjaan Umum, 2006. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, Modul: 1, Direktorat Jendral Cipta Karya, hal 9-11.

Djafar, Yusda. *Analisis Tingkat Pelayanan Pdam Unit Telaga Kabupaten Gorontalo*. *radial: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi* 3.1 (2015): 5-14.

Direktor Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Pengembangan Air Minum*. Jilid VI

Fahrival, Muhammad. *Prediksi Kebutuhan Air Bersih Tahun 2028 PDAM Unit IKK Belawang-Wanaraya*. Poros Teknik 11.2 (2019): 56-63

Fuazen, Fuazen, Urai Iqbal, and Eko Sarwono. *Analisa Sistem Kinerja Booster Pump Di Sepakat 2 A. Yani Cabang Pdam Tirta Khatulistiwa, Jalan Imam Bonjol, Pontianak Selatan, Kota Pontianak, Kalimantan Barat*. Suara Teknik: Jurnal Ilmiah 10.2 (2019).

Gaib, Dwi Tirta Yudha, Lambertus Tanudjaja, and Liany A. Hendratta. *Perencanaan Peningkatan Kapasitas Produksi Air Bersih Ibukota Kecamatan Nuangan*. Jurnal Sipil Statik 4.8 (2016).

Kusumo, Bondan Jati, and Yuli Priyana. *Pola Konsumsi Air Untuk Kebutuhan Domestik Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Di Kecamatan Manyaran Kabupaten Wonogiri*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016

Mirwan, Agus. *Pemanfaatan Kembali Limbah Padat Lumpur PDAM Untuk Penjernihan Air dari Sungai Martapura Kalimantan Selatan*. Bumi Lestari Journal of Environment 12.1 (2012): 77-84.

Noviana, Sri, Deasy Arisanty, and Ellyn Normelani. *Pemanfaatan Air Sungai Kanal Tamban Untuk Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Di Kecamatan Tamban Kabupaten Barito Kuala*. JPG (Jurnal Pendidikan Geografi) 5.1 (2018).

Sarungallo, Goberth Atto. *Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Pontianak Selatan Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat*. Reka Lingkungan 4.1 (2016).

Sistyanto, Niko Agus, and M. Pramono Hadi. *Penggunaan Air Domestik Dan Willingness To Pay Air Bersih PDAM Di Kecamatan Temanggung Kabupaten Temanggung*. Jurnal Bumi Indonesia 1.3 (2012).

Susanto, Agung. *Studi Perencanaan Jaringan Suplai Air Untuk Meningkatkan Kebutuhan Air Bersih Di Kabupaten Kotabaru-Kalimantan Selatan*. Jurnal Rekayasa Sipil 3.1 (2018): 1-9

Tahsurur, Ahmad. *Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Instalasi Pengolahan Air Bersih Kecamatan Sanga Sanga Kabupaten Kutai Kartanegara*. Kurva S Jurnal Mahasiswa 1.1 (2019): 137-148.

Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan Bagian – I, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado*, hal. 3-4

Triadmodjo Nugroho dan Haryanto 2001. *Evaluasi kehilangan air jaringan air PDAM kota semarang*. Universitas Semarang.

Tornton dkk, 2008. *Penurunan Kehilangan Air*. Semarang

Wahyudi, Wahyudi, Sobar Ihsan, and Abdurahim Sidiq. *Analisis Perancangan Pompa Guna Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Pdam Kota Amuntai*. Al Jazari 3.1.

Wijanarko, Arif. *Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih unit Kedawung PDAM Sragen*. (2011)