

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DENGAN SISTEM POMPA HYDRAM (*HYDRAULIC WATERPAM*) DI KAMPUNG SAWANAWA DISTRIK ARSO KABUPATEN KEEROM

Nuril Jannatin Laily^{1*}, Dewi Anggraeni², dan Arief Fath Atiya³

¹Mahasiswa pada Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, *e-mail: nurilj996@gmail.com

²Dosen pada Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, e-mail: dewipapua2009@gmail.com

³Dosen pada Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, e-mail: arief.ustj@gmail.com

ABSTRAK

Kampung Sawanawa Distrik Arso Kabupaten Keerom belum dilengkapi dengan sistem penyediaan air bersih sehingga masyarakat kesulitan mendapat air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, selain memanfaatkan air hujan, masyarakat mengandalkan satu-satunya sumur milik kepala desa. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan sistem penyediaan air bersih di Kampung Sawanawa. Sistem penyediaan air bersih di Kampung Sawanawa direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2032. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana dilakukan dengan menggunakan metode geometrik untuk memprediksi jumlah penduduk mendatang dan kebutuhan air bersih. Jumlah penduduk Kampung Sawanawa hingga tahun rencana 2032 adalah 300 jiwa, dengan debit kebutuhan air bersih sebesar 0,50 liter/detik dan kebutuhan air jam puncak sebesar 1,11 liter/detik untuk cakupan pelayanan 100%. Direncanakan sumber air berasal dari mata air yang keluar dari bebatuan di dalam hutan Kampung Sawanawa, dengan debit sebesar 1,32 liter/detik, lebih besar dari debit kebutuhan air. Pada sistem penyediaan air bersih di Kampung Sawanawa, direncanakan menggunakan pompa hydam dengan ukuran 3 inci yang memiliki daya angkat hingga 50 m, pipa transmisi menggunakan ukuran 4, 3, dan 2 inci, dan pipa distribusi menggunakan ukuran 1 inci, menggunakan pipa HDPE yang dihitung secara manual dengan menggunakan rumus Hazen-William. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui tandon air di kampung.

Kata kunci: *Pertumbuhan Penduduk, Debit Kebutuhan Air Bersih, Pompa Hydam*

1. PENDAHULUAN

Kampung Sawanawa Distrik Arso Kabupaten Keerom belum dilengkapi dengan sistem penyediaan air bersih sehingga masyarakat kesulitan mendapat air bersih. Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena dalam segala kegiatan yang dilakukannya, manusia membutuhkan air terutama air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, selain memanfaatkan air hujan, masyarakat mengandalkan satu-satunya sumur milik kepala desa. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan sistem penyediaan air bersih di Kampung Sawanawa.

Usaha memperoleh air untuk memenuhi kebutuhan hidup dapat dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alam dan hukum dasar fisika ataupun dengan memanfaatkan peralatan mekanis hasil karya manusia. Salah satu aktivitas yang memerlukan sumber daya lebih adalah mengangkat air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Karena itu diperlukan suatu pompa yang didesain, dirancang, dan dibuat yang diperkirakan mampu untuk mengangkat air dari permukaan yang lebih rendah ke permukaan yang lebih tinggi tanpa energi listrik dan bahan bakar. Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya. Pompa juga dapat digunakan untuk memindahkan fluida ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi atau memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu. Pompa tersebut dinamakan pompa Hydam. Pompa inilah yang dipertimbangkan penggunaannya dalam sistem penyediaan air bersih yang direncanakan di Kampung Sawanawa Distrik Arso Kabupaten Keerom.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Metode Geometrik

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda. Metode ini memperhatikan suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian tetap, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum.

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

Menghitung rasio = $\left(\frac{P_t}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$

dengan:

- P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun proyeksi
- P_o = jumlah penduduk pada awal proyeksi
- r = rata-rata persentase tambahan penduduk tiap tahun (rasio)
- n = kurun waktu proyeksi

Metode Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah yang memiliki karakteristik perkembangan penduduk selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek.

$$P_n = P_o + a .n \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

- P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode
- P_o = jumlah penduduk pada awal proyeksi
- a = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun (rasio)
- n = kurun waktu proyeksi

Metode Eksponensial

Menurut Adioetomo dan Samosir (2010), metode eksponensial menggambarkan pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit demi sedikit sepanjang tahun, berbeda dengan metode geometrik yang mengasumsikan bahwa pertambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat selama kurun waktu tertentu. Formula yang digunakan pada metode eksponensial adalah:

$$P_t = P_o e^{rt} \dots\dots\dots(3)$$

Menghitung rasio = $\left(\frac{P_t}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$

Di mana:

- P_t : jumlah penduduk pada tahun t
- P_o : jumlah penduduk pada tahun dasar
- r : laju pertumbuhan penduduk
- t : periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)
- e : bilangan pokok dari sistem logaritma natural (ln) yang besarnya adalah 2,7182814

Dalam perhitungan pertumbuhan penduduk dengan menggunakan rata-rata persentase, akan bergantung pada jumlah penduduk tahun rencana, yang harus digolongkan terlebih dahulu apakah masuk ke dalam kategori kota atau pedesaan. Laju pertumbuhan penduduk terdiri dari: (1) Laju pertumbuhan cepat, apabila angka pertumbuhan penduduk mencapai lebih dari 2% setiap tahunnya; (2) Laju pertumbuhan sedang,

apabila angka pertumbuhan penduduk berkisar antara 1% – 2% setiap tahunnya; dan (3) Laju pertumbuhan lambat, apabila angka pertumbuhan penduduk kurang dari 1% setiap tahunnya.

Debit Kebutuhan Air Bersih

Kementerian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jenderal Cipta Karya pada tahun 1996 telah menetapkan standar kebutuhan air bersih pada sektor domestik (perumahan) yang terbagi dalam berbagai kategori berdasarkan ukuran kota dan sektor non-domestik (niaga, industri, pariwisata dan fasilitas umum).

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Bersih

URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
	> 1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/org/hari)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3. Konsumsi unit non domestik					
a. Niaga Kecil (liter/mt/hari)	600 - 900	600 - 900		600	
b. Niaga Besar (liter/mt/hari)	1000 - 5000	1000 - 5000		1500	
c. Industri Besar (liter/detik/ha)	0.2 - 0.8	0.2 - 0.8		0.2 - 0.8	
d. Pariwisata (liter/detik/ha)	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3		0.1 - 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian
6. Faktor Jam Puncak	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 *hari maks	1.75 *hari maks
7. Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan Di penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12. SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
13. Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996

Persentase Kebutuhan dan Kehilangan Air per Tahun

- a). Proyeksi Jumlah Penduduk (ΣP) = jiwa
- b). Persentase Cakupan Pelayanan (CP % = 100%)
- c). Jumlah Persentase yang akan dilayani (ΣPt = CP % x ΣP)
- d). Menghitung Kebutuhan air untuk Sambungan Rumah (SR)
 - *Persentase Sambungan Rumah (SR% = 100 %)
 - *Jumlah Penduduk yang dilayani menggunakan SR (ΣPsr) = SR% x ΣPt
 - *Kebutuhan Air SR (Qsr) = ΣPsr x Konsumsi Air (dsr)
- e). Kebutuhan Air Hidran Umum (HU)
 - *Persentase HU = 0 %
 - *Jumlah Penduduk yang dilayani HU = 0 Jiwa
 - *Kebutuhan Air HU (Qhu) = 0 Liter/hari
- f).Kebutuhan Air Domestik
 - *Domestik (Qd) = Qsr + Qhu
- i). Kebutuhan Air Non-Domestik (Qnd)
 - *Menurut IKK 1990 kebutuhan air non domestik diambil 5 % dari kebutuhan domestik
- j). Kebutuhan air / hari (Qtotal) = Qd + Qnd
- k). Kebocoran air (Qwl) = Q x wl
 - Kebocoran ditentukan dari persentase air yang didistribusikan. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996, persentase kebocoran air tidak boleh lebih dari 20% - 30%
 - *wl = Faktor unit kebocoran (kehilangan air 30%)

* Kebocoran air (Q_{wl}) = $Q \times w_l$

l).Kebutuhan Rata-rata per hari (Q_{av})

* $Q_{av} = Q_d + Q_{nd} + Q_{wl}$

m).Kebutuhan Air Maksimum (Q_{max})

* F_{max} = Faktor Harian Maximum(1,15– 1,25 => (Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Bersih, untuk rumah di pedesaan)

*Kebutuhan air maximum (Q_{max}) = $F_{max} \times Q_{av}$

n).Kebutuhan Air Jam Puncak (Q_{peak})

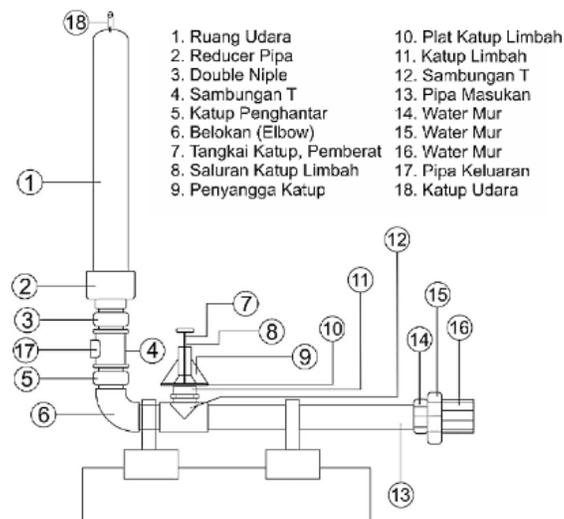
* F_{peak} = Fluktuasi Jam Maximum (1,75 => (Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Bersih, untuk rumah di pedesaan)

* $Q_{max} = F_{peak} \times Q_{max}$

Pompa

Bagian-Bagian Pompa Hydran

Bagian-bagian pompa hydran dapat dilihat dari penampang samping pompa hydran (lihat Gambar 1).



Sumber : Nurhidayati, 2017: 6

Gambar 1. Penampang Samping Pompa Hydran

3. METODOLOGI PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Data Primer

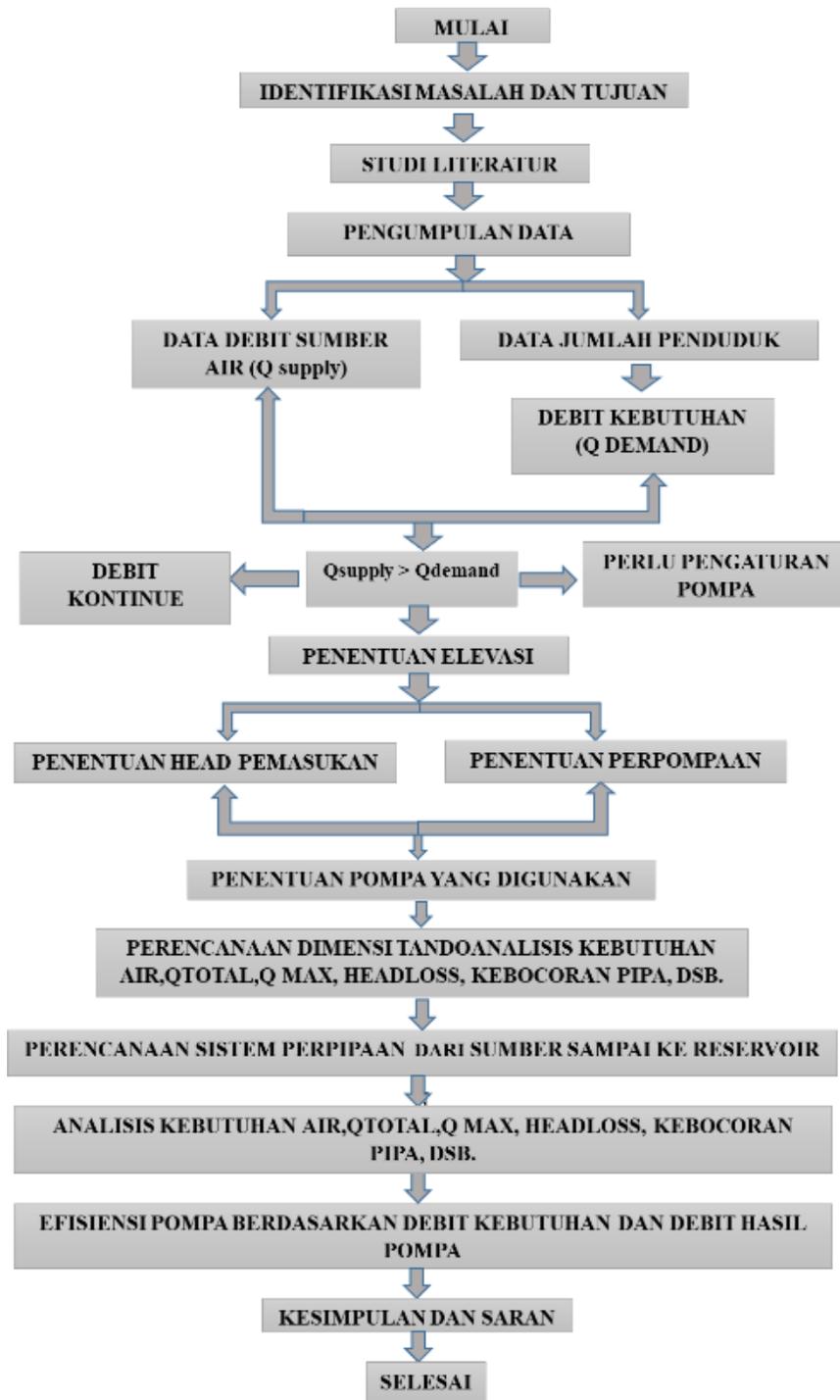
Data primer diperoleh lewat wawancara (*interview*), yaitu dengan melakukan tanya jawab terhadap para narasumber yang terlibat dalam perencanaan pekerjaan tersebut, dan pengamatan langsung di lapangan (observasi).

Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai referensi atau pustaka yang terkait dengan topik penelitian ini dan konsultan yang terlibat dalam kegiatan perencanaan sistem air bersih di Kampung Sawanawa.

Bagan Alur Penelitian

Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Penduduk

1. Perhitungan tahun 2032

Perhitungan rasio : $\left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$

$$\text{Rasio RT 01} = ((146/143)^{1/1})-1 \\ = 0,02$$

$$\text{Rasio RT 02} = ((63/62)^{1/1})-1 \\ = 0,02$$

$$\text{Rasio RT 03} = ((84/81)^{1/1})-1 \\ = 0,04$$

Metode Geometrik

- RT 01 : $P_t 2032 = 146 \times (1+0,02)^1 = 149$ jiwa

- RT 02 = 64 jiwa

- RT 03 = 87 jiwa

Total warga Kampung Sawanawa pada tahun 2032 = RT 01 + RT 02 + RT 03 = 300 jiwa

Metode aritmatik

- RT 01 : $P_t 2032 = 146 (1 + 0,02 \times 1) = 149$ jiwa

- RT 02 = 64 jiwa

- RT 03 = 87 jiwa

Total warga Kampung Sawanawa pada tahun 2032 = RT 01 + RT 02 + RT 03 = 300 jiwa

Metode Eksponensial

- RT 01 : $P_t 2032 = 146 (2,72^{0,02*1}) = 154$ jiwa

- RT 02 = $P_t 2032 = 66$ jiwa

- RT 03 = $P_t 2032 = 92$ jiwa

Total warga Kampung Sawanawa pada tahun 2032 = RT 01 + RT 02 + RT 03 = 313 jiwa

Perhitungan Kebutuhan dan Kehilangan Air per Tahun

1. Proyeksi Tahun 2032 (100%)

a). Proyeksi Jumlah Penduduk (ΣP) = 300 jiwa

b). Persentase Cakupan Pelayanan (CP % = 100%)

c). Jumlah Persentase yang akan dilayani ($\Sigma P_t = CP \% \times \Sigma P$)
= 100 % x 300 Jiwa
= 300 Jiwa

d). Menghitung Kebutuhan air untuk Sambungan Rumah (SR)

*Persentase Sambungan Rumah (SR% = 70%)

*Jumlah Penduduk yang dilayani menggunakan SR ($\Sigma P_{sr} = SR\% \times \Sigma P_t$)
= 70 % x 300 Jiwa
= 210 Jiwa

*Kebutuhan Air SR ($Q_{sr} = \Sigma P_{sr} \times \text{Konsumsi Air (dsr)}$)
= 210 Jiwa x 80 Liter / Jiwa/Hari
= 16800 Liter/ Hari

e). Kebutuhan Air Hidran Umum (HU)

*Persentasi HU = 30 %

*Pelayanan hidran umum = 40 liter/orang/hari

*Menurut IKK 1990 pelayanan hidran umum mencakup 100 jiwa / unit

*Kebutuhan Air HU unit ($Q_{hu} = (300 \times 30\%) = 90$)
= 90 x 40 = 3.600 liter/hari

* kebutuhan HU = 1 unit

f). Kebutuhan Air Domestik ($Q_d = Q_{sr} + Q_{hu}$)

$$= 16800 \text{ Liter/hari} + 3600 \text{ liter /hari}$$

$$\text{*Kebutuhan Air Domestik (Qd)} = 20400 \text{ Liter /hari} = 20,400 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

g). Kebutuhan Air Non-Domestik (Qnd)

Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan, kebutuhan air untuk non domestik yang dipakai sebesar 5 %. Berikut ini merupakan perhitungan air non-domestik Kampung Sawanawa

$$\text{*Qnd} = 5\% \times \text{Qd}$$

$$= 5\% \times 20400$$

$$= 1020 \text{ liter/hari}$$

$$\text{*Qnd} = 1020 \text{ liter/unit per hari} = 1,020 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

h). Kebutuhan air / hari (Qtotal) = Qd + Qnd

$$\text{*Kebutuhan Air Per hari (Qtotal)} = 20400 \text{ liter/hari} + 1020 \text{ liter/hari}$$

$$= 21420 \text{ liter/hari} = 21,420 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

i). Kebocoran air (Qwl) = Q x wl

Kebocoran ditentukan dari persentase kebocoran air yang ditetapkan. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996, persentase kebocoran air tidak boleh lebih dari 20% - 30%. Berikut ini perhitungan kebocoran air yang diasumsikan mencapai 30%.

$$\text{*wl} = \text{Faktor unit kebocoran (kehilangan air 30\%)}$$

$$\text{*Kebutuhan air Kebocoran (Qwl)} = \text{Qtotal} \times \text{wl}$$

$$= 21420 \text{ Liter / hari} \times 30\%$$

$$\text{*Kebutuhan air Kebocoran (Qwl)} = 6426 \text{ Liter/ Hari} = 6,426 \text{ m}^3 \text{ / hari}$$

j). Kebutuhan Rata-rata per hari (Qav)

$$\text{*Qav} = \text{Qd} + \text{Qnd} + \text{Qwl}$$

$$= 20400 \text{ liter/hari} + 1020 \text{ liter/hari} + 6426 \text{ liter/hari}$$

$$= 27846 \text{ liter/hari} = 27,846 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

k). Kebutuhan Air Maksimum (Qmax)

*Fmax = Faktor Harian Maximum (1,15– 1,25 => (Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Bersih, untuk Pedesaan)

$$\text{*Kebutuhan air maximum (Qmax)} = \text{Fmax} \times \text{Qav}$$

$$= 1,25 \times 27846 \text{ liter/ hari}$$

$$= 34807 \text{ liter/hari} = 34,807 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

l). Kebutuhan Air Jam Puncak (Qpeak)

*Fpeak = Fluktuasi Jam Maximum (1,75 => (Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Bersih, untuk pedesaan)

$$\text{*Qmax} = \text{Fpeak} \times \text{Qmax}$$

$$= 1,75 \times 34807 \text{ liter /hari}$$

$$\text{*Qpeak} = 60912 \text{ liter / hari} = 60,912 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

Pengujian Pompa Hydram

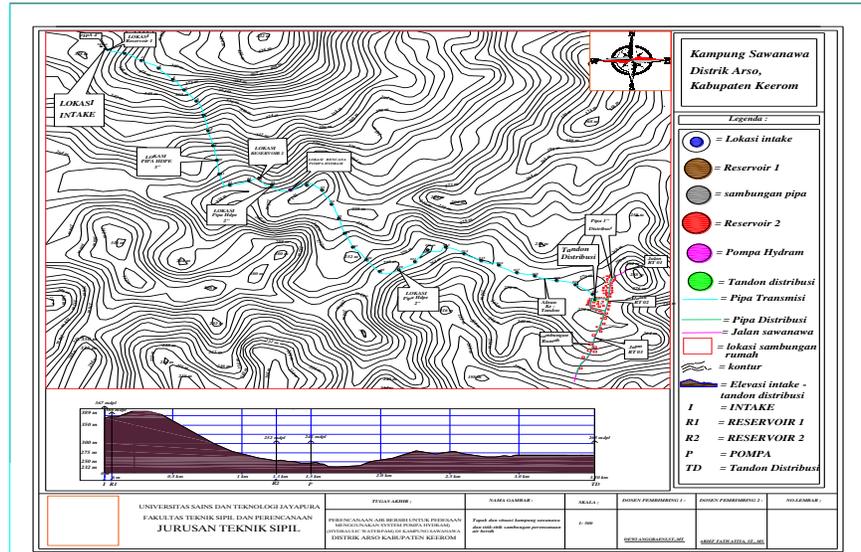
Tabel 2. Data Hasil Pengujian Debit air

No.	Pengujian ke-	Kapasitas botol	Waktu botol terisi penuh	Debit air	Ketinggian sumber air	ketinggian pompa	ketinggian air distribusi
1	1	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
2	2	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
3	3	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
4	4	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
5	5	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2m
6	6	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
7	7	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
8	8	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
9	9	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m
10	10	500 ML	30 detik	0.016 lt	1,10 cm	20 cm	2 m

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari data hasil pengujian yang sudah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa debit air bersifat konstan.

Lokasi Perencanaan



Sumber: Hasil Analisis, 2022
 Gambar 3. Titik-Titik Perencanaan dari Pompa sampai Tandon

Elevasi dan Koordinat Perencanaan

Tabel 3. Data Elevasi Pipa dari Sumber Tandon

No.	Jalur pipa	Panjang pipa terpasang (m)	Elevasi awal (mdpl)	Elevasi Akhir (mdpl)	Jarak (m) dari intake (sumber)	Beda tinggi elevasi
1	intake - Reservoir 1	6	367	368	6	1
2	Reservoir 1 - pipa 1	96	368	376	102	8
3	pipa 1 - pipa 2	98	376	387	200	11
4	pipa 2 - pipa 3	99	387	389	299	2
5	pipa 3 - pipa 4	99	389	380	398	9
6	pipa 4 - pipa 5	89	380	366	487	14
7	pipa 5 - pipa 6	92	366	347	579	19
8	pipa 6 - pipa 7	99	347	325	678	22
9	pipa 7 - pipa 8	99	325	303	777	22
10	pipa 8 - pipa 9	98	303	285	875	18
11	pipa 9 - pipa 10	99	285	273	974	12
12	pipa 10 - pipa 11	86	273	264	1060	9
13	pipa 11 - pipa 12	100	264	255	1160	9
14	pipa 12 - pipa 13	100	255	251	1260	4
15	pipa 13 - Reservoir 2	60	251	252	2320	1
16	Reservoir 2 - pipa O1	100	252	248	1400	4
17	pipa O1 - pompa	100	248	242	1500	6
18	pompa - pipa O2	100	242	241	1600	1
19	pipa O2 - pipa O3	100	241	233	1700	8
20	pipa O3 - pipa O4	100	233	235	1800	2
21	pipa O4 - pipa O5	100	235	240	1900	5
22	pipa O5 - pipa O6	100	240	249	2000	9
23	pipa O6 - pipa O7	100	249	254	2100	5
24	pipa O7 - pipa O8	100	254	265	2200	11
25	pipa O8 - pipa O9	100	265	277	2300	12
26	pipa O9 - pipa O10	100	277	273	2400	4
27	pipa O10 - pipa O11	100	273	272	2500	1
28	pipa O11 - pipa O12	100	272	275	2600	3
29	pipa O12 - pipa O13	100	275	267	2700	8
30	pipa O13 - pipa O14	100	267	262	2800	5
31	pipa O14 - pipa O15	100	262	260	2900	2
32	pipa O15 - pipa O16	100	260	263	3000	3
33	pipa O16 - pipa O17	100	263	264	3100	1
34	pipa O17 - pipa O18	100	264	263	3200	1
35	pipa O18 - pipa O19	100	263	262	3300	1
36	pipa O19 - pipa O20	100	262	265	3400	3
37	pipa O20 - pipa O21	100	265	266	3500	1
38	pipa O21 - Tandon distribusi	50	266	265	3550	1

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Pemilihan Pompa

- Ø ukuran badan pompa = 3 inci
- Ø Pipa pemasukan = 2 inci /63 mm
- Ø Pipa pengeluaran = 2 inci /63 mm
- Debit air yang akan dihasilkan = 1,57 liter/detik atau 94,6 liter/menit
- Daya angkat = 50 meter

Perencanaan Dimensi Reservoir

Perencanaan Penampungan

Penampungan adalah reservoir yang berfungsi untuk menampung air dari sumber sebelum dialirkan menuju pompa. Letak penampungan berada pada elevasi 252 m dpl dengan jarak 1,49 km dari sumber dan menjadi dasar dalam menentukan *head* pemasukan. Dengan dimensi 2,10 meter × 2,70 meter diperkirakan reservoir cukup untuk menampung air.

Tandon

Dasar dalam perencanaan dimensi tandon adalah nilai debit kebutuhan (*Qdemand*) saat kondisi puncak. Telah diketahui sebelumnya bahwa debit *output* pompa (*Qsupply*) sebesar, 1,57 liter/detik atau 5,7 m³/jam dan debit kebutuhan saat kondisi puncak sebesar 2,31 liter/detik atau 8,3 m³/jam. Kondisi puncak diasumsikan terjadi selama 5 jam (pukul 03.00-08.00) sehingga volume air yang harus tersedia sebesar selisih antara *Qsupply* dan *Qdemand* yaitu 13 m³.

Garis Energi

Pipa Pemasukan (Sumber – Tandon)

Data perhitungan ;

1. Debit sumber sumber : 1,32 lt/dt /1000 = 0,000132 m³ /dt
2. Debit rencana pompa : 1,57 lt/dt /1000 =0,00157 m³ /dt

3. Diameter pemasukan sumber : 4 inci / 0,11 meter
4. Diameter pemasukan pompa : 2 inci / 0,063 m
5. Koefisien Hazen = 130
6. pipa 4 inci = 110 mm (110/1000 = 0,11 m)

Berikut perhitungan dari *intake* ke reservoir 1 =

- Luas penampang = $\frac{1}{4} \times 3,14 \times r^2$
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,11^2$
 $= 0,009 \text{ m}^2$

- Percepatan aliran cairan dalam pipa =
 $v = Q/A$
 $= 0,00132 / 0,009 = 0,15 \text{ m/s}$

- Menurut Hazen :

Kerugian *head* dapat dihitung dengan Persamaan (2-9) perhitungan Kerugian *Head* pada Pipa Pemasukan dengan menggunakan persamaan Hazen William.

Data perhitungan:

$C_{hw} = 130$

$D = 110 \text{ mm}$ (diameter pipa rencana)

$Q = 1,32 \text{ lt/dt}$ (debit *intake*)

$L = 6 \text{ m}$ (jumlah pipa terpasang dari reservoir 2 sampai tendon distribusi)

Dengan menggunakan rumus ;

- H_f (*headloss* mayor)

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

$$= \frac{10,666 \times 0,00132^{1,85} \times 6}{130^{1,85} \times 0,11^{4,85}}$$

$$= 0,002 \text{ m}$$

Tabel 4. Perhitungan Kerugian *Head* pada Pipa Pemasukan

No.	Jalur pipa	L (m)	C (hdpe)	V (m/s)	ND (inch)	Nd (mm)	hf (m)
1	intake - Reservoir 1	6	130	0,15	4	110	0,002

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai kerugian *head* yang sangat kecil maka dapat diabaikan. Persamaan Bernoulli pada pipa pemasukan adalah sebagai berikut.

Tabel 5 Persamaan Bernoulli Pada Pipa Pemasukan

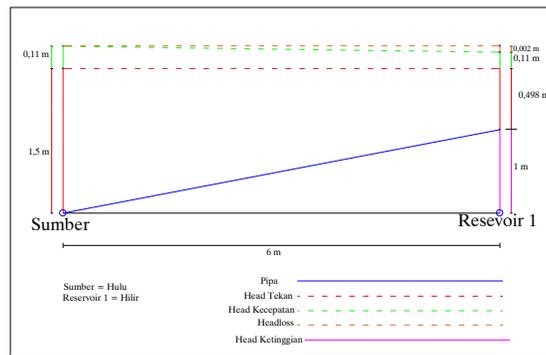
Pemasukan	=	$\frac{P_1}{\rho g}$ (m)	+	$\frac{V_1^2}{2g}$ (m)	+	Z_1 (m)	=	$\frac{P_2}{\rho g}$ (m)	+	$\frac{V_2^2}{2g}$ (m)	+	Z_2 (m)	+	hf (m)
Sumber(intake)	=	1,5	+	0,11	+	0	=	0,498	+	0,11	+	1	+	0,002

Nilai *head* tekanan pada sumber diperoleh dari nilai tinggi pada dimensi tampungan yaitu sebesar 1,5 meter. Nilai *head* ketinggian pada sumber diperoleh beda tinggi elevasi per titik pipa. Nilai tekanan pada p2 di peroleh dari *head* tekanan yang telah dikurangi dengan nilai *headloss* dan nilai tinggi pada p2 yaitu sebesar 0,498 meter. Pada perhitungan sebelumnya telah diketahui nilai V percepatan dalam pipa 0,15 m/s maka nilai *head* kecepatan pada sumber dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$= 0,15 / 2 \times 9,81 = 0,11 \text{ meter}$$

Dengan hukum kekekalan energi persamaan Bernoulli, maka pada komponen energi pada hulu dan hilir saluran dapat dijadikan dasar dalam menggambar garis energi pipa pemasukan dengan garis hijau sebagai pipa pengantar, garis ungu sebagai garis energi *head* ketinggian, garis merah sebagai garis energi *head* tekanan, garis biru sebagai garis energi *head* kecepatan dan garis jingga sebagai garis energi *head* loss.



Sumber: Hasil Analisis, 2022
Gambar 4. Garis Energi Pipa Pemasukan

Tekanan memiliki peran yang sangat penting dalam fluida. Bila tidak ada tekanan dalam sistem distribusi fluida atau kurang, maka fluida tidak dapat terdistribusi, terutama untuk memompa fluida menuju lokasi yang lebih tinggi. Sistem distribusi yang direncanakan harus mampu mendistribusikan air dari sumber menuju pompa. Setelah melakukan perhitungan hidrolika, informasi terkait perencanaan sistem distribusi air untuk kebutuhan air bersih selama 10 tahun, debit perhitungan untuk pompa hydam, dan debit yang dihasilkan pompa hydam untuk mengetahui efisiensi pompa hydam yang digunakan, dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 6. Debit Pompa Hydam Minimum dan Maksimum

No	debit pompa hydam minimum				No	debit pompa hydam maksimum			
1	Keluaran per detik	=	1,57	Lt/dt	1	Keluaran per detik	=	4,41	Lt/dt
2	Keluaran per menit	=	94,2	lt/ menit	2	Keluaran per menit	=	264,6	lt/ menit
3	Keluaran per jam	=	5652	Lt/jam	3	Keluaran per jam	=	15876	Lt/jam
4	Keluaran per hari	=	135648	Lt/hari	4	Keluaran per hari	=	381024	Lt/hari
5	Total m ³ /hari	=	135,648	m ³ /hari	5	Total m ³ /hari	=	381,024	m ³ /hari

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 7. Kebutuhan Cakupan Pelayanan 100% Kampung Sawanawa Tahun 2032

No	Kebutuhan per Hari Pada Tahun ke 10	Debit Air (m ³ /hari)
1	Kebutuhan rata-rata cakupan 100%	27,846
2	Kebutuhan maksimum cakupan 100%	34,087
3	Kebutuhan puncak cakupan 100%	60,912
4	Total hasil tanpa pompa	114,048
5	Total hasil dari pompa hydam (Q minimum)	135,648
6	Total hasil dari pompa hydam (Q maximum)	381,024

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari kedua tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pompa hydram dengan ukuran 3 inci akan menghasilkan debit sebanyak 135,648 m³ / hari. Angka tersebut lebih besar dari kebutuhan cakupan pelayanan 100 % pada tahun 2032, maka penggunaan pompa dianggap efisien.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, perencanaan sistem penyediaan air bersih di Kampung Sawanawa dapat memenuhi kebutuhan warga kampung pada tahun 2032. Sumber air diperoleh dari mata air yang muncul dari balik bebatuan di hutan Kampung Sawanawa dan sistem distribusi air bersih terdiri dari: 2 reservoir, pompa hydram, tandon, dan jaringan perpipaan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adioetomo, S.M. dan Samosir O. B. (2010). *Dasar-Dasar Demografi edisi 2*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Anonimous, (2011). *Sistem Penyediaan Air Bersih*.
- Adhitama, S. A. (2015). Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM.
- Anonimous, (1990). Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta.
- Anonimous, (2017). Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/PER/IV/2017 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Keerom. Distrik Arso Dalam Angka 2012 -2021.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Keerom, (2021). Peta Kabupaten Keerom. PUPR Kabupaten Keerom Bidang Penataan Ruang.
- Ditjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum, (1996). Kriteria Perencanaan Air Bersih.
- Nurhidayati, K. (2017). Sistem Penyediaan Air Bersih Pompa Hydram. *Jurnal Teknik*.
- PUPR, (2014). Pemanfaatan Pompa Hydram dalam Penyediaan Air Bersih.