

## Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kelurahan Maklalut Kabupaten Sorong

*Planning for a Clean Water Supply System in Maklalut Village, Sorong Regency*

**Yuli Prasti Ananda<sup>1</sup>, Achmad Rusdi<sup>2</sup>, Agung Pamudjianto<sup>3</sup>, dan Hendrik Pristiano<sup>4</sup>**

(1,2,3,4) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong

### Abstrak

Kelurahan Maklalut merupakan kelurahan yang ada di daerah dataran rendah, terdapat 3 RW (Rukun Warga) dan 10 RT (Rukun Tetangga) dan berdasarkan data kelurahan tahun 2021 total jumlah Kepala Keluarga (KK) di kelurahan ini sebanyak 244 KK dengan jumlah jiwa (penduduk) sebanyak 824 jiwa, terdiri atas 418 laki-laki dan 406 perempuan. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui kebutuhan air bersih di Kelurahan Maklalut pada 10 tahun mendatang. Metode yang digunakan untuk menganalisis jumlah penduduk 10 tahun mendatang yaitu metode Geometrik, melalui metode geometrik mendapatkan hasil jumlah penduduk sebanyak 855 Jiwa, dan kebutuhan air sebanyak 164.635 liter/hari. Perencanaan system penyediaan air bersih terdiri dari unit intake, water treatment, reservoir dan jaringan air bersih, dari kebutuhan seluruh system jaringan air bersih dibutuhkan anggaran sebesar Rp. 9.635.900.000,- (Sembilan miliar enam ratus tiga puluh lima juta Sembilan ratus ribu rupiah).

**Kata Kunci:** Kelurahan Maklalut, Sistem penyediaan, Air bersih.

### Abstract

*Maklalut Village is a village in a lowland area, there are 3 RW (Rukun Warga) and 10 RT (Rukun Tetangga) and based on village data for 2021 the total number of heads of household (KK) in this village is 244 families with a total population 824 people, consisting of 418 men and 406 women. The purpose of this study is to determine the need for clean water in the Maklalut Village in the next 10 years. The method used to analyze the population for the next 10 years is the geometric method, through the geometric method the results are a population of 855 people, and a water requirement of 164,635 liters/day. Planning for a clean water supply system consists of intake units, water treatment, reservoirs and networks. clean water, from the needs of the entire clean water network system, a budget of Rp. 9,635,900,000,- (Nine billion six hundred thirty-five million nine hundred thousand rupiah).*

**Keywords:** Maklalut Village, network system, Clean water.

## PENDAHULUAN

Kelurahan Maklalut merupakan kelurahan yang ada di daerah dataran rendah, terdapat 3 RW (Rukun Warga) dan 10 RT (Rukun Tetangga) dan berdasarkan data kelurahan tahun 2021 total jumlah Kepala Keluarga (KK) di kelurahan ini sebanyak 244 KK dengan jumlah jiwa (penduduk) sebanyak 824 jiwa, terdiri atas 418 laki-laki dan 406 perempuan

Kelurahan Maklalut adalah salah satu Kelurahan pada wilayah Distrik Mariat, Sebagian di wilayah Distrik Mariat terdapat pelayanan air bersih (PDAM) tetapi pada sebagian wilayah Kelurahan Maklalut belum terjangkau layanan air bersih, Wilayah tersebut berada pada RW I (RT 01, dan 03), RW II (RT 02, 03, dan 04), RW III (RT 01, 02, dan 03) yang merupakan daerah sulit air. Masyarakat di kelurahan ini sebagian besar bermata-pencarian atau bekerja sebagai pekebun dan memiliki kondisi keprihatinan ekonomi karena masih masuk dalam masyarakat kalangan bawah.

Melihat kebutuhan air di sebagian wilayah Kelurahan Maklalut yang belum terpenuhi dan juga merupakan permasalahan di sebagian besar wilayah ini maka dibutuhkan sebuah perencanaan penyediaan air bersih. Dalam sebuah perencanaan penyediaan air bersih maka dibutuhkan juga perencanaan distribusi yang baik dan di harapkan mampu memberikan layanan kebutuhan air bersih sesuai dengan proyeksi kebutuhan air di masa yang akan datang untuk penduduk di kelurahan ini. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui kebutuhan air bersih di Kelurahan Maklalut pada 10 tahun mendatang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sumber Air Baku

Air merupakan kebutuhan bagi semua makhluk hidup, sebagaimana pengetahuan umum. dimana air dapat ditemukan sebagai cairan (air), padat (es), dan (penguapan). Air dimanfaatkan oleh manusia tidak hanya

(\*)Corresponding author

Telp :  
E-mail :

<http://doi.org/xxx>

Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun  
E-ISSN:

untuk makanan dan minuman tetapi juga untuk pertanian, industri, dan kegiatan lainnya. Aktivitas kehidupan akan berkembang seiring dengan kemajuan peradaban dan usia serta jumlah penduduk yang terus bertambah. Artinya, kebutuhan air bersih juga akan meningkat.

### **Siklus Hidrologi**

Penguapan air laut dan air permukaan adalah fase pertama dari siklus hidrologi. Massa udara yang bergerak membawa uap ke tanah, di mana ia mendingin ke titik embun dan mengembun menjadi tetesan air yang terlihat sebagai awan atau kabut. Ketika cuaca mendukung, tetesan air kecil akan cukup besar untuk jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan. Massa udara yang sangat besar mendingin sebagai akibat dari pengangkatan, tekanan yang lebih rendah disebabkan oleh peningkatan suhu, sesuai dengan hukum gas yang bersangkutan. Akibatnya, tempat yang berpotensi hujan lebat biasanya terdapat di lereng gunung yang menghadap angin. Ketika udara dipaksa untuk naik di atas penghalang dalam bentuk gunung, gaya angkat akan terjadi.

### **Persyaratan air bersih**

Kualitas air baku harus memenuhi standar tertentu agar menjadi air bersih. Kriteria kualitas air bersih berikut ini tercantum pada halaman 4-5 Gambaran Umum Modul Penyediaan dan Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003:

1. Persyaratan fisik  
Air yang bersih secara fisik harus tidak berasa, tidak berbau, dan jernih. Selain itu, air murni harus memiliki suhu sekitar  $25^{\circ}\text{C}$ , yang sama dengan suhu lingkungan. Jika ada perbedaan, batas yang dapat diterima yaitu  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .
2. Persyaratan kimiawi  
Bahan kimia tidak boleh ada dalam air bersih melebihi tingkat yang diizinkan..  
Berikut ini adalah beberapa persyaratan kimia: pH, total solid, zat organik,  $\text{CO}_2$  agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), *chlorida* (Cl), *nitrit*, *fluorida* (F), serta logam.
3. Persyaratan bakteriologis  
Mikroba parasit dan berbahaya yang mengganggu kesehatan tidak boleh ada dalam air bersih. Kurangnya bakteri *fecal coli* atau *E. coli* dalam air mengidentifikasi kriteria bakteriologis ini..
4. Persyaratan bakteriologis  
Air bersih tidak diperbolehkan mengandung bahan apa pun yang menghasilkan bahan radioaktif, misalnya sinar *beta*, *gamma*, atau *alfa*, menurut peraturan radioaktivitas.

### **Sumber-Sumber Air**

Di dunia ini, terdapat berbagai sumber air yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan dapat digunakan untuk menyediakan air bersih. Perbedaan kualitas fisik, kimia, dan bakteriologis juga dipengaruhi oleh peradaban sumber air, Adapun sumber-sumber air yaitu : Air permukaan, Air Tanah, Air Laut, dan Air hujan.

### **Prinsip Dasar Penyediaan Air Bersih**

Tiga K yang harus dipenuhi untuk penyediaan air bersih, yaitu:

1. Kualitas air bersih
2. Kuantitas air
3. Kontinuitas air

### **Sistem Perpipaan**

Unit layanan bisa memanfaatkan sambungan rumah (SR), sambungan publik dan sambungan halaman. Sistem ini menggunakan pipa untuk menyediakan air. Ada banyak sistem drainase atau area layanan yang dapat menyalurkan air bersih melalui pipa.

### **Sistem Non Perpipaan**

Sumur umum, tangki air, hidran umum, dan mata air berfungsi sebagai unit layanan sistem distribusi ini, bukan pipa.

**METODE**

**Lokasi Penelitian**

Kelurahan Maklalut merupakan salah satu Kelurahan di Distrik Mariat. Secara geografis Kelurahan Maklalut terletak pada posisi 1°0'34.07"S, 131°19'21.68"T yang mana Kelurahan ini berada pada Distrik Mariat, Kelurahan ini berbagi perbatasan dengan :

- Utara berbatasan dengan : Kelurahan Klasuluk
- Selatan berbatasan dengan : Distrik Mayamuk
- Barat berbatasan dengan : Kelurahan Mariyai
- Timur berbatasan dengan : Kelurahan Klamalu

**Pengumpulan Data**

**Tahap pengumpulan data**

Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam tahap pengumpulan data ini antara lain :

a. Data Primer

1. pengukuran debit air .
2. pengambilan titik koordinat pada GPS

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literature dan instansi – instansi terkait antaranya data penduduk kelurahan di Kantor kelurahan Maklalut.

**Teknik Pengambilan Data**

1. pengukuran debit air menggunakan metode tampung, Bentuk aliran sebagai pancuran atau terjunan (untuk memudahkan pengukuran, aliran air sumber dapat dibendung kemudian aliran air disalurkan menggunakan bambu, potongan pipa, dll) dan di tampung dengan wadah/ember 5 liter yang sudah di persiapkan, setelah itu di hitung berapa liter/detik air yang dapat tertampung penuh pada ember menggunakan stopwatch.
2. Untuk merencanakan jalur pipa distribusi di lakukan mengambil titik elevasi dengan menggunakan GPS.

**Analisis Data**

Analisis data yang digunakan penelitian ini menggunakan

1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk menggunakan keadaan perkembangan penduduk dari tahun ke tahun untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa yang akan datang.

Formulasi yang dipakai untuk menghitung pertumbuhan penduduk dengan Metode Geometrik adalah:

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

$$r = \left(\frac{P_t}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \dots\dots\dots(2)$$

Di mana:

- $P_n$  = jumlah penduduk sampai akhir tahun perencanaan (jiwa)
- $P_o$  = jumlah penduduk awal perencanaan (jiwa)
- $r$  = presentase pertambahan penduduk pertahun
- $n$  = periode waktu yang ditinjau
- $t$  = Jangka Waktu

2. Kebutuhan air

Mengambil pembahasan tentang perhitungan kebutuhan air harian pada rumah tangga. Air merupakan kebutuhan primer yang penting bagi semua unsur kehidupan didunia, Agar tidak mubajir dalam pemakaiannya mari kita coba perhitungkan kebutuhan air harian yang digunakan sehari – hari. Rumus berikut digunakan untuk menentukan kebutuhan air rumah yang diantisipasi:

a. Rumus menghitung kebituhan air domestik

$$Q_d = Q \cdot f_{md} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- $Q_d$  = Kebutuhan air domestik (Liter/Hari)
- $Q$  = Kebutuhan air rencana (Liter/Hari)
- $F_{md}$  = Faktor maksimum (1,15)

b. Rumus menghitung kebutuhan air non-domestik

$$Q_n = Q_d \times 20\% \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

- $Q_n$  = kebutuhan air non domestik (liter/hari)
- $Q_d$  = kebutuhan air domestik (liter/hari)

c. Rumus menghitung Kehilangan air

$$Q_a = (Q_d \times 20\%) + (Q_n \times 20\%) \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- $Q_n$  = kebutuhan air non domestik (liter/hari)
- $Q_d$  = kebutuhan air domestik (liter/hari)

3. Persyaratan Tekanan Air

Lingkungan membutuhkan sambungan air yang dapat memberikan tekanan yang cukup sehingga selalu dapat memiliki air yang dibutuhkan. Kehilangan tekanan yang disebabkan oleh gesekan pada titik distribusi awal harus diatasi dengan tekanan yang lebih besar, yang tergantung pada diameter pipa, jenis pipa, kecepatan aliran, dan panjang pipa.

Rumus yang digunakan :

a. Perhitungan Teoritis

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{atau } H_f = \frac{6,78 \times L}{D^{1,165}} \left(\frac{V}{C}\right)^{1,85} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

- $H_f$  = Kehilangan energi ( m )
- $Q$  = Debit dalam satuan m<sup>3</sup>/det
- $C$  = Angka kekasaran pipa
- $D$  = Diameter pipa ( m )
- $L$  = Panjang pipa ( m )
- $C$  = Koefisien gesekan Hazen William

Kehilangan pada alat sambungan pipa, turbolensi, perubahan penampang pipa diperlukan :

$$H_f = k \times \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

- $K$  = Koef. Kehilangan energi sekunder, tergantung pada bentuk fisikbelokan, penyempitan, katup dan sebagainya.
- $V$  = Kecepatan air ( m/det )
- $g$  = Gravitasi m/det<sup>2</sup>

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan Proyeksi Penduduk**

**Tabel 7.** Data Penduduk RW I, RW II, dan RW III tahun 2020 - 2021

NO	RT/RW	PENDUDUK (JIWA) 2020	KEPALA KELUARGA(KK) 2020	PENDUDUK (JIWA) 2021	KEPALA KELUARGA(KK) 2021
1	1/I	92	25	95	25
	2/I	73	22	75	22
	3/I	84	27	86	27
2	1/II	73	26	74	26
	2/II	68	20	69	20
	3/II	113	36	120	36
	4/II	45	14	49	14
3	1/III	76	25	79	25
	2/III	70	22	72	22
	3/III	100	27	106	27
TOTAL		794	244	824	244

Jumlah penduduk di wilayah RW I ,RW II, RW III Kelurahan Maklalut adalah 824 di tahun 2021. kebutuhan air yang direncanakan menggunakan SR adalah 244, dimana konsumsi air 1 kk = 0,7 m3/hari. Hal ini dilakukan agar dapat mengantisipasi adanya penggunaan sambungan rumah pada tahun – tahun kedepan.

$$r = \left(\frac{P_t}{P_o}\right)^{\frac{1}{10}} - 1 \dots\dots\dots(1)$$

$$= \left(\frac{789}{824}\right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$= 0,0377$$

$$P = P_o ( 1 + r )^n \dots\dots\dots(2)$$

$$P = 824 ( 1 + 0,0377 )^{10}$$

$$= 1.193,01 \text{ jiwa}$$

$$= 1,193 \text{ jiwa}$$

**Estimasi Kebutuhan Air Bersih Domestik untuk Masyarakat Keseluruhan**

**Hitung Kebutuhan Air dengan SR .**

$$Q = (P \cdot 100\% \cdot q_{SR}) \dots\dots\dots(3)$$

$$Q = (1,193 \times 100\% \times 120)$$

$$= 143.161 \text{ liter/hari}$$

$$Qd = Q \cdot fmd \text{ ( yang digunakan 1,15 ) } \dots\dots\dots(4)$$

$$= 143.161 \times 1,15$$

$$= 164.635 \text{ liter/hari}$$

Jadi, estimasi air yang dibutuhkan masyarakat untuk 10 tahun yang akan datang =164.635 liter/hari atau 1,905 liter/detik.

**Estimasi kebutuhan air bersih untuk masyarakat di wilayah RW I ,RW II, RW II Kelurahan Maklalut berdasarkan jumlah penduduk awal tahun perencanaan.**

$$P = 824 ( 1 + 0,0377 )^1 \dots\dots\dots(13)$$

$$= 855 \text{ jiwa}$$

$$Q = (855 \times 100\% \times 120) \dots\dots\dots(11)$$

$$= 102.607 \text{ liter/hari}$$

$$Qd = Q \cdot fmd \text{ ( yang digunakan 1,15 ) } \dots\dots\dots(5)$$

$$= 102.607 \times 1,15$$

$$= 117.998 \text{ liter/hari}$$

Jadi estimasi air untuk masyarakat berdasarkan jumlah penduduk awal tahun perencanaan= 117.998 liter/hariatau 1.37 liter/detik.

**Hitung Kebutuhan Air Non Domestik**

20% kebutuhan air domestik digunakan untuk keperluan non domestik (Dep.PU).

$$Q_n = Q_d \times 20\% \dots\dots\dots(6)$$

$$= 164.635 \times 0,2$$

$$= 32.927,17 \text{ liter/hari}$$

Jadi kebutuhan air non domestik di daerah layanan adalah = 32.927,17 liter/hari atau 0,38 liter/detik.

**Hitung Kehilangan Air**

Kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta pembacaan meter yang tidak akurat adalah dua penyebab utama hilangnya air. menurut tabel 6. Penggunaan Air Domestik Menurut SNI 1997, kehilangan air memakan biaya 20% dari total kebutuhan air, termasuk kebutuhan perumahan dan non-domestik.

$$Q_a = (Q_d \times 20\%) + (Q_n \times 20\%) \dots\dots\dots(7)$$

$$= (117.998 \times 20\%) + (32.927,17 \times 20\%)$$

$$= 30.185 \text{ liter/hari}$$

Jadi kehilangan air yang terjadi akibat kebocoran pipa pada pipa transmisi dan distribusi adalah = 30.185 liter/hari atau 0,35 liter/detik.

**Hitung kebutuhan air total domestik dan Non Domestik**

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \dots\dots\dots(13)$$

$$= 117.998 + 32.927,17 + 30.185$$

$$= 181.110 \text{ liter/hari}$$

Jadi total kebutuhan air domestik , non domestik dan kehilangan air 20% (liter/hari) adalah = 181.110 liter/hari atau 2,1 liter/detik.

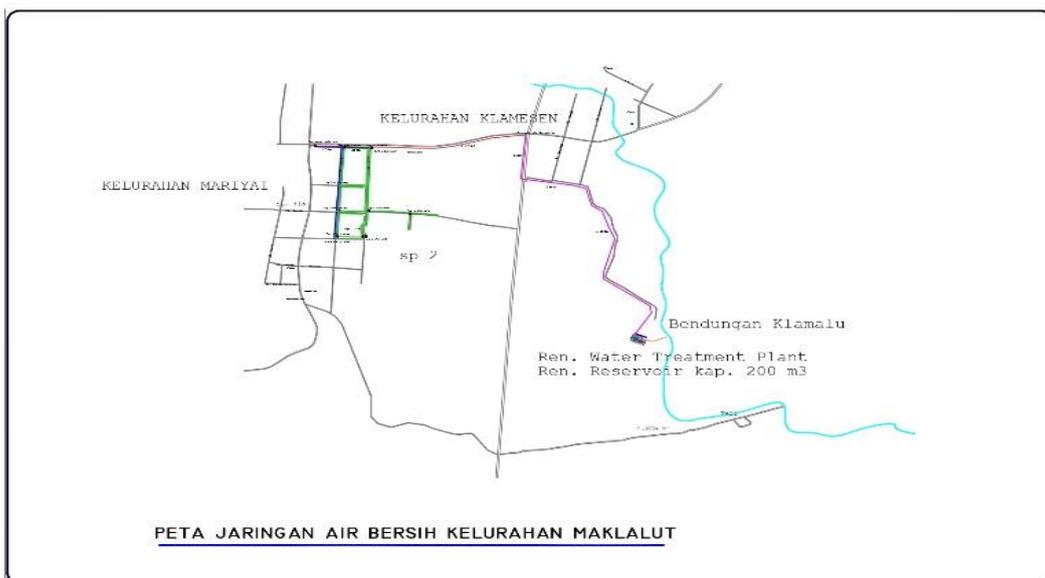
**Desain Jaringan Air Bersih**

**Desain sambungan rumah**

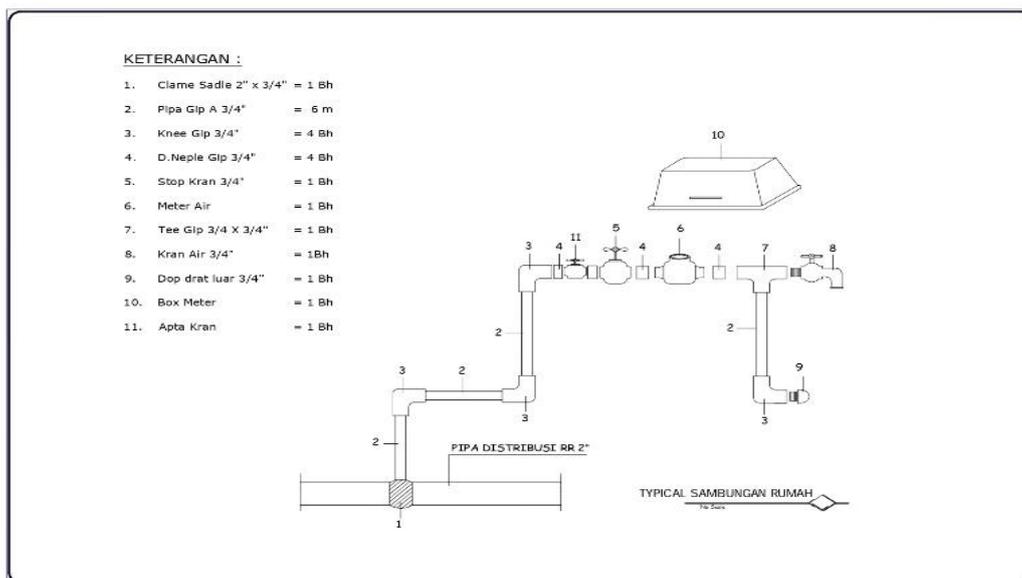
Kebutuhan air seluruh penduduk dipenuhi oleh sambungan rumah. Kuantitas sambungan rumah adalah faktor yang paling penting ketika mengatur sambungan rumah.

Standar ini menyatakan bahwa jumlah maksimum sambungan per tempat tinggal di daerah pedesaan adalah empat jiwa. Sistem jaringan air bersih menghitung jumlah sambungan hunian di wilayah pelayanan sebagai berikut.

- Jumlah penduduk = 824 jiwa
- Pengguna SR (100% dari jumlah penduduk) = 824 jiwa
- Jumlah Sambungan rumah = 244 SR
- Kebutuhan air = 181.110 liter/hari
- Kebutuhan air/SR = 742 liter/hari/SR



Gambar 1. Peta perencanaan jaringan air bersih  
Sumber : Gambar Rencana, Autocad (2022)



Gambar 2. Desain Sambungan Rumah (SR)  
Sumber : Gambar Rencana, Autocad (2022)

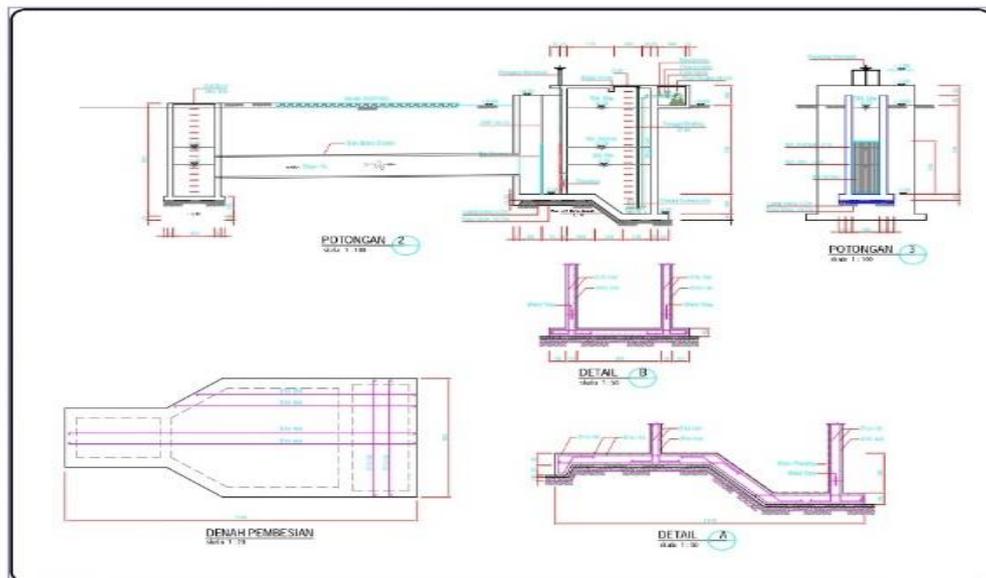
**Desain Unit Transmisi  
Bangunan Penyadap ( Intake )**

Bangunan sadap atau intake yaitu sarana atau *intake* yang berfungsi untuk menyadap atau mengambil air baku dari badan air sesuai dengan debit yang diperlukan disebut. Untuk mendesain bangunan penyadap *intake*, yang paling pertama di lakukan adalah mengobservasi sumber air baku yang akan di gunakan sebagai sumber air bersih layanan. Dalam perencanaan ini sumber air baku yang akan di dimanfaatkan adalah sumber air di bendungan sungai klamalu yang terletak ± 4,5 km dari daerah layanan berada pada titik koordinat 1°1'26.37" S, 131°20'33.60" T dengan ketinggian 25,20 m (Mdp). Meninjau kuantitas yang dibutuhkan dalam penyediaan air, yaitu dari jumlah air baku yang tersedia, diperlukan untuk menentukan sumber air baku yang akan digunakan. Sesuai dengan kebutuhan dan jumlah penduduk yang akan dilayani, maka air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan wilayah pelayanan di Desa Maklalut. Konsep kuantitas juga dapat merujuk pada kebutuhan air bersih untuk dapat diakses kapanpun dibutuhkan.

Dari hasil Observasi penelitian dan pengukuran bahwa bendungan yang akan di dimanfaatkan sebagai sumber air baku ini memiliki Lebar 24 m dan Panjang 34 m dengan ketinggian muka air rata-rata 2.3 m serta memiliki arus permukaan air 2 detik/m maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Debit} = \frac{1.876,8}{68} = 27,6 \text{ m}^3/\text{dtk} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan demikian didapatkan debit sungai sebesar 27,6 m3/dtk atau 27.600 L/dtk, cukup guna memenuhi kebutuhan air bersih di Kelurahan Maklalut dari tahun awal (1,37L/dtk) dan pada akhir tahun rencana 2032 (1,905 L/dtk). Kebutuhan air ini, ± 0,0058% dari debit air yang ada disungai.



Gambar 3. Desain Intake  
Sumber : Gambar Rencana, Autocad (2022)

**Water treatment Plant (WTP)**

Water treatment yakni sistem atau sarana yang berfungsi untuk mengolah kualitas air baku agar dapat diterima atau di gunakan oleh masyarakat. Untuk mendesain bangunan water treatment, yang paling pertama di lakukan adalah mengobservasi jenis air baku yang akan di gunakan sebagai sumber air bersih layanan. Dalam perencanaan ini jenis air baku yang akan di dimanfaatkan adalah air sungai yang kualitas airnya kurang bagus yang terletak ± 213 m dari intake berada pada titik koordinat 1°1'29.05" S, 131°20'28.71"T dengan ketinggian 40,20 m (Mdpl).

Pembagian sistem water treatment sesuai standart SNI 6774:2008 adalah sebagai berikut :

a. Perencanaan unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)

Inti flok terbentuk melalui koagulasi, yang bertindak sebagai pengaduk koagulan yang merata. Unit koagulasi lebih efisien pada koagulasi karena dirancang dengan sistem koagulasi hidrolik berupa aliran terjun dengan saluran berinsulasi dan waktu pengadukan 1-5 detik.

Direncanakan :

1. Debit = 5 l/detik (sesuai spesifikasi pompa)
2. Waktu detensi (td) =  $\frac{2 \times 2 \times 3,45}{5}$   
= 2,76 detik
3. Gradient Kecepatan =  $\sqrt{\frac{g \times h}{v \times td}}$   
=  $\sqrt{\frac{9,8 \times 8,4093}{2,6625 \times 2,76}}$   
= 4,9251 detik
4. Headloss di bak =  $2,76 \frac{100^2}{2 \times 9,8}$ .....(10)  
= 8,4903 detik
5. Tinggi jatuhan =  $\frac{G^2 \times v \times td}{g}$   
=  $\frac{4,92^2 \times 2,6625 \times 2,76}{9,8}$   
= 8,5 m

a. Perencanaan unit *Flokulasi* (Pengaduk lambat)

Inti flok yang dibuat di unit koagulasi diperbesar dengan flokulasi. Memanfaatkan perbedaan ketinggian pada unit kompartemen yang akan dirancang, sistem hidrolik unit ini dibuat. Bentuk unit flokulasi direncanakan berbentuk segi empat dengan 5 kompartemen. Dengan spesifikasi yang direncanakan :

1. Kedalaman air (h) = 3 m
2. Koefisien Belokan = 0,8
3. Kompartemen = 5 unit
4. Kecepatan Aliran =  $\frac{10,65}{2 \times 2}$   
= 2,6625 detik

Perhitungan :

1. Q per bangunan = 0,005 m<sup>3</sup>/detik
2. Volume Bak = 2 x 2 x 3  
= 12 m<sup>3</sup>
3. Kapasitas Unit Flokulasi = 12 x 2,665  
= 31,98 m<sup>3</sup>/detik

b. Perencanaan unit *Sedimentasi*

Proses koagulasi dan flokulasi menghasilkan partikel flok, yang sedimentasi membantu untuk mengendap. Dengan menggunakan *plate settler* dengan spesifikasi sebagai berikut, sedimentasi dirancang:

1. Jarak *plate settler* (w) = 7,5 cm
2. Tinggi *plate settler* (h) = 1,73 m
3. Tebal *plate settler* = 1 mm
4. Sudut *plate settler* (θ) = 45°
5. Kecepatan Pengendapan = 0,0002 m/dtk
6. *Plate* ke ruang lumpur = 40 cm (menggunakan pipa *overflow*)
7. *Plate* ke *gutter* = 15 cm

Direncanakan :

1. Jumlah Unit = 2
2. Q tiap Unit = 0,005m<sup>3</sup>/detik
3. Lebar = menyesuaikan dengan lebar flokulasi
4. Nfr (bilangan frauide) = > 10<sup>-5</sup> (tidak terjadi aliran pendek)
5. Nre (bilangan Reynold) = < 2000 (tidak terjadi aliran turbulen)

Perhitungan :

1. Luas (A) =  $\frac{Q}{V_s} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha}$   
=  $\frac{0,005}{0,0002} \times \frac{7,5}{1,73 \cos 45 + 7,5 \cos^2 45}$   
= 32,83 m<sup>2</sup>
2. V horizontal (Vh) =  $\frac{Q}{A \sin \alpha}$  = 0,000215 m/detik
3. Lebar Flokulasi = 6,40 meter
4. Panjang = 32,83 m<sup>2</sup> / 6,40 = 5,2 meter
5. L lubang Platte = W / sin α = 0,106 m
6. Jumlah Platte = 5,2 / 0,106 = 33 buah
7. Panjang Sudut Platte = 1,73 / tan 45° = 1,73 m

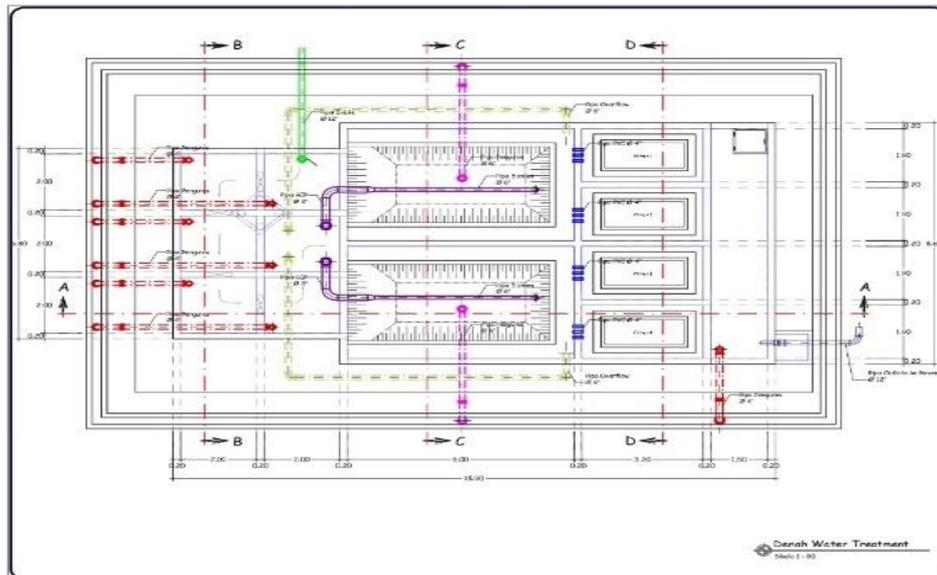
c. Perencanaan unit *Filterisasi*

Pemilihan media pasir silika dilakukan berdasarkan kemudahan dalam mencari komponen media pasir silika yang murah dan terjangkau. Filter adalah media pasir silika filter pasir cepat dengan perhatian

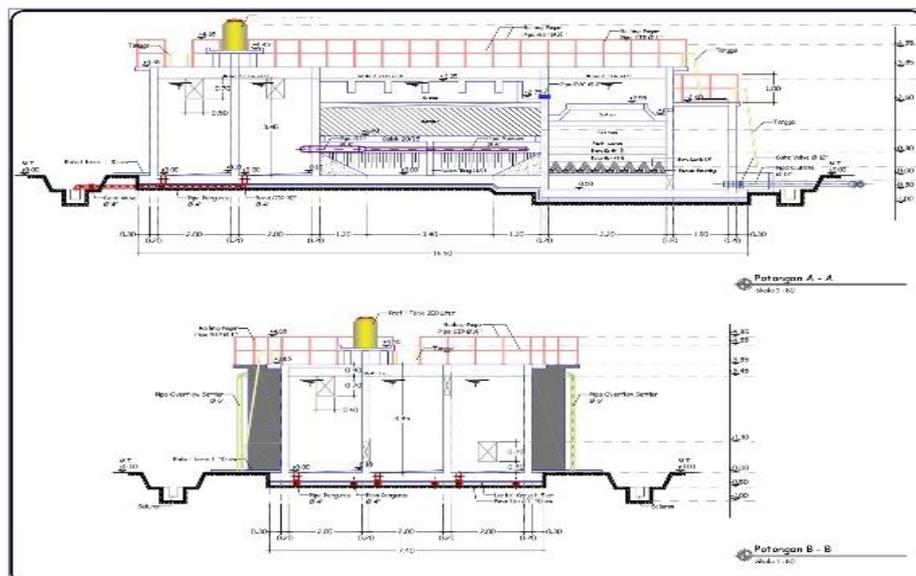
untuk menggunakan media tunggal. Persyaratan unit penyaringan yang menggunakan jenis filter dengan pencucian filter adalah sebagai berikut:

1. jumlah bak saringan sebanyak 5 unit,
2. kecepatan penyaringan 11 m/jam
3. Pencucian tanpa menggunakan *blower* atau *surface wash*
4. Media pasir silika dengan tebal 700 mm
5. Media antrasit 500 mm
6. *Filter bottom*/dasar saringan kedalaman 100 mm

Dengan dasar hitungan diatas dapat desain *water treatment plant* seperti gambar dibawah:



Gambar 4. Perencanaan *Water Treatment Plant*  
Sumber : Gambar Rencana, Autocad (2022)



Gambar 5. Perencanaan *Water Treatment Plant*  
Sumber : Gambar Rencana, Autocad (2022)

## Desain Unit Distribusi

### Reservoir

Bak penampung atau *reservoir* berfungsi menjadi tempat penyimpanan air yang berasal dari mata air atau barang olahan (jika menggunakan pengolahan), serta sebagai alat pelepas tekanan yang menurunkan tekanan air di titik lokasi reservoir menjadi nol. Waduk juga membantu mengatur distribusi air di lingkungan sekitar dan membantu mengatasi masalah kebutuhan air yang fluktuatif. Dalam perencanaan ini lokasi *Reservoir* yang akan direncanakan terletak pada titik koordinat 1°1'28.43"S ,131°10'28.32T diletakkan di daerah yang lebih tinggi elevasinya dari area pelayanan dengan ketinggian 38,12 m (Mdpl) dari daerah layanan atau 18m dari permukaan laut (Mdpl) .Dengan melihat data yang sudah didapat, air yang akan didistribusikan ke daerah layanan bisa dialirkan dengan menggunakan sistem gravitasi. Untuk mendesain bak penampung (*Reservoir*) perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan kapasitas yang harus di sesuaikan dengan kebutuhan air konsumen di daerah layanan. Berikut merupakan hasil perhitungan kapasitas *reservoir*:

- (Apabila Persentasi jumlah penduduk 100 %) :  
 $= 100 \% \times 824$   
 $= 824 \text{ org}$
- Kebutuhan Air Harian  
 $= 824 \times 198,72 \text{ liter/orang/hari}$   
 $= 163.745,28 \text{ liter/hari ,atau} = 163,75 \text{ m}^3/\text{hari}, = 6,82 \text{ m}^3/\text{jam},$   
 $= 1,9 \text{ liter/detik}$
- Suplay air dari *Water Treatment Plant* ke *Reservoir*  
 $= 5 \text{ liter/ detik}, = 18.000 \text{ liter/jam}, = 18 \text{ m}^3/\text{jam}$

Untuk mengetahui pemakaian air selama 24 jam digunakan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih dan diperoleh nilai *load factor* dengan hasil perhitungan terlihat dalam tabel 2:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Fluktuasi Pemakaian Air

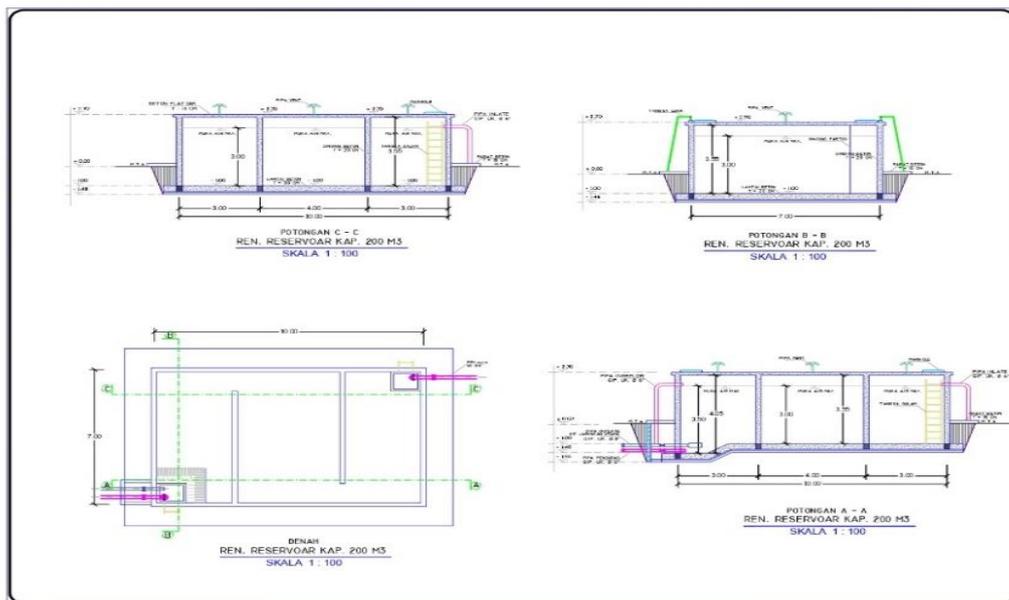
Jam	Load faktor	rekapitulasi presentasi pemakaian air (%)	pemakaian air bersih tahun 2031(m3/jam)
00.00-01.00	0,3	1,25	2,05
01.00-02.00	0,37	1,54	2,52
02.00-03.00	0,45	1,88	3,07
03.00-04.00	0,64	2,67	4,37
04.00-05.00	1,15	4,80	7,85
05.00-06.00	1,4	5,84	9,56
06.00-07.00	1,53	6,38	10,45
07.00-08.00	1,56	6,50	10,65
08.00-09.00	1,41	5,88	9,63
09.00-10.00	1,38	5,76	9,42
10.00-11.00	1,27	5,30	8,67
11.00-12.00	1,2	5,00	8,19
12.00-13.00	1,14	4,75	7,78
13.00-14.00	1,17	4,88	7,99
14.00-15.00	1,18	4,92	8,06
15.00-16.00	1,22	5,09	8,33
16.00-17.00	1,31	5,46	8,95
17.00-18.00	1,38	5,75	9,42
18.00-19.00	1,25	5,21	8,54
19.00-20.00	0,98	4,09	6,69
20.00-21.00	0,62	2,59	4,23
21.00-22.00	0,45	1,88	3,07
22.00-23.00	0,37	1,54	2,53
23.00-24.00	0,25	1,04	1,71
	23,98	100	163,75

Sumber : Data diolah kembali, 2022

Dari hasil perhitungan pada tabel terlihat bahwa pola pemakaian air selama 24 jam tidak ada terjadi defisit artinya bahwa air akan terus meluap karena *suplay* air yang masuk lebih besar dari pada pemakaian air pada tiap jamnya. Jadi penentuan volume *reservoir* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (20\% \text{ s.d. } 30\%) \times Q \text{ kebutuhan air 1 hari} \\ &\text{(yang di gunakan } 25\%) \\ &= 25\% \times 163,75 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 40,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Melihat tidak adanya terjadi defisit dan air dipastikan air akan terus meluap serta mempertimbangkan jika suatu saat nanti akan diadakan perawatan/*maintanance* pada bangunan unit transmisi sehingga harus ada air yang dicadangkan dalam *reservoir* maka reservoir dibuat sedikit besar dari hasil perhitungan dengan ukuran bak *reservoir* 200 m<sup>3</sup> atau 10 m x 7 m x 3 m (p x l x t).

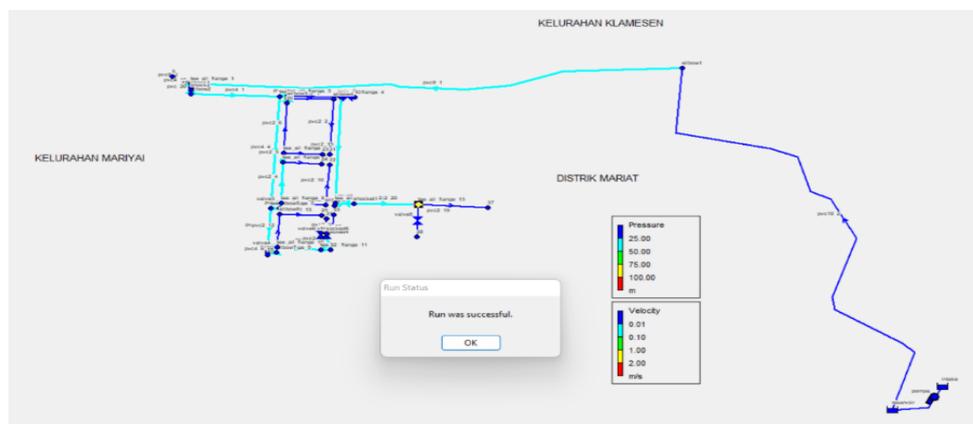


Gambar 6. Perencanaan *Reservoir*  
Sumber : Gambar Rencana, Autocad (2022)

### Desain Sistem Jaringan Pipa Menggunakan Epanet 2.0

Sistem distribusi air diwakili oleh *Epanet* sebagai jaringan garis yang menghubungkan node. Pipa, pompa, dan katup kontrol ditunjukkan pada garis. Node berdiri untuk koneksi rumah tangga. Perencanaan jaringan air bersih di Desa Maklalat ditunjukkan pada grafik di bawah ini. Bagaimana jaringan titik dan saluran air bersih dapat saling terhubung.

Berikut merupakan diagram jaringan dan analisis sistem perpipaan di Kecamatan Maklalat:



Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc elbow5	11	0.01	31.47	20.47
Junc tee_all_flange_9	11	0.01	31.47	20.47
Junc tee_all_flange_5	11	0.01	31.47	20.47
Junc 25	11	0.01	31.47	20.47
Junc tee_all_flange_6	11	0.01	31.47	20.47
Junc 38	12	0.01	31.46	19.46
Junc socked3	12	0.01	31.46	19.46
Junc shocket1	12	0.01	31.46	19.46
Junc socked6	12	0.01	31.46	19.46
Junc socked4	12	0.01	31.46	19.46
Junc socked5	12	0.01	31.46	19.46
Junc 33	12	0.01	31.46	19.46
Junc elbow6	12	0.01	29.94	17.94
Junc 31	12	0.01	31.46	19.46
Junc 29	12	0.01	31.47	19.47
Junc 37	12	0.01	31.46	19.46
Junc tee_all_flange_13	12	0.01	31.46	19.46
Junc 34	12	0.01	31.46	19.46
Junc tee_all_flange_12	12	0.01	31.46	19.46
Resvr intake	25	-3090.11	25.00	0.00
Resvr reservoir	34	3089.74	34.00	0.00

### Rencana Anggaran Biaya

Berikut estimasi Rencana anggaran biaya untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih di Kelurahan Maklalat:

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	JUMLAH HARGA
I.	PEMBANGUNAN INTAKE	1,00 Unit	Rp 1.444.689.741,85
II.	PEMBANGUNAN WATER TREATMENT PLANT	1,00 Unit	Rp 2.243.347.565,00
III.	PEMBANGUNAN RESERVOIR KAP. 200 M3	1,00 Unit	Rp 733.059.580,93
IV.	PENG./PEMS. PIPA GIP & ACC DIA. 8"	94,00 m	Rp 148.910.246,84
V.	PENG./PEMS. PIPA PVC & ACC DIA. 8"	2.550,00 m	Rp 1.888.859.164,00
VI.	PENG./PEMS. PIPA GIP & ACC DIA 6"	1.170,00 m	Rp 843.288.127,60
VII.	PENG./PEMS. PIPA GIP & ACC DIA 4"	60,00 m	Rp 131.660.448,58
VIII.	PENG./PEMS. PIPA PVC RR & ACC DIA 4"	3.372,00 m	Rp 953.533.057,16
IX.	PENG./PEMS. PIPA GIP & ACC DIA. 2"	120,00 m	Rp 156.020.661,87
X.	PENG./PEMS. PIPA PVC RR & ACC DIA. 2"	4.748,00 m	Rp 561.403.917,44
XI.	PEKERJAAN SAMBUNGAN RUMAH	244,00 Unit	Rp 531.114.800,00
		JUMLAH	Rp 9.635.887.311,2909
		PEMBULATAN	Rp 9.635.900.000,00
		<b>JUMLAH TOTAL</b>	<b>Rp 9.635.900.000,00</b>
TERBILANG :			
<b>SEMBILAN MILIAR ENAM RATUS TIGA PULUH LIMA JUTA SEMBILAN RATUS RIBU RUPIAH</b>			

## KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai pembahasan dan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya, didapatkan simpulan beberapa poin penting antara lain :

1. Dari data penduduk, dapat dilihat jumlah penduduk Kelurahan Maklalut di tahun 2021 adalah 824 dengan tingkat pertumbuhan penduduk kurang lebih 1,14% dan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk pada 10 tahun mendatang adalah 1.193 jiwa termasuk dalam kriteria dengan jumlah penduduk kecil dengan estimasi kebutuhan air domestik sebesar 164.635 liter/hari atau 1.905 liter/detik. Jika ditotal dengan kebutuhan non domestik dan kehilangan air, maka kebutuhan air di Kelurahan Maklalut adalah sebesar 181.110 liter/hari.
2. Guna memenuhi kebutuhan air di Kelurahan Maklalut sebesar 181.110 liter/hari, maka desain sistem penyediaan air yang direncanakan adalah sebagai berikut :
  - a. Desain unit *Intake* dengan spesifikasi pompa  $Q = 5L/dtk$  dan Head = 21 meter.
  - b. Desain *water treatment* dibuat sedemikian rupa tanpa tidak menghilangkan salah satu dari lima unsur yaitu *Koagulasi*, *Flokulasi*, *Sedimentasi*, *Filterasi* dan *Desinfeksi* dengan ukuran bangunan 19 m x 11 m.
  - c. Desain unit distribusi digunakan bak penampung dengan ukuran 10 x 7 x 3 atau 200 m<sup>3</sup> dibuat kapasitasnya sedikit lebih besar dari hasil perhitungan dikarenakan dari tabel hitungan kapasitas berguna *reservoir* terlihat air akan terus meluap karena suplay air yang masuk lebih besar dari pemakaian air .
  - d. Jumlah Sambungan Rumah (SR) yang akan di rencanakan adalah sebanyak 244 unit.
  - e. Air didistribusikan menggunakan pompa *submersible* dengan kapasitas 5 L/d dari *intake* ke *reservoir* dan *reservoir* ke daerah layanan menggunakan *gravitasi*
  - f. Berdasarkan temuan analisis program *Epanet 2.0* terlihat air bisa mengalir ke seluruh daerah layanan dengan pendistribusian secara gravitasi
  - g. Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pengadaan sistem penyediaan air bersih di Kelurahan Maklalut sebesar Rp. 9.635.900.000,00 (Sembilan Miliar Enam Ratus Tiga Puluh Lima Juta Sembilan Ratus Ribu Rupiah).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Achmad Rusdi, S.T., M.T., IPM dan Bapak Ir. Agung Pamudjianto, S.T., M.T., IPM selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan, untuk teman-teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2020 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sorong yang telah memberikan motivasi, saran.

## REFERENSI

- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum. 2007. Panduan Pendampingan Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan Berbasis Masyarakat.
- Duniapcoid. *Apa Itu Hidrologi*. <https://duniapendidikan.co.id/siklus-hidrologi/>
- Kindler, J. And C.S. Russel. 1984. *Modeling Water Demands*. Academic Press Inc. London.
- Modul Penyediaan dan Pengolahan Air Minum*. Edisi Maret 2003.
- Pebakirang, Andronikus, Lambertus Tanudjaja, dan Jeffry SF Sumarauw. 2015. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Munte Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*. 3.8: 531-542.

- Ramadhan, Svita Eka Ristie, Jeffry F. Sumarauw, dan Eveline M. Wuisan. 2015. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Manembo Kecamatan Langowan Selatan Kabupaten Minahasa. *TEKNO*. 13.62: 1-10
- Rinaldi, Roy dan Agung Pamudjiyanto. 2015. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kelurahan Puncak Cenderawasih Kota Sorong. *TEKNO*. 13.63: 81-90.
- SNI 6774: 2008 Tentang *Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*.
- SNI, 1997, *Metode Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastik Dengan Cara Setara Pasir*, SNI 03-4428-1997, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standart Nasional Indonesia
- Subagia, Ni Kadek AFCE, Liany A. Hendratta, dan Jeffry SF Sumarauw. 2015. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Suluun Tiga Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan. *TEKNO*. 13.63: 70-80.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tumanan, Yermia Kumaat, Alex Binilang, dan Isri R. Mangangka. 2017. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Uuwan Kecamatan Dumoga Barat Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Sipil Statik*. 5.4: 225-235.
- Kementerian Kehutanan. (2013). Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial, Nomor : P. 3/V-Set/2013 Tentang Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai. Sekretariat Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Libertyca, A. N. (2015). Identifikasi Koefisien Limpasan Permukaan di Sub DAS Suco Kecamatan Mumbulsari Kabupaten Jember menurut Metode Cook.
- Maimunah, M., Nurlina, N., Ridwan, I., & Tsabita, G. F. I. (2020). Analisis Karakteristik Morfometri DAS Maluka Menggunakan Citra Satelit Shuttle Radar Topography Mission. *Jurnal Geografika (Geografi Lingkungan Lahan Basah)*, 1(1), 12-19.
- Murwibowo, P., & Gunawan, T. (2013). Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis untuk Mengkaji Perubahan Koefisien Limpasan Permukaan Akibat Letusan Gunung Merapi Tahun 2010 Di Sub Das Gendol Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(1).
- Pamuji, K. E., Lestari, O. A., & Mirino, R. R. (2020). Analisis Morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) Muari di Kabupaten Manokwari Selatan. *Jurnal Natural*, 16(1), 38-48.
- Sari, S. (2012). Studi limpasan permukaan spasial akibat perubahan penggunaan lahan (menggunakan model KINEROS). *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 2(2), 148-158.
- Setiarno dkk. (2019). *Penuntun Praktikum Konservasi Tanah dan Air*. Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Utama, L., Saidi, A., Berd, I., & Mizwar, Z. (2018). Kajian Morphometri Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kuranji Terhadap Debit Banjir. *FRONTIERS: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, 1(1).
- Wahyuningrum, N., & Pramono, I. B. (2007). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Perhitungan Koefisien Aliran Permukaan Di Sub Das Ngunut I, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 4(6), 561-571.