

## Evaluasi Sistem Distribusi Air Bersih Menggunakan Aplikasi *WaterNet* (Study Kasus Pada Desa Siwar, Kecamatan Ambalau)

*Enos Javiery Nadeak<sup>1</sup>, Charles Johandersson Tiwery<sup>2</sup>, Agustinus Saklaessy<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake – Ambon*

*Gmail : [enosnadeak@gmail.com](mailto:enosnadeak@gmail.com)*

<sup>2,3</sup>*Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon*

*Gmail : [charlestiwery@gmail.com](mailto:charlestiwery@gmail.com)*

### Abstract

Siwar Village, Ambalau Distric has a water supply system. However, experiencing interference so that people have difficulty getting clean water. For daily water needs, people must buy water at a water depot. This makes the writer want to review the problems that occur in the distribution system. The clean water supply system in Siwar Village is planned for met the people water needs until 2044. Projections of the population in the planned year are carried out using arithmetic method, geometric method, and least square analysis, the results are averaged to predicted the amount of clean water needs. After that it will also analyze the existing distribution system in Siwar Village using the *WaterNet* application to find out the problems that occur in the system, and the writer will look for solutions to overcome the problems obtained. Survey results show that the water needs of residents in Siwar Village can be met for the next 25 years. And also based on the analysis of the existing distribution system using *WaterNet*, it is found that some tertiary pipes in Siwar Village have relatively minimum (negative), relative energy and to overcome this problem the problematic pipes must be replaced with a larger diameter so that the relative energy is more than zero and water can flowing well into the homes of residents.

**Keywords:** Water Needs, Debit, *WaterNet*, Energy Relative

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan material yang menjadi salah satu sumber kehidupan bagi manusia. Air tawar yang digunakan hanya berjumlah 3% dari total air yang terkandung di bumi. Air tersebut terdapat dalam sungai, danau, dan dibawah permukaan tanah. Pemanfaatan air tawar harus dilakukan secara berkesinambungan. Kuantitas air yang dimanfaatkan harus mencapai jumlah yang minimal sementara kualitas air yang dimanfaatkan harus memenuhi standart kualitas tertentu. Air bersih merupakan kebutuhan pokok untuk menunjang berbagai kegiatan manusia, yang mencakup air bersih domestik dan non domestik. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih maka dibutuhkan sistem distribusi yang merupakan suatu jaringan perpipaan yang tersusun atas sistem pipa, pompa, *reservoir*, dan perlengkapannya

Kebutuhan air bersih akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Dengan demikian sistem distribusi akan semakin kompleks dan membutuhkan penanganan khusus, sistem distribusi air bersih yang sering bermasalah dalam hal kuantitas, tekanan, kontinuitas dan kualitas air.

Di zaman yang telah maju ini perencanaan sistem distribusi sudah semakin mdah dengan menggunakan

aplikasi bantu seperti *EpaNet*, *Hec-Ras*, *SWMM*, dan *WaterNet*. Hal ini membuat kita dapat merencanakan sistem distribusi air yang baik dan tepat, dan dapat sampai ke masyarakat. Mengenai pembangunan sistem distribusi air bersih, juga terdapat beberapa wilayah atau desa yang mengalami masalah pada sistem distribusi air tersebut. Salah satunya pada Desa Siwar, yang terletak pada Kecamatan Ambalau, Kabupaten Buru Selatan. Pada Desa Siwar mereka mempunyai beberapa sistem distribusi air bersih, akan tetapi pada Tahun 2019 sistem distribusi air bersih yang sudah ada mengalami masalah, yang mengakibatkan masyarakat Desa Siwar kesulitan mendapatkan air bersih yang cukup, dan mengalami kesusahan dalam memenuhi kebutuhan air harian.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Air Bersih

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah sanitasi.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/IX/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri terdapat pengertian mengenai air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat di minum apabila di masak

## 2.2. Kebutuhan Air

### 1. Kebutuhan Air Tnman

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum. Kebutuhan air akan dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, memasak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kegiatan komersil seperti industri, perkantoran, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan niaga

Unit konsumsi air rata-rata untuk sarana dan prasarana non domestik di Kabupaten Karanganyar dalam evaluasi disesuaikan dengan standart DPU Ditjen Cipta Karya, 1996 pada Tabel.2 dan juga sarana dan prasarana domestik terdapat pada Tabel.1 sebagai berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Air Domestik (Sumber : Dirljen Cipta Karya. PU. 1996)

| N O | URAIAN                                    | KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH JIWA |                 |             |            |         |
|-----|-------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------|------------|---------|
|     |                                           | >1.000.000                            | 500.000         | 100.000     | 20.000     | <20.000 |
|     |                                           | S/D 1.000.000                         | S/D 500.000     | S/D 100.000 | S/D 20.000 | S/D     |
|     |                                           | METRO                                 | BESAR           | SEDANG      | KECIL      | DESA    |
| 1   | Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/o/h  | 190                                   | 170             | 130         | 100        | 80      |
| 2   | Konsumsi unit hidran umum (HU) l/o/h      | 30                                    | 30              | 30          | 30         | 30      |
| 3   | Konsumsi unit non domestik l/o/h (%)      | 20-30                                 | 20-30           | 20-30       | 20-30      | 20-30   |
| 4   | Kehilangan air (%)                        | 20-30                                 | 20-30           | 20-30       | 20-30      | 20-30   |
| 5   | Faktor hari maksimum                      | 1,1                                   | 1,1             | 1,1         | 1,1        | 1,1     |
| 6   | Faktor jam puncak                         | 1,5                                   | 1,5             | 1,5         | 1,5        | 1,5     |
| 7   | Jumlah jiwa per SR                        | 5                                     | 5               | 5           | 5          | 5       |
| 8   | Jumlah jiwa per HU                        | 100                                   | 100             | 100         | 100        | 100     |
| 9   | Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka) | 10                                    | 10              | 10          | 10         | 10      |
| 10  | Jam operasi                               | 24                                    | 24              | 24          | 24         | 24      |
| 11  | Volume reservoir (% max day demand)       | 20                                    | 20              | 20          | 20         | 20      |
| 12  | SR : HR                                   | 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  |

\*) 60% perpipaian, 30% non perpipaian

\*\*) 25% perpipaian, 45% non perpipaian

Sumber : Dirljen Cipta Karya, tahun 2000

Tabel 2. Kebutuhan Air Non Domestik (Sumber : Dirljen Cipta Karya. PU. 1996)

| No. | Sarana dan Prasarana | Unit Kebutuhan Konsumsi Air |
|-----|----------------------|-----------------------------|
| 1   | Sekolah              | 10 L/Orang/Hari             |
| 2   | Rumah Sakit          | 200L/Bed/hari               |
| 3   | Puskesmas            | 2000L/Hari                  |
| 4   | Masjid               | 3000L/Hari                  |
| 5   | Kantor               | 10 L/Pegawai/Hari           |

### 2.3. Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Untuk memperkirakan jumlah penduduk daerah perencanaan dimasa mendatang digunakan laju pertumbuhan berdasarkan perhitungan dengan berbagai metode yang umum dipergunakan yaitu metode:

#### 1. Metode Aritmatik

Rumus aritmatika ini, kita gunakan apabila kita anggap bahwa jumlah penduduk tiap tahun selalu sama. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + (K_a \cdot X) \dots\dots\dots (1)$$

$$K_a = \frac{P_o - P_t}{t} \dots\dots\dots (2)$$

#### 2. Metode Geometri

Perhitungan jumlah penduduk dengan rumus ini menggunakan dasar bunga majemuk pertumbuhan penduduk. Rumus yang digunakan :

$$P_n = P_o \times (1+r)^n \dots\dots\dots (3)$$

$$r = \left( \frac{P_t}{P_o} \right)^{\frac{1}{t}} \dots\dots\dots (4)$$

#### 3. Metode least Square

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertambahan penduduknya cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah :

$$Y_n = a + b \cdot X \dots\dots\dots (5)$$

$$a = \frac{(\sum Y \cdot \sum X^2) - (\sum X \cdot \sum XY)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots (6)$$

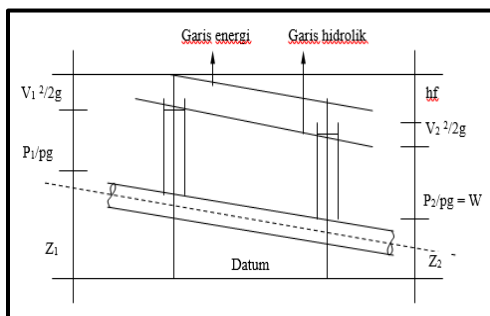
$$b = \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots (7)$$

## 2.4. Pengenalan Aplikasi WaterNet 2.1

Program ini dirancang untuk simulasi aliran air atau fluida lainnya dalam pipa, baik loop maupun tidak. *Waternet* dirancang untuk pengguna dengan pengetahuan minimal namun memadai dalam jaringan pipa. Input dan output dalam *Waternet* dibuat interaktif sehingga memudahkan pengguna dan memperkecil kesalahan

## 2.5. Perhitungan Tekanan

Pada aliran air dikenal persamaan Tekanan (persamaan *Bernoulli*) dan persamaan kontinuitas. Persamaan *Bernoulli* secara umum ditulis kembali sebagai berikut:



Gambar 1. Persamaan Bernoulli (Sumber : Hidraulika II)

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h \dots \dots (8)$$

## 2.6. Hasil Output Program

Setelah dilakukan analisis menggunakan program *WaterNet 2.1* maka ada beberapa hasil yang akan kita dapat berupa :

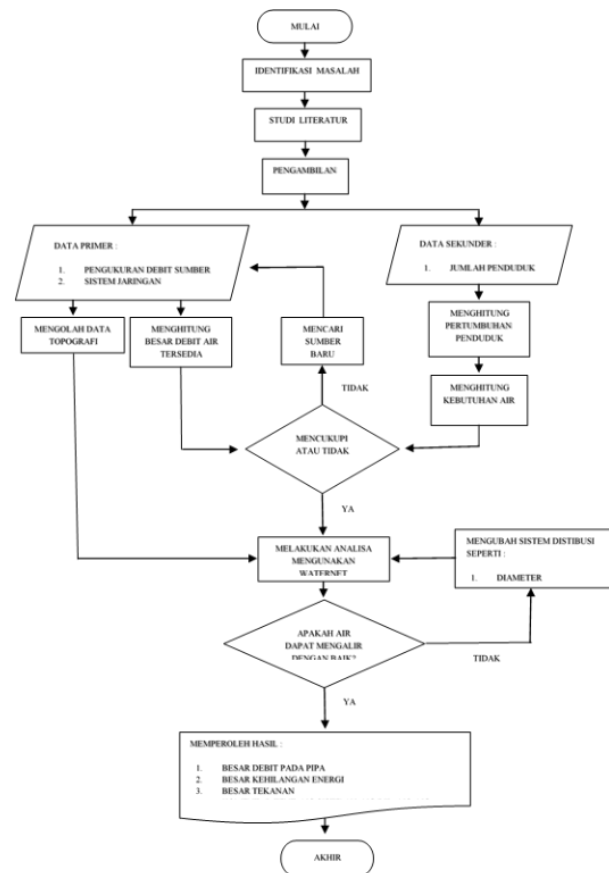
- Nilai Tekanan Absolut (m)
- Nilai Tekanan Relatif (m)
- Elevasi (m)
- Diameter (m) dan Debit (L/Det)
- Kehilangan Energi (hf) dan Kemiringan (i)



Gambar 2. Jendela *WaterNet Cetak* (Sumber : *WaterNet-Triadmadja*, 2009)

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Alir Penelitian



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

### 3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Desa Siwar yang merupakan suatu desa yang terdapat di Kecamatan Ambalau-Kab. Buru Selatan dengan luas wilayah sebesar 66.347 m<sup>2</sup>.



Gambar 2 Peta Lokasi (*Google Earth*, 2020)

Penelitian ini membutuhkan waktu selama 4 minggu. Penelitian yang dilakukan berupa mengukur debit pada sumber air, debit pada bak penampung, mengambil data jumlah penduduk, dan merekam titik

koordinat dengan GPS dan data lainnya yang diperlukan dalam perhitungan dan menganalisis sistem distribusi air bersih.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini meninjau jaringan pipa distribusi air bersih Desa Siwar. Didalam teknik pengumpulan data berisi tentang jenis data dan sumber data. Jenis data merupakan data-data apa saja yang dibutuhkan dalam penelitian ini sedangkan sumber data merupakan asal dari data tersebut di peroleh. Data-data yang di perlukan dari penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang di maksud dalam penelitian ini adalah hasil survey dan informasi dari responden yang langsung di peroleh berdasarkan pengamatan di lapangan. Data sekunder adalah data olahan yang berasal dari penelusuran dokumen-dokumen dan dari laporan yang di peroleh dari instansi terkait, laporan penelitian, literatur dan dokumen lain yang ada kaitannya dengan penelitian

### 3.4. Teknik Analisa Data

Metode analisis data adalah metode atau cara yang digunakan dalam menganalisis sejumlah data yang diperoleh dilapangan, guna merumuskan jawaban dari masalah atau hipotesa. Metode analisis data yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini adalah Proyeksi jumlah penduduk, Ada tiga metode dalam memperhitungkan proyeksi jumlah penduduk, yakni Metode Arimatik, Metode Geometrik, dan Metode *Least Square*

Perkiraan jumlah penduduk dibuat untuk mengetahui perkembangan penduduk setiap tahun sampai akhir tahun perencanaan yang diinginkan. Untuk data topografi akan didapat dari GPS yang kemudian diolah, hal ini diperlukan untuk mendapatkan nilai elevasi pada lokasi penelitian setelah semua didapat maka saya akan menggunakan aplikasi *WaterNet 2.1*.

Analisa dengan menggunakan *WaterNet 2.1* berguna untuk memeriksa rancangan jaringan distribusi air bersih, dimana kita tidak dapat melakukan pengujian langsung secara eksperimental. Analisa dilakukan dengan memasukkan data inputan berupa gambar rancangan jaringan distribusi air bersih yang telah dibuat beserta dimensi dan spesifikasi dari komponen yang digunakan. *WaterNet* akan menampilkan peringatan bila hasil kalkulasi dari

rancangan yang telah diproses tidak dapat dipecahkan atau tidak sesuai dengan standar yang ada.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pertumbuhan Penduduk Sektor Domestik

Dengan adanya analisis kebutuhan air bersih ini ditargetkan kebutuhan air bersih masyarakat dapat dipenuhi dengan tingkat pelayanan hingga 100 % dari jumlah penduduk Desa Siwar pada masa mendatang di mana dengan menggunakan data penduduk terakhir tahun 2019 dan kemudian sampai dengan 25 tahun ke depan yaitu tahun 2044.

Analisis kebutuhan air bersih untuk masa mendatang menggunakan standart– standart perhitungan yang telah ditetapkan. Kebutuhan air untuk fasilitas– fasilitas sosial ekonomi harus dibedakan sesuai peraturan PDAM dan memperhatikan kapasitas produksi sumber yang ada, tingkat kebocoran dan pelayanan. Faktor utama dalam analisis kebutuhan air adalah jumlah penduduk pada daerah studi. Untuk menganalisis proyeksi 25 tahun ke depan dipakai metode Aritmatik dan metode Geometrik dan metode *Least Square*. Dari proyeksi tersebut, kemudian dihitung jumlah kebutuhan air dari sektor domestik dan sektor non domestik berdasarkan kriteria Ditjen Cipta Karya 1996.

Dalam menghitung pertumbuhan penduduk selama 25 Tahun digunakan metode yang telah ditentukan pada tinjauan pustaka.

#### a) Metode geometrik

Dalam menghitung pertumbuhan penduduk dengan metode Geometrik diperlukan ratio pertumbuhan penduduk.

$$r = \frac{P_{(n+1)} - P_n}{P_n} \times 100$$

$$r1 = \frac{P_{2013} - P_{2012}}{P_{2012}} \times 100$$

$$r1 = \frac{1287 - 1274}{1274} \times 100 = 1,02\%$$

#### b) Metode aritmatik

Dalam menghitung pertumbuhan penduduk dengan metode Arimatik juga diperlukan ratio pertumbuhan penduduk.

$$r = P_{n+1} - P_n$$

$$r1 = P_{2013} - P_{2012}$$

$$= 1287 - 1274 = 13 \text{ Jiwa}$$

#### c) Metode *least square*

Dari data jumlah penduduk tahun 2005-2009, data tahun dijadikan data X dan jumlah penduduk dijadikan data Y. kemudian dicari parameter yang

diperlukan untuk mendapatkan konstanta a dan konstanta b seperti tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Parameter Nilai X dan Y Metode *Least Square* (Sumber :Hasil Analisa)

| No     | Tahun | X   | Y     | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> | X.Y    |
|--------|-------|-----|-------|----------------|----------------|--------|
| (1)    | (2)   | (3) | (4)   | (5)            | (6)            | (7)    |
| 1      | 2012  | -7  | 1274  | 49             | 1623076        | -8918  |
| 2      | 2013  | -6  | 1287  | 36             | 1656369        | -7722  |
| 3      | 2014  | -5  | 1294  | 25             | 1674436        | -6470  |
| 4      | 2015  | -4  | 1329  | 16             | 1766241        | -5316  |
| 5      | 2016  | -3  | 1442  | 9              | 2079364        | -4326  |
| 6      | 2017  | -2  | 1458  | 4              | 2125764        | -2916  |
| 7      | 2018  | -1  | 1471  | 1              | 2163841        | -1471  |
| 8      | 2019  | 0   | 1523  | 0              | 2319529        | 0      |
| Jumlah |       | -28 | 11078 | 140            | 15408620       | -37139 |

Dari data diatas didapat bahwa :

$$\sum X = -28$$

$$\sum Y = 11078$$

$$\sum X^2 = 140$$

$$\sum Y^2 = 15408620$$

$$\sum XY = -37139$$

Setelah mendapat parameter diatas maka kita dapat mencari nilai konstanta a, dan konstanta b.

$$a = \frac{(11078 \times 140) - (-28 \times -37139)}{(8 \times 140) - (-28)^2} = 1520.9$$

$$b = \frac{(8 \times -37139) - (-28 \times 11078)}{(8 \times 140) - (-28)^2} = 38.9$$

Dari nilai konstanta yang didapat maka ditemukan persamaan *Least Square* :

$$Y = 1520.9 + 38.9X$$

Setelah mendapat persamaan pada tiap metode selanjutnya menghitung jumlah penduduk setiap tahun. Berikut adalah hasil perhitungan jumlah penduduk tiap tahun (interval 5 tahun) tertera pada tabel 4.

Tabel 4 .Hasil Hitungan Pertumbuhan Penduduk (Sumber : Hasil Analisa,)

| Tahun | n  | Metode Arimatik<br>Pn = 1523 + 35.57n<br>(Jiwa) | Metode Geometrik<br>Pn = 1523 x (1+0.0262) <sup>n</sup><br>(Jiwa) | Metode Least Square<br>Y = 1520.9 + 38.9 X<br>(Jiwa) | Rata - Rata |
|-------|----|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|
| 2019  | 0  | 1523                                            | 1523                                                              | 1521                                                 | 1522        |
| 2024  | 5  | 1701                                            | 1733                                                              | 1715                                                 | 1716        |
| 2029  | 10 | 1879                                            | 1972                                                              | 1910                                                 | 1920        |
| 2034  | 15 | 2057                                            | 2243                                                              | 2104                                                 | 2135        |
| 2039  | 20 | 2234                                            | 2552                                                              | 2299                                                 | 2362        |
| 2044  | 25 | 2412                                            | 2904                                                              | 2494                                                 | 2603        |

#### 4.2. Analisa Jumlah Penduduk Sektor Non Domestik

Analisis sektor non domestik dilaksanakan dengan berpegangan pada analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas – fasilitas sosial ekonomi yang ada pada wilayah perencanaan. Kebutuhan air non domestik menurut kriteria perencanaan pada Dinas PU.

Data sektor Non – Domestik yang diperoleh berupa jumlah karyawan, jumlah siswa, jumlah tempat peribadatan dan juga jumlah fasilitas kesehatan. Dengan datanya sebagai berikut :

Tabel. 5.Jumlah Proyeksi Sektor Non-Domestik (Sumber : Hasil Analisa)

| No  | Tahun | Jumlah Karyawan<br>(Orang) | Jumlah Siswa<br>(Orang) | Jumlah Masjid<br>(Unit) | Jumlah Puskesmas<br>(Unit) |
|-----|-------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| (1) | (2)   | (3)                        | (4)                     | (5)                     | (6)                        |
| 1   | 2012  | 34                         | 0                       | 1                       | 1                          |
| 2   | 2013  | 33                         | 0                       | 1                       | 1                          |
| 3   | 2014  | 28                         | 372                     | 1                       | 1                          |
| 4   | 2015  | 31                         | 381                     | 1                       | 1                          |
| 5   | 2016  | 31                         | 383                     | 1                       | 1                          |
| 6   | 2017  | 31                         | 382                     | 1                       | 1                          |
| 7   | 2018  | 31                         | 381                     | 1                       | 1                          |
| 8   | 2019  | 31                         | 0                       | 1                       | 1                          |

#### 4.3. Analisa Kebutuhan Air

Dengan adanya analisis kebutuhan air bersih ini ditargetkan kebutuhan air bersih masyarakat dapat dipenuhi dengan tingkat pelayanan hingga 100 % dari jumlah penduduk Desa Siwar pada masa mendatang di mana dengan menggunakan data penduduk terakhir tahun 2019 dan kemudian sampai dengan 25 tahun ke depan yaitu tahun 2044.

##### 1. Sektor Domestik

Kebutuhan air Domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Kebutuhan air Domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk, dan konsumsi perkapita. Kebutuhan Air Domestik meliputi Sambungan Rumah (SR) dan juga Hidran Umum (HU). Dari jumlah data penduduk yang didapat kita dapat mengklasifikasikan daerah itu kedalam kelas Desa (<20.000 Jiwa)

##### a) Sambungan Rumah (SR)

Pada kelas Desa didapat beberapa standart yang diperlukan dalam menghitung kebutuhan air Sambungan Rumah yaitu :

Jumlah Jiwa /SR = 5 Jiwa  
 Cakupan Pelayanan = 70%  
 Konsumsi Air SR = 60 – 80 Lt/Org/Hari,  
 Besar Konsumsi pemakaian air yang dipakai paling maximum dalam sehari yaitu sebesar 80 Lt/Org/Hari.  
 Untuk tahun berikutnya selama tahun perencanaan yaitu selama 25 Tahun kedepan (interval 5 tahun ) dapat dilihat pada Table 6.

Tabel 6. Kebutuhan Air untuk Sambungan Rumah  
 (Sumber : Hasil Analisa)

| No  | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Tingkat Pelayanan (%) | Jumlah Terlayani (Jiwa) | Konsumsi Air Rata-Rata (Lt/Jiwa/Hari) | Jumlah Kebutuhan Air (Lt/Hari) | Jumlah Kebutuhan Air (Lt/Det) |
|-----|-------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| (a) | (b)   | (c)                    | (d)                   | (e)                     | (f)                                   | (g)                            | (h)                           |
| 1   | 2019  | 1.522                  | 70                    | 1.066                   | 80                                    | 85.249                         | 0,99                          |
| 6   | 2024  | 1.716                  | 70                    | 1.201                   | 80                                    | 96.118                         | 1,11                          |
| 11  | 2029  | 1.920                  | 70                    | 1.344                   | 80                                    | 107.526                        | 1,24                          |
| 16  | 2034  | 2.135                  | 70                    | 1.494                   | 80                                    | 119.548                        | 1,38                          |
| 21  | 2039  | 2.362                  | 70                    | 1.653                   | 80                                    | 132.269                        | 1,53                          |
| 26  | 2044  | 2.603                  | 70                    | 1.822                   | 80                                    | 145.786                        | 1,69                          |

#### b) Hidran Umum (HU)

Pada kelas Desa didapat beberapa standart yang diperlukan dalam menghitung kebutuhan air Hidran Umum yaitu :

Jumlah Jiwa /HU = 100 Jiwa  
 Cakupan Pelayanan = 30%  
 Konsumsi Air HU = 20 – 40 Lt/Org/Hari,  
 Pada lokasi tidak terdapat Hiran Umum akan tetapi sesuai dengan standart departement Cipta karya, besar debit Hidran umum harus dihitung oleh karena itu dapat diasumsikan Konsumsi Air Hidran umum sebesar 40 Lt/Org/Hari (Nilai Maximum). Untuk tahun berikutnya selama tahun perencanaan yaitu selama 25 Tahun kedepan dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Kebutuhan Air untuk Hidran Umum (Hasil Analisa)

| No  | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Tingkat Pelayanan (%) | Jumlah Terlayani (Jiwa) | Jumlah Hidran Umum (Unit) | Konsumsi Air Rata-Rata (Lt/Jiwa/Hari) | Jumlah Kebutuhan Air (Lt/Hari) | Jumlah Kebutuhan Air (Lt/Det) |
|-----|-------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| (a) | (b)   | (c)                    | (d)                   | (e)                     | (f)                       | (g)                                   | (h)                            | (i)                           |
| 1   | 2019  | 1.522                  | 30                    | 457                     | 5                         | 40                                    | 18.268                         | 0,21                          |
| 6   | 2024  | 1.716                  | 30                    | 515                     | 5                         | 40                                    | 20.597                         | 0,24                          |
| 11  | 2029  | 1.920                  | 30                    | 576                     | 6                         | 40                                    | 23.041                         | 0,27                          |
| 16  | 2034  | 2.135                  | 30                    | 640                     | 6                         | 40                                    | 25.617                         | 0,30                          |
| 21  | 2039  | 2.362                  | 30                    | 709                     | 7                         | 40                                    | 28.343                         | 0,33                          |
| 26  | 2044  | 2.603                  | 30                    | 781                     | 8                         | 40                                    | 31.240                         | 0,36                          |

## 2. Sektor Non Domestik

Analisis sektor non domestik dilaksanakan dengan berpegangan pada analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas – fasilitas sosial ekonomi yang ada pada wilayah perencanaan.

### 4.4. Kebutuhan Air Bersih Desa Siwar

Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih di Desa Siwar, maka dapat dibuat tabel rekapitulasi kebutuhan air bersih seperti dapat dilihat pada Tabel.8 Pada tahun 2019 (awal tahun rencana) diketahui bahwa total kebutuhan air bersih di Desa Siwar adalah sebesar 1,304 liter/detik dan pada tahun 2044 (proyeksi 25 tahun) didapat total kebutuhan air bersih adalah sebesar 2.167 liter/detik.

Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Air di Desa Siwar  
 (hasil Analisa)

| REKAPITULASI |       |               |             |                  |                 |                    |                      |                          |
|--------------|-------|---------------|-------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------------|
| No.          | Tahun | KEBUTUHAN AIR |             |                  |                 |                    |                      |                          |
|              |       | SR (Lt/Det)   | HU (Lt/Det) | Sekolah (Lt/Det) | Masjid (Lt/Det) | Puskesmas (Lt/Det) | Perkantoran (Lt/Det) | Total Kebutuhan (Lt/Det) |
| 1            | 2019  | 0,99          | 0,21        | 0,04             | 0,03            | 0,02               | 0,004                | 1,304                    |
| 6            | 2024  | 1,11          | 0,24        | 0,05             | 0,03            | 0,02               | 0,005                | 1,459                    |
| 11           | 2029  | 1,24          | 0,27        | 0,05             | 0,03            | 0,02               | 0,006                | 1,622                    |
| 16           | 2034  | 1,38          | 0,30        | 0,05             | 0,03            | 0,02               | 0,007                | 1,793                    |
| 21           | 2039  | 1,53          | 0,33        | 0,05             | 0,03            | 0,02               | 0,008                | 1,974                    |
| 26           | 2044  | 1,69          | 0,36        | 0,05             | 0,03            | 0,02               | 0,009                | 2,167                    |

### 4.5. Kehilangan Air

Untuk menentukan besarnya kebutuhan air, perlu diperhitungkan juga besarnya kebocoran/kehilangan air dari sistem. Besarnya kehilangan air diperkirakan sebesar 20 % dari kebutuhan total sampai akhir tahun perencanaan (*Dirjen Cipta Karya, 1998*).

Yang dimaksud dengan kehilangan air adalah :

1. Pemakaian air pada instalasi, diantaranya :  
 - pencucian unit-unit instalasi dan keperluan air bersih untuk karyawan
2. Kebocoran pipa distribusi dan perlengkapan
3. Kesalahan petugas dalam menghitung meteran
4. Penyambungan liar
5. Kesalahan administrasi

Secara keseluruhan kehilangan air pada tahun 2019 hingga tahun 2044 dapat dilihat dalam tabel.9 berikut:

Tabel.9 Kehilangan Air (Hasil Analisa)

|           | Faktor | 2019  | 2024  | 2029  | 2034  | 2039  | 2044  |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Normal    | 1      | 1,304 | 1,459 | 1,622 | 1,793 | 1,974 | 2,167 |
| Faktor KA | 1,2    | 1,564 | 1,751 | 1,946 | 2,152 | 2,369 | 2,600 |
| Ltr/det   |        |       |       |       |       |       |       |

#### 4.6. Kebutuhan Air Yang diolah

Untuk kota-kota yang terdapat di Indonesia, besarnya faktor pengali sebagai dasar untuk menghitung kebutuhan air bersih pada saat jam puncak atau pemakaian air minum pada jam-jam tertentu dalam jumlah yang lebih banyak dari hari maksimum. Dengan kata lain pemakaian air dalam jumlah maksimum pada hari-hari tertentu, dipengaruhi oleh :

$$\begin{aligned}\text{Faktor jam puncak} &= 1,5 - 1,75 \\ \text{Faktor hari maksimum} &= 1,15 - 1,25\end{aligned}$$

Faktor hari maksimum yang digunakan adalah 1,2, maka kapasitas pengolahan air minum adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Q_{HM} &= Q_{2019} \times \text{faktor maksimum hari} \\ Q_{HM} &= 2,600 \text{ Lt/det} \times 1.2 \\ Q_{HM} &= 3,120 \text{ Lt/det}\end{aligned}$$

Begitu pula dengan penggunaan Faktor Jam Puncak yang digunakan 1,5 maka kapasitas pengolahan air minum adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Q_{JP} &= Q_{2019} \times \text{faktor Jam Puncak} \\ Q_{JP} &= 2,600 \text{ Lt/det} \times 1.5 \\ Q_{JP} &= 3,900 \text{ Lt/det}\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 10

Tabel 10. Pengelolaan Air (Hasil Analisa)

|           | Faktor | 2019  | 2024  | 2029  | 2034  | 2039  | 2044  |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Normal    | 1      | 1,564 | 1,751 | 1,946 | 2,152 | 2,369 | 2,600 |
| Ltr/det   |        |       |       |       |       |       |       |
| Faktor HM | 1,2    | 1,877 | 2,101 | 2,335 | 2,582 | 2,843 | 3,120 |
| Ltr/det   |        |       |       |       |       |       |       |
| Faktor JP | 1,5    | 2,347 | 2,626 | 2,919 | 3,228 | 3,554 | 3,900 |
| Ltr/det   |        |       |       |       |       |       |       |

Berdasarkan hasil yang sudah ada maka dapat digunakan debit yang lebih besar yaitu debit dengan factor jam puncak. Dapat dilihat pada tahun 2019 (Tahun Awal) debit yang dibutuhkan sebesar 2,347 Lt/det, dan Debit yang dibutuhkan pada tahun 2044 (Proyeksi 25 Tahun) sebesar 3,900 Lt/Det.

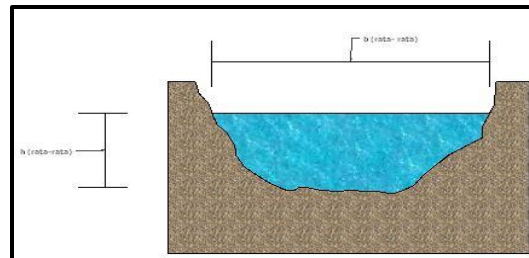
#### 4.7. Kebutuhan Air Bersih

Untuk analisis ketersediaan air bersih sampai dengan tahun 2044 dilakukan dengan pengukuran kecepatan aliran menggunakan bola plastik sebagai objek pengamatan dan pengukuran luas penampang basah daerah yang ditinjau pada sumber mata air yang dimanfaatkan saat ini dengan debit yang dibutuhkan sampai tahun 2044 sesuai dengan hasil perhitungan.

Data pengukuran penampang basah yang didapat adalah yang tercantum pada table.11 adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Dimensi Penampang Basah pada sumber (Sumber : Hasil Analisa)

| Isian Data Penampang Sungai |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lebar b (cm)                | 27,10 | 21,80 | 25,70 | 24,30 | 29,20 | 20,70 | 25,20 | 19,60 |
| Tinggi h (cm)               | 5,00  | 5,80  | 2,90  | 3,50  | 3,70  | 1,80  | 4,20  | 4,70  |



Gambar 5. Sketsa Penampang sungai (Sumber : Sketchup, )

$$\begin{aligned}\text{Lebar rata-rata (b)} &= 24,2 \text{ cm} = 0,24 \text{ m} \\ \text{Tinggi Air (h)} &= 3,95 \text{ cm} = 0,0395 \text{ m} \\ \text{Luas Penampang (A)} &= b \times h \\ &= 0,24 \times 0,0395 \\ &= 0,00956 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Di asumsikan panjang aliran sepanjang 50 cm, dan untuk mendapat kecepatan aliran penulis menggunakan stopwatch untuk mengetahui waktu yang diperlukan objek pengamatan melintas sepanjang 50 cm. Data yang didapat setelah melakukan percobaan telah tertera di tabel 12

Tabel 12. Hasil Pengamatan Waktu Objek Pengamatan (Sumber : Hasil Analisa)

| Isian Data Kecepatan Aliran |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Simbol                      | t1   | t2   | t3   | t4   | t5   | t6   | t7   | t8   | t9   | t10  | t11  | t12  |
| Waktu t (det)               | 0,98 | 0,82 | 1,32 | 1,42 | 1,25 | 1,28 | 1,82 | 1,17 | 0,89 | 1,61 | 1,21 | 1,09 |

$$\begin{aligned}\text{Waktu rata-rata (t)} &= 1,21 \text{ det} = 0,02 \text{ menit} \\ \text{Kecepatan Aliran (v)} &= \frac{\text{Panjang Aliran (m)}}{\text{Waktu rata-rata (det)}} \\ \text{Kecepatan Aliran (v)} &= \frac{50 \text{ meter}}{1,21 \text{ Detik}} \\ &= 0,412175 \text{ m/det}\end{aligned}$$

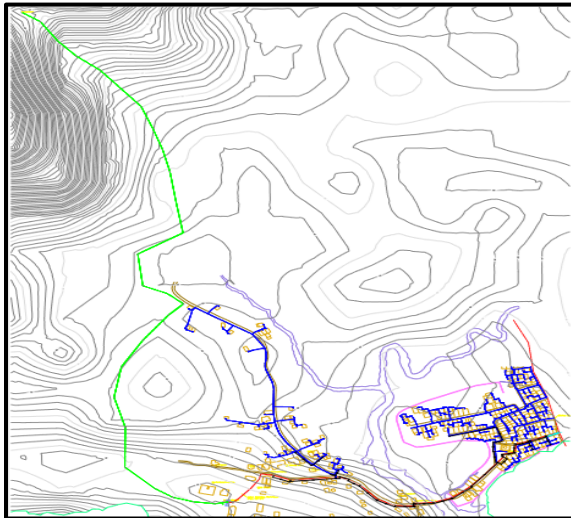
$$\begin{aligned}\text{Maka debit air yang tersedia pada sumber ini sebesar.} \\ \text{Debit Aliran (Q)} &= A \cdot v = 0,00965 \times 0,412175 \\ &= 0,003940 \text{ m}^3/\text{det} \\ &= \mathbf{3,94 \text{ Liter/det}}\end{aligned}$$

Dengan membandingkan kebutuhan dengan ketersediaan air yang ada, dapat diketahui bahwa jumlah ketersediaan sumber air saat ini ( $3,94 > 3,900$ ) masih mampu untuk memenuhi kebutuhan wilayah Desa Siwar. Untuk keadaan reservoir yang digunakan saat ini, berdasarkan data yang didapatkan pada lapangan bahwa untuk reservoir di Desa Siwar memiliki 1 bak penampungan dengan daya tampung sebesar  $60 \text{ m}^3$

#### 4.8. Sistem Distribusi Air Bersih Desa Siwar

Sumber air bersih yang digunakan oleh penduduk Desa Siwar berasal dari mata air yang ada pada desa tersebut. Mata air ini memiliki kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang baik sehingga menjadi sumber air yang digunakan oleh penduduk Desa Siwar untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air yang keluar dari mata air sangat jernih dan mengalir terus sepanjang tahun. Secara teknis, sistem pengaliran yang digunakan adalah sistem gravitasi, yaitu mulai dari sumber air ke bak penampung hingga distribusi ke pelanggan.

Penampungan sumber air/ mata air menggunakan bak yang terbuat dari semen atau batu bata. Lokasi bak penampungan air berada pada tempat yang lebih rendah dari mata air sehingga aliran air dalam bak lancar. Namun bak penampungan ini jarang dilakukan perawatan sehingga dapat mengakibatkan kebocoran dalam bak penampungan. Pengelolaan air bersih ini kurang terorganisir dengan baik karena tidak adanya struktur kepengurusan yang bertanggung jawab terhadap jalannya air bersih ini. Apabila terjadi kerusakan kurang ada kerjasama diantara warga untuk memperbaikinya.



Gambar 6. Sistem Distribusi Air Bersih Desa Siwar  
(Sumber : GPS Garmin)

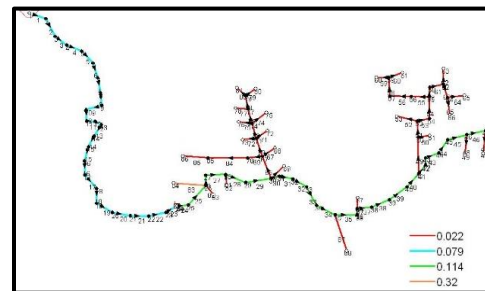
Perpipaan yang digunakan mempunyai diameter yang bervariasi yaitu:

1. Pipa *Primer* dengan diameter 79 mm (*Reservoir* ke Bak Penampung)
2. Pipa *Sekunder* dengan diameter 114 mm (Bak Penampung ke Pipa *Sekunder*)
3. Pipa *Tersier* dengan diameter 22 mm. (Pipa Distribusi ke rumah warga)

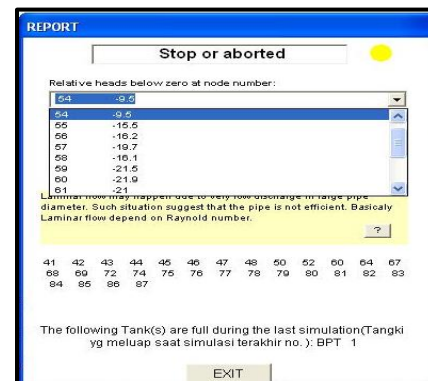
#### 4.9. Analisa Dengan WaterNet

Data tersebut meliputi elevasi dan panjang pipa, yang kemudian kita akan menganalisa sistem tersebut pada *WaterNet*. Setelah dilakukan analisa distribusi pada *WaterNet* didapati bahwa:

1. Ada beberapa Node Pipa yang ada pada daerah permukiman Desa Siwar mempunyai *Energi Relatif* dibawah Nol, yang mengakibatkan air tidak dapat mengalir dengan baik ke masyarakat, sesuai dengan keadaan yang ada di lapangan.
2. *Energi relatif* yang minimum terjadi akibat pipa *tersier* yang menyalurkan air ke rumah warga mempunyai perbedaan diameter yang lumayan jauh dengan pipa *sekunder* ( $D_{\text{Sekunder}} = 0,144$  m menjadi  $Q_{\text{Tersier}} = 0,022$  m)
3. Pada Kantor Kecamatan Ambalau juga mengalami penurunan *energy relatif* minimum hal ini diakibatkan elevasi tanah pada Kantor Kecamatan yang lebih tinggi dari elevasi tanah *junction* yang menyalurkan air ke Kantor Kecamatan Ambalau.
4. Dari hasil analisa juga didapati bahwa Bak Penampungan seharusnya meluap dikarenakan air yang masuk lebih banyak daripada air yang keluar akan tetapi keadaan yang ada pada lapangan Bak Penampungan Tidak meluap. Hal ini membuktikan Bak Penampungan dilapangan mengalami kebocoran



Gambar 7. Penggambaran Sistem Distribusi Air  
Desa Siwar (Sumber : WaterNet, 2019)



Gambar 8. Hasil *Running WaterNet*  
(Sumber :WaterNet, 2019)

Tabel 13. Hasil *Output* Sistem *Excisting* (Hasil Analisa)

| No.Node | E.Dasar(m) | Energi     |            | Konsumsi(l/s) |
|---------|------------|------------|------------|---------------|
|         |            | Absolut(m) | Relatip(m) |               |
| J-54    | 7,02       | -2,44      | -9,46      | 0             |
| J-55    | 6,92       | -8,49      | -15,41     | 0             |
| J-56    | 7,51       | -8,62      | -16,13     | 0,01          |
| J-57    | 8,22       | -11,38     | -19,6      | 0,01          |
| J-58    | 7,02       | -9,02      | -16,04     | 0             |
| J-59    | 8,72       | -12,71     | -21,43     | 0             |
| J-60    | 8,52       | -13,37     | -21,89     | 0,16          |
| J-61    | 8,19       | -12,76     | -20,95     | 0,06          |
| J-62    | 7,05       | -10,32     | -17,37     | 0             |
| J-63    | 8,18       | -11,09     | -19,27     | 0,18          |
| J-64    | 6,95       | -10,46     | -17,41     | 0             |
| J-65    | 6,89       | -10,51     | -17,4      | 0,04          |
| J-84    | 21         | 19,71      | -1,29      | 0,01          |

#### 4.10. Solusi Sitem Distribusi Air Bersih Desa Siwar

Setelah mendapat hasil analisa sistem jaringan berupa permasalahan yang didapat maka dapat ditentukan solusi :

##### 1. Merehab Bak Penampung yang telah bocor

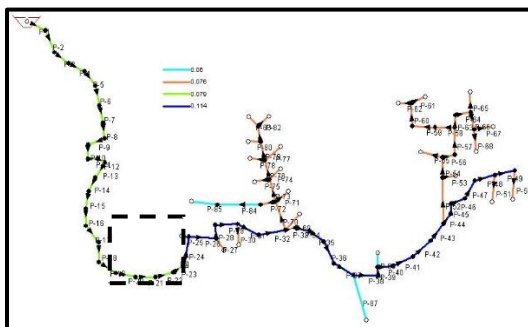
Dari hasil *running* yang dilakukan kembali dan mendapat hasil bahwa Bak Penampung tidak meluap dikarenakan telah diperbesar diameternya, akan tetapi kondisi dilapangan Bak Penampung mengalami kebocoran. Oleh karena itu Bak Penampung yang telah ada harus direhab agar tidak mengalami kebocoran dan pengurangan debit yang ditampung

##### 2. Mengubah diameter pipa pada sistem jaringan air bersih.

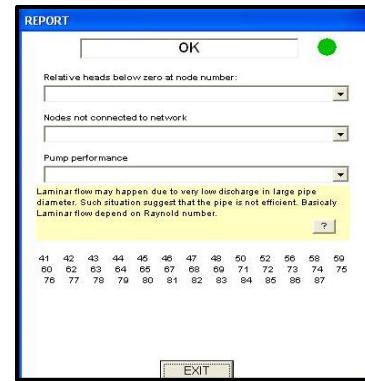
Pipa *tersier* yang menuju ke rumah warga diameternya diperbesar yang awalnya dari  $D=0,022\text{m}$  diubah menjadi  $D = 0,076\text{ m}$ , dan  $0,06\text{ m}$ . sesuai dengan kebutuhan untuk mencari nilai *relative*  $> 0\text{ m}$ .

##### 3. Mengubah sistem jaringan pada Kantor Kecamatan Ambalau

Dikarenakan elevasi Kantor yang berada lebih tinggi dari sambungan sebelumnya. Oleh karena itu sistem pipa dari Bak Penampung akan diubah arahnya ke daerah lebih tinggi dari Kantor Kecamatan agar air dapat mengalir dengan baik



Gambar 9. Peta Jaringan Pipa (Sumber : WaterNet, 2019)

Gambar 10. Hasil *Running* WaterNet (Sumber : WaterNet, 2019)

Dari hasil *running* analisa Waternet, data yang telah diubah dapat dipakai dan tidak terjadi permasalahan. Dan air dapat mengalir dengan baik sampai ke masyarakat sesuai dengan banyaknya debit yang dibutuhkan baik domestik maupun non-domestik.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Debit air yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan air warga Desa Siwar hingga ke 25 tahun kedepan ( $Q_{tersedia} = 3,94\text{ lt/det} > Q_{dibutuhkan} = 3,90\text{ lt/det}$ )
2. Dikarenakan adanya peralihan diameter pipa dari pipa sekunder ke pipa tersier yang lumayan jauh ( $D_{Sekunder} = 0,144\text{ m}$  menjadi  $D_{Tersier} = 0,022\text{ m}$ ) sehingga mengakibatkan Energy relatif yang sangat minimum (Negatif) yang dapat dikatakan bahwa air tak dapat mengalir dengan baik atau terhambat, dan juga bak penampung yang ada di Desa Siwar mengalami kebocoran sehingga air yang tersedia berkurang.
3. Solusi yang dapat diambil adalah mengubah diameter pipa tersier yang mempunyai energy relative minimum (Negative) menjadi diameter yang lebih besar ( $D_{Tersier} = 0,076\text{ m}$ ) mendekati diameter pipa sekunder ( $D_{Sekunder} = 0,144\text{ m}$ ) agar energy relative lebih dapat menjadi positif dan air dapat mengalir, khusus untuk Kantor Kecamatan Ambalau yang memiliki elevasi tanah yang lebih tinggi harus dilakukan perubahan jalur pipa sekunder agar air dapat mengalir dengan baik ke Kantor Kecamatan dengan baik. Serta melakukan perbuhan dimensi *Reservoir* sesuai perhitungan dimensi Volume *Reservoir*, karena *Reservoir* yang ada pada lapangan diperkirakan tidak dapat menampung air yang tersedia dalam sehari.

## 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan yaitu sebagai berikut :

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bahwa warga Desa Siwar dapat mengaplikasikan ke lapangan dikarenakan solusi yang diberikan dapat dikatakan mudah untuk dilakukan
2. Penulis sangat mengharapkan pihak pengelola sistem distribusi (PAMSIMAS) untuk meningkatkan pengawasan dan pengontrolan sistem distribusi di Desa Siwar dan juga melakukan perubahan Reservoir agar dapat menampung air yang tersedia setiap harinya
3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapati bahwa jumlah debit yang dibutuhkan pada tahun 2044 mendekati jumlah besar debit yang tersedia, oleh karena itu penulis mengharapkan dilakukan analisa lanjutan untuk tahun-tahun berikutnya dengan menggunakan sistem fluktuasi.
4. Dan jika tidak memungkinkan lagi untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Desa Siwar pada tahun berikutnya menggunakan sistem fluktuasi maka diharapkan dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari sumber air bersih baru sebagai penambahan debit air yang tersedia agar dapat mencukupi kebutuhan air Warga Desa Siwar di tahun – tahun yang akan datang

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, Dony.(2007). *Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Ketersediaan Air Bersih Di Ipa Sumur Dalam Banjarsari Pdam Kota Surakarta Terhadap Jumlah Pelanggan*.Jurnal. Halaman 7
- Ditjen Cipta Karya. (1996) *Kriteria Perencanaan Air Bersih Dinas PU* (Vol.5). Jakarta
- Kodoatie J Robert, Sjarief Roestam, 2010, *Tata Ruang Air*, ANDI Yogyakarta
- Pariartha,I.P.(2012) . *Proyeksi Kebutuhan. Air*. Yogyakarta
- Soedradjat A, 1983, *Mekanika-Fluida Dan Hidrolika*, Nova, Bandung
- Sumarnianni. (2016). Sumber Air dan Ciri-cirinya. <http://sumarnianni.blogspot.com/2016/04/source-air-dan-characteristics.html>.download 20 Juni 2019.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 1974 Tentang Pengairan. Diundu Tanggal 29 Agustus 2016