

Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Perumahan Arya Resident Kabupaten Sorong

Planning Of Clean Water Network System For Housing Arya Resident, Sorong District

Ardiansya Yusuf^{1*}, Hendrik Pristiano², dan Achmad Rusdi³

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

Abstrak

Dalam kehidupan, air merupakan hal yang pokok bagi konsumsi manusia, tumbuh-tumbuhan, dan binatang, karena air adalah senyawa yang tidak tergantikan, pada saat ini di Perumahan KPR Arya Resident Kabupaten Sorong memerlukan jaringan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air warga sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan penggunaan air bersih dan juga bertujuan untuk menganalisis sistem jaringan air bersih di Perumahan KPR Arya Resident Kabupaten Sorong. Pada penelitian ini untuk menghitung data jumlah penduduk menggunakan data jumlah sambungan rumah (SR) dimana total sambungan rumah 114 rumah, berdasarkan SNI 03-1733-2004, kebutuhan luas minimal dengan 4 orang dewasa adalah 36 m² atau 9 m² / jiwa, maka didapat jumlah penduduk yaitu 456 jiwa dengan kebutuhan air bersih per rumah yaitu 150 liter/penghuni/hari, sehingga didapat total kebutuhan air bersih 68400 liter/hari. Untuk menganalisis jaringan air bersih menggunakan software epanet 2.0 dimana didapat total panjang jaringan 2357,93 m, kecepatan aliran tertinggi di layanan yaitu 0,15 m/detik yang terdapat pada pipa utama yang terhubung dari reservoir, dan nilai pressure tertinggi adalah 50,93 m yang terdapat pada titik terendah dengan elevasi dari reservoir yaitu 57 m.

Kata Kunci: Epanet, Jaringan Air Bersih, Perumahan, Reservoir

Abstract

In life, water is essential for consumption by humans, plants and animals, because water is an irreplaceable compound, at this time KPR Arya Resident Sorong Regency requires a clean water network to meet the daily water needs of residents. This study aims to analyze the need for clean water use and also aims to analyze the clean water network system in KPR Arya Resident Housing, Sorong Regency. In this study to calculate population data using data on the number of house connections (SR) where a total of 114 house connections, based on SNI 03-1733-2004, the minimum area requirement for 4 adults is 36 m² or 9 m²/person, then the total The population is 456 people and the need for clean water per house is 150 liters/occupant/day, so that a total need for clean water is 68400 liters/day. To analyze the clean water network using EPANET 2.0 software, the total length of the network is 2357.93 m, the highest flow velocity in the service is 0.15 m/s which is in the main pipe connected to the reservoir, and the highest pressure value is 50.93 m. which is at the lowest point with an elevation of the reservoir which is 57 m.

Keywords: Epanet, Clean Water Network, Housing, Reservoir.

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan, air merupakan hal yang pokok bagi konsumsi manusia, tumbuh-tumbuhan, dan binatang, karena air adalah senyawa yang tidak tergantikan. Kondisi yang diinginkan oleh tiap orang adalah tersedianya air bersih sepanjang waktu dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang memadai. Air juga mempunyai banyak manfaat untuk kebutuhan sehari-hari seperti masak, mandi, minum dan mencuci. Air merupakan salah satu kebutuhan yang paling penting bagi kelangsungan setiap makhluk hidup di muka bumi. Tanpa air, kemungkinan besar tidak akan ada kehidupan dimuka bumi ini. Manusia, tumbuh-tumbuhan dan binatang selalu membutuhkan air untuk tumbuh dan berkembang. Pada manusia dalam tubuhnya terdiri dari 65% air, sehingga wajarlah kalau manusia selalu memerlukan air minum bagi tubuhnya. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih pun akan semakin meningkat.

Untuk memenuhi kebutuhan air yang besar, diperlukann jaringan air bersih. Pada saat ini di Perumahan KPR Arya Resident Kabupaten Sorong. Dimana awalnya, sebagian besar warga disekitar wilayah ini penyediaan air bersihnya bersumber dari reservoir dan sumber mata air berupa sumur bor, akan tetapi karena bertambahnya jumlah perumahan yang mengakibatkan kapasitas tampungan reservoir tidak memenuhi dan kerusakan reservoir akibat tidak adanya pemeliharaan. Sehingga sebagian warga perumahan sekitar area tersebut menggunakan sumur bor pribadi dan sebagian warga yang lain menggunakan air yang di beli.

Kendala semacam ini sangat terasa di perumahan KPR Arya Resident Kabupaten Sorong. Dengan jumlah perumahan saat ini yang berjumlah 114 rumah, maka perlu dilakukan pembuatan reservoir dengan kapasitas tampungan yang lebih besar dan perlum merencanakan jaringan air bersih ulang di karenakan jaringan air bersih yang lama sudah tidak diketahui.

(*)Corresponding author

Telp :

E-mail : hendrikpristiano@um-sorong.ac.id

Dari kondisi di atas maka penulis merencanakan pembuatan sistem jaringan air bersih dengan sistem penampungan dengan menggunakan reservoir. Dan melalui pembuatan sistem jaringan air bersih yang menghubungkan sumber air berupa sumur bor dengan konsumen. Hal utama yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pembuatan sistem jaringan air bersih dan pembuatan reservoir ini adalah jumlah kepadatan penduduk, kondisi fisik daerah perencanaan, dan kemungkinan perkembangannya dimasa yang akan datang. Dengan adanya permasalahan di atas, untuk itu penulis ingin menyampaikan inspirasi dan pemecahan permasalahan dengan mengangkat judul (“Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Perumahan Arya Resident Kabupaten Sorong”).

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

1. Pompa Air

Pompa merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menambah debit dan tekanan pada sistem transmisi dan distribusi air minum apabila kondisi daerah yang direncanakan memiliki elevasi yang lebih rendah dari daerah pelayanan (Nelwan, 2013).

Untuk memilih suatu pompa tentunya terlebih dahulu menentukan daya hidrolis pompa menggunakan, penentuan daya hidrolis pompa berdasarkan Persamaan (1)

$$HHP = \frac{Q \times H \times \rho}{75} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- HHP = Daya hidrolis pompa (Hp)
- Q = Kapasitas pompa (m³/s)
- H = Total Head Pompa (m)
- ρ = Massa jenis cairan (kg/m³)

2. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan non domestik merupakan air yang digunakan selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air untuk sarana sosial, tempat ibadah, sekolah, rumah sakit, asrama, dan juga untuk keperluan komersil seperti industri, hotel, perdagangan, serta untuk pelayanan jasa umum. Untuk menentukan kebutuhan air penduduk digunakan persamaan (2)

Kebutuhan air = jumlah penduduk x kebutuhan air rata-rata per hari (2)

3. Bangunan Reservoir

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir diperlukan pada suatu sistem penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. Untuk menentukan dimensi reservoir dapat di hitung menggunakan Persamaan (3) dengan mengasumsikan tinggi reservoir yang akan dibuat.

Luas = Volume / tinggi (3)

Kemudian dari hasil di atas dapat di hitung panjang dan lebar reservoir menggunakan Persamaan (4)

Panjang dan lebar reservoir = $\sqrt{\text{luas}}$ atau luas^{0,5} (4)

4. Jaringan Pipa Distribusi

Jaringan pipa distribusi air bersih/air minum berfungsi untuk mengalirkan air dari reservoir ke perumahan penduduk. Jaringan distribusi menggunakan pipa dengan aliran yang bertekanan, dimana disepanjang perpipaannya dihubungkan dengan sambungan perumahan penduduk. Menurut Triatmodjo (2008) untuk mencari kecepatan rerata, dipandang suatu pias kecil aliran. Apabila debit aliran melalui pipa dengan diameter D adalah Q, maka Kecepatan Rerata V dapat dihitng menggunakan Persamaan (5)

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- V = kecepatan aliran (m/det)
- Q = Debit aliran (m³/det)
- A = Luas penampang (m)

5. Kehilangan Energi (*Head Loss*)

Static head loss adalah kehilangan energi yang diakibatkan adanya perbedaan elevasi atau ketinggian. Untuk mengetahui kehilangan energy akibat elevasi maka digunakan persamaan (6)

$$\text{Static head loss} = \text{panjang pipa naik} - \text{panjang pipa turun} \dots \dots \dots (6)$$

Dynamic head loss adalah kehilangan energi yang terjadi di dalam pipa akibat terjadinya gesekan fluida dengan dinding pipa. Dynamic head loss pada instalasi pipa disebabkan oleh beberapa hal, secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu :

a. *Major Head Loss*

Menurut Triatmodjo (2008) dalam perjalanan sepanjang pipa, air kehilangan energi. Hal ini disebabkan antar lain oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Untuk mengetahui kehilangan energi digunakan Persamaan (7)

$$h_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \cdot D^{2,63} \cdot C)^{1,85}} \times L \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

- Q = Debit (m³/det)
- D = Diameter pipa (m)
- C = Koefisien kekasaran pipa (m)
- L = Panjang pipa (m)

b. *Minor Head Loss*

Kehilangan energi yang terjadi pada tempat yang memungkinkan adanya perubahan penampang pipa, sambungan, belokan dan katup (kehilangan tenaga skunder). (Triatmodjo, 2008). Untuk menghitung minor head loss digunakan Persamaan (8)

$$h_f = K \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

- K = konstanta kontraksi (sudah tertentu)
- v² = Kecepatan aliran di titik (m/det)
- g = Gravitasi (m/det²)

Dari Persamaan (8) dapat dihitung kehilangan energy atau head loss sesuai Persamaan (9)

$$H = \text{Static head loss} + \text{Major head loss} + \text{Minor Head loss} \dots \dots \dots (9)$$

Untuk menentukan tekanan dapat dapat di hitung menggunakan Persamaan (10)

$$p = \rho g h \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

- p = tekanan (bar)
- ρ = massa jenis fluida (kg/m²)
- g = gaya gravitasi (m/s²)
- h = *head loss* (m)

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Perumahan KPR Arya Resident Kabupaten Sorong. Untuk Perumahan KPR Arya Resident dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi penelitian
Sumber: Google Earth (2022)

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan, data primer yang dikumpulkan adalah jumlah sambungan rumah, koordinat Sumber air dan Reservoir, Denah jaringan air bersih

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari Instansi pemerintah serta instansi lainnya yang berhubungan dengan topik penelitian, buku-buku, jurnal, surat kabar, internet, dan lain-lain. Data yang dikumpulkan adalah peta administratif, kapasitas sumur, kapasitas pompa dan pola pemakaian air pada berbagai daerah dan negara lain

Tahapan Penelitian

1. Tahap Pertama

Tahapan persiapan, tahapan ini bertujuan untuk mempersiapkan kebutuhan bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian, agar dapat berjalan lancar. Dan juga literatur - literatur mengenai penelitian

2. Tahap Kedua

Pembuatan jadwal rencana penyusunan penelitian.

3. Tahap Ketiga

Tahapan pengambilan data di lapangan / Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lokasi penelitian.

4. Tahap Keempat

Tahapan analisis data, Tahapan ini bertujuan untuk menganalisa data yang telah di dapat selama pengujian

5. Tahap Kelima

Tahapan akhir ini yaitu tahapan pembahasan hasil penelitian yang di lakukan untuk mendapat kesimpulan dan saran

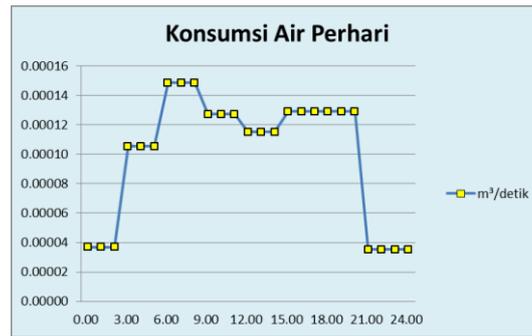
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kebutuhan Air Bersih

Angka kebutuhan air bersih warga Perumahan KPR Arya Resident adalah 150 liter/penghuni/hari, angka ini dibutuhkan untuk menentukan total kebutuhan air bersih yang dibutuhkan oleh seluruh warga. Faktor lain yang digunakan untuk menentukan total kebutuhan air bersih seluruh warga adalah jumlah SR (sambungan rumah) yang terdapat di Perumahan KPR Arya Resident. Dikarenakan sebagian penduduk di Perumahan KPR Arya Resident belum melakukan pendataan di RT setempat dan juga tidak adanya data penduduk mengenai Perumahan KPR Arya Resident di BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Sorong. Sehingga menggunakan data jumlah SR (sambungan rumah). Total sambungan rumah yang ada di Perumahan KPR Arya Resident sebanyak 114 SR (Sambungan Rumah), Berdasarkan SNI 03-1733-2004, kebutuhan luas minimal dengan 4 orang dewasa adalah 36 m^2 atau $9 \text{ m}^2 / \text{jiwa}$, maka jumlah warga di Perumahan KPR Arya Resident sebanyak $114 \times 4 = 456$ jiwa. Perhitungan kebutuhan air penduduk menggunakan Persamaan (2)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air penduduk} &= 456 \times 150 \text{ liter} \\ &= 68400 \text{ liter/hari, atau } 68,4 \text{ m}^3/\text{hari.} \end{aligned}$$

Total pemakaian air pada KPR Arya Resident perhari dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Konsumsi Air Perhari

Desain Unit Penampungan Reservoir

Jenis reservoir yang akan dibangun yaitu ground reservoir karena dapat menampung air dengan kapasitas besar. Air yang akan di alirkan ke daerah layanan menggunakan sistem gravitasi. Untuk mendesain reservoir perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan kapasitas yang harus di sesuaikan dengan kebutuhan air konsumen di daerah layanan.

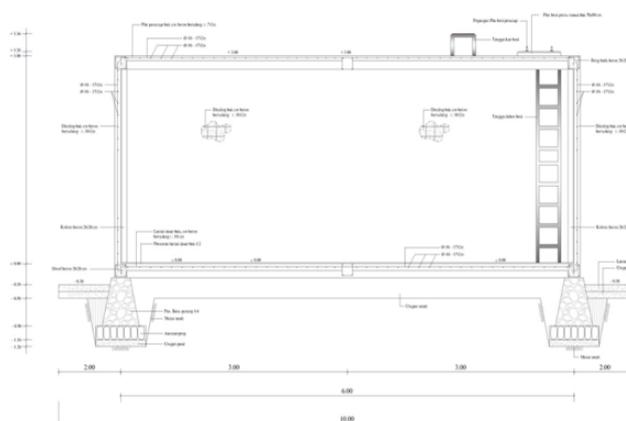
Volume bak penampung (Reservoir) dapat ditentukan berdasarkan jumlah air maksimum yang harus ditampung. Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh bahwa kebutuhan air per hari yang diperlukan untuk konsumsi adalah sebesar 0,0012 m³/detik atau setara dengan 4,32 m³/jam sehingga kebutuhan total pemakaian dalam sehari adalah 103,68 m³/hari. Untuk mencari dimensi reservoir digunakan Persamaan (3). Diasumsikan tinggi reservoir 3 m.

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= 103,68 \text{ m}^3/\text{hari} / 3 \text{ m} \\ &= 34,56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Panjang dan lebar reservoir dapat ditentukan menggunakan persamaan (4)

$$\begin{aligned} \text{Panjang dan lebar reservoir} &= 34,560,5 \\ &= 5,9 \text{ m dibulatkan } 6 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi didapatkan asumsi dimensi reservoir dengan ukuran $P \times L \times T = 6 \times 6 \times 3 = 108 \text{ m}^3$. Gambar desain potongan reservoir dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Potongan Reservoir

Pemilihan Pompa

Dari hasil data yang di dapat melalui instansi terkait, didapat kapasitas pompa yaitu 15 liter/detik dan air dari sumur bor memiliki kapasitas > 15 liter/detik dengan kedalaman 150 m, jarak dari sumur ke reservoir

yaitu 43,59 m dengan elevasi 30 m dan pipa yang digunakan yaitu 4 inchi (114,3 mm) atau dengan diameter dalam 105,3 mm

Dimana :

$$\begin{aligned} Q &= 15 \text{ L/detik atau } 0.015 \text{ m}^3/\text{detik} \\ D &= 4 \text{ inchi (114,3 mm), diameter dalam } 105,3 \text{ mm atau } 0.1053 \text{ m} \\ A &= 0,25 \times 3,14 \times 0,1053^2 = 0,0087 \\ V \text{ Reservoir} &= 6 \times 6 \times 3 = 108 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk menentukan kecepatan aliran air digunakan persamaan (5)

$$\text{Kecepatan aliran air : } V = \frac{0,015^2}{(0,25 \times 3,14 \times 0,1053^2)} = 1,72 \text{ m/detik}$$

Menghitung *Static Head Loss* menggunakan Persamaan (6).

$$\begin{aligned} \text{Static Head Loss} &= 0,5 + 30 - 0,5 \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

Dynamic Head Loss :

- Major head loss

Kehilangan energi akibat terjadinya gesekan dengan dinding pipa, maka didapat Persamaan (7).

$$\begin{aligned} hf &= \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \cdot D^{2,63} \cdot C)^{1,85}} \times L \\ &= \frac{0,015^{1,85}}{(0,2785 \cdot 0,1053^{2,63} \cdot 120)^{1,85}} \times 52,91 \\ &= 1,93 \text{ m} \end{aligned}$$

- Minor head loss

K = Jml fitting x Koefisien minor loss fitting

$$\begin{aligned} \text{Elbow} &= 6 \times 0,6 = 3,6 \\ \text{Gate Valve} &= 1 \times 0,2 = 0,2 \\ \text{Total} &= 3,8 \end{aligned}$$

Kehilangan energi akibat adanya sambungan pipa, maka digunakan Persamaan (8).

$$\begin{aligned} hf &= K \frac{V^2}{2g} \\ &= 3,8 \frac{1,72^2}{2 \times 9,8} \\ &= 0,57 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil Persamaan (8) dapat dihitung kehilangan energy atau head loss menggunakan Persamaan (9).

$$\begin{aligned} H &= 30 + 1,93 + 0,57 \\ &= 32,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tekanan dapat menggunakan Persamaan (10).

$$\begin{aligned} p &= \rho g h \\ &= 1000 \times 9,8 \times 32,5 \\ &= 318500 \text{ Pa} \\ &= 3,18500 \text{ di bulatkan } 3,19 \text{ bar} \end{aligned}$$

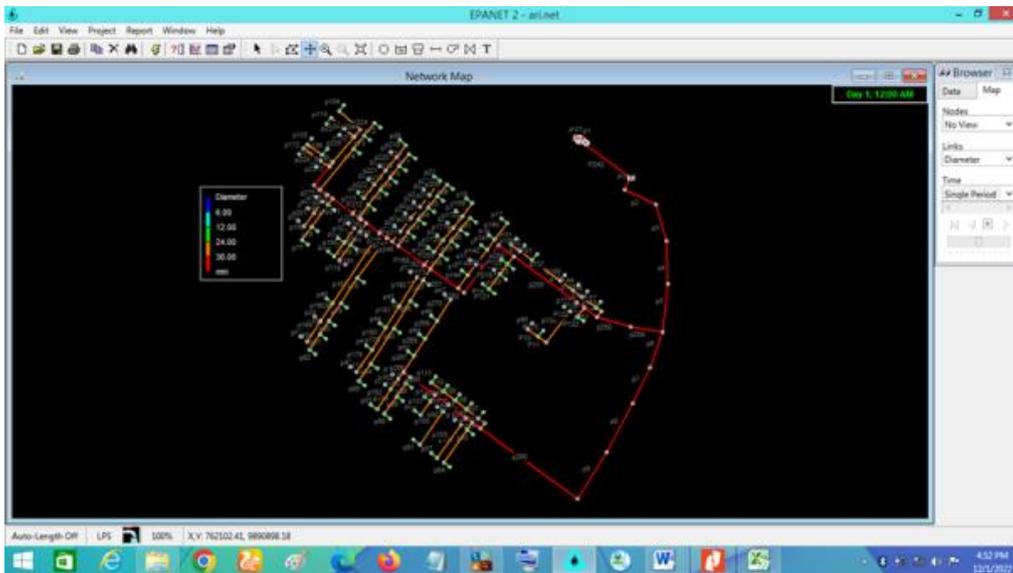
Dan untuk menentukan daya hidrolik pompa menggunakan Persamaan (1)

$$\begin{aligned} \text{HHP} &= \frac{0,015 \times 32,5 \times 1000}{75} \\ &= 6,25 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Dari hasil hitungan di atas didapat ukuran Head 32,5 m, tekanan pompa yang digunakan minimal 3,19 bar dan daya hidrolik pompa minimal 6,25 Hp

Desain Sistem Jaringan Air Bersih

Sistem jaringan air bersih di dalam epanet berbentuk garis yang menghubungkan node (titik) sedangkan untuk pipa, pompa, reservoir, katup (valve) berbentuk garis. Hasil tampilan dari program epanet dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Jaringan Pipa

Untuk Instalasi jaringan pipa di Perumahan KPR Arya Resident didapat hasil analisa menggunakan epanet, untuk jenis pipa GI kelas medium didapat :

1. Pipa 4 inchi (114 mm) dari sumur ke reservoir memiliki panjang 43,59 m.
2. Pipa 3 inchi (89.1 mm) pipa induk yang terhubung langsung dengan reservoir memiliki panjang 672,314 m.
3. Pipa 1 inchi (34 mm) pipa yang terhubung dari pipa induk menuju menuju sambungan rumah memiliki panjang 228 m.
4. Sedangkan untuk pipa PVC kelas AW dengan diameter $\frac{3}{4}$ inchi (27,2 mm) yang terhung langsung ke rumah warga memiliki panjang 672,314.

Sehingga didapat total panjang pipa di perumahan KPR Arya Resident adalah 2357,93 m. Adapun visualisasi perencanaan pipa menggunakan software Epanet 2.0 dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Desain Jaringan Air Bersih

Untuk keterangan diameter pipa pada Gambar 5, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan gambar perencanaan pipa

Warna	Diameter pipa
Merah	4 inchi
Oranye	3 inchi
Hijau	1 inchi
Biru	3/4 inchi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka didapat kesimpulan dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Perumahan KPR Arya Resident memiliki jumlah SR 114 dengan jumlah warga 456 jiwa. Total kebutuhan untuk air bersih di Perumahan KPR Arya Resident adalah 68400 liter/hari dan Kebutuhan air bersih pada saat jam puncak sebesar 13680 liter/jam. Untuk metode pendistribusian menggunakan metode gravitasi.
2. Jenis pipa yang di gunakan di Perumahan KPR Arya Resident ada dua jenis yaitu pipa GI dan pipa PVC, panjang pipa GI 4 inchi dari sumur ke reservoir yaitu 32,19 m, pipa GI utama 3 inchi memiliki panjang 672,314 m, pipa GI 1 inchi memiliki panjang 1414,74 m sedangkan untuk pipa PVC ¾ memiliki panjang 228 m, sehingga total panjang pipa di Perumahan KPR Arya Resident adalah 2347,24 m. Dan juga didapat volume reservoir sebesar 192 m³ dengan dimensi P x L x T = 8 x 8 x 3.

REFERENSI

- Afrike, Wahyuni. (2011). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Babakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang. Teknik Lingkungan UI
- Anonim, Badan Standardisasi Nasional 2004. SNI 03-1733:2004 - Tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan.
- Anonim, Badan Standardisasi Nasional 2011. SNI 7509:2011 - Tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum.
- Anonim, Departemen Pekerjaan Umum 2015. Spesifikasi Teknis Konstruksi Bangunan Pengambil Air Baku
- Anonim, Direktorat Jendral Cipta Karya, 1997, Spesifikasi Teknis Unit Distribusi dan Pelayanan Sistem Air Minum, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, Peraturan Menteri Pekerja Umum Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum No : 18 Tahun 2007.
- Finanda, R. D., Huda, S. N., Kadir, A., & He, D. (2011). PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMNAS BANYUMANIK KOTA SEMARANG.
- Hajia, M. C., Binilang, A., & Wuisan, E. M. (2015). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Taratara Kecamatan Tomohon Barat Muhammad. Jurnal Teknik Sipil.
- Irfandi (2009). PERANCANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PADA KOMPLEK PERUMAHAN KARYAWAN PT.PERTAMINA (PERSERO) UP II SEI-PAKNING KABUPATEN BENGKALIS, RIAU DARI RESERVOAR WDcP (Water decolorization Plant) KILANG PERTAMINA. UNIVERSITAS SUMATERA UTARA MEDAN.
- Joko, T. (2010). Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kalensun, H., Kawet, L., & Halim, F. (2016). PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KELURAHAN PANGOLOMBIAN KECAMATAN TOMOHON SELATAN. Jurnal Sipil Statik.
- Kause, M., Frans, J. H., & Utomo, S. (2020). Evaluasi Dan Perencanaan Pengembangan Jaringan Air. Jurnal Teknik Sipil.
- Kodoatie, R. J. dan R. Sjarief. (2008). Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Kusuma, B. S. (2011). Tesis Perancangan Sistem Distribusi Air Bersih Di PDAM Tirtanadi. Medan : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

- M. Faisal Ferial, I Wayan Mundra, H. (2020). PERENCANAAN JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KECAMATAN PAGAK KABUPATEN MALANG PROVINSI JAWA TIMUR. *Jurnal Sondir*.
- Natara, H. R. (2018). PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN LOURA KABUPATEN SUMBA BARAT DAYA – NTT. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Nelwan F, Wuisan EM, Tanudjaja L. 2013. Perencanaan jaringan air bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori. *Jurnal Sipil Statik*.
- Pardosi, M, M. (2018). Perencanaan sistem jaringan perpipaan distribusi air minum di perumahan karyawan ptpn iv pabatu. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Pebakirang, A., Tanudjaja, L., & Sumarauw, J. S. F. (2015). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa. *Jurnal Sipil Statik*.
- Rosadi, M. I. (2011). Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Durenan Kabupaten Trenggalek, *Jurnal Tesis, Teknik Sipil Institut teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- Rossman, A Lewis (2000). EPANET 2 USER MANUAL. Versi Bahasa Indonesia.
- Sholeh, & Affandy, N. A. (2017). Perencanaan Sistem Penyedia Air Bersih Ikk Karangbinangun. *Jurnal CIVILA*,. <https://doi.org/10.30736/cv1.v2i2.79>
- Swono, W., Ryadin, A. U., & Nurlaila, Q. (2020). PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN UNTUK DISTRIBUSI AIR BERSIH DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN BATAM. *Jurnal Sigma Teknika*.
- Tambingon, D. P., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. F. (2016). Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air bersih Di Desa Pakuure Tinanian. *Jurnal Sipil Statik*.
- Triatmodjo Bambang, 2008, Hidraulika I, Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo Bambang, 2008, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta
- Tuames, Gaspar Y K., Wilhelmus Bunganaen., Sudiyo Utomo. (2015). Perencanaan Teknis Jaringan Perpipaan Air Bersih dengan Sistem Pengaliran Pompa di Desa Susulaku A Kecamatan Insana Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Wiharsa, I. A. (2016). PERENCANAAN BANGUNAN RESERVOIR dan JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH di DESA RANDUGADING KECAMATAN TAJINAN MALANG. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Zalzilah, U. (2018). PERENCANAAN RESERVOAR AIR BERSIH PADA ZONA 4 PDAM TIRTA DAROY BANDA ACEH. *Teknik Lingkungan UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH*.