

PERENCANAAN JARINGAN AIR BERSIH DESA PENAWANGAN KECAMATAN MADUKARA KABUPATEN BANJARNEGARA

¹⁾Harun Tri Wibowo, ²⁾Nasyiin Faqih, ³⁾Yuli Sulistyowati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Sains Al-Qur'an
haruntriwibowo1@gmail.com, nasyiin@unsiq.ac.id, yulisysu12@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia. Pengaruh dari ketersediaan air bersih tidak hanya pada kebutuhan rumah tangga, tetapi berpengaruh pada sektor sosial, ekonomi, maupun fasilitas umum, seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk.

Metodologi penelitian Untuk merencanakan pendistribusian jaringan air bersih diperlukan data-data: keadaan umum perencanaan, keadaan sumber air, besarnya debit, jarak, elevasi dan jumlah penduduk. Debit mata air diperoleh dengan metode Tampung, pengukuran elevasi dan jarak diperoleh dengan menggunakan GARMIN dan meteran rol, sementara data jumlah penduduk diperoleh dari kelurahan Desa Penawangan. Sumber mata air diambil dari mata air desa Penawangan, Madukara.

Debit rencana yang disalurkan ke Desa Penawangan sebesar 7,67 lt/detik dari reservoir mampu memenuhi kebutuhan air penduduk sampai 15 tahun kedepan yaitu pata tahun 2037, dengan jumlah penduduk sebanyak 4643 jiwa. Sistem pengaliran yang digunakan untuk mengalirkan air bersih dari reservoir sampai wilayah pelayanan adalah menggunakan sistem grafitasi, serta menurut analisis menggunakan software EPANET 2.0 memenuhi syarat untuk dialirkannya dengan sistem grafitasi.

Perencanaan jaringan air bersih ini sangat membantu masyarakat Desa Penawangan yang sebelumnya masih mengandalkan Air dari Sumur galian atau resapan. Anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah sebesar Rp. 703.424.000,00 (Tujuh Ratus Tiga Juta Empat Ratus Dua Puluh Empat Ribu Rupiah), dengan harga air Rp. 1.550,00/m³. Dengan harga tersebut yang lebih murah dari tarif harga PDAM sebesar Rp. 1.570,00/m³.

Kata Kunci : Air bersih, distribusi, debit.

ABSTRACT

The availability of clean water is very influential for human life. The influence of the availability of clean water does not only affect household needs, but also affects the social, economic, and public facilities, along with the rate of population growth.

Research methodology To plan the distribution of clean water networks, data are needed: general condition of planning, state of water sources, amount of discharge, distance, elevation and population. The spring discharge was obtained using the method, elevation and distance measurements were obtained using GARMIN and a roller meter, while population data were obtained from the village of Penawangan village. The springs are taken from the springs of Penawangan village, Madukara.

The planned debit channeled to Penawangan Village is 7.67 liters/second from the reservoir, which is able to meet the water needs of the population for the next 15 years, namely in 2037, with a population of 4643 people. The drainage system used to drain clean water from the reservoir to the service area is using a gravity system, and according to analysis using the EPANET 2.0 software, it meets the requirements for flow with a gravity system.

The planning of this clean water network is very helpful for the people of Penawangan Village, who previously still relied on water from dug or infiltration wells. The budget required for this plan is Rp. 703,424,000.00 (Seven Hundred Three Million Four Hundred Twenty Four Thousand Rupiah), with the price of water Rp. 1.550.00/m³. With this price, which is cheaper than the PDAM price rate of Rp. 1.570.00/m³.

Keywords : Clean water, distribution, discharge.

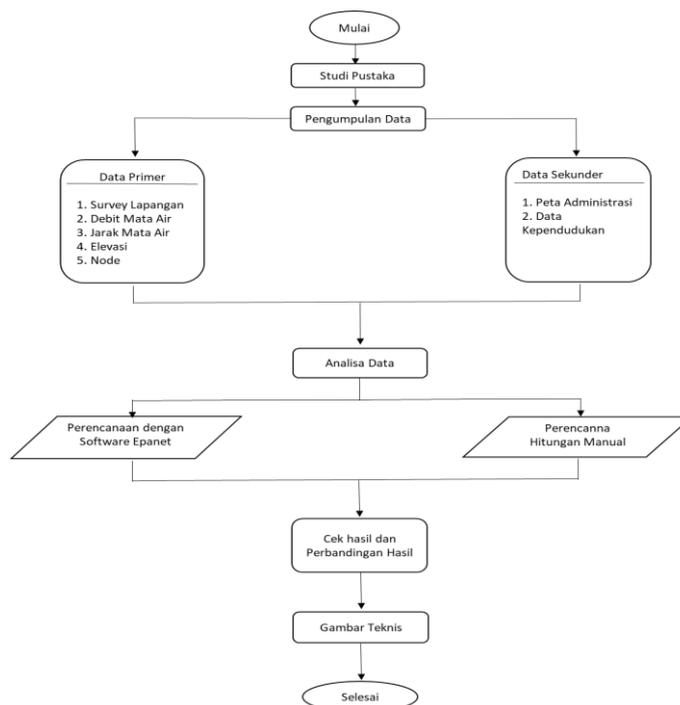
1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup manusia dan alam. Hal tersebut tidak hanya berpengaruh pada kebutuhan rumah tangga, tetapi juga sangat berpengaruh pada sektor sosial, ekonomi dan fasilitas umum lainnya. Kebutuhan air bersih berkorelasi dengan peningkatan pertumbuhan penduduk. Dimana, air bersih masih belum memenuhi tingkat kebutuhan warga, sehingga perlu adanya upaya pengembangan sistem pen-distribusian air bersih. Desa Penawangan, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara merupakan desa yang memiliki kontur tanah perbukitan. Di desa ini sebagian besar masyarakatnya masih menggunakan sumur galian saat musim kemarau ini banyak penampungan air sudah berkurang, sumur galian air nya kering. Hal ini pula yang dirasakan masyarakat Desa Penawangan, Kecamatan Madukara. Dimana masyarakat Desa Penawangan mengalami kesulitan mendapatkan air bersih yang layak untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, terlebih lagi pada saat musim kemarau. Untuk sumber mata air yang diteliti ini mempunyai debit air yang cukup melimpah, letaknya di hutan sekitar 2 km dari desa. Warga setempat menamai mata air ini dengan nama mata air Kali Tengah dikarenakan disekitar sumber mata air ini berada di tengah lereng bukit dan posisinya ditengah hutan.

Pada masalah yang dihadapi seperti di atas, dapat disimpulkan bahwa layanan distribusi air bersih belum berjalan secara maksimal di Desa Penawangan. Sehingga perlu direncanakan sistim distribusi air bersih dengan jaringan pipa di Desa Penawangan, Kecamatan Sigaluh, Kabupaten Banjarnegara.

2. METODE

Perencanaan jaringan air bersih pada lokasi penelitian diawali dengan melakukan survey awal pada lokasi studi untuk mengetahui kondisi pemenuhan kebutuhan air bersih warga, sumber air bersih yang digunakan, sistim pedistribusian air bersih yang sudah berjalan, dan konflik yang terjadi dilingkungan masyarakat terkait penggunaan dan ketersediaan air bersih. Selanjutnya dilakukan survey pengambilan data untuk perencanaan baik berupa data primer seperti data: ¹keadaan umum lokasi perencanaan, ²keadaan sumber air, ³debit mata air, ⁴data pengukuran jarak, ⁵pengukuran elevasi, ⁶node/persimpangan/titik dari komponen distribusi, maupun data sekunder seperti data: ¹peta desa, ²penawangan jumlah penduduk. Untuk lebih jelasnya langkah penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk Desa Penawangan pada tahun 2022 adalah 4643 jiwa, selanjutnya data tersebut diproyeksikan sampai dengan 15 tahun kedepan. Perhitungan jumlah penduduk dimasa yang akan datang dilakukan dengan rumus : $P_n = P_o (1+r)^n$

Keterangan:

P_n : jumlah penduduk tahun n

P_o : jumlah penduduk 2022 yaitu 4643 jiwa

r : pertumbuhan penduduk

n : tahun perencanaan

Tabel 1. Proyeksi kependudukan

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) |
|-----|-------|------------------------|
| 1 | 2018 | 4212 |
| 2 | 2019 | 4321 |
| 3 | 2020 | 4476 |
| 4 | 2021 | 4554 |
| 5 | 2022 | 4643 |

Jadi, rasio pertumbuhan penduduk rata-rata yaitu :

$$r = \frac{9,87\%}{4} = 2,46 \%$$

Dengan pertumbuhan penduduk sebesar 2,46 % akan diperoleh besarnya jumlah penduduk selama 15 tahun (2022 -2037)

➤ Proyeksi Penduduk selama 5 tahun (2022-2027)

$$P_o = 4643 \text{ jiwa (tahun 2022)}$$

$$n = (2027-2022) = 5$$

$$r = 2,46\%$$

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

$$P_5 = 4643 (1+2,46\%)^5$$

$$P_5 = 4643 (1+0,0246)^5$$

$$P_5 = 5244,93 \text{ jiwa} \approx 5245 \text{ jiwa}$$

➤ Proyeksi Penduduk selama 10 tahun (2022-2032)

$$P_o = 4643 \text{ jiwa (tahun 2022)}$$

$$r = 2,46\%$$

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

$$P_{10} = 4643 (1+2,46\%)^{10}$$

$$P_{10} = 4643 (1+0,0246)^{10}$$

$$P_{10} = 5924,89 \text{ jiwa} \approx 5925 \text{ jiwa}$$

➤ Proyeksi Penduduk selama 15 tahun (2022-2037)

$$P_o = 4643 \text{ jiwa (tahun 2022)}$$

$$n = (2037- 2022) = 15$$

$$r = 2,46\%$$

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

$$P_{15} = 4643 (1+2,46\%)^{15}$$

$$P_{15} = 4643 (1+0,0246)^{15}$$

$$P_{15} = 6693,01 \text{ jiwa} \approx 6693 \text{ jiwa}$$

b. Pengukuran Debit

Cara pengukuran debit mata air, dengan metode Tampung:

- Alat dan bahan :
 - Pipa PVC uk. 3 inch.
 - Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil pengukuran.
 - Stopwatch.
 - Ember sebagaipenampung dan canting minyak 1lt.
- Langkah kerja :
 - Membuat tanggul atau bendungan disekeliling mata air menggunakan karung yang diisi tanah guna untuk menampung air yang keluar dari mata air.
 - Siapkan 3 (tiga) orang untuk melakukan pengukuran. Orang pertama memegang alat tampung, orang kedua bertugas mengukur waktu, dan orang terakhir melakukan pencatatan. Semua air harus tertampung pada ember.
 - Proses dimulai dari aba-aba orang yang memegang stopwatch pada saat penampungan air dimulai, dan selesai ketika alat tampung terisi maksimal.
 - Ukur debit air didalam ember menggunakan canting minyak 1lt, agar kita tahu kapasitas didalam ember tersebut.
 - Ulangi cara tersebut sebanyak lima kali dan hitung waktu rata-rata. Debit aliran adalah volume alat tampung dibagi dengan waktu rata-rata.
- Perhitungan waktu pengukuran

Tabel 1. Data pengukuran volume sumber mata air lokasi penelitian (13 Juni 2022)

| No. | Percobaan (P) | Waktu (dtk) | Volume (lt) |
|-----|---------------|-------------|-------------|
| 1 | P1 | 2,71 | 25,5 |
| 2 | P2 | 2,8 | 25 |
| 3 | P3 | 2,54 | 20,5 |
| 4 | P4 | 2,35 | 18,5 |
| 5 | P5 | 2,57 | 21,2 |

c. Proyeksi Kebutuhan Air Desa Penawangan

Tabel 2. Proyeksi Kebutuhan Air Desa Penawangan

| no | Uraian | satuan | tahun proyeksi ke n | | | | analisa perhitungan | |
|------|----------------------|----------|---------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|
| | | | th perenc. 2022 | 5 th (2027) | 10 th (2032) | 15 th (2037) | kode | cara hitung |
| 1 | Jumlah penduduk | jiwa | 4643 | 5245 | 5925 | 6693 | 1 | |
| | Pertumbuhan penduduk | % | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2 | |
| 2 | Pelayanan sambungan | jiwa | 4643 | 5245 | 5925 | 6693 | 3 | |
| | | jiwa/ sb | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 4 | 4=1 |
| | Jml.sb | 773,83 | 874,15 | 978,48 | 1115,5 | 5 | | |
| | Pemakaian | L/org/hr | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 6 | 6=4/5 |
| | | L/sb/hr | 360,00 | 360,00 | 360,00 | 360,00 | 7 | |
| L/dt | | 3,22 | 3,64 | 4,11 | 4,65 | 8 | 8=7*5 | |
| | | | | | | 9 | 9=4*7/86400 | |
| 3 | Total domestik | L/dt | 3,22 | 3,64 | 4,11 | 4,65 | 10 | 10=9 |
| 4 | Total non domestik | % | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 11 | |
| | | L/dt | 0,16 | 0,18 | 0,21 | 0,23 | 12 | |
| 5 | Total kebutuhan air | L/dt | 3,39 | 3,82 | 4,32 | 4,88 | 13 | 13=10+12 |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|----|-----------------|
| 6 | Kehilangan air | % | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 14 | |
| | | L/dt | 0,51 | 0,57 | 0,65 | 0,73 | 15 | 15=13*14/100 |
| 7 | kebutuhan air : | | | | | | | |
| | - Rata - Rata | L/dt | 3,89 | 4,40 | 4,97 | 5,61 | 16 | 16=13+15 |
| | - Harian | Faktor | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 17 | |
| | pucak | L/dt | 4,28 | 4,84 | 5,47 | 6,17 | 18 | 18=16*17 |
| | | m ³ /jm | 15,42 | 17,42 | 19,67 | 22,22 | 19 | 19=18*3600/1000 |
| | | m ³ /hr | 370,02 | 417,99 | 472,18 | 533,40 | 20 | 20=19*(24) |
| 8 | - Jam puncak | faktor | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 21 | |
| | | l/dt | 5,84 | 6,60 | 7,45 | 8,42 | 22 | 22=16*21 |
| | Kapasitas air baku | faktor | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 23 | |
| | | L/dt | 11,68 | 13,19 | 14,90 | 16,84 | 24 | 24=16*23 |
| 9 | Kapasitas umum | m ³ /dt | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 25 | |
| | | m ³ | 74,00 | 83,60 | 94,44 | 106,68 | 26 | 26=20*20% |

3.2. Pembahasan

a. Pradesain

Perhitungan ini meliputi perhitungan kehilangan energi perhitungan diameter pipa, perhitungan sisa tekan pada tiap-tiap node.

- Perhitungan kemiringan

$$\begin{aligned}
 i \text{ total} &= \frac{\text{elevasi mata air} - \text{elevasi bak induk}}{L} \\
 &= \frac{712 - 711}{20} \\
 &= 0,05
 \end{aligned}$$

- Perhitungan debit yang diperlukan

$$Q = \frac{60}{86400} \times \text{jumlah penduduk} \times \text{faktor kebutuhan air}$$

$$\text{Faktor kebutuhan air} = 1.1$$

$$\text{Faktor kehilangan air} = 1.5$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{60}{86400} \times 6693 \times 1,1 \times 1,5 \\
 &= 7,67 \text{ lt/dt}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Diameter Pipa

$$\begin{aligned}
 D &= 1,6258 \times Q^{0,38} \times C^{-0,38} \times I^{0,205} \\
 &= 1,6258 \times 7,67^{0,38} \times 120^{-0,38} \times 0,05^{-0,205} \\
 &= 0,0762 \text{ m} \approx 0,0762 \text{ m} \\
 &= 3,01 \text{ inch} \approx 3,5 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Kecepatan

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,25 \pi d^2 \times V \\
 V &= \frac{Q}{\frac{1000}{0,25 \pi d^2}} \\
 &= \frac{7,67}{\frac{1000}{0,25 \times 3,14 \times 0,0765^2}} = 1,668 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Kehilangan Energi (HF)

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,285 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,83} \times L$$

Dimana:

H_f = kehilangan energi (m)

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Debit air (m}^3/\text{dt)} \\
 C &= \text{Koefisien Kekasaran pipa} \\
 D &= \text{Diameter Pipa (m)} \\
 L &= \text{Panjang Pipa (m)} \\
 H_f &= \left(\frac{7,67}{0,285 \times 120 \times 0,0765^{2,63}} \right)^{1,83} \times 20 \\
 &= 0,989 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan sisa tekan
 - P = elevasi tertinggi – Hf pipa – elevasi bak
 - = 712 – 0,989 – 711
 - = 0,011

b. Perhitungan Tarif Setting

Penentuan tarif setting dalam perencanaan ini dilakukan menggunakan standar perhitungan PAMSIMAS.

- Biaya Penyusutan

$$\text{Besarnya penyusutan} = \frac{\text{Biaya Pembuatan}}{\text{Umur Fungsi}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya penyusutan alat} &= \frac{\text{Rp. 703.424.000}}{15 \text{ tahun}} = \text{Rp. 46.894.933,33} \\
 &= \text{Rp. 3.907.911,111 / bulan}
 \end{aligned}$$

- Biaya pemeliharaan dan pengembangan jaringan

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya pembuatan} \times 7 \% \\
 &= \text{Rp. 703.424.000} \times 7 \% \\
 &= \text{Rp. 49.239.680 / tahun} \\
 &= \text{Rp. 4.103.306,666 / bulan}
 \end{aligned}$$

- Biaya Operasional

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Penyusutan} + \text{Biaya Pengembangan dan pemeliharaan} + \text{Biaya Pelaksanaan} \\
 &= \text{Rp. 3.907.911,111} + \text{Rp. 4.103.306,666} + \text{Rp. 5.000.000,000} \\
 &= \text{Rp. 13.011.217,777}
 \end{aligned}$$

- Biaya Pelaksanaan

$$\begin{aligned}
 &= \text{Asumsi pengerjaan} \times \text{jml. Pekerja} \\
 &= \text{Rp. 500.000,000} \times 10 \text{ org} \\
 &= \text{Rp. 5.000.000,000}
 \end{aligned}$$

- Biaya Rata-rata

$$= \frac{\text{Biaya Operasional}}{\text{Jumlah KK Terproyeksi}} = \frac{\text{Rp. 13.011.217,776}}{1161} = \text{Rp. 11.149,286}$$

- Asumsi pemakaian air (60 lt/org/hr)

$$= \frac{60 \times 4 \times 30}{1000} = 7,3 \text{ m}^3 / \text{bln}$$

- Harga rata-rata air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Biaya Rata-rata}}{\text{Asumsi pemakaian air}} = \frac{\text{Rp. 11.149,286}}{7,2 \text{ m}^3} \\
 &= \text{Rp. 1.548,512} \approx \text{Rp. 1.550,000 / m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi harga air PAMSIMAS dalam perencanaan ini adalah **Rp. 1.550,000 / m³** lebih kecil dari harga tarif PDAM yang dimana standar Klasifikasi Pemakaian Air 0 – 10 m³ dengan harga Rp. 1.570,000 yang masuk dalam Kelompok Sosial Umum, sehingga perencanaan jaringan

air bersih ini bisa menjadi solusi bagi pemenuhan kebutuhan air bersih masyarakat Desa Penawangan.

4. PENUTUP

1.1. Kesimpulan

Mata Air Kali Tengah memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber air baku bagi penduduk Desa Penawangan. Beberapa penduduk yang masih belum mendapatkan akses air bersih di rumah dapat memanfaatkan mata air tersebut. Oleh karena itu penulis melakukan pengamatan dan peninjauan di lokasi mata Air untuk merencanakan jaringan air bersih bagi warga.

Ada beberapa kesimpulan yang didapat dari perencanaan jaringan Air bersih ini diantaranya adalah:

- Debit rencana yang disalurkan ke Desa Penawangan sebesar 7,67 lt/detik dari reservoir mampu memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2037.
- Sistem pengaliran yang digunakan untuk mengalirkan air bersih dari reservoir sampai wilayah pelayanan adalah menggunakan system grafitasi. Hal ini dikarenakan elevasi antara Mata Air dengan wilayah pelayanan memiliki beda elevasi yang cukup tinggi, serta menurut analisis menggunakan *software EPANET 2.0* memenuhi syarat untuk dialirkannya dengan system grafitasi.
- Perencanaan jaringan air bersih ini sangat membantu masyarakat Desa Penawangan yang sebelumnya masih mengandalkan Air dari Sumur resapan dan ada juga yang mengambil air dengan cara mengulur selang dari Mata Air dari Rumah ke Rumah.
- Anggaran Biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah sebesar Rp. 703.424.000,00 (Tujuh Ratus Tiga Juta Empat Ratus Duapuluh Empat Ribu Rupiah), dengan harga air Rp. 1.557,00/m³. Sesuai dengan tarif harga PDAM sebesar Rp. 1.570,00/m³.

1.2. Saran

- Perlu adanya system pengolahan yang baik sehingga sumber air yang ada dapat dibagi secara merata.
- Melakukan persiapan yang matang sebelum pelaksanaan dilakukan, suatu perencanaan agar tidak terjadi hambatan-hambatan yang membuat tidak lancarnya proses pelaksanaan pekerjaan.
- Perlu adanya pengawasan dari masyarakat dalam hal pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- FaqihN., & sunaryoS. (2018, March 31) *Perencanaan Jaringan Air Bersih Dusun Bawongso Desa Limbangan Kecamatan Watumalang*. Teras, 9(1), 9-19. Retrieved from <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/teras/article/view/2077>.
- Adel Budi Yuwono. (2021). *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Randegan Kecamatan Sigaluh Kabupaten Banjarnegara*. Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo.
- A. Rossman, Lewis. (2000). *Epanet 2*. Cincinnati: Ekamitra Engineering.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya. (2013). *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*. Jakarta: Penerbit.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, Rekompak- JRE. (2006), *Pedoman Perencanaan Pengadaan Air Bersih Pedesaan*. Jakarta: Penerbit.
- Kalesun Hesti, Kawet Lingkan, Halim Fuad. (2016). *Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi.
- Triatmojo, Bambang. (1999). *Hidraulika II*. Jakarta: Erlangga.

Yosefa Firga, Indarjanto Hariwiko. (2017). *Analisis Perencanaan Dan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Di PDAM Tulungagung*. Jurusan Teknik Sipil Dan Perencanaan. Institut Teknologi Negeri (ITS).

<http://www.kmkosipil.com> dikutip dari Jack B Evett, Cheng Liu (1987).

http://www.Dokumen.tips/documents/langkah_epanet.html.