

ARTIKEL ILMIAH

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH MASYARAKAT
DUSUN BATU KANTAR DESA NARMADA**

*DESIGN OF WATER SUPPLY NETWORK SYSTEM FOR THE PEOPLE OF
BATU KANTAR, NARMADA VILLAGE*



Oleh:

PUTRI SUKMA FATIMAH ANWARIYAH

F1A 019 147

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2023

ARTIKEL ILMIAH

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH MASYARAKAT
DUSUN BATU KANTAR DESA NARMADA**

Oleh:

PUTRI SUKMA FATIMAH ANWARIYAH

F1A 019 147

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

1. Pembimbing Utama



Agustono Setiawan, ST., MSc.
NIP. 19700113 199702 1 001

Tanggal :

2. Pembimbing Pendamping



M. Bagus Budianto, ST., MT.
NIP. 19701206 199803 1 006

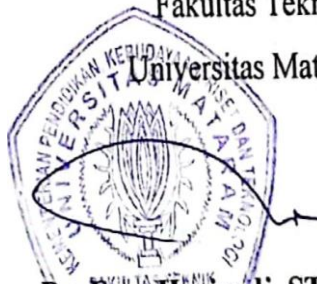
Tanggal :

Mengetahui

Sekretaris Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Dr. Eng. Hariyadi, ST., MSc(Eng).

NIP. 19731027 199802 1 001

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH MASYARAKAT DUSUN BATU KANTAR
DESA NARMADA

Putri Sukma Fatimah Anwariyah¹⁾, Agustono Setiawan, ST., MSc.²⁾, M. Bagus Budianto, ST., MT.²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram

ABSTRAK

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok setiap makhluk hidup, termasuk manusia. Air yang dapat digunakan untuk kebutuhan hidup sehari-hari adalah air bersih, hal ini dikarenakan air yang tidak bersih dapat mengandung penyakit-penyakit yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Dusun Batu Kantar merupakan salah satu bagian dari Desa Narmada, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat. Dusun tersebut memiliki potensi akan sumber daya air yang tinggi, akan tetapi tidak didukung oleh sarana yang baik sehingga masyarakat kesulitan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari mereka. Maka dari itu, dilakukan perencanaan sistem penyediaan air bersih masyarakat Dusun Batu Kantar dengan menggunakan program Epanet 2.2. Sumber air yang digunakan pada perencanaan ini adalah Mata Air Lingkok Puk Acek yang memiliki debit ketersediaan sebesar 10,32 liter/detik. Dari hasil perhitungan didapatkan debit kebutuhan air masyarakat Dusun Batu Kantar adalah 1,761 liter/detik, pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pipa PVC yang berdiameter 1 – 4 inchi. Tekanan yang terjadi pada perencanaan pipa distribusi berkisar antara 5,05 m sampai 30,09 m dan nilai kecepatannya adalah 0,31 m/detik untuk kecepatan minimum, serta 0,51 untuk kecepatan maksimum. Direncanakan bangunan pelengkap berupa reservoir dengan kapasitas 25 m³. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan sistem penyediaan air bersih ini adalah Rp. 622.829.000 (Enam ratus dua puluh dua juta delapan ratus dua puluh sembilan ribu rupiah). Dari hasil analisis ekonomi pada rencana pembangunan sistem jaringan penyediaan air bersih masyarakat Dusun Batu Kantar diketahui bahwa pembangunan tersebut layak secara ekonomi, dengan nilai BCR > 1, NPV > 0 dan payback periode selama 7 Tahun 4 Bulan 26 Hari.

Kata Kunci : Air Bersih, Distribusi, Epanet 2.2, dan Batu Kantar

ABSTRACT

Water is one of the basic needs of every living creature, including humans. Water that can be used for daily needs is clean, this is because unclean water can contain diseases that endanger the health of the human body. Batu Kantar Hamlet is a part of Narmada Village, Narmada District, West Lombok Regency. The hamlet has a high potential for water resources but is not supported by good facilities so the community has difficulty meeting their daily needs. Therefore, planning a clean water supply system for the people of Batu Kantar Hamlet using the Epanet 2.2 program. The source of water used in this planning is the Lingkok Puk Acek Spring which has an availability discharge of 10.32 liters/second. From the calculation results, it was found that the discharge of the water needs of the Batu Kantar Hamlet community was 1.761 liters/second, the pipes used in this plan were PVC pipes with a diameter of 1 – 4 inches. The pressure that occurs in the distribution pipeline planning ranges from 5.05 m to 30.09 m and the velocity value is 0.31 m/s for the minimum speed and 0.51 for the maximum speed. It is planned that the complementary building will be a reservoir with a capacity of 25 m³. The budget plan required for the construction of this clean water supply system is Rp. 622,829,000 (Six hundred twenty-two million and eight hundred twenty-nine thousand rupiah). From the results of economic analysis on the plan to build a clean water supply network system for the people of Batu Kantar Hamlet, it is known that the development is economically viable, with a BCR > 1, NPV > 0 and a payback period of 7 years 4 months 26 days.

Keywords: Clean Water, Distribution, Epanet 2.2, and Batu Kantar

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Desa yang merupakan bagian terkecil dari negara memiliki sumber daya air yang sangat berlimpah di sebagian daerah. Akan tetapi, pemanfaatan akan sumber daya tersebut belum optimal dikarenakan pendistribusian air yang masih kurang baik. Permasalahan tersebut juga dialami oleh Desa Narmada, Kabupaten Lombok Barat.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Pemerintah Desa Narmada tahun 2023, Desa Narmada memiliki luas wilayah sebesar 213,08 Ha dengan jumlah penduduk 4.403 jiwa yang terdiri dari 1.368 kepala keluarga. Desa Narmada memiliki 5 dusun, diantaranya Dusun Batu Kantar, Dusun Temas, Dusun Muhajirin Selatan, Dusun Gandari, dan Dusun Muhajirin Utara. Desa Narmada memiliki beberapa sumber air khususnya mata air. Terdapat 15 mata air di Desa Narmada, salah satunya terletak di Dusun Batu Kantar. Posisi dari mata air tersebut berada di tengah sawah dan berjarak kurang lebih 0,5 Km dari jalan aspal. Mata air tersebut dimanfaatkan masyarakat Dusun Batu Kantar untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari.

Meskipun terdapat sumber mata air pada Dusun Batu Kantar tidak membuat masyarakat mudah dalam memenuhi kebutuhannya. Hal tersebut dikarenakan belum terdapat sistem distribusi air bersih yang terpasang secara permanen sehingga masyarakat terpaksa mengambil air secara manual dengan menggunakan ember ataupun jeriken. Ditambah dengan lokasi mata air yang memiliki akses kurang memadai mengakibatkan masyarakat harus berjalan kaki untuk dapat mengambil air. Selain itu, kondisi tanah yang berbatu dan muka air tanah yang dalam mengakibatkan biaya yang dikeluarkan untuk membuat sumur secara pribadi menjadi besar. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih untuk masyarakat Dusun Batu Kantar perlu dilakukan perencanaan untuk sistem jaringan perpipaan guna penyediaan air bersih dari sumber mata air menuju ke rumah-rumah masyarakat. Sehingga dilakukan kajian yang berjudul "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Masyarakat Dusun Batu Kantar Desa Narmada".

1.2 Permasalahan

Dari latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah potensi debit sumber mata air di Dusun Batu Kantar ?
2. Berapakah debit kebutuhan air bersih di Dusun Batu Kantar hingga tahun 2038 ?

3. Bagaimana perencanaan sistem jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar dengan menggunakan program *Epanet 2.2* ?
4. Berapakah Rencana Anggaran Biaya perencanaan sistem jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar ?
5. Bagaimana analisa ekonomi untuk jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar ?

1.3 Batasan Masalah

Agar perencanaan ini terarah dan tidak terlalu luas serta tidak menyimpang dari tujuan, batasan-batasan yang diambil dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air di wilayah studi, Dusun Batu Kantar.
2. Debit mata air yang digunakan merupakan debit pada tahun perencanaan.
3. Program yang digunakan untuk simulasi jaringan pipa adalah program *Epanet 2.2*
4. Tidak membahas analisis kualitas air dan pengelolaan air
5. Sumber mata air yang digunakan adalah mata air Lingkok Puk Acek di Dusun Batu Kantar

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi debit mata air yang ada di Dusun Batu Kantar
2. Mengetahui debit kebutuhan air bersih di Dusun Batu Kantar hingga tahun 2038
3. Memperoleh sistem jaringan air bersih untuk Dusun Batu Kantar
4. Mengetahui besarnya Rencana Anggaran Biaya untuk pembangunan sistem jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar
5. Mengetahui hasil analisa ekonomi dari pembangunan sistem jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi debit mata air yang ada di Dusun Batu Kantar
2. Mengetahui debit kebutuhan air bersih di Dusun Batu Kantar hingga tahun 2038
3. Memperoleh sistem jaringan air bersih untuk Dusun Batu Kantar
4. Mengetahui besarnya Rencana Anggaran Biaya untuk pembangunan sistem jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar
5. Mengetahui hasil analisa ekonomi dari pembangunan sistem jaringan air bersih di Dusun Batu Kantar

2. Dasar Teori

2.1 Tinjauan Pustaka

Yosefa & Indarjanto (2017) melakukan analisis perencanaan dan pengembangan jaringan distribusi air bersih di PDAM Tulungagung. Pengelolaan air PDAM Tulungagung unit BNA Tulungagung dibagi dalam 6 kecamatan dan 1 kecamatan rencana pengembangan. Tujuan dari perencanaan tersebut adalah untuk analisis dan perencanaan terhadap sistem jaringan distribusi air bersih dengan periode perencanaan selama 10 tahun, hasil yang ingin dicapai dalam perencanaan adalah untuk meningkatkan pelayanan air bersih serta merencanakan pengembangan jaringan baru di Kecamatan Ngantru. Sumber air yang digunakan untuk pendistribusian air bersih berasal dari Kali Song dengan kapasitas produksi 150 liter/detik. Dalam sistem tersebut, akan direncanakan model sistem jaringan pipa distribusi menggunakan program *Epanet 2.0*, kemudian dikontrol menggunakan meter induk. Dari analisis didapatkan, hasil *running Epanet* dan pembentukan sistem *loop* menunjukkan bahwa pipa dapat memenuhi standar dalam hal kecepatan aliran, tekanan, dan *unit headloss*. Tingkat pelayanan air bersih pada tahun 2026 sebesar 89,37% dengan kebutuhan air penduduk yaitu 142,77 liter/detik. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan sistem jaringan tersebut adalah Rp. 460.877.100.

Donya et al., (2015) melakukan studi perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Serang Kecamatan Panggungrejo Kabupaten Blitar. Kajian tersebut bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air sumber sampai dengan tahun 2029 dan kondisi hidrolis *existing*. Simulasi jaringan pipa dilakukan dengan bantuan program *WaterCAD V8 XM Edition*. Debit air di RD Sumber Gemplah sebesar 5,0 liter/detik. Berdasarkan hasil analisa perhitungan total debit yang dibutuhkan untuk melayani 100% kebutuhan air penduduk adalah 6,06 liter/detik. Perhitungan dilakukan dengan simulasi kondisi tidak permanen dengan kebutuhan air berubah sesuai dengan kebutuhan tiap jamnya. Berdasarkan hasil akhir simulasi, dengan menggunakan program *WaterCAD V8 XM Edition*, bahwa sistem jaringan pipa dapat berjalan dengan baik.

Nugroho et al., (2018) pada perencanaannya yang berjudul analisa jaringan perpipaan distribusi air bersih menggunakan *Epanet 2.0* (studi kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda). Perencanaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi optimalitas distribusi air bersih dari aspek jaringan perpipaan PDAM kemudian memaparkan rekomendasi serta kendala dalam

perbaikan jaringan perpipaan distribusi air bersih. Permodelan perpipaan menggunakan *software Epanet 2.0*. Hasil simulasi dibandingkan dengan hasil pengukuran tekanan air di lapangan pada kran pelanggan menggunakan *manometer*. Dari hasil analisa, diketahui terdapat sebanyak 7 *junction* yang nilai tekanaannya di bawah batas minimum kriteria pipa distribusi dari perubahan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 sebesar 0,5 atm, serta sebanyak 11 pipa yang nilai kecepatan aliran airnya di bawah batas minimum kriteria yang sama sebesar 0,3 m/s. Rekomendasi perbaikan jaringan perpipaan distribusi air bersih yakni penggantian ukuran diameter pipa dan *valve existing*, perubahan pengaturan tekanan pada *valve existing* sebesar 0,5 bar pada setiap pelanggan, dan penambahan pompa *booster* pada beberapa titik.

Primandani et al., (2022) menganalisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di wilayah pelayanan instalasi pengolahan air Gunung Tugel PDAM Tirta Satria Banyumas. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan air bersih serta mengetahui ketersediaan air bersih SPAM Purwokerto Selatan. Dalam analisis ini dilakukan analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih sampai 25 tahun yang akan datang. Metode yang digunakan dalam analisis adalah metode geometrik, aritmatika, dan regresi linier. Berdasarkan hasil analisis, diketahui kebutuhan air bersih di wilayah SPAM Purwokerto Selatan pada tahun 2045 adalah sebesar 351,69 liter/detik, kebutuhan harian maksimumnya sebesar 422,03 liter/detik, dan kebutuhan air pada jam puncak 562,70 liter/detik. Ketersediaan air yang ada tidak mengalami pertambahan setiap tahunnya, debit air yang tersedia adalah sebesar 130 liter/detik belum mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di wilayah SPAM Purwokerto Selatan.

2.2 Dasar Teori

1. Definisi Air bersih

Air bersih secara umum diartikan sebagai air yang layak untuk dijadikan air baku bagi air minum. Secara terperinci Kementerian Kesehatan mempunyai definisi tentang air bersih yaitu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990).

2. Sumber Air Bersih

Sumber air merupakan salah satu unsur lingkungan yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Macam-macam sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air sebagai berikut (Salmani, 2018):

- Air hujan atau air atmosfer yang berasal dari presipitasi uap air yang berkumpul menjadi awan yang jatuh ke permukaan bumi sebagai butir-butir air yang disebut air hujan.
- Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi.
- Air tanah yang utama berasal dari presipitasi yang dapat menembus tanah secara langsung ke lapisan air tanah atau mungkin memasuki sungai di permukaan tanah dan merembes ke bawah melalui lapisan-lapisan ke dalam tanah.
- Mata air berasal dari air yang mengalir pada lapisan tanah berpasir, bebatuan atau mengalir melalui celah yang terdapat pada lapisan batu. Mata air hanya mampu memenuhi kebutuhan sejumlah penduduk karena jumlah dan kapasitasnya sangat terbatas.

Untuk mengetahui potensi debit suatu sumber air perlu dilakukan pengukuran debit. Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa alat pengukur arus (*current meter*), pelampung, zat warna, dll. Debit hasil pengukuran dapat dihitung segera setelah pengukuran selesai dilakukan. Kecepatan rerata biasanya diperoleh pada ketinggian 0,6 kali kedalaman sungainya. Rumus untuk menghitung debit total saluran adalah (Triatmadja, 2006).

$$Q = \sum_{i=1}^n v_i A_i$$

dengan :

Q = Aliran air (m³/detik)

v_i = Kecepatan aliran (m/detik)

A_i = Luas penampang basan (m²)

3. Perkembangan Penduduk

Proyeksi berdasarkan tingkat pertumbuhan penduduk mengasumsikan pertumbuhan yang konstan, baik untuk model aritmatika, geometrik, atau eksponensial untuk mengestimasi jumlah penduduk (Badan Pusat Statistika, 2010).

- Metode Geometrik

Dengan metode geometrik, maka perkembangan penduduk suatu daerah dapat dihitung dengan formula sebagai berikut (Badan Pusat Statistika, 2010) :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

dengan:

P_n = Jumlah penduduk dalam tahun ke – n (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = Angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

- Metode Aritmatika

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut (Badan Pusat Statistika, 2010) :

$$P_n = P_0 (1 + rn)$$

dengan:

P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun ke – n (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = Angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

- Metode Eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut (Badan Pusat Statistika, 2010) :

$$P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$$

dengan:

P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun ke – n (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = Angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n = Periode tahun yang ditinjau (tahun)

e = Bilangan logaritma natural (2,7182818)

Untuk mencari nilai r digunakan rumus sebagai berikut :

$$r = \frac{P_n - P_0}{P_0} \times 100\%$$

dengan:

r = Angka pertumbuhan penduduk per tahun (%)

P_n = Jumlah penduduk tahun perencanaan (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)

4. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Uji kesesuaian metode proyeksi dilakukan dengan cara menentukan metode proyeksi penduduk yang dipakai sebagai dasar perencanaan yaitu memilih satu metode yang paling mewakili pola pertumbuhan penduduk di perencanaan. Dalam hal ini diperlukan perhitungan standar deviasi dan faktor korelasi.

Standar deviasi merupakan nilai atau standar yang menunjukkan besar jarak sebaran terhadap nilai rata-rata (Triatmodjo, 2008) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

dengan :

S = Standar deviasi

X = Nilai varian (penduduk proyeksi)

N = Jumlah data

\bar{X} = Nilai rata-rata

Nilai koefisien korelasi dapat dihitung dengan bantuan *Microsoft Excel* yaitu dengan fungsi “=Correl(array1;array2)”.

5. Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Besarnya pemakaian air oleh masyarakat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti tingkat hidup, pendidikan, tingkat ekonomi dan kondisi sosial. Dengan demikian, dalam perencanaan suatu sistem penyediaan air, kemungkinan penggunaan air dan variasinya haruslah diperhitungkan secara mungkin (Linsley, 1991).

Macam kebutuhan air bersih umumnya dibagi atas dua kelompok yaitu :

- a. Kebutuhan domestik
- b. Kebutuhan non domestik

- Kebutuhan domestik

Kebutuhan domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum. Setiap kategori kota tertentu mempunyai kebutuhan akan air yang berbeda.

Kategori Kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
I	Kota Metropolitan	> 1.000.000	> 150
II	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	100 – 120
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	80 – 100
V	Desa	< 20.000	60 - 80

Sumber : Peraturan Menteri PU Penyelenggaraan Pengembangan SPAM, 2007

- Kebutuhan Non Domestik

Menurut Direktorat Jendral Cipta Karya 1998 dalam Triatmadja, 2006 persentase kebutuhan air non domestik berkisar antara 15% sampai 30% dari kebutuhan air domestik.

6. Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Dari keseluruhan aktivitas dan konsumsi selama sehari (24 jam) dapat diketahui konsumsi rata-rata dan koefisien jam puncak untuk hari yang dimaksud. Besarnya pemakaian air oleh

masyarakat pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih tidaklah secara konstan, namun terjadi fluktuasi antara waktu yang satu dengan waktu yang lain.

7. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Dalam menghitung jumlah kebutuhan air bersih dilakukan beberapa tahapan dalam perhitungannya, antara lain :

a. Kebutuhan air domestik

Untuk jumlah kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang dilayani dikalikan dengan standar kebutuhan air perorang perhari (Anonim, 2016) :

$$qD = JP \times (pl\%) \times S$$

dengan :

JP = Jumlah penduduk saat ini (jiwa)

$pl\%$ =Persentase pelayanan yang akan dilayani

qD = Kebutuhan air domestik (lt/org/hari)

S = Standar kebutuhan air rata-rata

b. Kebutuhan air non domestik

Untuk keperluan air non domestik dihitung dengan cara kebutuhan air domestik dikalikan dengan persentase kebutuhan air non domestik. Dihitung menggunakan persamaan berikut (Anonim, 2016) :

$$qnD = (nD\%) \times qD$$

dengan :

qnD = Kebutuhan air non domestik (lt/org/hari)

$nD\%$ = Persentase kebutuhan air non-domestik

qD = Kebutuhan air domestik (lt/org/hari)

c. Kebutuhan air total

Kebutuhan air total adalah kebutuhan air domestik yang ditambahkan dengan kebutuhan air non-domestik, dihitung dengan persamaan berikut (Anonim, 2016) :

$$qT = qD + qnD$$

dengan :

qT = Kebutuhan air total (lt/hari)

qD = Kebutuhan air domestik (lt/org/hari)

qnD =Kebutuhan air non-domestik (lt/org/hari)

d. Kehilangan dan Kebocoran

Kehilangan air akibat kebocoran, dihitung dengan persamaan berikut (Anonim, 2016) :

$$qHL = qT \times (Kt\%)$$

dengan :

qHL = Kebocoran atau kehilangan air (lt/hari)

qT = Kebutuhan air total (lt/hari)

$Kt\%$ = Persentase kehilangan atau kebocoran

e. Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan air rata-rata, dihitung dengan persamaan berikut (Anonim, 2016) :

$$qRH = qT + qHL$$

dengan :

qRH = Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)

qT = Kebutuhan air total (lt/hari)

qHL = Kebocoran atau kehilangan air (lt/hari)

f. Kebutuhan air hari maksimum

Kebutuhan air hari maksimum yaitu dalam periode satu minggu, bulan, atau tahun terdapat hari – hari tertentu dimana pemakaian airnya maksimum. Kebutuhan air maksimum didapatkan dalam bentuk persamaan sebagai berikut (Anonim, 2016) :

$$Q_{max} = qRH \times F$$

Q_{max} = Kebutuhan air hari maksimum (lt/hari)

qRH = Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)

F = Faktor hari maksimum

g. Kebutuhan air jam maksimum/puncak

Kebutuhan air jam maksimum/puncak yaitu air maksimum yang dibutuhkan pada jam tertentu pada kondisi kebutuhan air maksimum, dihitung dengan persamaan berikut (Anonim, 2016) :

$$Q_{peak} = qRH \times F$$

dengan :

Q_{peak} = Kebutuhan air jam maksimum (lt/hari)

qRH = Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)

F = Faktor jam maksimum

8. Kebutuhan Air Bersih

Metode pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi daerah layanan. Sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Cara Gravitasi
- Cara Pemompaan
- Cara Gabungan

9. Kecepatan aliran

Untuk menghitung kecepatan digunakan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 1993):

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V$$

dengan :

Q = Debit yang mengalir (m³/detik)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan (m/detik)

• Hukum bernoulli

Bernoulli adalah tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang dapat ditulis sebagai berikut (Triatmodjo, 2017):

E_{Tot} = Energi ketinggian + Energi kecepatan + Energi tekanan

$$E_{Tot} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma_w}$$

Dengan:

P = Tekanan (kg/m²)

γ_w = Berat jenis air (kg/m³)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

h = Tinggi (m)

Menurut teori Kekekalan Energi dari Hukum Bernoulli apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan.

Persamaan Bernoulli dapat ditulis sebagai berikut (Triatmodjo, 2017)

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma_w} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma_w} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

dengan :

$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w}$ = Tinggi tekan di titik 1 dan 2 (m)

$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$ = Tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)

p_1, p_2 = Tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m²)

γ_w = Berat jenis air (kg/m³)

V_1, V_2 = Kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

Z_1, Z_2 = Tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

H_f = Kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)

• Hukum kontinuitas

Dalam persamaan hukum kontinuitas dinyatakan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar. Hubungan antara hukum kontinuitas dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 2017) :

$$Q_{masuk} = Q_{keluar}$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

dengan :

Q = Debit yang mengalir (m³/detik)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan (m/detik)

Hukum kontinuitas pada pipa bercabang, dimana debit yang masuk ke dalam pipa akan sama dengan penjumlahan dari debit – debit yang keluar dari percabangan pipa (Triatmodjo, 2017).

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 + A_3 \cdot V_3$$

• Kehilangan tinggi tekan (*head loss*)

Kehilangan tinggi tekan dalam pipa dapat dibedakan menjadi kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*) dan kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*).

a. Kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*)

Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor (*hf*) diantaranya yaitu *Hanzen-Williams*, *Darcy-Weisbach*, *Manning*, *Chezy*, *Colebrook-White*, dan *Swamme-Jain*. Persamaan yang paling disukai dalam menentukan *hf* adalah persamaan *Hanzen-Williams*. Persamaannya ditulis dalam bentuk (Priyantoro, 1991) :

$$Q = 0,354 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$V = 0,354 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

dengan :

V = Kecepatan aliran pada pipa (m/detik)

C_{hw} = Koefisien kekasaran pipa *Hazen - Williams*

A = Luas penampang aliran (m²)

Q = Debit aliran pada pipa (m³/detik)

S = Kemiringan hidraulis

$$= \frac{hf}{L}$$

R = Jari - jari hidrolis (m)

$$= \frac{A}{P} = \frac{\frac{1}{4}\pi D^2}{\pi D}$$

$$= D/4$$

b. Kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*)

Kehilangan minor di jaringan pipa diakibatkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri aliran karena perubahan ukuran pipa, belokan-belokan, katup-katup, serta berbagai jenis sambungan. Pada pipa-pipa yang panjang, kehilangan inor ini sering diabaikan tanpa kesalahan yang berarti, tetapi bisa menjadi cukup penting bagi pipa yang pendek (Linsley, 1991). Adapun persamaan-persamaan untuk menghitung kehilangan energi minor adalah sebagai berikut (Linsley, 1991).

a. Akibat pelebaran

$$h_{Lm} = KL \cdot \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

b. Akibat penyempitan mendadak

$$h_{Lm} = KL \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

c. Berdasarkan mulut pipa dari waduk

$$\cdot \text{Mulut lonceng } h_L = 0,04 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\cdot \text{Tepi siku-siku } h_L = 0,5 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

d. Akibat belokan

$$h_{Lm} = KL \cdot \frac{V^2}{2g}$$

e. Akibat katup dan sambungan

$$h_{Lm} = KL \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dengan:

h_{Lm} = Kehilangan tinggi minor (m)

V = Kecepatan rata - rata dalam pipa (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

K_L = Koefisien kehilangan tinggi tekan minor

- Komponen Sistem Jaringan

Dalam suatu sistem jaringan pipa terdapat berbagai komponen yang saling berkaitan, komponen tersebut diantaranya adalah pipa, reservoir dan pompa.

- Pipa

Pipa ini berfungsi sebagai sarana untuk mengalirkan air dari sumber air menuju tandon maupun dari tandon menuju konsumen. Pipa

tersebut memiliki bentuk penampang lingkaran dengan diameter yang bermacam-macam. Bahan pipa yang utama adalah baja, besi tuang, beton, kayu, semen-asbes, lempung keramik, dan berbagai jenis plastik. Pertimbangan ekonomi yang bersangkutan akan mengambil peranan penting dalam pemilihan pipa (Linsley, 1991).

- Pipa dengan pompa

Jika pompa menaikkan zat cair dari kolam satu ke kolam lain dengan selisih elevasi H_s , maka daya yang digunakan oleh pompa untuk menaikkan zat cair setinggi H_s adalah sama dengan tinggi H_s ditambah dengan kehilangan tenaga selama pengaliran dalam pipa tersebut. Kehilangan tenaga adalah ekuivalen dengan penambahan tinggi elevasi, sehingga efeknya sama dengan jika pompa menaikkan zat cair setinggi $H = H_s + \Sigma hf$ (Triatmodjo, 2017).

Kehilangan tenaga terjadi pada pengaliran pipa 1 dan 2 yaitu sebesar hf_1 dan hf_2 . Pada pipa 1 yang merupakan pipa isap, garis tenaga (dan tekanan) menurun sampai di bawah pipa. Bagian pipa di mana garis tekanan dibawah sumbu pipa memiliki tekanan negatif. Sedangkan pipa 2 merupakan pipa tekan.

Daya yang diperlukan pompa untuk mengalirkan zat cair adalah (Triatmodjo, 2017):

$$D = \frac{QH\gamma}{\eta} \text{ (kgf m/d)}$$

dengan :

D = Daya pompa

η = Efisiensi pompa (%)

Q = Debit aliran (m³/detik)

γ = Berat jenis air = 1000 kg/m³

H = Tinggi tekanan total/total head (m)

$$= H_s + \Sigma hf$$

- Reservoir

Kegunaan reservoir adalah untuk menampung air pada saat pemakaian di bawah rata-rata dari debit yang dialirkan instalasi pengolahan air dan pada saat jam-jam puncak air yang telah tertampung tadi akan dialirkan ke konsumen. Metode perhitungan volume efektif reservoir adalah sebagai berikut (Permen PU No.18/PRT/M/2007) :

1. Dengan cara tabulasi,
2. Metode kurva masa, dan
3. Secara persentase.

Untuk mengetahui kapasitas volume dimensi reservoir yang dibutuhkan untuk menghasilkan produksi yang besarnya tertentu dapat menggunakan rumus :

$$V = P.L.D$$

dengan:

V = Volume (m³)

L = Lebar (m)

P = Panjang (m)
 D = Kedalaman (m)

- Kriteria jaringan pipa
 Adapun kriteria pipa distribusi menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor:18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dapat dilihat pada tabel berikut ini.

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q max	Kebutuhan air hari maksimum $Q_{max} = F_{max} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor hari maksimum	F.max	1,10 – 1,50
3	Jenis saluran	-	Pipa atau saluran terbuka*
4	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP	V min V.max V.max	0,3-0,6 m/det 3,0-4,5 m/det 6,0 m/det
5	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	H min H maks	1 atm 6-8 atm 10 atm 12,4 MPa 9,0 MPa

Sumber : Permen PU No.18/PRT/M/2007

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor jam puncak	F.puncak	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum Pipa PVC atau ACP Pipa baja atau DCIP	V min V.max V.max	0,3 - 0,6 m/det 3,0 - 4,5 m/det 6,0 m/det
5	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa baja atau DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	h min h max h max h max h max	(0,5 - 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh. 6 - 8 atm 10 atm 12,4 MPa 9,0 MPa

Sumber : Permen PU No.18/PRT/M/2007

- *Software Epanet 2.2* dalam analisis jaringan penyediaan air bersih

Program *Epanet* dapat melakukan simulasi dan perilaku hidraulik dari kualitas air dalam jaringan pipa yang bertekanan. Program *Epanet* memberikan sistem yang terintegrasi untuk pengeditan input data jaringan, *running* hidraulik dan simulasi kualitas air, dan tampilan hasil dalam format yang bervariasi.

1. Kemampuan Model Hidraulik

Program *Epanet* mempunyai kemampuan analisis hidraulik yang terdiri dari :

- Tidak terbatasnya jumlah jaringan yang akan dianalisa
- Menghitung headloss akibat gesekan dengan menggunakan persamaan *Hazen Williams*, *Darcy-Weisbach*, atau *Chezy-Manning*
- Termasuk *minor head losses* untuk *bends* (belokan), *fitting*, dll.
- Model dapat menggunakan pompa dengan kecepatan (*speed*) konstan dan bervariasi.
- Menghitung energi dan biaya pemompaan

- Memodelkan macam-macam tipe *valve* termasuk *shutoff*, *check*, *pressure regulating*, dan *flow control valves*
- Menyediakan tangki penyimpanan yang memiliki berbagai bentuk (diameter dan tinggi dapat bervariasi)
- Dapat memenuhi variasi kebutuhan pada tiap *node (junction)* sesuai dengan pola dari variasi waktu.

2. Komponen Fisik

Program *Epanet* memodelkan sebuah sistem distribusi air sebagai sebuah kumpulan mata rantai yang terhubung dengan *node* (titik). *Node* adalah titik melambangkan *junction*, *tank*, dan *reservoir*.

a. Junction

Junction adalah titik pada jaringan dimana air akan masuk atau keluar dari jaringan

Junction bisa juga:

- Memiliki beberapa kategori kebutuhan
- Memiliki kebutuhan negatif menandakan bahwa air keluar dari jaringan
- Menjadi sumber dimana konstituen masuk pada jaringan
- Mengandung *emitters* (atau *springler*) yang debitnya tergantung pada tekanan

b. Reservoir

Reservoir adalah titik yang dilambangkan sumber air yang tidak terbatas pada jaringan. Input data yang utama pada *reservoir* adalah *hydraulic head* (sama dengan level permukaan airnya jika *reservoir* tidak dalam keadaan bertekanan) dan kualitas awal untuk analisa kualitas air

Karena *reservoir* merupakan titik batas pada jaringan, maka *head* dan kualitas airnya tidak bisa dipengaruhi oleh apa yang terjadi pada jaringan. Oleh sebab itu *reservoir* tidak menghasilkan *output* perhitungan. Walaupun demikian *head* nya dapat bervariasi terhadap waktu sesuai dengan pola waktu yang telah ditetapkan.

c. Tank

Tank adalah titik dengan kapasitas penyimpanan yang volumenya bisa bervariasi terhadap waktu.

Tank dibutuhkan untuk beroperasi sepanjang level minimum dan maksimum Program *Epanet* akan menghentikan aliran keluar jika *tank* pada level minimum dan menghentikan aliran kedalam pada saat level maksimum. *Tank* juga bisa memberikan titik sumber kualitas air.

d. Pipa

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari satu titik ke titik yang lain pada jaringan. Program *Epanet* mengasumsikan bahwa arah aliran adalah dari tekanan yang lebih tinggi ke tekanan yang lebih rendah.

e. Pompa

Pompa adalah link yang memberi tenaga ke fluida untuk menaikkan head hidrolisnya. Sebagai pengganti kurva pompa, pompa dapat direpresentasikan sebagai pompa yang memiliki energi konstan, mensuplai konstan energi (*horsepower* atau kilowatt) kepada fluida untuk seluruh kombinasi dari aliran dan head.

f. Valve

Data masukan untuk elemen ini berupa jenis *valve*/katup, besarnya bukaan *valve* (status *valve*). Data masukan tersebut akan berpengaruh terhadap sistem hidrolis dalam sistem distribusi. Pengontrolan *valve* ini disesuaikan dengan kondisi lapangan. Peletakan *valve* juga disesuaikan dengan letaknya di lapangan.

g. Pengontrolan/perintah pengontrolan

Pengontrolan ini merupakan perintah yang kita berikan pada elemen-elemen dalam pemodelan jaringan sistem distribusi. Pengontrolan yang dilakukan didasarkan parameter yang terjadi pada sistem distribusi.

h. Tipe Simulasi

Salah satu bagian mendasar dalam topologi jaringan yang telah diketahui untuk perbaikan dan evaluasi model tergantung pada tujuan.

Sedangkan data yang dihasilkan atau *output* dari *Epanet* antara lain :

- Hidrolik *head* masing – masing titik
- Tekanan air
- *Flow* (aliran)
- *Velocity* (kecepatan)
- Analisa ekonomi
- *Definisi biaya*

Konsep biaya dan pengklasifikasiannya selalu dikaitkan dengan harga produksi, seperti penentuan harga pokok produksi untuk memperoleh keuntungan pada suatu pabrikasi. (Latief, 2001).

• *Klasifikasi biaya proyek*

Perkiraan biaya memegang peranan penting dalam pengadaan suatu proyek. Pertama dipergunakan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu proyek atau investasi, selanjutnya memiliki fungsi sebagai pengendalian sumber daya seperti tenaga kerja, material, pelayanan maupun waktu. Sebelum pembangunan proyek selesai dan siap dioperasikan, diperlukan sejumlah besar biaya atau modal yang dikelompokkan menjadi modal tetap (*fixed capital*) dan modal kerja (*working capital*) atau dapat didefinisikan bahwa biaya proyek atau investasi adalah modal tetap ditambah modal kerja.

• *Analisis sensitivitas investasi*

a. *Benefit Cost Ratio (BCR)*

Metode *BCR* biasanya digunakan pada tahap awal dalam mengevaluasi perencanaan investasi.

Rumus umum yang digunakan dalam menghitung *BCR* yaitu :

$$BCR = \frac{\text{Benefit (B)}}{\text{Cost (C)}}$$

dengan :

$$B = B_0 + \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_t}{(1+i)^t}$$

$$C = C_0 + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Untuk menilai kelayakan suatu usaha atau proyek dari segi *BCR* adalah:

Jika : $BCR \geq 1$, maka investasi layak (*feasible*)

$BCR < 1$, maka investasi tidak layak (*unfeasible*)

b. *Net Present Value (NPV)*

Metode *NPV* digunakan untuk menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). *NPV* atau nilai bersih sekarang merupakan selisih antara *Present Value* kas bersih dengan *Present Value* investasi selama umur investasi (Kasmir dan Jakfar, 2003). Rumus yang digunakan untuk menghitung *NPV* adalah :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - I_0$$

dengan :

CF = Aliran masuk kas

i = Tingkat diskon

t = Periode umur investasi

I₀ = Investasi awal

perhitungan *NPV* terhadap keputusan investasi yang akan dilakukan adalah :

Jika :

NPV bernilai positif, berarti investasi layak

NPV bernilai negatif, berarti investasi tidak layak

Jika :

$NPV > 0$, maka investasi layak

$NPV < 0$, maka investasi tidak layak

$NPV = 0$, maka investasi tidak memiliki pengaruh apapun

Penggunaan metode *NPV* dalam mengetahui kelayakan dari suatu investasi memiliki beberapa keunggulan, yaitu :

a. Memperhitungkan nilai waktu dari uang (*time value of money*).

b. Memperhitungkan nilai sisa proyek.

Sedangkan kelemahan dari *NPV* antara lain adalah sebagai berikut :

a. Manajemen harus bisa menaksir tingkat biaya modal yang relevan selama usia ekonomis proyek.

b. Derajat kelayakan tidak hanya dipengaruhi oleh kas perusahaan, melainkan juga dipengaruhi oleh faktor ekonomis proyek.

3. *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR mendiskontokan *future cash flow* pada tingkat *NPV* yang bernilai nol, atau yang berarti ukuran yang menyetarakan aliran kas bersih di masa mendatang (*future net cash flow*) dengan

pengeluaran investasi awal, *IRR* dinyatakan dalam bentuk prosentase. Proyek yang memiliki nilai *IRR* besar merupakan proyek yang sangat potensial untuk diterima (Sinaga & Saragih, 2013). Berikut adalah rumus *IRR* dengan menggunakan metode coba-coba.

$$CF_0 = \frac{CF_1}{(1+IRR)} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \dots +$$

$$\frac{CF_n}{(1+IRR)^n}$$

dengan :

CF_0 = Investasi awal

CF_n = Aliran kas masuk pada tahun ke- n

IRR = *Internal Rate of Return*

Cara menghitung *IRR* adalah sebagai berikut :

- Menghitung arus *net cash flow* sepanjang umur proyek, ditambah nilai sisa dari aset.
- Menentukan tingkat bunga pembanding yang lebih besar dari tingkat *rate of return*.
- Menghitung nilai *IRR* menggunakan rumus pada persamaan di atas.

Kriteria dalam menilai kelayakan suatu usaha atau proyek dari segi *Internal Rate of Return* (Sinaga dan Saragih, 2013) adalah sebagai berikut :

Jika : $IRR > \text{rate of return}$, maka investasi layak.

$IRR \leq \text{rate of return}$, maka investasi tidak layak dilaksanakan.

Adapun keuntungan dari penggunaan *IRR* adalah sebagai berikut :

- Mengetahui kemampuan proyek dalam menghasilkan persentase keuntungan bersih rata-rata setiap tahunnya selama umur ekonomis dari proyek.
 - Nilai sisa (*salvage value*) barang-barang modal diperhitungkan dalam arus *benefit/penerimaan*.
4. *Payback Period (PP)*

Metode *PP* merupakan teknik penilaian untuk mengetahui seberapa lama jangka waktu (periode) yang dibutuhkan untuk pengembalian investasi dari suatu proyek atau usaha (Sinaga & Saragih, 2013). Rumus yang digunakan untuk menghitung *PP* adalah :

$$PP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Rata-rata kas bersih per tahun}} \times 1 \text{ Tahun}$$

Untuk menilai kelayakan suatu usaha atau proyek dari segi *PP* adalah:

Jika : $PP > \text{umur ekonomis proyek}$, maka tidak layak.

$PP < \text{umur ekonomis proyek}$, maka layak.

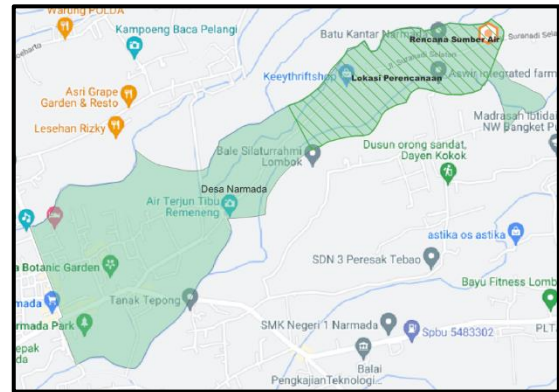
Kelemahan dari *PP* adalah tidak memperhitungkan arus *net profit* pada tahun-tahun berikutnya, begitu juga dengan nilai sisa (*salvage value*) yang tidak dihitung setelah investasi kembali (Sinaga dan Saragih, 2013).

Sedangkan kelemahan *PP* menurut Suratman (2001) yaitu mengabaikan konsep nilai waktu dari uang (*time value of money*) dan aliran kas setelah periode pengembalian, padahal aliran kas tersebut menunjukkan tingkat keuntungan yang harus diketahui oleh investor.

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi penelitian

Lokasi perencanaan ini berada di Dusun Batu Kantar, Desa Narmada, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada $8^{\circ} 34'42.389''$ LS dan $116^{\circ}13'23.840''$ BT.



3.2 Tahapan Perencanaan

- Persiapan
 - Pengumpulan data
- Data yang diperlukan dalam perencanaan dan analisis ini antara lain :
- Data primer
 - Data yang dikumpulkan sebagai berikut :
 - Keadaan sumber air bersih yang ada dilengkapi dengan perkiraan debit
 - Titik koordinat rumah pelayanan
 - Data sekunder
 - Dalam perencanaan ini digunakan data sekunder sebagai berikut :
 - Data statistika kependudukan
 - Peta kontur/topografi
 - Data penerima manfaat air bersih

3.3 Analisis Data

- Analisis proyeksi jumlah penduduk
 - Analisis kebutuhan air bersih
- Langkah-langkah perhitungan kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut :
- Menentukan dasar – dasar perhitungan yaitu:
 - Jumlah penduduk di wilayah perencanaan
 - Jumlah pengguna air bersih
 - Perhitungan jumlah kebutuhan air bersih
 - Kebutuhan domestik
 - Kebutuhan *non* domestik
 - Kebutuhan air bersih total
 - Kehilangan air
 - Kebutuhan air rata – rata ($Q_{\text{rata-rata}}$)

- Kebutuhan air jam puncak (Q_{peak})
- Kebutuhan air maksimum (Q_{max})

- **Simulasi jaringan dengan program Epanet 2.2**

Program *Epanet* adalah salah satu *software* yang banyak digunakan untuk menganalisa jaringan sistem distribusi. *Epanet* adalah program komputer yang berbasis *windows* yang merupakan program simulasi dari profil hidrolis dan pelakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi.

Dalam perencanaan sistem jaringan air bersih ini digunakan kemampuan hidraulik untuk mendapatkan hasil berupa dimensi pipa dan lokasi letak bangunan pelengkap berdasarkan data topografi.

- **Analisa struktur dan konstruksi**

Untuk perhitungan Analisa struktur meliputi:

1. Perhitungan dimensi bangunan yang dibutuhkan
2. Perhitungan tingkat keamanan konstruksi bangunan.

- **Gambar Perencanaan**

Gambar perencanaan sistem jaringan penyediaan air bersih terdiri dari :

1. Siteplan lokasi perencanaan
2. Long section
3. Cross section
4. Detail pemasangan pipa
5. Gambar teknis pekerjaan reservoir

- **Analisa perhitungan RAB**

Menentukan besarnya biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan. Dalam perencanaannya nanti RAB yang akan dimunculkan yaitu :

1. Perhitungan galian dan timbunan tanah dalam pelaksanaan pemasangan pipa
2. Perhitungan volume kebutuhan bangunan pelengkap pada jaringan sistem air bersih.

Untuk rencana anggaran biaya pada perencanaan sistem jaringan air bersih ini analisis harga satuan pekerjaan menggunakan standar satuan harga pemerintah Kabupaten Lombok Barat 2022.

- **Analisa ekonomi**

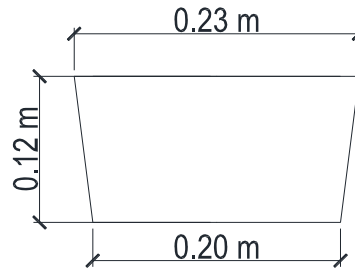
1. Analisa biaya, analisa ini terdiri atas dua bagian yaitu biaya modal (*capital cost*) dan biaya tahunan (*annual cost*).
2. Analisa Benefit dilakukan untuk mengetahui semua pemasukan keuntungan yang diperoleh selama usia proyek tersebut.

Analisa harga air pada saat $B/C > 1$, adapun analisa yang dilakukan terdiri dari analisis *BCR*, *NVP*, *Payback Period*, *IRR* dan penetapan harga air dalam m^3 .

4. Hasil dan pembahasan

4.1 Analisis Perhitungan Debit Sumber

Pengukuran dilakukan pada 9 Juli 2023 dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Sketsa penampang saluran dari mata air

Lebar penampang atas saluran = 0,23 m
 Lebar penampang dasar saluran = 0,2 m
 Kedalaman air = 0,12 m
 Kecepatan arus = 0,4 m/detik.

Digunakan persamaan (2-1) untuk menghitung debit ketersediaan air di Mata Air Lingkok Puk Aceh, adapun perhitungan debit ketersediaan adalah sebagai berikut :

Luas penampang saluran (A)

$$= \left(\frac{0,23+0,2}{2} \right) \times 0,12$$

$$= 0,215 \times 0,12$$

$$= 0,0258 \text{ m}^2$$

Debit ketersediaan (Q)

$$= A \times v$$

$$= 0,0258 \times 0,4$$

$$= 0,01032 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 10,32 \text{ liter/detik}$$

Dari hasil perhitungan, diketahui debit ketersediaan air di Dusun Batu Kantar pada Mata Air Lingkok Puk Aceh adalah 10,32 liter/detik

4.2 Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun Rencana

Tabel 4. 1 Data jumlah penduduk Dusun Batu Kantar tahun 2015 - 2022

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)		Total (jiwa)	Jumlah KK
		Laki - Laki	Perempuan		
1	2015	590	577	1.167	395
2	2016	591	592	1.183	404
3	2017	608	600	1.208	411
4	2018	611	604	1.215	413
5	2019	616	621	1.237	422
6	2020	619	616	1.235	422
7	2021	628	624	1.252	424
8	2022	637	625	1.262	427

Sumber : Kantor Desa Narmada, 2023

Berikut ditampilkan contoh perhitungan laju pertumbuhan penduduk di Dusun Batu Kantar pada tahun 2015 – 2016.

$$P_0 = 1.167 \text{ Jiwa}$$

$$P_n = 1.183 \text{ Jiwa}$$

$$r = \frac{1.183-1.167}{1.167} \times 100\% = 1,37\%$$

4.2.1 Metode geometrik

Berikut contoh perhitungan pertumbuhan penduduk di Dusun Batu Kantar tahun 2016 :

$$P_0 = 1.167 \text{ Jiwa (tahun 2015)}$$

n = 1 (proyeksi tahun ke-n)
 r = 1,13% (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)

Maka perhitungan proyeksi penduduk untuk tahun 2016 adalah sebagai berikut:

$$P_n = 1.167 (1+1,13\%)^1 = 1.180 \text{ Jiwa}$$

4.2.2 Metode aritmatika

Berikut contoh perhitungan pertumbuhan penduduk di Dusun Batu Kantar tahun 2016 :

$$P_0 = 1.167 \text{ Jiwa (tahun 2015)}$$

n = 1 (proyeksi tahun ke-n)
 r = 1,13% (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)

Maka perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2016 sebagai berikut:

$$P_n = 1.167 (1+1,13\% \times 1) = 1.180 \text{ Jiwa}$$

4.2.3 Metode eksponensial

Berikut contoh perhitungan pertumbuhan penduduk di Dusun Batu Kantar tahun 2016 :

$$P_0 = 1.167 \text{ Jiwa (tahun 2015)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = 1,13\% \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

$$e = 2,718281828$$

Maka perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2016 sebagai berikut:

$$P_n = 1.167 \times 2,718281828^{1,13\% \times 1}$$

$$P_n = 1.180 \text{ Jiwa}$$

Tabel 4. 3 Rekapitulasi hasil proyeksi pertumbuhan penduduk

No	Tahun	Proyeksi Penduduk (Jiwa)		
		Metode Geometrik	Metode Aritmatika	Metode Eksponensial
1	2015	1.167	1.167	1.167
2	2016	1.180	1.180	1.180
3	2017	1.193	1.193	1.194
4	2018	1.207	1.206	1.207
5	2019	1.220	1.220	1.221
6	2020	1.234	1.233	1.235
7	2021	1.248	1.246	1.249
8	2022	1.262	1.259	1.263

Sumber : Hasil analisis, 2023

4.2.4 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Tabel 4. 8 Nilai standar deviasi dan koefisien korelasi tiap metode

No	Metode	Standar Deviasi	Koefisien Korelasi
1	Geometrik	33,893	0,980
2	Aritmatika	33,033	0,982
3	Eksponensial	34,033	0,980

Sumber : Hasil analisis, 2023

4.2.5 Proyeksi Jumlah Penduduk

Tabel 4. 12 Proyeksi jumlah penduduk setiap RT Dusun Batu Kantar

Tahun ke- (n)	Tahun	Rasio Pertumbuhan (%)	Jumlah Proyeksi (Pn)											
			(Jiwa)											
		RT 1 RT 2 RT 3 RT 4 RT 5 RT 6 RT 7 RT 8 RT 9 RT 10 RT 11 RT 12												
0	2023	1,13%	96	102	141	123	102	99	96	150	96	93	90	84
1	2024	1,13%	97	103	143	124	103	100	97	152	97	94	91	85
2	2025	1,13%	98	104	144	126	104	101	98	153	98	95	92	86
3	2026	1,13%	99	105	146	127	105	102	99	155	99	96	93	87
4	2027	1,13%	100	107	147	129	107	103	100	157	100	97	94	88
5	2028	1,13%	101	108	149	130	108	105	101	158	101	98	95	89
6	2029	1,13%	102	109	151	131	109	106	102	160	102	99	96	90
7	2030	1,13%	104	110	152	133	110	107	104	162	104	100	97	91
8	2031	1,13%	105	111	154	134	111	108	105	164	105	101	98	92
9	2032	1,13%	106	112	155	135	112	109	106	165	106	102	99	93
10	2033	1,13%	107	113	157	137	113	110	107	167	107	103	100	93
11	2034	1,13%	108	115	158	138	115	111	108	169	108	105	101	94
12	2035	1,13%	109	116	160	140	116	112	109	170	109	106	102	95
13	2036	1,13%	110	117	162	141	117	114	110	172	110	107	103	96
14	2037	1,13%	111	118	163	142	118	115	111	174	111	108	104	97
15	2038	1,13%	112	119	165	144	119	116	112	175	112	109	105	98

Sumber : Hasil analisis, 2023

4.3 Analisis Kebutuhan Air Bersih

Sehingga nilai/data acuan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih di Dusun Batu Kantar adalah sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan Air Sambungan Rumah (liter/orang/hari)} = 60 - 80$$

$$\text{Kebutuhan Air Hidran Umum (liter/orang/hari)} = 20 - 40$$

$$\text{Kehilangan Air (\%)} = 20 - 30$$

$$\text{Faktor Hari Maksimum} = 1,15 - 1,25$$

$$\text{Faktor Jam Puncak} = 1,75$$

$$\text{SR : HU} = 70 : 30$$

$$\text{Cakupan Pelayanan (\%)} = 70 \%$$

Dalam Triatmadja, 2006 menurut Direktorat Jendral Cipta Karya 1998 kebutuhan air non domestik berkisar antara 15% sampai 30% dari kebutuhan domestik. Dengan nilai/data acuan tersebut, berikut diberikan contoh perhitungan kebutuhan air bersih di RT 01 Dusun Batu Kantar pada tahun 2038.

Diketahui :

$$\text{Jumlah Penduduk} = 112 \text{ Jiwa}$$

$$\text{Cakupan Pelayanan} = 70\% \text{ Jumlah Penduduk}$$

$$= 70\% \times 112 \text{ Jiwa}$$

$$= 79 \text{ Jiwa}$$

a. Kebutuhan air domestik

Perhitungan untuk kebutuhan air domestik di Dusun Batu Kantar menggunakan persamaan (2-7). Direncanakan kebutuhan air domestik untuk sambungan rumah (SR) adalah 70 liter/orang/hari dan kebutuhan air untuk hidran umum (HU) adalah 30 liter/orang/hari. Adapun kebutuhan air domestik sebagai berikut :

- Sambungan Rumah (SR)

$$qD = JP \times (pl\%) \times S = 79 \times (70\%) \times 70 = 3.849 \text{ liter/hari} = \frac{3.849}{24 \times 3.600} = 0,045 \text{ liter/detik}$$

- Hidran Umum (HU)

$$qD = JP \times (pl\%) \times S = 79 \times (30\%) \times 30 = 707 \text{ liter/hari}$$

$$= \frac{707}{24 \times 3.600}$$

$$= 0,008 \text{ liter/detik}$$

- Total Kebutuhan Air Domestik
 - = Kebutuhan SR + Kebutuhan HU
 - = 0,045 + 0,008
 - = 0,053 liter/detik

- b. Kebutuhan air non domestik

Perhitungan untuk kebutuhan air non domestik di Dusun Batu Kantar menggunakan persamaan (2-8) dengan persentase kebutuhan air non domestik sebesar 20% dari kebutuhan domestik. Adapun perhitungan kebutuhan air non domestik sebagai berikut :

$$qnD = (nD\%) \times qD$$

$$= (20\%) \times 0,053$$

$$= 0,013 \text{ liter/detik}$$

- c. Kebutuhan air total

Perhitungan untuk kebutuhan air total di Dusun Batu Kantar menggunakan persamaan (2-9). Adapun perhitungan kebutuhan air total sebagai berikut :

$$qT = qD + qnD$$

$$= 0,053 + 0,011$$

$$= 0,063 \text{ liter/detik}$$

- d. Kehilangan dan kebocoran

Perhitungan untuk kehilangan dan kebocoran air menggunakan persamaan (2-10) dengan persentase kehilangan air sebesar 20%. Adapun kehilangan dan kebocoran air sebagai berikut :

$$qHL = qT \times (Kt\%)$$

$$= 0,063 \times 20\%$$

$$= 0,013 \text{ liter/detik}$$

- e. Kebutuhan air rata-rata

Perhitungan untuk kebutuhan air rata-rata di Dusun Batu Kantar menggunakan persamaan (2-11). Adapun perhitungan kebutuhan air rata – rata sebagai berikut :

$$qRH = qT + qHL$$

$$= 0,063 + 0,013$$

$$= 0,076 \text{ liter/detik}$$

- f. Kebutuhan air hari maksimum

Perhitungan untuk kebutuhan air hari maksimum mengikuti persamaan (2-12) dengan faktor hari maksimum yang digunakan adalah 1,25. Adapun perhitungan kebutuhan air hari maksimum sebagai berikut :

$$Qmax = qRH \times F$$

$$= 0,076 \times 1,25$$

$$= 0,095 \text{ liter/detik}$$

- g. Kebutuhan air jam maksimum

Perhitungan untuk kebutuhan air jam maksimum mengikuti persamaan (2-13) dengan faktor jam maksimum sebesar 1,75. Adapun perhitungan kebutuhan air jam maksimum adalah sebagai berikut :

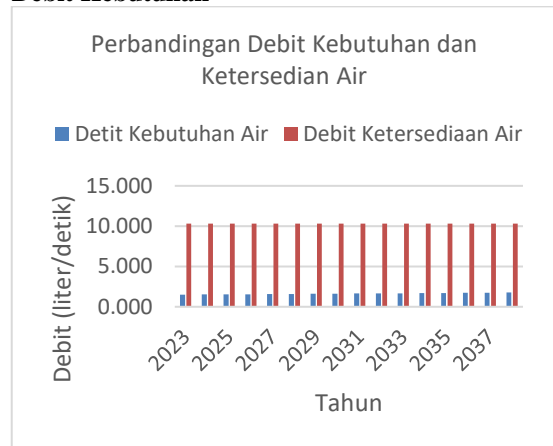
$$Qpeak = qRH \times F$$

$$= 0,076 \times 1,75$$

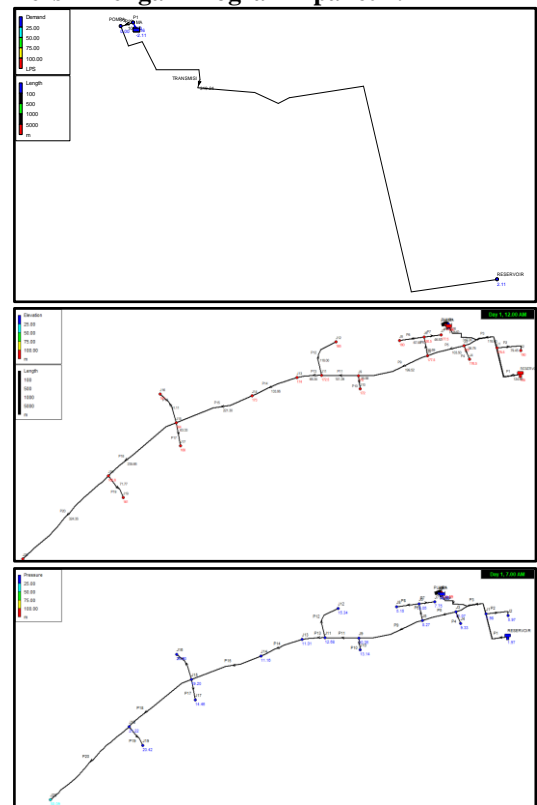
$$= 0,133 \text{ liter/detik}$$

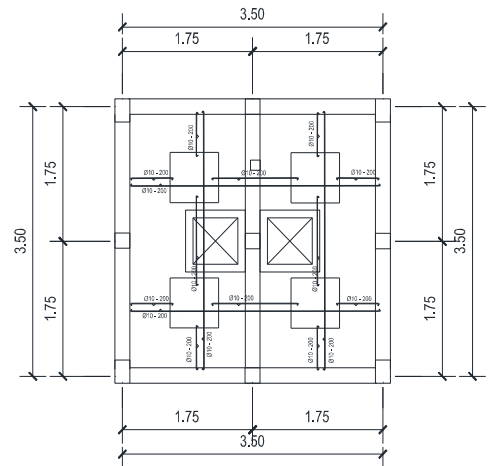
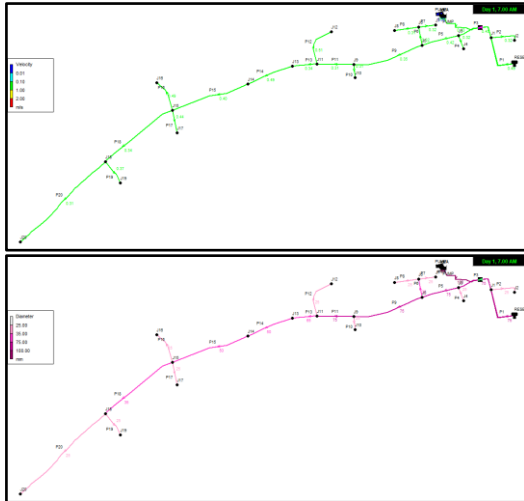
Untuk perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih di RT 01 Dusun Batu Kantar dari tahun 2023 sampai 2038 dapat dilihat pada tabel 4.13. Untuk kebutuhan air di setiap RT disajikan pada lampiran 1, adapun rekapitulasi perhitungan kebutuhan air bersih di Dusun Batu Kantar disajikan pada tabel 4.14.

4.4 Perbandingan Debit Ketersediaan Dengan Debit Kebutuhan



4.5 Analisis Hidrolika Jaringan Pipa Air Bersih Dengan Program Epanet 2.2





Gambar 4. 3 Denah penulangan pelat penutup

4,6 Analisa Struktur dan Konstruksi

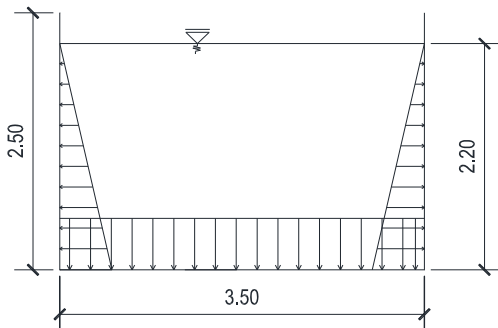
4. 6.1 Perencanaan kapasitas reservoir

Tabel 4. 27 Perhitungan kapasitas reservoir

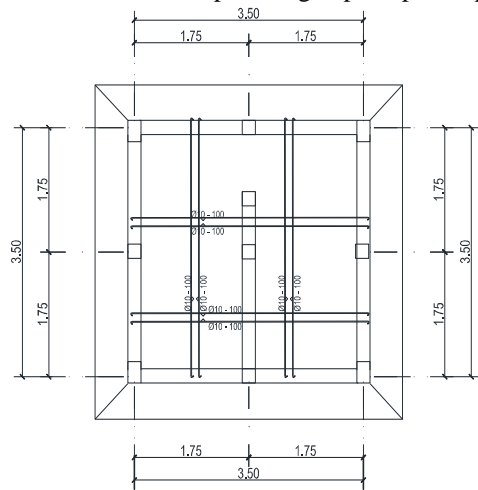
Jam	Koefisien Fluktuasi	Pemakaian (m ³ /Jam)					
		Fluktuasi (m ³ /Jam)	rata-rata (m ³ /Jam)	Kumulatif Fluktuasi (m ³ /Jam)	Kumulatif rata-rata (m ³ /Jam)	Surplus (m ³)	Defisit (m ³)
a	b	c	d	e	f	g	h
01.00	0,53	3,420	6,339	3,420	6,339	2,919	
02.00	0,71	4,572	6,339	7,992	12,678	4,686	
03.00	0,79	5,112	6,339	13,104	19,017	5,913	
04.00	0,71	4,572	6,339	17,676	25,356	7,680	
05.00	0,88	5,688	6,339	23,364	31,696	8,332	
06.00	1,06	6,840	6,339	30,204	38,035	7,831	
07.00	1,3	8,388	6,339	38,592	44,374	5,782	
08.00	1,2	7,740	6,339	46,332	50,713	4,381	
09.00	1,24	7,992	6,339	54,324	57,052	2,728	
10.00	1,15	7,416	6,339	61,740	63,391	1,651	
11.00	1,06	6,840	6,339	68,580	69,730	1,150	
12.00	1,09	7,020	6,339	75,600	76,069	0,469	
13.00	1,06	6,840	6,339	82,440	82,408	-0,032	
14.00	0,88	5,688	6,339	88,128	88,747	0,619	
15.00	1,24	7,992	6,339	96,120	95,087	-1,033	
16.00	1,29	8,316	6,339	104,436	101,426	-3,010	
17.00	1,2	7,740	6,339	112,176	107,765	-4,411	
18.00	1,27	8,208	6,339	120,384	114,104	-6,280	
19.00	1,16	7,488	6,339	127,872	120,443	-7,429	
20.00	1,06	6,840	6,339	134,712	126,782	-7,930	
21.00	0,88	5,688	6,339	140,400	133,121	-7,279	
22.00	0,71	4,572	6,339	144,972	139,460	-5,512	
23.00	0,53	3,420	6,339	148,392	145,799	-2,593	
24.00	0,18	1,152	6,339	149,544	152,138	2,594	

Sumber : Hasil analisa data, 2023

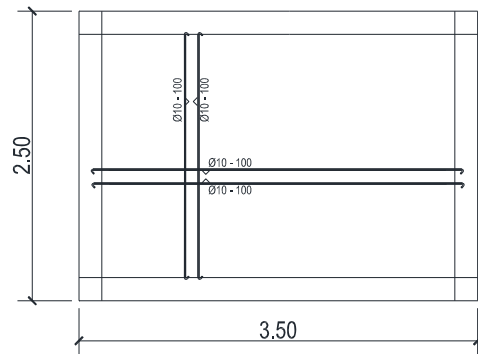
4. 6.2 Analisis struktur reservoir



Gambar 4. 2 Tekanan gaya-gaya pada reservoir dalam kondisi penuh



Gambar 4. 4 Denah penulangan pelat dasar

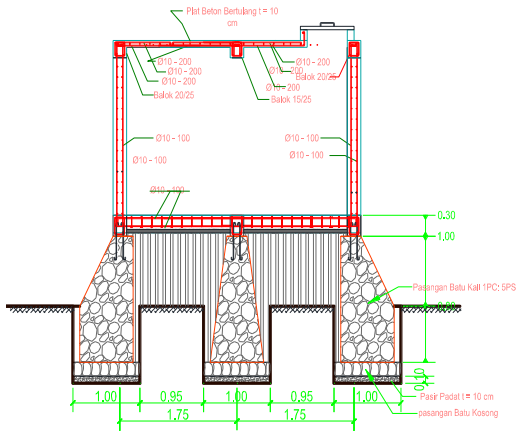


Gambar 4. 5 Denah penulangan pelat dinding

Tabel 4. 28 Rekapitulasi penulangan

Bagian	Arah	Tulangan Pakai
Pelat Penutup	Lapangan arah X	Ø10 – 200mm
	Lapangan arah Y	Ø10 – 200mm
	Tumpuan arah X	Ø10 – 200mm
	Tumpuan arah Y	Ø10 – 200mm
Pelat Dinding	Lapangan arah X	Ø10 – 100mm
	Lapangan arah Y	Ø10 – 100mm
	Tumpuan arah X	Ø10 – 100mm
	Tumpuan arah Y	Ø10 – 100mm
Pelat Dasar	Lapangan arah X	Ø10 – 100mm
	Lapangan arah Y	Ø10 – 100mm
	Tumpuan arah X	Ø10 – 100mm
	Tumpuan arah Y	Ø10 – 100mm

Sumber : Hasil analisis, 2023



Gambar 4. 6 Potongan penulangan reservoir

4.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA		
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Rp
1	2	2.170.800,00
A	K3 KONSTRUKSI	2.170.800,00
B	PEKERJAAN PERSIAPAN	12.303.543,58
C	PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA PVC & ACCESSORIS	326.999.522,83
D	PEMBUATAN BAK RESERVOIR 25 M3 - 1 UNIT	104.199.720,38
E	PEMBUATAN BRONCAPRING	28.048.739,63
G	PEKERJAAN RUMAH PANIL	21.218.122,60
H	PENGADAAN DAN PEMASANGAN POMPA	49.623.460,89
I	PENGADAAN DAN PEMASANGAN LISTRIK (6600 WATT)	20.943.415,00
REAL COST		561.187.325,96
PPN 11%		61.721.865,86
TOTAL		622.829.131,82
DIBULATKAN		622.829.000,00

4.8 Analisis Ekonomi

4.8.1 Analisa Biaya (Cost)

Tabel 4. 1 Biaya total rencana sistem penyediaan air bersih

Tahun	Biaya Modal	Biaya O & P	Total Biaya Tahunan
2023	Rp 69.779.945,72		Rp 69.779.945,72
2024	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2025	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2026	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2027	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2028	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2029	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2030	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2031	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2032	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2033	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2034	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2035	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2036	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2037	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69
2038	Rp 69.779.945,72	Rp 62.984.290,97	Rp 132.764.236,69

4.8.2 Analisa Manfaat

a. Manfaat langsung

Manfaat langsung dari proyek ini dapat diperoleh dari perhitungan total kebutuhan air baku dikalikan dengan harga air ketika B = C. Berikut contoh perhitungan manfaat dari hasil penjualan air baku pada tahun 2023 dengan pelayanan penduduk sebesar 70%.

Total kebutuhan air baku rata-rata

= 149,544 m³/hari (tabel 4.27)

= 54.583,56 m³/tahun

Kehilangan air

= 20% x total kebutuhan air rata-rata

= 10.916,71 m³/tahun

Total kebutuhan air

= Total kebutuhan air rata-rata – Kehilangan air

= 54.583,56 – 10.916,71

= 43.666,85 m³/tahun

Parameter yang dipakai B/C = 1

Total biaya tahunan

= Rp 132.764.236,69

Harga air

= total biaya tahunan/total kebutuhan air

= 132.764.236,69 /43.666,85

= Rp 3.040,39 / m³

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa harga air untuk B = C adalah Rp 3.040,39/m³. Sehingga total manfaat harga air minum dapat dilihat

Total manfaat harga air minum

= total kebutuhan air x harga air

= Rp 3.040,39 x 43.666,85

= Rp. 132.764.236,69

b. Manfaat tak langsung

Manfaat tak langsung merupakan manfaat yang dapat dinikmati secara berangsur-angsur dan dalam jangka waktu yang lama. Manfaat tak langsung dari proyek ini diantaranya adalah dapat memenuhi kebutuhan air bersih penduduk Dusun Batu Kantar.

4.8.3 Analisis harga air pada saat B/C > 1

Tabel 4. 43 Rekapitulasi harga air

No	Kondisi	Harga Air / m ³
1	Kondisi normal, B = C	Rp 3.040,39
2	B / C > 1	Rp 3.650
3	Subsidi biaya konstruksi pemerintah 100%	Rp. 1.420

Sumber : Hasil analisis, 2023

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan sistem penyediaan air bersih masyarakat Dusun Batu Kantar Desa Narmada, maka dapat disimpulkan antara lain :

1. Pengukuran debit pada Mata Air Lingkok Puk Acek dilakukan dengan menggunakan *current meter*. Dari hasil pengukuran, didapatkan debit ketersediaan air di Dusun

- Batu Kantar pada Mata Air Lingkok Puk Acek adalah 10,32 liter/detik.
2. Debit kebutuhan air masyarakat Dusun Batu Kantar pada tahun 2038 sebesar 1,761 liter/detik.
 3. Sistem jaringan penyediaan air bersih di Dusun Batu Kantar berdasarkan hasil dari simulasi *Epanet 2.2* sebagai berikut :
 - a. Daya pompa yang dibutuhkan untuk mendistribusikan air dari mata air menuju ke reservoir adalah 0,777 Hp dengan *head* pompa sebesar 20,36 dan debit adalah 2,29 liter/detik .
 - b. Diameter pipa yang digunakan sebagai jaringan distribusi ke wilayah pelayanan berkisar 25 – 75 mm (1 – 3 inchi) sedangkan diameter yang digunakan untuk pipa transmisi adalah 100 mm (4 inchi).
 - c. Tekanan yang terjadi pada perencanaan pipa distribusi berkisar antara 5,05 m sampai 30,09 m dan nilai kecepatan yang terjadi pada pipa distribusi perencanaan adalah 0,31 m/detik untuk kecepatan minimum, serta 0,51 untuk kecepatan maksimum.
 - d. Bangunan pelengkap berupa satu buah reservoir dengan kapasitas air pada bangunan adalah 25 m³.
 4. Rencana anggaran biaya untuk sistem penyediaan air bersih masyarakat Dusun Batu Kantar sebesar Rp. 622.829.000 (Enam ratus dua puluh dua juta delapan ratus dua puluh sembilan ribu rupiah).
 5. Dari hasil analisis ekonomi pada rencana pembangunan sistem jaringan penyediaan air bersih masyarakat Dusun Batu Kantar diketahui bahwa pembangunan tersebut layak secara ekonomi. Dengan nilai $BCR > 1$, $NPV > 0$ dan *Payback Periode* selama 7,398 tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan adalah:

- a. Perlu dilakukan analisis kualitas air pada sumber air untuk memastikan kelayakan dari sumber air tersebut sehingga aman untuk digunakan oleh masyarakat.
- b. Pada perencanaan sejenis, untuk mengetahui analisis hidrolika pada sistem jaringan perpipaan dapat digunakan bantuan *software* selain *Epanet 2.2*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1998). Direktorat Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Survey dan Pengkajian Kebutuhan dan Pelayanan Air Minum.
- Badan Pusat Statistika. (2010). Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja. Badan Pusat Statistika.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 Tentang : Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Donya, S. A., Suhartanto, E., & Dermawan, V. (2015). Studi Perencanaan Sistem Penyediaan air bersih Desa Serang Kecamatan Panggunrejo Kabupaten Blitar.
- Giatman. (2006). Ekonomi Teknik. PT. Raja Grafindo Persada.
- Kasmir, & Jakfar. (2003). Studi Kelayakan Bisnis. Prenada Media.
- Kementerrian Kesehatan Republik Indonesia. (1990). Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang: Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Kodotie, R. J. (1995). Analisis Ekonomi Teknik. Andi Offset.
- Latief, Y. (2001). Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi. Universitas Indonesia.
- Linsley, R. K., & B.Franzini, J. (1991). Teknik Sumber Daya Air. Erlangga.
- Nugroho, S., Meicahayanti, I., & Nurdiana, J. (2018). Analisa Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0. Teknik, 39(1), 62–66. <https://doi.org/10.14710/teknik.v39n1.15192>
- Primadani, V. C., Purwono, N. A. ., & Barkah, A. (2022). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Wilayah Pelayanan Instalasi Pengolahan Air Gunung Tugel Pdam Tirta Satria Banyumas. PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa, 11(1), 112–121. <https://doi.org/10.22225/pd.11.1.4469.112-121>
- Priyantoro, D. (1991). Hidrolika Saluran Tertutup. Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Salmani. (2018). Rekayasa dan Penyediaan Air Bersih. Deepublish.
- Sinaga, D., & Saragih, H. J. . (2013). Studi Kelayakan Investasi Pada Proyek Bisnis dalam Perspektif Iklim Investasi Perekonomian Global: Teori dan Aplikasinya dalam Menilai Investasi Modal

- dalam Proyek dan Bisnis. Mitra Wacana Media.
- Triatmadja, R. (2006). Draft Jaringan Air Bersih. Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (1993). Hidraulika I. Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2017). Hidraulika II. Beta Offset.
- Yosefa, F., & Indarjanto, H. (2017). Analisis perencanaan dan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di PDAM Tulungagung. Jurnal Teknik ITS, 6(1), 25–29.