

# PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH (STUDI KASUS DESA PANCA AGUNG KABUPATEN BULUNGAN)

<sup>1</sup>Rachel Zandra Singal, <sup>1</sup>Nur Azila Jamal

<sup>1</sup>Universitas Kaltara

Email: rachelzandrasingal2017@gmail.com (korespondensi)

## Abstract

*The need for clean water for the people of Panca Agung Village currently still relies on rainwater, well water and nearby water sources. This condition became the background in conducting research related to the planning of the clean water distribution network system for the Panca Agung village community. The purpose of this research is to determine the need for clean water based on population growth projections, to plan a pipe network system and to know the dimensions of the Broncaptering building that is able to serve the population's clean water needs. Analysis of water needs based on population growth projections to find out the discharge of clean water needs, clean water networks using Epanet 2.0 and analysis of the capacity of Broncaptering raw water catcher buildings needed. The results of the analysis of population growth projections for the next 10 years are calculated using the geometric method as many as 2.953 people and the clean water needs of Panca Agung Village are 2,584 liters/second until 2031. The available raw water debit is 123 liters/second so that it can meet the raw water needs of the village community. Clean water system planning is done by capturing water from water sources using a broncaptering building, broncaptering capacity of 3 x 2 x 1.5 M3, then distributed by gravity system to the reservoir based on the analysis of the clean water distribution piping system, using Epanet 2.0. The pipes used are HDPE types with diameters of 6, 4 and 2 inches with lengths according to segments.*

**Keywords:** Clean Water, Broncaptering, Epanet 2.0, Population Projection, HDPE Pipe

## Abstrak

*Kebutuhan air bersih masyarakat Desa Panca Agung saat ini masih mengandalkan air hujan, air sumur dan sumber air terdekat. Kondisi ini menjadi latar belakang dalam melakukan penelitian terkait perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih untuk masyarakat desa Panca Agung. Tujuannya penelitian adalah mengetahui kebutuhan air bersih berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk, merencanakan sistem jaringan pipa serta mengetahui dimensi bangunan Broncaptering yang mampu melayani kebutuhan air bersih penduduk. Analisa kebutuhan air berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk untuk mengetahui debit kebutuhan air bersih, jaringan air bersih menggunakan Epanet 2.0 dan analisa kapasitas bangunan penangkap air baku Broncaptering yang dibutuhkan. Hasil analisa proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun kedepan dihitung menggunakan metode geometrik sebanyak 2.953 jiwa dan kebutuhan air bersih Desa Panca Agung yaitu 2,584 liter/detik hingga tahun 2031. Debit air baku yang tersedia sebesar 123 liter/detik sehingga dapat memenuhi kebutuhan air baku masyarakat Desa Panca Agung. Perencanaan sistem air bersih dilakukan dengan cara menangkap air dari sumber air dengan menggunakan bangunan broncaptering, kapasitas broncaptering 3 x 2 x 1,5 M3, kemudian disalurkan dengan sistem gravitasi ke reservoir berdasarkan hasil analisa sistem perpipaan distribusi air bersih, menggunakan Epanet 2.0. Pipa yang digunakan adalah jenis HDPE dengan diameter 6, 4 dan 2 inch dengan panjang sesuai segmen.*

**Kata kunci:** Air Bersih, Broncaptering, Epanet 2.0, Proyeksi Penduduk, Pipa HDPE

## 1. PENDAHULUAN

Desa Panca Agung terletak di Kecamatan Tanjung Palas Utara Kabupaten Bulungan,

penyediaan layanan air bersih menjadi salah satu upaya dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat Desa Panca Agung. Masyarakat Desa Panca Agung dalam

memenuhi kebutuhan air bersih masih mengandalkan air hujan, air sumur dan sumber air yang terdekat dengan pemukiman desa. Hal ini menggambarkan bahwa belum tersedianya sistem jaringan distribusi air bersih di wilayah Desa Panca Agung.

Kondisi pelayanan tersedianya air bersih di daerah pedesaan masih belum memenuhi tingkat kebutuhan air bersih, sehingga diperlukan upaya manusia dalam pengembangan sistem pendistribusian air bersih (Nelwan et al., 2013). Ketersediaan air bersih sangatlah penting bagi kehidupan manusia, karena air bersih merupakan kebutuhan utama manusia. Untuk itu sangat penting direncanakan suatu sistem penyediaan air bersih yang dikelola dengan baik (Kalensun et al., 2016).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kebutuhan Air Bersih

Sumber-sumber air yang ada merupakan bagian yang berasal dari Siklus Hidrologi. Sumber-sumber air yang dapat di golongan sebagai berikut:

1. Air laut.
2. Air hujan (Air atmosfer, air meteorologi).
3. Air permukaan.
4. Air tanah

(Masombe et al., 2015)

Kebutuhan air akan dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, memasak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya. Sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kegiatan komersil seperti industri, perkantoran, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan niaga. Unit konsumsi air rata-rata untuk sarana dan prasarana non domestik dalam evaluasi disesuaikan dengan standar Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Direktorat Jenderal (Ditjen) Cipta Karya 1996.

Standar kelayakan kebutuhan air bersih adalah 49,5 liter per kapita per hari. Untuk kebutuhan tubuh manusia, air yang diperlukan adalah 2,5 liter perhari. Standar kebutuhan air pada manusia biasanya mengikuti rumus 30 cc per kilogram (kg) berat badan per hari. Artinya, jika seseorang dengan berat badan 60 kg, maka kebutuhan air tiap harinya sebanyak 1.800 cc atau 1,8 liter. Badan dunia *The United Nations Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) pada tahun 2002 telah menetapkan hak dasar manusia terhadap air yaitu sebesar 60 liter/org/hari. Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Cipta Karya 1996 membagi lagi standar kebutuhan air minum tersebut berdasarkan lokasi wilayah sebagai berikut:

1. Pedesaan dengan kebutuhan 60 liter per kapita per hari.
2. Kota Kecil dengan kebutuhan 90 liter per kapita per hari.
3. Kota Sedang dengan kebutuhan 110 liter per kapita per hari.
4. Kota Besar dengan kebutuhan 130 liter per kapita per hari.
5. Kota Metropolitan dengan kebutuhan 150 liter per kapita per hari.

Berdasarkan pada Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum BAB I ketentuan umum Pasal 1 ayat 8 menyatakan bahwa: "Standar Kebutuhan Pokok Air Minum adalah kebutuhan air sebesar 10 meter kubik/kepala keluarga/bulan atau 60 liter per orang per hari, atau sebesar satuan volume lainnya yang ditetapkan lebih lanjut oleh Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang sumber daya air".

### 2.2. Air Bersih

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, tentunya ada syarat air bersih yang harus dipenuhi agar air tersebut dikatakan layak, adapun syarat tersebut adalah:

1. Kuantitas Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.
2. Kontinuitas Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktivitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00–18.00.

### 2.3. Proyeksi Jumlah Penduduk

Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2012 (Sablik et al., 2012), Proyeksi Penduduk adalah suatu perhitungan ilmiah penduduk di masa mendatang berdasarkan asumsi-asumsi komponen pertumbuhan penduduk pada tingkat tertentu, yang hasilnya akan menunjukkan karakteristik penduduk, kelahiran, kematian, dan migrasi.

Prediksi jumlah penduduk di masa yang akan datang didasarkan pada laju perkembangan kota dan kecenderungannya, arahan tata guna lahan serta ketersediaan lahan untuk menampung perkembangan jumlah penduduk. Prediksi jumlah penduduk dalam periode perencanaan 10 tahun perlu diketahui untuk mengetahui kebutuhan air bersih wilayah perencanaan. Dengan memperhatikan laju perkembangan jumlah penduduk masa lampau, maka metode statistik merupakan metode yang paling mendekati untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisa perkembangan jumlah penduduk di masa mendatang yaitu:

#### 1. Metode Aritmatika

Metode ini dianggap baik untuk kurun waktu yang pendek sama dengan kurun waktu perolehan data. Persamaan yang digunakan adalah

$$P_n = P_0(1 + r \cdot n) \quad (1)$$

$$r = \frac{1}{t} \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \quad (2)$$

dengan:

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke- $n$  (jiwa)

$P_t$  = jumlah penduduk pada tahun  $t$  (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

$r$  = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)

$n$  = jumlah tahun proyeksi (tahun)

$t$  = periode waktu antara tahun dasar dan tahun  $t$

#### 2. Metode Geometrik.

Metode ini menganggap bahwa perkembangan atau jumlah penduduk akan secara otomatis bertambah dengan sendirinya dan tidak memperhatikan penurunan jumlah penduduk.

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (3)$$

$$r = \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{1/t} - 1 \quad (4)$$

dengan :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke- $n$  (jiwa)

$P_t$  = jumlah penduduk pada tahun  $t$  (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

$r$  = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)

$n$  = jumlah tahun proyeksi (tahun)

$t$  = periode waktu antara tahun dasar dan tahun  $t$

Standar deviasi untuk menentukan metoda proyeksi jumlah penduduk yang paling mendekati kebenaran terlebih dahulu perlu dihitung standar

deviasi dari hasil perhitungan ketiga metode di atas dengan persamaan:

$$S = \sqrt{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (5)$$

dengan:

$S$  = standar deviasi

$X_i$  = nilai varian (penduduk proyeksi)

Koefisien Korelasi

#### 2.4. Sistem Distribusi Air Bersih

Saluran distribusi air baku yang digunakan adalah saluran tertutup karena sebagai media penghantar fluida (cair, gas) dengan keadaan bahwa fluida terisolasi dari keadaan luar. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem pada fluida tidak berhubungan langsung dengan lingkungannya dan udara luar, misalnya pipa. Oleh karena itu dari segi keamanan (*safety*), maka cenderung dipilih dengan memakai saluran tertutup.

Untuk kelancaran sistem pendistribusian air baku, perlu diperhatikan mengenai faktor-faktor berikut:

1. Tersedianya tekanan yang cukup pada jaringan pipa distribusi sehingga air masih bisa mengalir ke konsumen dengan sisa tekanan yang cukup.
2. Kuantitas air yang mencukupi kebutuhan penduduk/konsumen.
3. Kontinuitas air dapat melayani dari waktu ke waktu.
4. Kualitas air bersih terjamin mulai dari pipa distribusi sampai ke konsumen.
5. Meminimalisasi terjadinya kehilangan air yang bersifat insidental seperti kebocoran pada pipa dan sebagainya.

Jaringan transmisi adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari tempat pengambilan (*intake*) sampai tempat pengolahan atau dari tempat pengolahan ke jaringan distribusi. Metode transmisi dapat dikelompokkan menjadi:

##### 1. Sistem gravitasi

Sistem pengaliran air dari sumber ke tempat *broncaptering* dengan cara memanfaatkan energi potensial yang dimiliki air akibat perbedaan ketinggian lokasi sumber air sampai bak pelayanan umum. Sistem ini merupakan yang paling menguntungkan karena pengoperasian dan pemeliharannya mudah dilakukan. Selain itu, sistem gravitasi pun merupakan sistem pengaliran yang paling ekonomis.

## 2. Sistem pompa

Sistem pengolahan air dari sumber ke tempat broncaptering dengan cara memberikan gerakan/energi kinetik pada aliran air, sehingga air dari sumber dapat mencapai lokasi bak pelayanan umum yang lebih tinggi. Kelemahan sistem ini yaitu dalam hal biaya yang besar karena dibutuhkan pompa untuk pengalirannya. Keuntungan pengaliran dengan sistem ini adalah daerah pelayanan yang lebih besar, pengaliran yang lebih jauh, dan head yang tersedia dapat mencapai 50-60 m.

## 3. Sistem Gabungan

Sistem gabungan merupakan sistem pengaliran di mana air baku dari sumber air atau instalasi pengolahan dialirkan ke jaringan pipa distribusi dengan menggunakan pompa atau reservoir distribusi, baik dioperasikan secara bergantian ataupun bersama-sama dan disesuaikan dengan keadaan topografi daerah pelayanan.

### 2.4.1. Analisa Hidrolis Jaringan Pipa

Sistem perpipaan dapat dibedakan menjadi:

1. Pipa transmisi adalah pipa yang digunakan untuk mengalirkan air baku ke unit pengolahan atau mengalirkan air bersih dari unit pengolahan ke reservoir pembagi.
2. Pipa induk adalah pipa utama untuk mendistribusikan air bersih dari reservoir distribusi ke wilayah pelayanan melalui titik – titik tapping sambungan sekunder.
3. Pipa sekunder adalah pipa distribusi yang digunakan untuk membagi air dari suatu wilayah pipa primer sampai pipa tersier.
4. Pipa tersier adalah pipa distribusi yang langsung ke rumah – rumah.

Untuk merencanakan sistem penyediaan air minum suatu daerah yang memenuhi syarat, yaitu air yang tersedia setiap saat dengan debit dan tekanan yang mencukupi serta keamanan, kualitas, kuantitas air sampai ke konsumen dibutuhkan perencanaan.

Secara umum kriteria perencanaan yang digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air minum adalah:

### 1. Analisis Hidraulika

Aliran dalam pipa atau aliran yang seluruh tampang pipa dipenuhi air. Jika air mengalir dalam pipa tetapi ada permukaan air bebas di dalam pipa, maka aliran tersebut tidak termasuk dalam definisi aliran dalam pipa.

### 2. Kehilangan Energi Utama (Mayor)

Ada beberapa persamaan empiris yang digunakan masing - masing dengan keuntungan

dan kerugiannya sendiri. Persamaan Darcy Weisbach paling banyak digunakan dalam aliran fluida secara umum. Untuk aliran dengan viskositas yang relatif tidak banyak berubah persamaan Hazen Williams digunakan

### 2.4.2. Program Epanet 2.0

EPANET merupakan sebuah program komputer berbasis Windows yang dikembangkan oleh U.S. Environmental Protection Agency (EPA). EPANET melakukan simulasi hidrolik dan perilaku kualitas air dalam jaringan pipa bertekanan, seperti sistem pasokan air perkotaan (Nugroho et al., 2018).

## 2.5. Bangunan Sumber Air Baku

### 2.5.1. Bangunan Penangkap Air (Broncaptering)

Bangunan Pengambilan untuk pengolahan air bersih disebut juga bangunan penangkap air baku atau intake. Intake merupakan bangunan untuk pengumpulan air baku yang akan dialirkan ke instalasi pengolahan air bersih (Agustin et al., 2016). Unit Transmisi Bangunan penampung mata air (*Broncaptering*) Pada perencanaan ini, bangunan penampung mata air yang digunakan adalah bangunan *broncaptering*. *Broncaptering* merupakan bangunan yang penting dalam pengembangan sistem air bersih.

*Broncaptering* berfungsi sebagai bangunan penangkap/penampung air yang dibangun untuk menampung air yang keluar dari sumber mata air. Yang kemudian dialirkan ke bangunan reservoir melalui pipa yang telah direncanakan (Tumanan et al., 2017).

### 2.5.2. Bak Penampung (Reservoir)

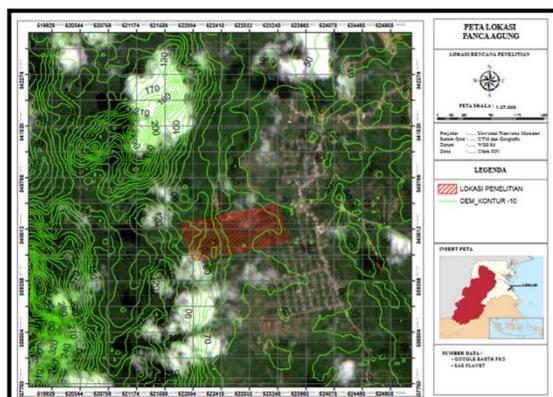
Reservoir pelayanan merupakan bak penampung untuk distribusi air ke wilayah pelayanan. Fungsinya yaitu sebagai tempat menyimpan air yang telah diolah dan juga sebagai tempat ekualisasi aliran. Reservoir pelayanan ini dapat berupa bak atau menara air. Kapasitas reservoir yang dibutuhkan dapat ditentukan melalui metode analitik ataupun grafik berdasarkan fluktuasi pemakaian dalam satu hari di wilayah pelayanan.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

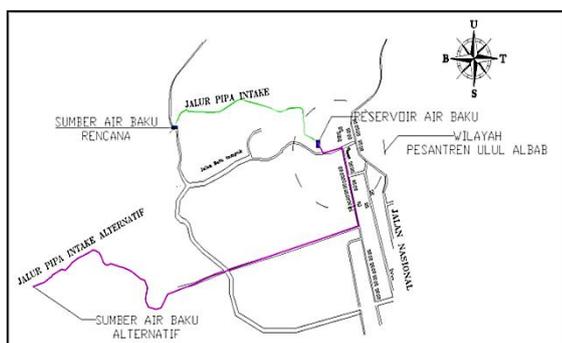
Lokasi penelitian Perencanaan Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih terletak di Jalan Ahmad Yani, Desa Panca Agung, Kecamatan Tanjung Palas Utara, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Lokasi

tersebut berjarak sekitar 84 KM dari pusat kota Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Desa Panca Agung

Berdasarkan hasil survei, bahwa terdapat sumber air baku yang bisa digunakan untuk keperluan penyediaan air bersih di Desa Panca Agung, yaitu dengan cara dibendung yang lokasinya dekat dengan Batu Tumpuk, Desa Panca Agung.



**Gambar 2.** Lokasi Sumber Air Baku

Foto udara berikut ini adalah gambaran menuju lokasi sumber air baku Desa Tanjung Agung.



**Gambar 3.** Lokasi Sumber Air Baku

### 3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah bersumber dari data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari pengukuran panjang jalur pipa distribusi air bersih, elevasi kontur lokasi penelitian dan survey lokasi sumber air baku. Data sekunder terdiri dari data kependudukan Desa Panca Agung dan peta wilayah Desa Panca Agung.

### 3.3. Tahapan Perhitungan

Tahapan dalam perhitungan perencanaan sistem jaringan air bersih adalah sebagai berikut :

1. Analisa Proyeksi Pertumbuhan Penduduk.  
Perhitungan jumlah penduduk dan jumlah pelanggan menggunakan metode aritmatik dan metode geometrik. Pertambahan jumlah penduduk dan jumlah pelanggan digunakan untuk menganalisis kebutuhan air bersih. Menggunakan data penduduk Desa Panca Agung.  
Analisis kependudukan dilakukan untuk mengetahui jumlah, tingkat kepadatan, dan pertumbuhan penduduk Desa Panca Agung yang secara geografis memungkinkan untuk dilayani oleh sumber air baku.
2. Analisa Ketersediaan Air Baku dan Kebutuhan Air Bersih.  
Ketersediaan Air diambil berdasarkan sumber data survey lokasi sumber air baku, setelah pengukuran lapangan untuk dimesi sumber air. Adapun survey data diambil pada saat kondisi setelah hujan dengan maksud debit air tertinggi dan pada kondisi tidak hujan dengan maksud pada kondisi debit air baku kondisi normal.
3. Analisa Dimesi Pipa Saluran Transmisi dan Distribusi.  
Perencanaan Instalasi Pengelolaan Air disusun berdasarkan jumlah pelanggan dan kebutuhan air bersih di daerah pelayanan Desa Panca Agung. Selanjutnya analisa jaringan pipa saluran transmisi dan pipa distribusi air bersih Desa Panca Agung. Dengan menganalisa debit rencana, prediksi debit jam puncak, evaluasi bangunan air, dimesi pipa yaitu

panjang dan diameter serta menentukan jenis pipa yang digunakan.

#### 4. Perencanaan Bangunan Penangkap Air (*Broncaptering*)

*Broncaptering* sebagai salah satu Sistem Instalasi Pengelolaan Air Sederhana dan berfungsi sebagai sistem penyediaan air baku dalam sebuah unit produksi. Perencanaan *broncaptering* disesuaikan dengan kebutuhan air penduduk Desa Panca Agung dalam 10 tahun kedepan. Ukuran *broncaptering* dapat memenuhi kapasitas air baku, sebagai penyedia air baku bagi penduduk Desa Panca Agung.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk memprediksi kebutuhan air pada masa yang akan datang (Mampuk et al., 2014). Proyeksi jumlah penduduk ada tiga metode yang sering digunakan yaitu: Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode Least Square. Sebelum penentuan terhadap metode mana yang akan digunakan, dilakukan perhitungan nilai korelasi menggunakan ketiga metode yang telah disebutkan di atas. Metode yang menghasilkan nilai koefisien korelasi mendekati 1 adalah yang akan dipilih untuk menghitung proyeksi penduduk (Saleh, 2014).

**Tabel 1.** Jumlah Penduduk 10 Tahun

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2012	1.907
2013	1.958
2014	2.005
2015	2.041
2016	2.107
2017	2.152
2018	2.191
2019	2.215
2020	2.333
2021	2.373

(Sumber: Data DISDUKCAPIL Kabupaten Bulungan 2022)

Pertambahan penduduk dianalisa dengan menggunakan metode aritmatik dan metode geometri.

##### 1. Metode Aritmatik

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0(1 + r.n) \\
 P_{2013} &= 1.907 (1 + 0.244 \times 10) \\
 &= 1.907 \times 1,244 \\
 &= 2.372,9 \approx 2.373 \text{ Jiwa} \\
 \text{Dimana}
 \end{aligned}$$

$$r = \frac{1}{t} \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right)$$

$$r = \frac{1}{10} \left( \frac{2.373}{1.907} - 1 \right) = 0,244 = 24,4 \%$$

##### 2. Metode Geometrik

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0(1 + r)^n \\
 P_{2013} &= 1.907 (1 + r)^n \\
 &= 1.948,954 \approx 1.949 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

$$r = \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{1/t} - 1$$

$$\begin{aligned}
 &= \left( \frac{2.373}{1.907} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \\
 &= 0,022 = 2,21 \%
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan pemilihan metode yang akan dipergunakan dalam perhitungan kebutuhan air, maka perlu dilakukan perhitungan standar deviasi dari kedua metode tersebut (Furqon, 2008 : 65). Berikut ini standar deviasi atau simpangan baku.

**Tabel 2.** Standar Deviasi dan Joefisien Korelasi

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatik		Metode Geometrik	
		r	Pt	r	Pt
2012	1.907	24,4 %	1.907	2,21 %	1.907
2013	1.958		2.372		1.949
2014	2.005		2.838		1.992
2015	2.041		3.303		2.036
2016	2.107		3.768		2.081
2017	2.152		4.234		2.127
2018	2.191		4.699		2.174
2019	2.215		5.164		2.222
2020	2.333		5.629		2.271
2021	2.373		6.095		2.322
Standar Deviasi			1.408,79		139,472
Koefisien Korelasi			0,993		0,994

(Sumber: Hasil Perhitungan)

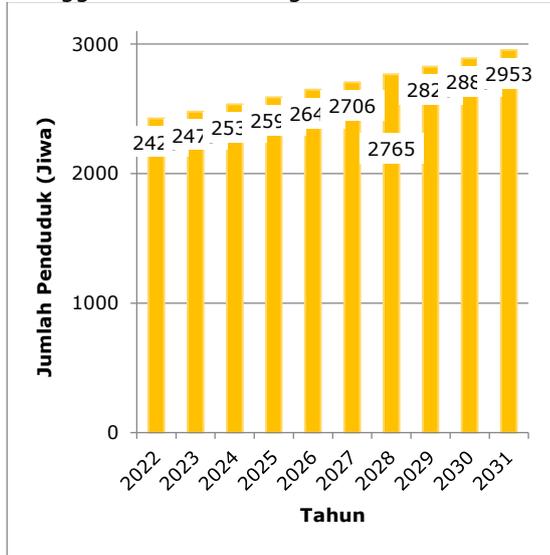
Dari hasil perhitungan pada Tabel 2 metode yang digunakan berdasarkan standar deviasi terkecil adalah Metode Geometrik, dengan standar deviasi 139,472 dan koefisien korelasi 0,994. Metode perhitungan proyeksi penduduk yang paling tepat adalah yang memberikan harga standar deviasi terkecil. Semakin kecil standar deviasi, maka data akan semakin seragam (homogen) dan sebaliknya standar deviasi semakin besar, maka data semakin bervariasi (Krisnayanti et al., 2013).

**Tabel 3.** Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

No.	Tahun	Jumlah penduduk
1	2022	2.425
2	2023	2.479
3	2024	2.534
4	2025	2.590
5	2026	2.647
6	2027	2.706
7	2028	2.765
8	2029	2.826
9	2030	2.889
10	2031	2.953

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berikut ini adalah grafik proyeksi pertumbuhan penduduk Desa Panca Agung menggunakan metode geometrik.



**Gambar 4.** Proyeksi Pertumbuhan Penduduk  
Proyeksi penambahan jumlah penduduk pada tahun 2031 adalah sejumlah 2.953 jiwa.

#### 4.2. Ketersediaan Air Baku dan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air total adalah penjumlahan dari kebutuhan air domestik, non domestik dan ditambah dengan kehilangan air (Kaunang et al., 2015). Kebutuhan air domestik untuk Desa Panca Agung termasuk dalam kategori V (Desa). Kebutuhan air non domestik kategori V (Desa) sebagai berikut:

**Tabel 4.** Kebutuhan Air Non Domestik Kategori V (Desa)

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1200	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Mushola	2000	Liter/unit/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Kawasan Industri	10	Liter/hari

(Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 2000)

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layanan air bersih untuk masyarakat di Desa Panca Agung adalah melalui kran umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter per orang per hari lebih besar dari standart perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 per orang per hari. Hasil perhitungan kebutuhan air domestik sebagai berikut:

**Tabel 5.** Kebutuhan Air Domestik

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Domestik (L/detik)
2022	2.425	1,684
2023	2.479	1,722
2024	2.534	1,760
2025	2.590	1,798
2026	2.647	1,838
2027	2.706	1,879
2028	2.765	1,920
2029	2.826	1,963
2030	2.889	2,006
2031	2.953	2,051

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk fasilitas pelayanan umum. Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan yaitu 5% dari kebutuhan air domestik. Hasil perhitungan kebutuhan air domestik sebagai berikut:

**Tabel 6.** Kebutuhan Air Non Domestik

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Domestik (L/detik)	Kebutuhan Air Non Domestik (L/detik)
2022	2.425	1,684	0,0842
2023	2.479	1,722	0,0861
2024	2.534	1,760	0,0880
2025	2.590	1,798	0,0899
2026	2.647	1,838	0,0919
2027	2.706	1,879	0,0939
2028	2.765	1,920	0,0960
2029	2.826	1,963	0,0981
2030	2.889	2,006	0,1003
2031	2.953	2,051	0,1025

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meteran. Angka prosentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 20% dari kebutuhan rata-rata di mana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik. Hasil perhitungan kehilangan air sebagai berikut:

**Tabel 7.** Kehilangan Air

Tahun	Jumlah penduduk	Kehilangan Air (L/detik)
2022	2.425	0,354
2023	2.479	0,362
2024	2.534	0,370
2025	2.590	0,378
2026	2.647	0,386
2027	2.706	0,395
2028	2.765	0,403
2029	2.826	0,412
2030	2.889	0,421
2031	2.953	0,431

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Kebutuhan air total adalah jumlah total kebutuhan air baik domestik, non domestik dan kehilangan air. Hasil perhitungan kebutuhan air total Desa Panca Agung adalah sebagai berikut:

**Tabel 8.** Kebutuhan Air Total

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Total (L/detik)
2022	2.425	2,122
2023	2.479	2,169
2024	2.534	2,217
2025	2.590	2,266
2026	2.647	2,316
2027	2.706	2,367
2028	2.765	2,420
2029	2.826	2,473
2030	2.889	2,528
2031	2.953	2,584

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan air akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,2 (Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006).

**Tabel 9.** Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Maksimum (L/detik)	Kebutuhan Air Jam Puncak (L/detik)
2022	2.425	2,334	2,547
2023	2.479	2,386	2,603
2024	2.534	2,439	2,661
2025	2.590	2,493	2,719
2026	2.647	2,548	2,779
2027	2.706	2,604	2,841
2028	2.765	2,662	2,904
2029	2.826	2,720	2,968
2030	2.889	2,781	3,033
2031	2.953	2,842	3,100

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Ketersediaan air dalam pengertian sumber daya air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu DAS atau wilayah sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (recharge) pada kandungan air tanah yang ada (Novita et al., 2020).

Analisa ketersediaan air baku pada penelitian ini dihitung berdasarkan hasil survey yang dilaksanakan di lokasi sumber air baku. Survei dilakukan saat tidak terjadi hujan selama 1 minggu atau kondisi air normal dan survey yang

selanjutnya dilakukan setelah adanya hujan yang turun di daerah studi Desa Panca Agung. Berikut ini adalah hasil pengambilan data untuk kondisi hujan dan kemarau.

**Tabel 10.** Kondisi Normal/Tidak Hujan

Titik	Lebar Saluran (meter)	KEDALAMAN			H rata-rata* (cm)	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )
		H1	H2	H3		
1	8	12	20	16	16	1,28
2	7.2	20	26	22	22,7	1,63
3	7.4	16	17	18	17	1,26
4	8.2	22	23	14	19,7	1,61
5	8.4	17	18	9	14,7	1,23
Luas Rata-Rata Penampang (m <sup>2</sup> )						1,40

(Sumber: Hasil Survey)

**Tabel 11.** Kondisi Setelah Hujan

Titik	Lebar Saluran (meter)	KEDALAMAN			H rata-rata* (cm)	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )
		H1	H2	H3		
1	8	20	28	24	24	1,92
2	7.5	24	30	26	26,7	2,00
3	7.7	24	25	26	25	1,93
4	8.3	26	27	18	23,7	1,96
5	8.5	25	26	17	22,7	1,93
Luas Rata-Rata Penampang (m <sup>2</sup> )						1,95

(Sumber: Hasil Survey)

Perhitungan debit sumber air baku dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 12.** Debit Air Baku Kondisi Normal/Tidak Hujan

Pengukuran	Jarak Pengukuran	Waktu Pengukuran H1	Waktu Pengukuran H2	Waktu Pengukuran H3	Kecepatan (m/s)
	meter	detik	detik	detik	
1	10	122	103	123	0,09
2	10	104	88	104	0,10

3	10	114	110	93	0,09
4	10	120	113	133	0,08
5	10	134	123	147	0,07
Rata-rata					0,09
Debit M <sup>3</sup> /Detik					0,12
Debit L/ Detik					123

(Sumber: Hasil Survey)

**Tabel 13.** Debit Air Baku Kondisi Setelah Hujan

Pengukuran	Jarak Pengukuran	Waktu Pengukuran H1	Waktu Pengukuran H2	Waktu Pengukuran H3	Kecepatan
	meter	detik	detik	detik	
1	10	124	105	125	0,08
2	10	106	90	105	0,1
3	10	115	112	95	0,09
4	10	122	115	135	0,08
5	10	135	125	148	0,07
Rata-rata					0,09
Debit M <sup>3</sup> /Detik					0,17
Debit L/ Detik					168

(Sumber: Hasil Survey)

Berdasarkan analisa ketersediaan air baku, kebutuhan air bersih penduduk Desa Tanjung Agung, diperoleh hasil debit air sumber air baku pada lokasi studi penelitian ini telah memenuhi yaitu sebesar 123 liter/detik pada kondisi tidak terjadi hujan atau normal. Dan debit kebutuhan air bersih pada jam puncak Desa Panca Agung sebesar 3,100 liter/detik.

#### 4.3. Bangunan Penangkap Air Baku (Broncaptering)

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (*Broncaptering*) yang akan digunakan yaitu *broncaptering* dari mata air sungai di kawasan Batu Tumpuk dengan debit sesaat 123 liter/detik saat tidak terjadi hujan atau kondisi normal, yang terletak pada jarak ± 15 Km dari desa Panca Agung, pada elevasi ± 500 meter dari permukaan laut. Penelitian ini merencanakan *broncaptering* sekaligus bak penampung di

wilayah Desa Panca Agung yang berfungsi sebagai reservoir distribusi.

Direncanakan dimensi bak pengambilan air sebagai berikut:

Perhitungan Kapasitas *Broncaptering*

Debit Mata Air/Sumber Air = 123 Liter/Detik

Debit Kebutuhan Air (Q) :

$$Q = \frac{60}{86.400} \times \text{Jumlah Penduduk} \\ \times \text{Faktor Kebutuhan Air} \\ \times \text{Faktor Kehilangan Air} \\ \times \text{Faktor Kapasitas Air Baku}$$

$$Q = \frac{60}{86.400} \times 2.953 \times 1,1 \times 1,2 \times 3 \\ = 8,121 \text{ liter/detik}$$

Debit Harian Maksimum:

$$Q_{md} = 1,1 \times Q = 1,1 \times 8,121 = 8,933 \text{ liter/detik}$$

Waktu Detensi (5-15 menit) = 15 menit = 900 detik

*Free Board* (Fb) atau tinggi jagaan = 0,5 m (standar Cipta Karya)

Tinggi muka air *broncaptering* = 1 meter (standar Cipta Karya)

Kapasitas *Broncaptering*:

Volume *broncaptering*

= Debit Harian Maksimum x Waktu Detensi

= 8,933 lt/dt x 900 dt

= 8.039,54 liter

= 8,034 m<sup>3</sup> ≈ 9 m<sup>3</sup>

Berdasarkan perhitungan diatas, maka digunakan *brouncaptering* dengan dimensi sebagai berikut:

Panjang (p) = 3 m

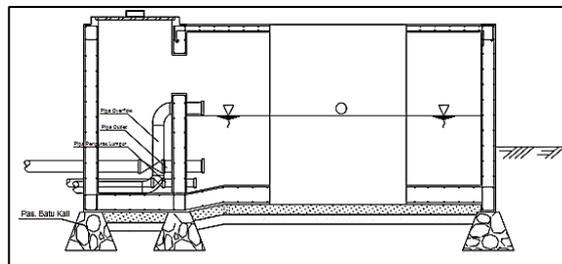
Lebar (l) = 2 m

Tinggi (t) = 1 m

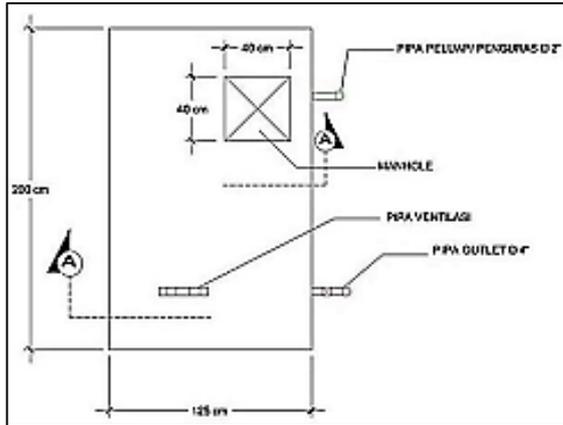
*Free Broad* (Fb) = 0,5 m

Dimensi *Broncaptering* = 3 m x 2 m x 1,5 m

Berikut gambar *broncaptering* yang di rencanakan:



**Gambar 4.** Tampak Samping *Broncaptering*

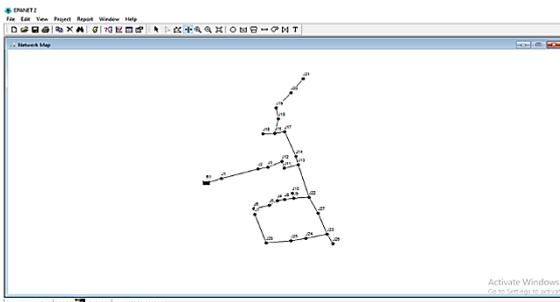


Gambar 5. Tampak Atas Broncaptering

4.4. Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

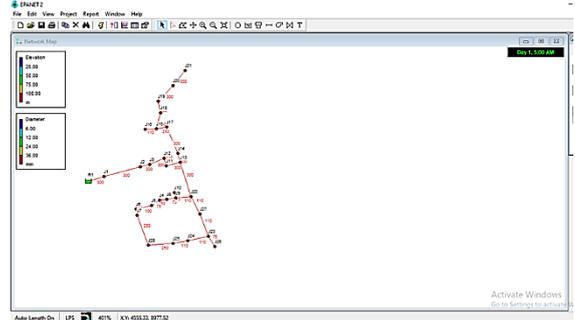
Arah Penyebaran dan jangkauan pipa jaringan air baku direncanakan dengan tujuan supaya seluruh jaringan air baku dapat terjangkau secara keseluruhan berdasarkan perletakan bangunan di Pesantren Ulul Albab maupun warga Desa Panca Agung. Dalam perencanaan sistem jaringan distribusi Desa Panca Agung, dari hasil pengukuran lapangan dapat ditentukan node-node pelayanan, jarak antar node dan elevasi dari setiap node tersebut. Berdasarkan proyeksi penduduk dan kebutuhan air di setiap node. Semua data tersebut merupakan input data untuk menentukan diameter pipa yang dibutuhkan dengan simulasi program Epanet 2.0.

Berikut ini adalah tahapan dalam membuat jaringan pipa menggunakan Epanet 2.0.

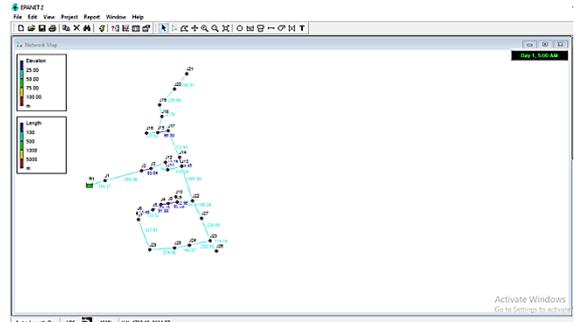


Gambar 6. Jaringan Pipa Rencana dan Titik Junction

Membuat jaringan pipa dengan *Tool Map*, sehingga menghasilkan jaringan pipa dengan *Node* atau penamaan yang jelas. Untuk setiap *Junction*, *Tank*, *Source* harus saling tersambung dan menciptakan jaringan yang terkait satu dengan yang lainnya. Selanjutnya input data untuk setiap *Junction*, yaitu panjang dan diameter pipa, serta elevasi.

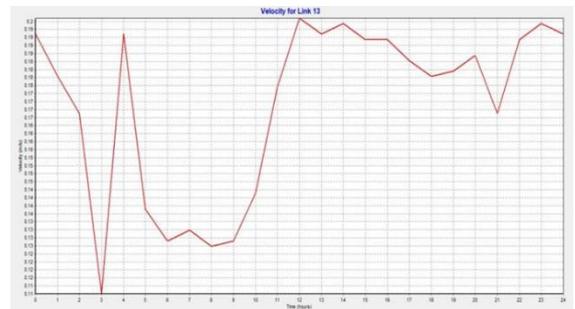


Gambar 7. Jaringan Pipa Rencana, Elevasi dan Diameter Pipa



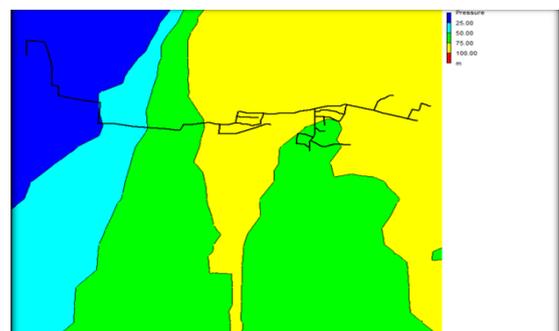
Gambar 8. Jaringan Pipa Rencana, Elevasi dan Panjang Pipa

Membuat pola kinerja jaringan pipa dengan data *Pettern* Aliran. Periode 1- Periode 4.



Gambar 9. Grafik Kecepatan Saat Jam Puncak

Berikut ini adalah gambar contour plot pressure pada saat jam puncak.



Gambar 10. Jaringan Pipa Rencana, Elevasi dan Panjang Pipa

Berdasarkan analisis hidrolis jalur pipa dan dimensi pipa diperoleh hasil *Unit Headloss* atau Kehilangan tekanan air dalam pipa maksimum 10 m/km panjang pipa. Berikut ini beberapa bagian pipa intake dan pipa distribusi air baku wilayah Desa Panca Agung dan Pesantren Ulul Albab.

1. Pipa pertama sebagai pipa intake dari bendung sebagai sumber air baku sampai reservoir atau profil di Pesantren Ulul Albab sepanjang 1140 m dengan diameter 200 mm atau 8 inch ditambah dengan 270 m diameter 160 mm atau 6 inch.
2. Pipa kedua sebagai bagian utama dari pipa distribusi sampai pada jalan nasional sepanjang 180 m dengan diameter 4 inch
3. Sedangkan untuk pipa yang ke Asrama Pesantren Ulul Albab yang berada pada Sebelah Masjid Al Muhajirin menggunakan pipa berdiameter 75 mm atau 3 inch dengan panjang total 72 m.
4. Berikutnya untuk sambungan menuju rumah warga ditambah dengan kantor desa, BPU, Pustu dan Sekolah pada Pesantren menggunakan pipa 50 mm atau 2 inch dengan total panjang 780 m.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proyeksi pertambahan jumlah penduduk pada tahun 2031 adalah sejumlah 2.953 jiwa.
2. Ketersediaan air baku di sumber air baku Desa Panca Agung sebesar 123 liter/detik. Debit kebutuhan air bersih sampai dengan tahun 2031 sebesar 2,584 liter/detik. Debit ketersediaan air lebih besar dari debit kebutuhan air penduduk Desa Panca Agung.
3. Kapasitas *broncaptering* dari hasil perencanaan menggunakan ukuran 3 Meter x 2 Meter x 1,5 Meter.
4. Aliran air secara gravitasi dengan pipa distribusi utama HDPE dengan ukuran 6 inch, 4 inch, 3 inch dan 2 inch sesuai dengan panjang segmen jaringan pipa distribusi.

### 5.2. Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat juga menguji kualitas air baku yang terdapat di sumber air baku.
2. Berdasarkan penelitian ini dapat

dijadikan acuan dalam pelaksanaan sistem jaringan air bersih di Desa Panca Agung.

3. Ketersediaan air yang cukup sehingga dapat disarankan memanfaatkan air baku untuk kegiatan pembangunan daerah untuk berbagai sektor, seperti sektor pertanian dan perikanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustin, I., Sari, N., Karim, A., Supit, C. J., & Hendratta, L. A. (2016). Perencanaan Sistem Penyediaan Air di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 705–714.
- [2] Kaunang, C. D., Kawet, L., & Halim, F. (2015). Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Maliambao Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Sipil Statik*, 3(6), 361–372. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/8829/8388>
- [3] Krisnayanti, D., Udiana, I., & Benu, H. (2013). Studi Perencanaan Pengembangan Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 71–86.
- [4] Mampuk, C. R., Mananoma, T., & Tanudjaja, L. (2014). Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kecamatan Poso Kota Sulawesi Tengah. *Jurnal Sipil Statik Vol.2*, 2(5), 233–241.
- [5] Masombe, N., Binilang, A., & Halim, F. (2015). Perencanaan Sistem Pelayanan Air Bersih Di Kelurahan Bonkawir Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 775–786.
- [6] Novita, S., Fauzi, M., & Suprayogi, I. (2020). Analisis Kebutuhan Air Kabupaten Kampar. *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 6(3), 209–220. <https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v6i3.189>
- [7] Nugroho, S., Meicahayanti, I., & Nurdiana, J. (2018). Analisis Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda). *Teknik*, 39(1), 62. <https://doi.org/10.14710/teknik.v39i1.15192>
- [8] Sablik, M. J., Rios, S., Landgraf, F. J. G.,

- Yonamine, T., De Campos, M. F., Kim, J. H., Semiatin, S. L., Lee, C. S., Babu, J., Dutta, A., ABNT, Asm, A. N., Publication, I., Huang, J. C., Barnes, J. E., Williams, J., Blue, C. A., Peter, B., Asaadi, E., ... Foram, Q. (2012). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Acta Materialia*, 33(10), 348-352. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actamat.2015.12.003>[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/30/027/30027298.pdf?r=1&r=1](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/30/027/30027298.pdf?r=1&r=1)<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmrt.2015.04.004>
- [9] Tumanan, Y. K., Binilang, A., & Mangangka, I. R. (2017). Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Uuwan Kecamatan Dumoga Barat Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Sipil Statik*, 5(4), 225-235. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/16253/15756>
- [10] Kalensun, H., Kawet, L., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 105-115.
- [11] Nelwan, F., Wuisan, E. M., & Tanudjaja, L. (2013). Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori. *Jurnal Sipil Statik*, 1(10), 678-684. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/2901>
- [12] Saleh, C. (2014). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Sebagai Kontrol Pemenuhan Baku Mutu Sesuai Kepmen 03/91 (Studi Kasus Pada Tpa Supit Urang Malang). *Jurnal Media Teknik Sipil*, 10(2), 87-94. <https://doi.org/10.22219/jmts.v10i2.1782>