

PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA PANDANTOYO KECAMATAN NGANCAR KABUPATEN KEDIRI

Novia Widin Widyaswara

Program Sudi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: novia.widin.nw@gmail.com

Djoni Irianto

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Desa Pandantoyo terletak di kecamatan Ngancar kabupaten Kediri yang mempunyai luas wilayah 10,85 km² dan dihuni oleh 5580 jiwa pada tahun 2018. Desa Pandantoyo memiliki sumber air yang memadai tetapi belum memiliki jaringan pipa distribusi air bersih yang baik, sehingga dibutuhkan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat desa Pandantoyo. Sumber air yang dimanfaatkan bernama Sumber Biting dan memiliki debit sebesar 22,163 lt/dt. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk serta fasilitas sosial ekonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perencanaan sistem distribusi air bersih di desa Pandantoyo guna memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat desa Pandantoyo. Metode penelitian ini adalah kuantitatif dengan teknik pengumpulan data berupa studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk desa Pandantoyo di tahun 2019 adalah 5323 jiwa dengan total kebutuhan air sebesar 5,1623 lt/dt, sedangkan proyeksi jumlah penduduk desa Pandantoyo pada tahun 2029 adalah 6401 jiwa dengan proyeksi kebutuhan air sebesar 6,1544 lt/dt. Pipa yang digunakan dalam perencanaan adalah jenis PVC dengan dimensi Ø32mm, Ø89mm, Ø165mm, dan Ø216mm. Perencanaan sistem distribusi air bersih menggunakan program Epanet 2.0. Program ini sangat mendukung untuk perencanaan jaringan pipa di pedesaan maupun daerah terpencil yang memiliki letak geografis dengan beda elevasi tertentu.

Kata kunci: epanet, sistem jaringan distribusi air bersih, pipa, desa Pandantoyo.

Abstract

Pasantoyo village is located in Ngancar sub-district of Kediri district which has an area of 10.85 km² and inhabited by 5580 people in 2018. Pandantoyo village has adequate water sources but do not have a good clean water distribution pipeline, so we need a clean water distribution network system planning that can meet the needs of the Pandantoyo village community. The source of water utilized is called Sumber Biting and has a debit of 22.163 lt/sec. Clean water needs are calculated based on population projections and socioeconomic facilities. The objectives of this study was to find out how to plan a clean water distribution system in Pandantoyo village to meet the clean water needs of the Pandantoyo village community. This research method is quantitative with data collection techniques of literature studies. The results of the research showed that the population of Pandantoyo village in 2019 was 5323 people with a total water requirement of 5.1623 lt/sec, while the projected population of Pandantoyo village in 2029 is 6401 people with a projected water demand of 6.1544 lt/sec. Pipes used in planning are PVC with dimensions of Ø32mm, Ø89mm, Ø165mm, and Ø216mm. Planning for a clean water distribution system using the Epanet 2.0 program. This program is very helpful for planning pipelines in rural and remote areas which have a geographical location with a certain elevation difference.

Keywords: epanet, clean water distribution network system, pipe, Pandantoyo village.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan material yang menjadi salah satu sumber kehidupan bagi manusia, dan juga merupakan salah satu elemen dasar yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, mengingat kegunaan air untuk

berbagai kegiatan manusia, seperti mandi, minum, memasak, pembangkit listrik dan sebagainya. Namun dalam pelaksanaannya, pemenuhan kebutuhan air bersih ini tidak dapat dijangkau oleh seluruh

lapisan masyarakat Indonesia. Menurut Erman Mawardi (2010:104), "Ditinjau dari segi jumlah keberadaan air adalah tetap, sedangkan kebutuhan air akibat pertumbuhan jumlah penduduk dan berkembangnya peradaban menyebabkan tuntutan kebutuhan air semakin meningkat. Hal ini menyebabkan ketersediaan air bagi setiap orang semakin lama semakin terbatas dan pada akhirnya cenderung langka. Oleh karena itu penggunaan air harus diatur yang didasarkan pada besarnya permintaan."

Kesadaran tentang pemanfaatan sumber air menjadi sangat penting saat ini dimana dunia menghadapi krisis yang dapat menghambat perkembangan masyarakat. Bagaimanapun daerah pedalaman di negara berkembang di seluruh dunia sungguh sangat kekurangan, dimana 8 dari 10 orang tidak memiliki akses air bersih yang aman. Sebagaimana catatan WHO dan UNICEF, baru 87% dari populasi dunia yang memiliki akses air layak konsumsi (Abebe Tadesse, 2013).

Desa Pandantoyo terletak di Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Kediri, Desa Pandantoyo memiliki luas wilayah 10,85 km² yang dihuni oleh 5580 jiwa pada tahun 2018. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat desa Pandantoyo memanfaatkan sumur galian pribadi untuk memenuhi kebutuhan air, tetapi pada musim kemarau masyarakat kekurangan air karena air dari sumur tidak keluar dan para warga harus bersusah payah untuk mendapatkan air.

Desa Pandantoyo sendiri memiliki sumber mata air yang bernama Sumber Biting, tetapi belum memiliki jaringan pipa distribusi air bersih yang menyebabkan kebutuhan masyarakat akan air bersih belum tercukupi secara merata. Sehingga dibutuhkan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Kebutuhan air bersih di Desa Pandantoyo Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Dari penelitian ini diharapkan tercipta suatu fasilitas jaringan pendistribusian air bersih yang mampu memberi pelayanan kepada masyarakat Desa Pandantoyo akan kebutuhan air bersih. Berdasarkan asumsi tersebut penulis mengambil judul penelitian yaitu "Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih Di Desa Pandantoyo Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri".

Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah adalah:

1. Berapa proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih Desa Pandantoyo tahun 2019-2029?

2. Berapakah debit ketersediaan dan kebutuhan air di Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri?
3. Bagaimana perencanaan sistem distribusi air bersih di Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri dengan menggunakan *software* EPANET 2.0?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka yang menjadi tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih Desa Pandantoyo tahun 2019-2029.
2. Mengetahui debit ketersediaan dan kebutuhan air di Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri.
3. Mengetahui perencanaan sistem distribusi air bersih di Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri dengan menggunakan *software* EPANET 2.0.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai referensi dan pijakan pada penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan sistem distribusi air bersih di Desa Pandantoyo.
2. Dapat menambah pengetahuan dan sumbangan pemikiran tentang cara merencanakan sistem distribusi air bersih.
3. Dapat digunakan sebagai bahan kajian dalam merencanakan sistem distribusi air bersih tentang cara merencanakan sistem distribusi air bersih di Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri.

Batasan Masalah

Untuk menghindari adanya penyimpangan dari permasalahan utama dan pembahasan bisa lebih terarah, adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah penelitian ini adalah Desa Pandantoyo yang terletak di Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri.
2. Analisa perhitungan perencanaan sistem distribusi air bersih di Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri menggunakan *software* EPANET 2.0.
3. Analisis detail struktur tidak diperhitungkan.
4. Menghitung kebutuhan air bersih sampai tahun 2029 (10 tahun kedepan dari 2019).
5. Tidak memperhitungkan biaya yang dibutuhkan dalam pengembangan jaringan distribusi air bersih.

Kajian Pustaka

Berdasarkan peraturan yang terdapat dalam keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri mengenai pengertian air bersih yaitu air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih yang dapat diminum apabila dimasak dan sesuai dengan peraturan perundang-undangannya yang berlaku.

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik. Menurut Kindler and Russel (1984), kebutuhan domestik meliputi semua kebutuhan air untuk keperluan penghuni rumah. Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan selain sambungan kran umum dan rumah tangga. Contoh dari kebutuhan non domestik adalah penyediaan air bersih untuk perdagangan, perkantoran, dan fasilitas sosial.

Berdasarkan peraturan yang terdapat dalam 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 lt/orang/hari, atau sebesar satuan volume lainnya yang ditetapkan lebih lanjut oleh Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang sumber daya air.

Kebutuhan air domestik dan non domestik untuk kota dibagi dalam lima kategori antara lain:

1. Kota kategori I (Metro)
2. Kota kategori II (Kota besar)
3. Kota kategori III (Kota sedang)
4. Kota kategori IV (Kota kecil)
5. Kota kategori V (Desa)

Tabel 1 Kategori kebutuhan air domestik

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Samb. Rumah L/org/hr	Samb. Umum L/org/hr	Kehilangan Air
I	>1jt	250	30	20%
II	500rb-1jt	170	30	20%
III	100rb - 500rb	150	30	20%
IV	20rb - 100rb	130	30	20%
V	<20rb	100	30	20%

Sumber : Ditjen Cipta Karya, DPU 2000

Tabel 2 Kebutuhan air non domestik kategori I-IV

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	10	Lt/murid/hr
2	Kantor	10	Lt/pegawai/hr
3	Kompleks militer	60	Lt/org/hr
4	Rumah makan	100	Lt/tempat duduk/hr
5	Hotel	150	Lt/bed/hr
6	Rumah sakit	200	Lt/bed/hr
7	Puskesmas	2000	Lt/hr
8	masjid	3000	Lt/hr
9	Pasar	12000	Lt/hektar/hr
10	Kawasan pariwisata	0,1-0,3	Lt/detik/hr
11	Kawasan industri	0,2-0,8	Lt/detik/hr

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000

Tabel 3 Kebutuhan air non domestik kategori V

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	5	Lt/murid/hr
2	Komersial/ industri	10	Lt/hr
3	Rumah sakit	200	Lt/bed/hr
4	Hotel/losmen	90	Lt/hr
5	Puskesmas	1200	Lt/hr

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000

Instalasi pengolahan air merupakan suatu bangunan untuk mengolah air baku menjadi air bersih yang selanjutnya akan menghasilkan air yang memenuhi standar air bersih yang sudah ditentukan. Instalasi pengolahan air bersih (Rahayu, 2018) meliputi:

1. Pipa transmisi, merupakan sistem perpipaan yang mengolah air baku menuju bangunan pengolahan air.
2. Reservoir, desain hidrolis dari reservoir yaitu kebutuhan air harian maksimum diambil nilai sebesar 20% untuk kapasitas guna reservoir.
3. Bangunan penangkap yang digunakan untuk menangkap mata air. Ukuran dari bangunan selalu disesuaikan dengan kondisi sebaran mata air.
4. Pipa distribusi merupakan saluran tertutup yang digunakan untuk sarana transportasi fluida atau pengaliran.

Metode pengukuran debit dibedakan menjadi dua kelompok yaitu pengukuran langsung dan tidak langsung. (Syahrul:2013)

Pengukuran secara langsung dilakukan dengan metode volumetrik dan metode pelampung.

1. Cara volumetrik merupakan cara yang paling sederhana, khususnya pada aliran kecil. Aliran dimasukkan pada bejana kecil atau bejana ukur kemudian dicatat waktunya untuk memenuhi bejana tersebut, sehingga diperoleh debit (V/t).
2. Metode pelampung merupakan metode yang umum digunakan. Rumus yang digunakan untuk menghitung debit Q adalah kecepatan rata-rata aliran (V) dikalikan dengan luas penampang (A). Luas penampang (A) diketahui dengan mengalikan lebar aliran dan kedalaman aliran. Kecepatan (V) diketahui dengan mengalikan panjang aliran dan kecepatan/waktu tempuh pelampung dari Pawal ke Pakhir.
3. Pengukuran kecepatan arus menggunakan Current Meter. Alat ini paing umum digunakan dengan ketelitian yang lebih baik. Prinsip kerjanya adalah dengan mencari hubungan antara kecepatan aliran dan kecepatan putaran baling-baling Current Meter. Hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk rumus seperti berikut:

$$V = a \cdot n + b \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- V = kecepatan aliran
- a,b = tetapan yang ditentukan kalibrasi alat di laboratorium
- n = jumlah putaran tiap waktu tertentu

Dengan alat ini dapat dilakukan pengukuran pada beberapa titik dalam suatu penampang aliran. Dalam praktek digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran merata pada suatu vertikal dalam suatu tampang aliran tertentu.

Pengukuran tidak langsung dapat dilakukan dengan cara ambang. Pengukuran dengan cara ini dapat dilaksanakan pada aliran melalui ambang alam atau ambang buatan. Ambang buatan dapat berupa bending, bangunan pengendali dan pelindung sungai.

Prinsip hitungan adalah dengan menerakan rumus hidraulika aliran melalui ambang dengan bentuk umum sebagai berikut:

$$Q = C B H^m \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- Q = debit aliran melalui ambang
- B = lebar ambang
- H = tinggi aliran diatas ambang
- C,m = konstanta yang tergantung pada bentuk ambang

Sistem distribusi air bersih/minum terdiri dari perpipaan, pompa, dan katup-katup yang membawa air yang sudah diolah dari instalasi pengolahan air menuju industry, perkantoran, dan pemukiman yang membutuhkan air untuk konsumsi sehari-hari.

Kehilangan tekanan mayor dalam pipa dapat dihitung menggunakan persamaan Hazen Williams sebagai berikut:

$$h_f = \frac{10,675 L \cdot Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,87}} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- h_f = Kehilangan tekanan (m)
- L = Panjang dari pipa (m)
- Q = Debit air (m^3/dt)
- C = Koefisien Hazen William untuk pipa
- D = Diameter dari pipa (m)

Kecepatan aliran dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$v = 0,849 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots(4)$$

dimana:

- v = Kecepatan aliran air (m/dt)
- C = Koefisien Hazen William untuk pipa
- R = Jari-jari pipa (m)
- S = Slope / kemiringan hidrolis (m/m)

Debit saluran dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q = 0,27853 \cdot C \cdot D^{2,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

- Q = Debit air di dalam pipa (m^3/dt)
- C = Koefisien Hazen William untuk pipa
- D = Diameter dari pipa (m)
- S = Slope / kemiringan hidrolis (m/m)

Tabel 4 Nilai koefisien Hazen William setiap jenis pipa

No	Jenis Pipa	Nilai C
1	Asbes cement (ACP)	120
2	U-PVC	120
3	PE	130
4	Ductile (DCIP)	110
5	Besi tuang (CIP)	110
6	GIP	110
7	Baja	110
8	Pre-stress concrete (PSC)	120

Sumber: SNI-7509-2011

Perhitungan kehilangan tekanan minor melalui katup dan *fifing* dapat dianggap sebagai kehilangan tekanan yang ekivalen dengan panjang pipa atau sebagai fungsi dari *head* kecepatan pada persamaan berikut:

$$\text{Panjang ekivalen pipa} = k_1 \cdot d \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Head loss minor } h_m = k_2 \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots(7)$$

dimana:

- k_1 dan k_2 = konstanta
- d = diameter *fifing* (m)
- v = kecepatan aliran air(m/dt)
- g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

Berdasarkan katalog BPS (2301018) untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada masa yang akan datang dapat menggunakan cara matematik yang memiliki beberapa metode, diantaranya yaitu metode Aritmatik, metode Geometrik, dan metode Eksponensial. Cara matematik sering disebut dengan metode tingkat pertumbuhan penduduk (*Growth Rates*). Metode ini merupakan estimasi dari total

penduduk dengan menggunakan tingkat pertumbuhan penduduk secara matematik, atau untuk tingkat lanjutnya melalui *fitting* kurva yang menyajikan gambaran matematis dari perubahan jumlah penduduk, seperti kurva logistik.

1. Metode Aritmatik

Proyeksi penduduk dengan metode ini mengasumsikan bahwa jumlah penduduk pada masa yang akan datang dapat bertambah dengan jumlah yang sama pada setiap tahun.

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \dots \dots \dots (8)$$

Dengan

$$r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk tahun t (pada tahun sekian)
- P_0 = jumlah penduduk tahun dasar (pada tahun awal)
- r = laju dari pertumbuhan penduduk
- t = periode waktu antara tahun t dan tahun dasar (dalam tahun)

2. Metode Geometrik

Proyeksi penduduk dengan metode ini mengasumsikan bahwasannya jumlah penduduk akan bertambah secara geometrik dengan bunga majemuk sebagai dasar asumsi (Adioetomo dan Samosir, 2010). *Rate of growth* atau laju pertumbuhan penduduk dianggap akan sama untuk setiap tahunnya. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam metode geometrik:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \dots \dots \dots (10)$$

Dengan

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \dots \dots \dots (11)$$

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk tahun t
- P_0 = jumlah penduduk tahun dasar
- r = laju pertumbuhan penduduk
- t = periode waktu antara tahun t dan tahun dasar (dalam tahun)

3. Metode Eksponensial

Metode eksponensial mengilustrasikan bahwa pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit demi sedikit dalam sepanjang tahun, berbeda dari metode geometrik yang menyatakan bahwa selama kurun waktu tertentu pertambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat (Adioetomo dan Samosir, 2010). Persamaan yang digunakan pada metode eksponensial adalah:

$$P_t = P_0 e^{rt} \dots \dots \dots (12)$$

Dengan

$$r = \left(\frac{1}{t} \right) \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right) \dots \dots \dots (13)$$

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk tahun t
- P_0 = jumlah penduduk tahun dasar
- r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun t dan tahun dasar (dalam tahun)

e = bilangan pokok sistem logaritma natural (ln) yang besarnya adalah 2,7182818

Proyeksi Fasilitas Sosial Ekonomi, fasilitas yang akan dilayani diproyeksikan pada pertambahan penduduk. Jenis-jenis yang akan dilayani adalah sebagai berikut:

1. Fasilitas kesehatan
2. Fasilitas pendidikan
3. Fasilitas peribadatan
4. Fasilitas perkantoran

Maka untuk menghitung proyeksi kebutuhan fasilitas-fasilitas di daerah perencanaan dapat dilihat dari penambahan jumlah penduduk yang dimaksud, jumlah kebutuhan air bersih yang akan dihitung hingga akhir periode pelayanan hanya fasilitas yang berada di dalam daerah perencanaan atau juga dapat dikatakan yang termasuk daerah pelayanan sistem penyediaan air bersih.

$$\frac{\text{Penduduk tahun ke-n}}{\text{penduduk tahun awal}} = \frac{\text{Fasilitas tahun ke-n}}{\text{Fasilitas tahun awal}} \dots \dots \dots (14)$$

Menurut Rossman (2000) Epanet adalah salah satu *software* yang banyak digunakan untuk menganalisa jaringan distribusi air. Program komputer yang berbasis *windows* ini melakukan simulasi profil hidrolis serta perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa yang terdiri atas titik/*node* pipa, *valve*, pompa, serta *reservoir*. Aplikasi ini dapat juga menjadi dasar untuk analisa dari berbagai jenis sistem distribusi, model kalibrasi hidrolik, detail desain, analisa sisa khlor serta beberapa unsur lainnya.

Permasalahan aliran dalam jaringan pipa menyebutkan bahwa debit aliran dan energy tekanan titik dalam jaringan pipa merupakan parameter yang hendak diketahui. Dua persamaan dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Persamaan pertama mensyaratkan konversi debit (kontinuitas) terpenuhi di setiap *node* (*junction*). Persamaan kedua merupakan hubungan nonlinier antara debit dan kehilangan energi di setiap pipa, seerti persamaan Darcy-Weisbach dan hazen Williams. Kapanpun sebuah jaringan terdiri dari loop (jaringan tertutup), persamaan-persamaan tersebut membentuk pasangan persamaan nonlinier. Kenyataanya, persamaan ini hanya dapat diselesaikan menggunakan metode literasi yang bahkan untuk sebuah jaringan kecil sekalipun membutuhkan bantuan computer karena umumnya jaringan pipa terdiri dari loop.

Program epanet 2.0 ini dirancang sebagai alat yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana pergerakan dan perkembangan air, serta dapat mengetahui degradasi unsur kimia yang terkandung dalam pipa distribusi air. Program ini digunakan untuk dasar analisa serta berbagai macam detail

desain, distribusi, analisa sisa khlor, model kalibrasi hidrolis dan berbagai unsur lainnya. Epanet 2.0 digunakan sebagai bantuan untuk menentukan alternatif manajemen yang strategis dan sistem pipa jaringan distribusi air bersih seperti:

1. Simulasi untuk menentukan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan injeksi ke sistem distribusi maupun pengisian reservoir
2. Penentuan alternatif, apabila terdapat banyak instalasi/sumber
3. Khlorinasi, baik dalam sistem jaringan maupun dalam instalasi
4. Digunakan sebagai prioritas penentuan untuk pipa yang akan diganti/ dibersihkan
5. Digunakan sebagai pusat perawatan

Data yang dibutuhkan dalam program Epanet 2.0 sangat penting bagi proses analisa, simulasi dan evaluasi jaringan air bersih menggunakan epanet. Data yang harus di *input* adalah sebagai berikut:

1. Peta jaringan
2. *Junction/Node*/titik dari komponen distribusi
3. Ketinggian atau *Elevasi*
4. Diameter pipa
5. Panjang pipa distribusi
6. Umur pipa
7. Jenis pipa yang digunakan
8. Jenis sumber (sumur bor, mata air, IPAM, dll)
9. Ukuran bentuk reservoir
10. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
11. Beban *node* masing-masing (besarnya *tapping*)
12. Konsentrasi khlor pada sumber
13. Faktor fluktuasi pemakaian air

Sedangkan *output* yang dihasilkan diantaranya adalah:

1. Hidrolik *head* masing-masing titik
2. Kualitas dan tekanan air (Epanet 2.0 Users manual)

METODE

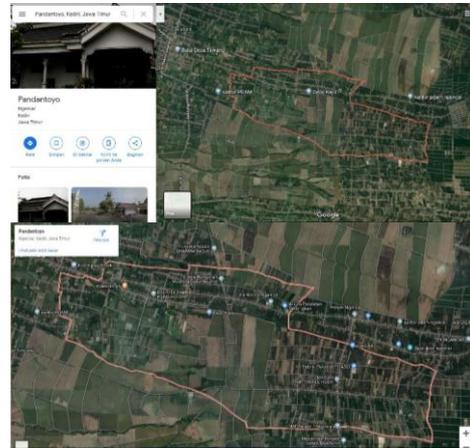
Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini jenis penelitian adalah menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian dengan pendekatan kuantitatif adalah suatu proses dalam menemukan pengetahuan menggunakan data berupa angka sebagai alat untuk menganalisis pokok permasalahan. definisi lain menyebutkan penelitian kuantitatif memiliki sifat yang khusus, terperinci, dan statis. Alur dari penelitian kuantitatif sendiri sudah direncanakan secara sistematis dan terstruktur sejak awal.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Desa Pandantoyo Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri. Desa pandantoyo memiliki luas 10,85 Km², dan berbatasan dengan:

1. Utara : Desa Margourip
2. Selatan : Pura Ngudi Dharma Jagul
3. Barat : Desa Ngancar
4. Timur : Desa Jagul



Sumber : Google map

Gambar 1 Lokasi Penelitian

Secara administratif Desa Pandantoyo memiliki 5580 jiwa dan 1485 KK pada tahun 2018. Fasilitas non domestik yang ada adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Fasilitas non domestik Desa Pandantoyo

No.	Fasilitas	Jumlah
1	Sekolah dasar (SD)	2
2	Taman kanak-kanak (TK)	3
3	PAUD	1
4	Posyandu balita	6
5	Polindes	1
6	Masjid	5

Sumber : BPS Kecamatan Ngancar

Pertimbangan memilih lokasi ini karena desa ini belum memiliki sistem penyediaan air bersih mandiri dan sementara ini belum ditangani oleh pihak terkait/pemerintah setempat.

Lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri.

Sasaran Penelitian

Untuk sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri yang memiliki luas 10,85 Km² dengan jumlah penduduk 5580 jiwa pada tahun 2018.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi penyebab atau mempunyai pengaruh dalam terjadinya perubahan pada variabel lain. Yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini adalah peta jaringan dan dimensi pipa.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang keberadaannya menjadi satu sebab adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah debit aliran (*flow*), tekanan (*pressure*), kecepatan aliran (*velocity*), kehilangan energi (*headloss*).

Instrumen Penelitian

Dalam sebuah penelitian ada beberapa cara untuk pengumpulan data yang dilakukan dengan berbagai metode penelitian seperti observasi, studi pustaka, wawancara dan dokumentasi yang membutuhkan alat bantu sebagai instrument. Instrumen yang dimaksud yaitu buku, kamera, pensil, bolpen. Kamera digunakan untuk merekam kejadian yang penting saat penulis melakukan observasi baik dalam bentuk video maupun foto. Sedangkan buku, pensil, dan bolpen digunakan sebagai alat untuk mencatat data maupun informasi yang didapat dari narasumber melalui wawancara.

Instrumen yang digunakan adalah melalui metode observasi, dokumentasi dan wawancara. Metode observasi adalah teknik yang dipergunakan untuk mendapatkan data dengan pengamatan secara langsung pada objek penelitian yaitu Desa Pandantoyo, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri. Pengamatan secara langsung bertujuan untuk menentukan waktu dan lokasi penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer didapat dari melakukan observasi langsung pada lokasi penelitian. Interview (wawancara) merupakan salah satu cara yang dilakukan guna memperoleh data dari masyarakat secara langsung tentang kondisi di Desa Pandantoyo untuk melengkapi data. Data primer yang diperlukan adalah dokumentasi dan data hasil wawancara.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat melalui buku, internet, dan berbagai instansi pemerintah yang terkait. Pengumpulan data sekunder terdiri dari peta situasi dan topografi, data luas wilayah dan kondisi geografis, data jumlah penduduk, data jumlah fasilitas sosial, serta debit ketersediaan.

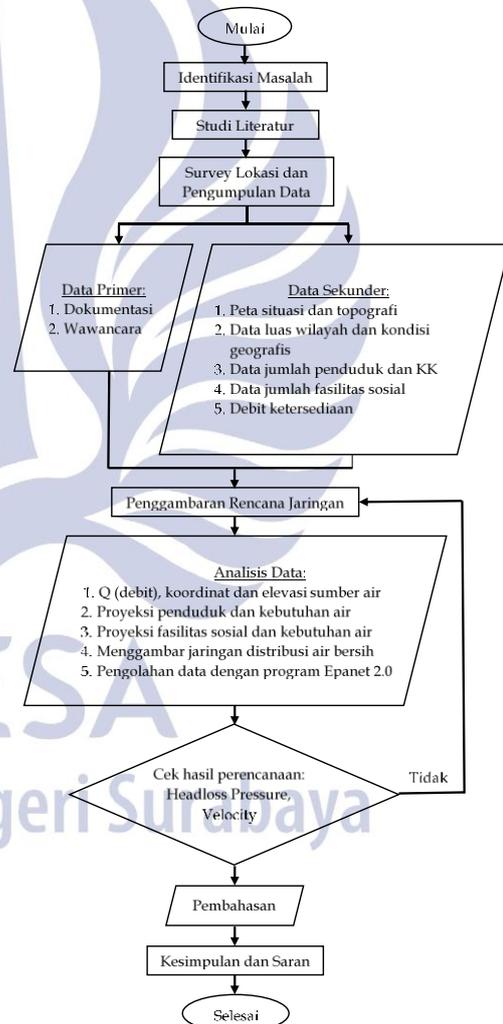
Teknik Analisis Data

Dalam menganalisis data tentang sistem penyediaan air di Desa Pandantoyo ada beberapa langkah yang dilakukan sebagai berikut :

1. Menghitung debit, titik koordinat dan elevasi sumber air rencana secara langsung dilapangan

2. Mendata jumlah penduduk dan jumlah kepala keluarga Desa Pandantoyo
3. Mengambil titik koordinat dan elevasi Desa Pandantoyo menggunakan *google earth*
4. Mengukur jarak sumber air rencana ke Desa Pandantoyo
5. Memproyeksikan atau menghitung jumlah penduduk serta jumlah kebutuhan air Desa Pandantoyo hingga sepuluh tahun yang akan datang
6. Menggambar jaringan distribusi air bersih pada *network map* Epanet 2.0
7. Mengolah data dengan program Epanet 2.0 dengan melakukan perhitungan jaringan distribusi air bersih.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Debit Di Lapangan

Dalam penelitian ini penulis menggunakan perhitungan debit secara langsung dilapangan dengan metode pelampung. Metode pelampung merupakan salah satu metode yang umum digunakan. Perhitungan debit secara langsung dilapangan menggunakan rumus:

$$Q = A \times V$$

Dengan :

Q = debit aliran air (m³/dt)

A = luas penampang basah (m²)

V = rerata kecepatan aliran air (m/dt)

Luas penampang (A) diketahui dengan mengalikan lebar aliran dan kedalaman aliran. Kecepatan (V) diketahui dengan mengalikan panjang aliran dan kecepatan/waktu tempuh pelampung dari Pawal ke Pakhir.

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk menghitung debit sumber yaitu:

1. Alat
 - a. Mistar untuk mengukur panjang, lebar dan kedalaman air
 - b. Kayu sebagai patok (P0 dan Pakhir)
 - c. Stopwatch untuk menghitung waktu
 - d. Kamera untuk dokumentasi
2. Bahan
 - a. Air (sumber air)
 - b. Bahan yang tidak tenggelam

Hasil pengukurannya dilapangan adalah sebagai berikut:

- 1) P = 1 m
- 2) d1 0,8 m, d2 1,2 m, d3 0,7 m
d = 0,9 m
- 3) L1 2,3 m, L2 2 m, L3 2,1 m
L = 2,13 m
- 4) t1 84,14 dt, t2 98,32 dt, t3 77,43 dt
t = 86,63 dt

Dengan : P = panjang aliran (m)
d = kedalaman air rata-rata (m)
L = lebar aliran air (m)

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= (P / t) \times (d \times L) \\ &= (1 / 86,63) \times (0,9 \times 2,13) \\ &= 0,022163 \text{ m}^3/\text{dt} = 22,163 \text{ lt}/\text{dt} \end{aligned}$$

Kebutuhan Air dan Pertumbuhan Penduduk

Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan fasilitas suatu daerah maka kebutuhan air yang harus didistribusikan di daerah tersebut juga akan semakin besar. Untuk mengetahui kebutuhan air desa Pandantoyo diperlukan proyeksi jumlah penduduk hingga 10 tahun kedepan (tahun 2029).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kecamatan Ngancar, jumlah penduduk desa Pandantoyo 10 tahun terakhir adalah sebagai berikut:

Tabel 6 Jumlah Penduduk Desa Pandantoyo

Jumlah Penduduk Desa Pandantoyo		
No.	Tahun	Jumlah
1	2009	4444
2	2010	4441
3	2011	4436
4	2012	4436
5	2013	4416
6	2014	4438
7	2015	5199
8	2016	5228
9	2017	5257
10	2018	5293
11	2019	5323

Sumber: Badan Pusat Statistik Kec. Ngancar

Dalam penelitian ini penulis menggunakan tiga metode yang berbeda untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk. Tiga metode tersebut adalah metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial. Dengan tiga metode ini hasil dari proyeksi jumlah penduduk bisa lebih akurat karena akan diambil hasil rata-rata dari tiga metode tersebut. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dimulai dari menghitung laju pertumbuhan penduduk desa Pandantoyo dari tahun 2009 hingga tahun 2029, selanjutnya adalah memproyeksikan jumlah penduduk desa Pandantoyo kemudian menghitung jumlah kebutuhan air sampai tahun 2029.

1. Metode Aritmatik

$$P_t = (1 + rt) P_0$$

Dengan

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

Dimana:

P_t = jumlah penduduk tahun t

P_0 = jumlah penduduk tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun t dan tahun dasar (dalam tahun)

Langkah selanjutnya adalah memproyeksikan jumlah penduduk dengan persamaan: $P_t = P_0 (1 + rt)$

$$P_{2029} = P_{2019} (1 + rt)$$

$$P_{2029} = 5323 \text{ jiwa} (1 + 0,0193 \times 10)$$

$$P_{2029} = 6349 \text{ jiwa}$$

2. Metode Geometrik

$$P_t = (1 + r)^t P_0$$

Dengan

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

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk tahun t
- P_0 = jumlah penduduk tahun dasar
- r = laju pertumbuhan penduduk
- t = periode waktu antara tahun t dan tahun dasar (dalam tahun)

Langkah selanjutnya memproyeksikan jumlah penduduk dengan persamaan: $P_t = P_0 (1 + r)^t$

$$P_{2029} = P_{2019} (1 + r)^t$$

$$P_{2029} = 5323 \text{ jiwa} (1 + 0,0193)^{10}$$

$$P_{2029} = 6443 \text{ jiwa}$$

3. Metode Eksponensial

$$P_t = P_0 e^{rt} \quad \text{Dengan} \quad r = \left(\frac{1}{t}\right) \ln \left(\frac{P_t}{P_0}\right)$$

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk tahun t
- P_0 = jumlah penduduk tahun dasar
- r = laju pertumbuhan penduduk
- t = periode waktu antara tahun t dan tahun dasar (dalam tahun)
- e = 2,7182818 merupakan bilangan pokok dari sistem logaritma natural (ln)

Langkah selanjutnya adalah memproyeksikan jumlah penduduk dengan persamaan: $P_t = P_0 e^{rt}$

$$P_{2029} = P_{2019} e^{rt}$$

$$P_{2029} = 5323 \text{ jiwa} 2,7182818^{0,0186 \times 10}$$

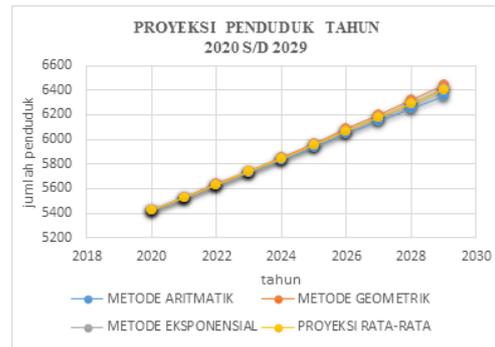
$$P_{2029} = 6411 \text{ jiwa}$$

Kemudian mencari rata-rata pertumbuhan penduduk yang sudah dihitung menggunakan tiga metode diatas : Metode Aritmatik (MA), Metode Geometrik (MG), dan Metode Eksponensial (ME). Proyeksi penduduk rata-rata tahun 2020 hingga tahun 2029 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7 proyeksi penduduk rata-rata dari tahun 2020 s/d 2029

Tahun	MA	MG	ME	Proyeksi Rata2
2020	5426	5426	5423	5425
2021	5528	5530	5525	5528
2022	5631	5637	5628	5632
2023	5733	5746	5734	5738
2024	5836	5856	5842	5845
2025	5939	5969	5952	5953
2026	6041	6084	6063	6063
2027	6144	6202	6177	6174
2028	6247	6321	6293	6287
2029	6349	6443	6411	6401

Sumber: hasil pengolahan data



Gambar 3 Proyeksi Penduduk Desa Pandantoyo Tahun 2020 s/d 2029

Kebutuhan Sektor Domestik

Hasil dari perhitungan proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2020 s/d 2029, maka desa Pandantoyo termasuk dalam kategori V yakni kategori desa. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan standar SNI 19-6728-1-2002. Berdasarkan kriteria perencanaan dalam ditjen cipta karya dinas PU maka:

- Konsumsi sambungan rumah 100 lt/org/hr
- Konsumsi sambungan hidran umum 30 lt/org/hr
- Perbandingan antara SR dan HU 70% : 30%

1. Sambungan Rumah (SR)

Konsumsi air rata-rata tahun 2019 dihitung dengan cara jumlah penduduk dikalikan dengan tingkat pelayanan (%)

$$\text{Jumlah terlayani} = 5323 \text{ jiwa} \times 70\%$$

$$= 3726 \text{ jiwa}$$

$$\text{Jumlah pemakaian} = 3726 \text{ jiwa} \times 100 \text{ lt/org/hr}$$

$$= 372610 \text{ lt/hr}$$

Jadi, jumlah kebutuhan air tahun 2019 adalah jumlah pemakaian dibagi dengan 24 jam

$$\text{Jumlah kebutuhan} = 372610 \text{ lt} / 86400 \text{ dt}$$

$$= 4,31262 \text{ lt/dt}$$

Konsumsi air rata-rata tahun 2029 dihitung dengan cara jumlah penduduk dikalikan dengan tingkat pelayanan (%)

$$\text{Jumlah terlayani} = 6401 \text{ jiwa} \times 70\%$$

$$= 4481 \text{ jiwa}$$

$$\text{Jumlah pemakaian} = 4481 \text{ jiwa} \times 100 \text{ lt/org/hr}$$

$$= 448079 \text{ lt/hr}$$

Jadi, jumlah kebutuhan air tahun 2029 adalah jumlah pemakaian dibagi dengan 24 jam

$$\text{Jumlah kebutuhan} = 448079 \text{ lt} / 86400 \text{ dt}$$

$$= 5,18610 \text{ lt/dt}$$

Hasil analisa kebutuhan air bersih sambungan rumah (SR) dari tahun 2019-2029 lebih rinci terdapat dalam Tabel berikut:

Tabel 8 Kebutuhan air bersih SR

Tahun	JP	TP	JT	KA	PM	JK
2019	5323	70	3726	100	372610	4,313
2020	5425	70	3797	100	379731	4,395
2021	5528	70	3869	100	386942	4,478
2022	5632	70	3942	100	394244	4,563
2023	5738	70	4016	100	401640	4,649
2024	5845	70	4091	100	409131	4,735
2025	5953	70	4167	100	416719	4,823
2026	6063	70	4244	100	424406	4,912
2027	6174	70	4322	100	432194	5,002
2028	6287	70	4401	100	440084	5,094
2029	6401	70	4481	100	448079	5,186

Sumber: hasil pengolahan data

Keterangan:

JP = Jumlah Penduduk (Jiwa)
 TP = Tingkat Pelayanan (%)
 JT = Jumlah Terlayani (Jiwa)
 KA = Konsumsi Rata-Rata Air (Lt/org/hr)
 PM = Pemakaian Total(Lt/Hr)
 JK = Kebutuhan Air Total (Lt/dt)

2. Hidran Umum (HU)

Konsumsi air rata-rata tahun 2019 dihitung dengan cara jumlah penduduk dikalikan dengan tingkat pelayanan (%)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah terlayani} &= 5323 \text{ jiwa} \times 30\% \\ &= 1597 \text{ jiwa} \\ \text{Jumlah pemakaian} &= 1597 \text{ jiwa} \times 30 \text{ Lt/org/hr} \\ &= 47907 \text{ Lt/hr} \end{aligned}$$

Jadi, jumlah kebutuhan air tahun 2029 adalah jumlah pemakaian dibagi dengan 24 jam
 Jumlah kebutuhan = 47907 Lt / 86400 dt
 = 0,55448 Lt/dt

Konsumsi air rata-rata tahun 2029 dihitung dengan cara jumlah penduduk dikalikan dengan tingkat pelayanan (%)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah terlayani} &= 6401 \text{ jiwa} \times 30\% \\ &= 1920 \text{ jiwa} \\ \text{Jumlah pemakaian} &= 1920 \text{ jiwa} \times 30 \text{ Lt/org/hr} \\ &= 57610 \text{ Lt/hr} \end{aligned}$$

Jadi, jumlah kebutuhan air tahun 2029 adalah jumlah pemakaian dibagi dengan 24 jam
 Jumlah kebutuhan = 57610 Lt / 86400 dt
 = 0,66678 Lt/dt

Hasil analisa kebutuhan air bersih sambungan rumah (SR) dari tahun 2019-2029 lebih rinci terdapat dalam Tabel berikut:

Tabel 9 Kebutuhan air bersih HU

Tahun	JP (Jiwa)	TP (%)	JT (Jiwa)	KA	PM (Lt/Hr)	JK (Lt/dt)
2019	5323	30	1597	30	47907	0,555
2020	5425	30	1627	30	48823	0,565
2021	5528	30	1658	30	49750	0,576
2022	5632	30	1690	30	50689	0,587
2023	5738	30	1721	30	51639	0,598
2024	5845	30	1753	30	52603	0,609
2025	5953	30	1786	30	53578	0,620
2026	6063	30	1819	30	54567	0,631
2027	6174	30	1852	30	55568	0,643
2028	6287	30	1886	30	56582	0,655
2029	6401	30	1920	30	57610	0,667

Sumber: hasil pengolahan data

Keterangan:

JP = Jumlah Penduduk (Jiwa)
 TP = Tingkat Pelayanan (%)
 JT = Jumlah Terlayani (Jiwa)
 KA = Konsumsi Rata-Rata Air (Lt/org/hr)
 PM = Pemakaian Total(Lt/Hr)
 JK = Kebutuhan Air Total (Lt/dt)

Kebutuhan Sektor Nondomestik

Analisa sektor nondomestik dilakukan dengan berdasarkan pada analisa data kenaikan jumlah penduduk terakhir dari fasilitas sosial ekonomi yang terdapat di wilayah perencanaan. Adapun standar kebutuhan nondomestik untuk kategori desa berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta karya DPU adalah:

Sekolah : 5 lt/org/hr
 Masjid : 3000 lt/hr
 Kantor : 10 lt/hr

Tabel 10 Fasilitas nondomestik Desa Pandantoyo

No.	Fasilitas	Jumlah
1	Sekolah dasar (SD)	2
2	Taman kanak-kanak (TK)	3
3	PAUD	1
4	Posyandu balita	6
5	Polindes	1
6	Masjid	5

Sumber: BPS Kecamatan Ngancar

Proyeksi Fasilitas Sosial Ekonomi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Penduduk tahun ke } n}{\text{penduduk tahun awal}} = \frac{\text{Fasilitas tahun ke } n}{\text{Fasilitas tahun awal}}$$

Fasilitas yang akan dilayani, diproyeksikan terhadap pertambahan penduduk. Jenis-jenis yang akan dilayani adalah sebagai berikut:

1. Fasilitas Pendidikan

Fasilitas pendidikan yang dimaksud meliputi jumlah seluruh murid dan guru PAUD, TK, dan SD di desa Pandantoyo. Hal ini penulis ambil berdasarkan standar kebutuhan air menurut Ditjen Cipta Karya untuk setiap jenjang pendidikan memiliki standar yang sama yakni 5 lt/org/hr untuk kategori desa. Langkah pertama yaitu memproyeksikan jumlah seluruh murid dari tahun 2019 hingga tahun 2029.

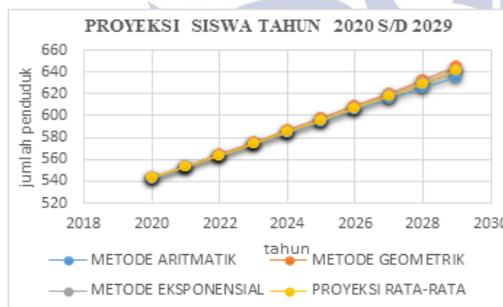
Tabel 11 Proyeksi siswa di desa Pandantoyo

Tahun	MA	MG	ME	Rata-Rata
2020	543	543	543	543
2021	554	554	553	554
2022	564	564	564	564
2023	574	575	574	575
2024	584	586	585	585
2025	595	598	596	596
2026	605	609	607	607
2027	615	621	619	618
2028	625	633	630	630
2029	636	645	642	641

Sumber: hasil pengolahan data

Keterangan:

MA = Metode Aritmatik
 MG = Metode Geometrik
 ME = Metode Eksponensial



Gambar 4 Proyeksi Siswa Desa Pandantoyo

Langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan air bagi siswa desa Pandantoyo:

$$\begin{aligned} &\text{Jumlah pemakaian tahun 2019} \\ &= \text{jumlah siswa} \times \text{konsumsi air rata-rata} \\ &= 533 \text{ jiwa} \times 5 \text{ lt/org/hr} \\ &= 2665 \text{ lt/hr} \end{aligned}$$

Jadi jumlah kebutuhan air tahun 2019

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah pemakaian} / 24 \text{ jam} \\ &= 2665 / 86400 \\ &= 0,0308 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Jumlah pemakaian tahun 2029

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah siswa} \times \text{konsumsi air rata-rata} \\ &= 641 \text{ jiwa} \times 5 \text{ lt/org/hr} \\ &= 3205 \text{ lt/hr} \end{aligned}$$

Jadi jumlah kebutuhan air tahun 2029

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah pemakaian} / 24 \text{ jam} \\ &= 3205 / 86400 = 0,0371 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Hasil analisa kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan dari tahun 2019 hingga tahun 2029 dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 12 Hasil analisa kebutuhan air bersih fasilitas pendidikan

Tahun	JP	KA	PM	JK
2019	533	5	2665	0,0308
2020	543	5	2716	0,0314
2021	554	5	2768	0,0320
2022	564	5	2820	0,0326
2023	575	5	2873	0,0332
2024	585	5	2926	0,0339
2025	596	5	2980	0,0345
2026	607	5	3035	0,0351
2027	618	5	3091	0,0358
2028	630	5	3148	0,0364
2029	641	5	3205	0,0371

Sumber: hasil pengolahan data

Keterangan:

JP = Jumlah Pelajar (Jiwa)
 KA = Konsumsi Air Rata-Rata (Lt/Org/Hr)
 PM = Jumlah Pemakaian (Lt/Hr)
 JK = Jumlah Kebutuhan Air (Lt/dt)

2. Fasilitas Peribadatan / Masjid

Proyeksi fasilitas peribadatan dihitung dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} &\text{Fasilitas peribadatan tahun 2029} \\ &= \frac{\text{Penduduk tahun 2029}}{\text{penduduk tahun 2019}} \times \text{Fasilitas tahun 2019} \\ &= \frac{6401}{5323} \times 5 = 6 \end{aligned}$$

Menurut peraturan Dijen Cipta Karya DPU untuk fasilitas peribadatan kebutuhan air bersih sebesar 3000lt/unit/hr.

Jumlah pemakaian pada tahun 2029

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah fasilitas peribadatan} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 6 \text{ unit} \times 3000 \text{ lt/unit/hr} = 18000 \text{ lt/hr} \end{aligned}$$

Jadi, jumlah kebutuhan air

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah pemakaian} / 24 \text{ jam} \\ &= 18000 / 68400 = 0,2632 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

3. Fasilitas Kesehatan

Proyeksi fasilitas kesehatan dihitung dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} &\text{Fasilitas kesehatan tahun 2029} \\ &= \frac{\text{Penduduk tahun 2029}}{\text{penduduk tahun 2019}} \times \text{Fasilitas tahun 2019} \\ &= \frac{6401}{5323} \times 7 = 8 \end{aligned}$$

Menurut peraturan Dijen Cipta Karya DPU didapat kebutuhan air bersih untuk fasilitas kesehatan 10lt/unit/hr.

Jumlah pemakaian pada tahun 2029
 = jumlah fasilitas kesehatan x kebutuhan air
 = 8 unit x 10 lt/unit/hr
 = 80 lt/hr

Jadi, jumlah kebutuhan air
 = jumlah pemakaian / 24 jam
 = 80/68400 = 0,0012 lt/dt

Setelah hasil perhitungan kebutuhan air bersih desa Pandantoyo diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah kebutuhan air total masyarakat dengan menjumlahkan kebutuhan air di setiap sektor. Mulai dari SR atau sambungan rumah, HU atau hidran umum, fasilitas peribadatan, fasilitas pendidikan, dan fasilitas kesehatan.

Tabel 13 total kebutuhan air bersih desa Pandantoyo

	Normal (lt/dt)	FHM (lt/dt)	FJP (lt/dt)
Faktor	1	1,15	1,75
2019	5,16	5,94	9,03
2020	5,26	6,04	9,20
2021	5,35	6,15	9,36
2022	5,45	6,26	9,53
2023	5,54	6,38	9,70
2024	5,64	6,49	9,87
2025	5,74	6,60	10,05
2026	5,84	6,72	10,23
2027	5,95	6,84	10,40
2028	6,05	6,96	10,59
2029	6,15	7,08	10,77

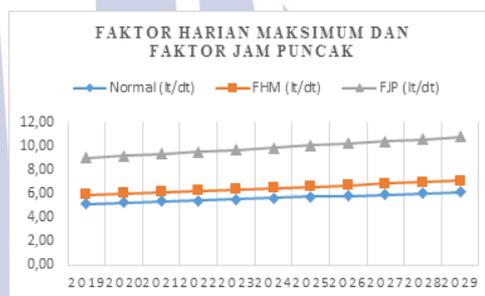
Sumber: hasil pengolahan data

Analisa selanjutnya adalah menghitung kebutuhan air bersih pada harian maksimum dan jam puncak. Kebutuhan air pada harian maksimum didapat dengan mengalikan faktor 1,15 pada jumlah total kebutuhan air di setiap harinya. Sedangkan kebutuhan di jam puncak didapat dengan cara mengalikan faktor 1,75 pada jumlah total kebutuhan air di setiap tahunnya. Lebih jelasnya terdapat dalam Tabel berikut:

Tabel 14 Rekapitulasi kebutuhan air desa Pandantoyo

Tahun	Jumlah (lt/dt)
2019	5,1623
2020	5,2559
2021	5,3507
2022	5,4467
2023	5,5439
2024	5,6424
2025	5,7422
2026	5,8432
2027	5,9456
2028	6,0493
2029	6,1544

Sumber: hasil pengolahan data

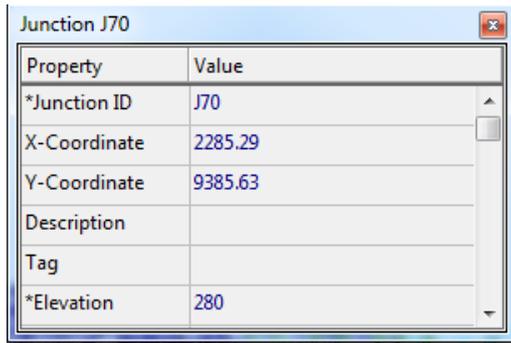


Gambar 5 Faktor Harian Maksimum dan Faktor Jam Puncak

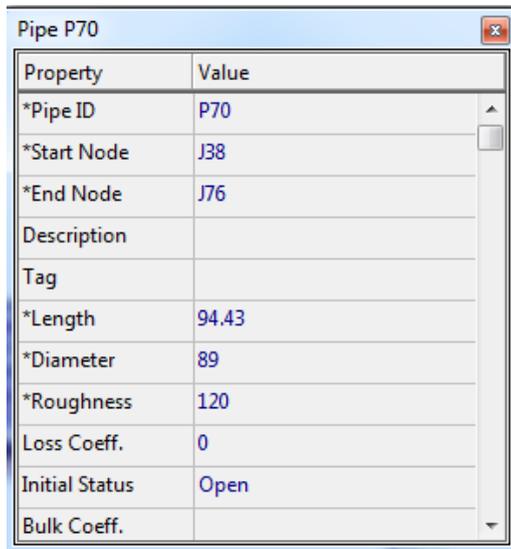
Hasil Pengolahan Program Epanet 2.0

Langkah selanjutnya adalah mengolah semua data tersebut di program EPANET 2.0. atuan volume yang digunakan LPS (liter per detik) dan perhitungan hidrolis pipa menggunakan formula H-W (Hazen-Williams). Pada perencanaan ini penulis menggunakan pipa PVC dengan koefisien kekasaran pipa (C) adalah 120 sesuai dengan SNI-7509-2011. Pipa yang digunakan memiliki dimensi dimensi Ø32mm, Ø89mm, Ø165mm, dan Ø216mm.

Input data dalam program Epanet 2.0 diantaranya adalah elevasi *junction* dan panjang pipa yang diperoleh dari *Google Earth Pro*. Sedangkan input pipa nilai *Roughness* atau kekasaran pipa berdasarkan koefisien Hazen William, dalam perencanaan ini penulis menggunakan pipa jenis PVC yang memiliki nilai koefisien kekasaran pipa sebesar 120.



Gambar 6 Input Junction pada Program Epanet 2.0



Gambar 7 Input Pipe (Pipa) pada Program Epanet 2.0

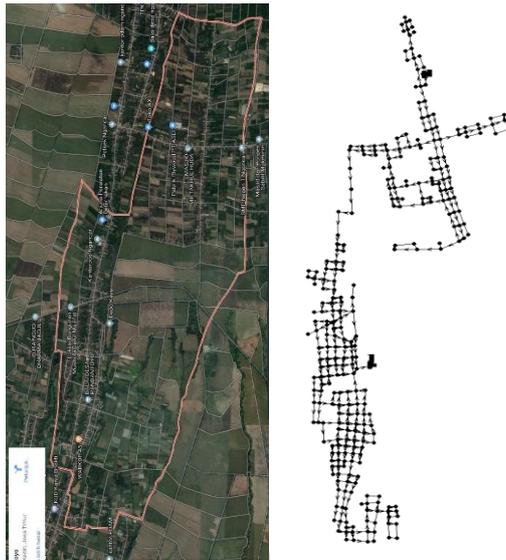
Output data dari program Epanet 2.0 berupa tabel. Hal yang diperhatikan dari output adalah kecepatan (*velocity*), *Flow*, dan *Unit headloss*. Kecepatan aliran dibatasi dengan nilai-nilai tertentu. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penggerusan permukaan pipa. Sebaliknya, kecepatan aliran yang terlalu rendah dapat menyebabkan pengendapan dalam jalur perpipaan.

Batas nilai kecepatan aliran dalam pipa yaitu 0-3 m/s. standar lain yang harus diperhatikan adalah unit *Headloss* 0-10 m/km dan *Pressure* 10-100 m.

Tabel 15 Network Link Jaringan P70-P96 Tahun Rencana 2019

Link ID	Length (m)	Dia-meter (mm)	Flow (LPS)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)
Pipe P70	94.43	89	0.09	0.72	0.2
Pipe P71	97.72	89	0.10	0.53	0.43
Pipe P72	78.8	32	0.01	0.21	0.19
Pipe P73	91.46	32	0.00	1.20	1.87
Pipe P74	97.42	89	0.10	0.92	2.56
Pipe P75	58.6	32	0.01	0.51	1.42
Pipe P76	113.64	32	0.01	0.81	0.52
Pipe P77	59.55	32	0.00	1.01	4.31
Pipe P78	46.53	32	0.01	0.93	0.94
Pipe P79	112.85	32	0.00	2.01	0.51
Pipe P80	65.34	32	0.01	1.11	2.73
Pipe P81	64.93	32	0.01	2.21	3.48
Pipe P82	96	89	0.05	0.43	1.02
Pipe P83	99.92	32	0.01	0.71	1.67
Pipe P84	85.67	32	0.01	2.42	0.48
Pipe P85	196.18	32	0.01	1.01	5.67
Pipe P86	81.21	32	0.00	1.00	3.48
Pipe P87	96.48	89	0.09	0.61	0.19
Pipe P88	71.39	89	0.13	2.02	2.48
Pipe P89	85.68	89	0.12	1.01	0.36
Pipe P90	61.9	89	0.14	1.02	0.76
Pipe P91	66.44	89	0.14	1.02	1.74
Pipe P92	73.42	89	0.14	1.02	1.20
Pipe P93	155.21	89	0.14	1.02	2.31
Pipe P94	47.82	32	0.01	0.41	0.79
Pipe P95	62.57	32	0.01	0.61	0.19
Pipe P96	67.6	32	0.01	0.31	3.45

Sumber: Epanet v.2.0



Gambar 8 Skematik Perencanaan Distribusi Air Bersih Desa Pandantoyo

PENUTUP

Simpulan

1. Jumlah penduduk desa Pandantoyo di tahun 2019 sebesar 5323 jiwa dengan total kebutuhan air sebesar 5,1623 lt/dt. Sedangkan hasil dari proyeksi penduduk desa Pandantoyo pada tahun 2029 adalah 6401 jiwa dengan proyeksi kebutuhan air sebesar 6,1544 lt/dt.
2. Debit ketersediaan air adalah 22,163 lt/dt. Hasil dari perhitungan berdasarkan standar menunjukkan kebutuhan masyarakat adalah 5,1623 lt/dt pada tahun 2019 dan 6,1544 lt/dt pada tahun 2029. Kebutuhan masyarakat desa pandantoyo terpenuhi.
3. Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di desa Pandantoyo menggunakan program Epanet Versi 2.0. Pipa yang digunakan dalam perencanaan adalah jenis PVC dengan dimensi Ø32mm, Ø89mm, Ø165mm, dan Ø216mm.

Saran

1. Mengingat masih banyaknya desa di Indonesia yang kekurangan air bersih, penulis menyarankan kepada pemerintah agar dapat mengatasi masalah ketersediaan air di daerah pedesaan, karena air sangat penting bagi kehidupan masyarakat.
2. Kepada peneliti berikutnya, penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dalam melaksanakan penelitian serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe Tadesse, Techane Bosona, Girma Gebresenbet. 2013. "Rural Water Supply Management and Sustainability: The Case of Adama Area, Ethiopia". *Journal of Water Resource and Protection*. Vol. 5: hal. 208-221.
- Adioetomo S.M. dan Samosir O.B. 2010. *Dasar-Dasar Demografi edisi 2*. Jakarta: Salemba Empat.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kediri. 2019. *Kecamatan Ngancar Dalam Angka*. Kediri.
- Badan Pusat Statistik. 2010. *Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja* (BPS Katalog 2301018). Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2002. *Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial* (SNI 19-6728.1-2002)
- Badan Standar Nasional. 2011. *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum* (SNI 7509:2011).
- Departemen Kesehatan. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. Jakarta.
- DPU Direktorat Jendral Cipta Karya Direktorat Air Bersih, 2000. Modul Proyeksi Kebutuhan Air Dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air.
- Kindler, J. and C.S. Russel. 1984. *Modeling Water Demands*. London: Academic Press Inc.
- Mawardi, Erman. 2010. *Desain Hidraulik: Bangunan Irigasi*. Bandung: Alfabeta.
- Peraturan Menteri dalam Negeri / No. 23 / 2006 / Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum.
- Rahayu Hutami E.A.N, Eko Noerhayati. 2018. "Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Desa Ulu Konaweha Kecamatan Sumaturu Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara". *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol. 6: hal. 1.
- ossman, Lewis A. 2000. *Buku Manual Program Epanet Versi Bahasa Indonesia*. Alih Bahasa: Ekamitra Engineering.