

Optimalisasi Penyediaan Air Baku Di Desa Wiru Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang Menggunakan Program Epanet 2.2

Rizky Arnata¹, Dava Fahrezi Nurtanto², Budi Santosa³, Yohanes Yuli Mulyanto⁴
email: ¹18b10058@student.unika.ac.id, ²18b10087@student.unika.ac.id

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

^{3,4}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Abstrak

Kebutuhan air pada penduduk terus meningkat seiring terjadinya peningkatan jumlah penduduk. Aktivitas makhluk hidup terkait dengan kebutuhan air yang tersedia. Kejadian tersebut merupakan suatu yang harus sudah diprediksi dan sudah direncanakan untuk melaksanakan pengoptimalan supaya kebutuhan air tercukupi. Masalah yang dapat menyebabkan terganggunya pemenuhan kebutuhan air pada penduduk yaitu tersedia atau tidaknya sumber mata air yang mencukupi, untuk memenuhi kebutuhan air pada penduduk pada masa mendatang. Untuk mencapai pemenuhan kebutuhan air pada penduduk perlu dilakukan upaya optimalisasi dalam penyediaan air baku.

Proyeksi pertumbuhan penduduk pada Desa Wiru diperhitungkan dari tahun 2021 hingga 2040. Optimalisasi yang dilaksanakan yaitu menggunakan proyeksi pertumbuhan penduduk pada tahun 2025, 2030, dan 2040. Pertumbuhan penduduk sebesar 3240 orang pada tahun 2025. Untuk 5 tahun yang akan datang pada tahun 2030 diproyeksikan pertumbuhan penduduk sebesar 3405 orang. Kemudian pada tahun 2035 sebesar 3578 orang. Pada tahun 2040 sebesar 3760 orang.

Jumlah kebutuhan air yang digunakan menggunakan peraturan berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 23 Tahun 2006. Peraturan tersebut dikembangkan dari peraturan Unesco Tahun 2002. Peraturan yang digunakan memberikan kebutuhan air baku sebesar 60 lt/org/hari. Kebutuhan air baku pada tahun 2025 sebesar 3,51 lt/dtk, untuk 5 tahun yang akan datang yaitu pada tahun 2030 sebesar 3,69 lt/dtk, kemudian tahun 2035 sebesar 3,88 lt/dtk, dan pada tahun 2040 sebesar 4,07 lt/dtk.

Optimalisasi dalam pemenuhan kebutuhan air baku dilaksanakan pada daerah Desa Wiru, Kecamatan Bringin, Kabupaten Semarang. Daerah tersebut terdiri dari Dusun Krajan Wiru, Mojo, Ngelo, Pelem, Jrebeng, dan Kedunglaran. Pemenuhan kebutuhan air tidak mengalami kekurangan dalam pemenuhan air baku terhadap dusun yang terletak pada Desa Wiru. Jumlah air maksimum yang mengalir pada Tahun 2025 sebesar 0,54 lt/dtk, kemudian pada 5 tahun selanjutnya yaitu tahun 2030 sebesar 0,45 lt/dtk, pada tahun 2035 sebesar 0,63 lt/dtk, dan pada tahun 2040 sebesar 1,52 lt/dtk. Ketersediaan air yang tersedia pada Sungai Tuntang memiliki minimal debit air pada 3,22 lt/dtk.

Kata kunci : optimalisasi, kebutuhan, debit air.

Abstract

The population's need for water continues to increase along with the increase in population. The activities of living things are related to the need for available water. This event is something that must be predicted and planned to carry out optimization so that water needs are met. The problem that can disrupt the fulfillment of the population's water needs is whether or not sufficient water springs are available to meet the population's water needs in the future. To achieve the fulfillment of the population's water needs, it is necessary to optimize efforts in providing raw water.

The projected population growth in Wiru Village is calculated from 2021 to 2040. The optimization carried out is using population growth projections in 2025, 2030 and 2040. Population growth is 3240 people in 2025. For the next 5 years in 2030 the projected growth is population of 3405 people. Then in 2035 it will be 3578 people. In 2040 it will be 3760 people.

The amount of water needed uses regulations based on Minister of Home Affairs Regulation No. 23 of 2006. These regulations were developed from UNESCO regulations in 2002. The regulations used provide a raw water requirement of 60 lt/person/day. Raw water demand in 2025 will be 3.51 lt/sec, for the next 5 years, namely in 2030 it will be 3.69 lt/sec, then in 2035 it will be 3.88 lt/sec, and in 2040 it will be 4, 07 lt/sec.

Optimization in meeting raw water needs is carried out in the Wiru Village area, Bringin District, Semarang Regency. The area consists of the hamlets of Krajan Wiru, Mojo, Ngelo, Pelem, Jrebeng, and Kedunglaran. There is no shortage of raw water for the hamlets located in Wiru Village. The maximum amount of water flowing in 2025 will be 0.54 lt/sec, then in the next 5 years, namely in 2030 it will be 0.45 lt/sec, in 2035 it will be 0.63 lt/sec, and in 2040 it will be 1, 52 lt/sec. The availability of water available in the Tuntang River has a minimum water discharge of 3.22 lt/sec...

Keywords: optimization, needs, water discharge.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan sebagai kebutuhan sehari-hari oleh makhluk hidup. Selain digunakan untuk kebutuhan sehari-hari air juga memiliki manfaat sebagai material pendukung dalam konstruksi. Menurut SNI 6773-2008, air baku merupakan air yang bisa berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah, dan air hujan yang bisa memenuhi baku mutu supaya dapat dijadikan sebagai bahan air minum.

Optimalisasi jaringan pada judul "Penyediaan Air Baku Pada Desa Wiru Menggunakan Epanet" yaitu optimalisasi dari distribusi jaringan yang sudah tersedia dalam perencanaan, untuk dikembangkan lebih lanjut supaya memudahkan warga untuk memenuhi air baku. Distribusi air baku yang dikembangkan dengan tujuan supaya air baku langsung disalurkan kerumah warga. Perencanaan yang sudah dilakukan distribusi air baku hanya meliputi sumber air, instalasi pengolahan air limbah, dan reservoir. Pengembangan yang akan dilaksanakan memerlukan *software* pendukung yaitu Epanet. *Software* tersebut dapat membantu dalam optimalisasi jaringan distribusi air baku pada desa Wiru. Optimalisasi yang dilaksanakan pada laporan ini meliputi dimensi pipa, penggunaan pompa, dan letak reservoir.

Kekeringan adalah bencana yang disebabkan oleh kurangnya ketersediaan air pada suatu tempat. Bencana tersebut bisa terjadi karena beberapa faktor alam. Contohnya musim kemarau yang terjadi sangat lama, daerah resapan air yang kurang, dan tidak memiliki fasilitas pendukung untuk mencegah kekeringan. Oleh karena itu, dari beberapa faktor penyebab kekeringan dapat dicegah

KAJIAN PUSTAKA

Berdasarkan dari pendahuluan di atas dan judul yang dilakukan pembahasan maka ada beberapa analisis yang menjadi landasan dalam penelitian berupa perhitungan pertumbuhan penduduk, kebutuhan air, nilai Evapotranspirasi Awal, dan ketersediaan air.

Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Semakin bertambahnya tahun semakin bertambah juga jumlah penduduk yang ada di dunia khususnya di Indonesia. Perubahan penduduk disebabkan beberapa faktor seperti besarnya kelahiran, kematian, migrasi masuk. dan migrasi keluar. Penduduk akan bertambah jumlahnya apabila terdapat bayi yang lahir dan penduduk yang datang. Penduduk akan berkurang jumlahnya apabila terdapat penduduk yang mati dan penduduk yang keluar wilayah tersebut (Bidarti, 2020).

Metode ekponensial menurut rumusa statistik yaitu:

$$P_n = P_o \times e^{rn} \dots\dots\dots (2. 1)$$

$$r = \frac{1}{n} \times \ln\left(\frac{P_n}{P_o}\right) \dots\dots\dots (2. 2)$$

(Sumber: Rumus Statistik)

Dengan,

- P_n : Jumlah Penduduk Tahun Proyeksi
- P_o : Jumlah Penduduk Awal Tahun Dasar
- r : Angka Pertumbuhan Penduduk
- n : Jumlah tahun

Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku yang digunakan untuk mencukupi kebutuhan warga melaksanakan perhitungan dalam jangka waktu yaitu pada tahun 2025-2040 dengan didasarkan pada kebutuhan air pada tiap-tiap orang dalam sehari yang menurut peraturan. Kebutuhan air baku tersebut digunakan untuk estimasi ukuran *reservoir* dan pipa yang akan digunakan sebagai tempat tampungan air serta wadah untuk distribusi air. Standar kelayakan kebutuhan air bersih adalah 49,5 liter/kapita/hari. Untuk kebutuhan tubuh manusia air yang diperlukan adalah 2,5 liter per hari. Standar kebutuhan air pada manusia biasanya mengikuti rumus 30 cc per kilogram 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 UNESCO sendiri pada tahun 2002 telah menetapkan hak dasar manusia atas air yaitu sebesar 60 liter/orang/hari (UNESCO, 2002).

Ketersediaan Air

Ketersediaan air atau debit andalan merupakan debit minimum dari sumber air untuk digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan air baku warga ataupun irigasi. Penurunan ketersediaan air dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan luas area layanan yang sudah direncanakan.

Model yang digunakan dalam penelitian mengenai Optimalisasi Penyediaan Air Baku Pada Desa Wiru menggunakan model neraca air Mock. Metode tersebut memperhitungkan

data curha hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai. Berikut tahap-tahap rumus dalam ketersediaan air Metode Mock.

Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Bulanan (EP)

$$EP = ET_0 \times \text{Jumlah Hari} \dots\dots\dots (2.1)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

EP = Evapotranspirasi Potensial Potensial Bulanan (mm/bulan)

ET₀ = Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)

Perhitungan Perbedaan Antara Evapotranspirasi Potensial Bulanan Dengan Evapotranspirasi Terbatas (E)

$$E = EP \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \dots\dots\dots (2.2)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

E = Perbedaan Antara Evapotranspirasi Potensial Bulanan Dengan Evapotranspirasi Terbatas (mm/bulan)

EP = Evapotranspirasi Potensial (mm/bulan)

m = Singkapan Lahan (%)

n = Jumlah Hari Hujan Dalam 1 bulan

Perhitungan Evapotranspirasi Terbatas (E_t)

$$E_t = EP - E \dots\dots\dots (2.3)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

E = Perbedaan Antara Evapotranspirasi Potensial Bulanan Dengan Evapotranspirasi Terbatas (mm/bulan)

EP = Evapotranspirasi Potensial Potensial Bulanan (mm/bulan)

E_t = Evapotranspirasi Terbatas (E_t) (mm/bulan)

Perhitungan Keseimbangan Air Di Permukaan Tanah (ΔS)

$$\Delta S = p - E_t \dots\dots\dots (2.4)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

ΔS = Air Hujan Yang Mencapai Permukaan Tanah (mm)

E_t = Evapotranspirasi Terbatas (mm/bulan)

P = Curah Hujan Bulanan (mm)
 Perhitungan Besar *Soil Storage* ($SM_{seb} + \Delta S$)
 $SM_{seb} + \Delta S$ (2.5)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 SM_{seb} = *Soil Moisture* Sebelumnya (mm)
 ΔS = Air Hujan Yang Mencapai Permukaan Tanah (mm)

Perhitungan *Soil Storage* (SS)
 $SS = SMC - SM_{seb}$ (2.6)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 SS = *Soil Storage* (mm)
 SMC = Kapasitas Kandungan Air Tanah (mm)

SM_{seb} = *Soil Moisture* Sebelumnya (mm)
 Perhitungan *Water Surplus* (WS)
 $WS = \Delta S - SS$ (2.4)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 WS = *Water Surplus* (mm)
 ΔS = Air Hujan Yang Mencapai Permukaan Tanah (mm)

SS = *Soil Storage* (mm)
 Perhitungan Infiltrasi (I)
 $I = WS \times i$ (2.5)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 I = Infiltrasi (mm)
 WS = *Water Surplus* (mm)
 i = Koefisien Infiltrasi
 Perhitungan *Ground Water Storage* (V_n)
 $V_n = k \times (V_{n-1}) + 0,5 \times (1 + k) \times I$ (2.6)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 V_n = *Ground Water Storage* (mm)
 I = Infiltrasi (mm)
 k = Faktor resesi
 Perhitungan Perubahan Tampunguan (ΔV)
 $\Delta V = V_n - (V_{n-1})$ (2.7)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 ΔV = Perubahan Tampunguan (mm)
 V_n = *Ground Water Storage* (mm)
 (V_{n-1}) = *Ground Water Storage* Periode Sebelumnya (mm)

Perhitungan Aliran Dasar (BF)
 $BF = I - \Delta V$ (2.8)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 BF = Aliran Dasar (mm)
 I = Infiltrasi (mm)
 ΔV = Perubahan Tampunguan (mm)
 Menghitung Aliran Permukaan (DR)
 $DR = WS - I$ (2.9)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 DR = Aliran Permukaan (mm)
 I = Infiltrasi (mm)
 WS = *Water Surplus* (mm)
 Menghitung Aliran Sungai (R)
 $R = BF + DR$ (2.10)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 R = Aliran Sungai (mm)
 BF = Aliran Dasar (mm)
 DR = Aliran Permukaan (mm)
 Menghitung Debit Andalan (Q_a)
 $Q_a = \frac{R \times \text{Luas DAS}}{T}$ (2.11)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 Q_a = Debit Andalan (M^3/s)
 R = Aliran Sungai (m)
 A = Luas DAS (m^2)
 T = Satuan Waktu (Detik)

Evapotranspirasi Potensial (ET_0)

Evapotranspirasi Potensial (ET_0) merupakan jumlah suatu air yang dievapotranspirasikan oleh tanaman berupa rumputan yang memiliki tinggi 15-20 cm, tumbuh dengan keadaan sehat, tanah tertutup dengan sempurna, dan memiliki kondisi air yang cukup. Evapotranspirasi potensial dapat terjadi apabila jumlah air yang tersedia lebih dari jumlah air yang dibutuhkan, dan kecepatan evapotranspirasi dapat terjadi secara maksimum.

Perhitungan Tekanan Atmosfer (P)
 $P = 101,3 \times \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,26}$ (2.12)
 (Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 P = Tekanan Atmosfer (Kpa)

Z = Ketinggian Elevasi (m)
 Menghitung Tekanan Uap Air Jenuh (e_s)
 $e_s = 0,611 \times \exp\left(\frac{17,27 \times T}{T+237,3}\right)$ (2.13)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 e_s = Tekanan Uap Air Jenuh (Kpa)
 T = Temperatur Udara ($^{\circ}$ C)
 Menghitung Tekanan Uap Aktual (e_a)
 $e_a = e_s \times RH$ (2.14)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 RH = Kelembaban Relatif
 e_s = Tekanan Uap Air Jenuh (Kpa)
 e_a = Tekanan Uap Aktual (Kpa)
 Menghitung Defisit Tekanan Uap Air (Δ_e)
 $\Delta_e = (e_s - e_a)$ (2.15)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 e_s = Tekanan Uap Air Jenuh (Kpa)
 e_a = Tekanan Uap Aktual (Kpa)
 Δ_e = Defisit Tekanan Uap Air (Kpa)
 Menghitung Kemiringan Kurva Tekanan Uap Air (Δ)
 $\Delta = \frac{4098 \times e_s}{(T+237,3)^2}$ (2.16)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 Δ = Kemiringan Kurva Tekanan Uap Air (kPa/ $^{\circ}$ C)
 e_s = Tekanan Uap Air Jenuh (kPa)
 T = Temperatur Udara ($^{\circ}$ C)
 Menghitung Panas Laten (λ)
 $\lambda = 2,501 - (2,361 \times 10^{-3})T$ (2.17)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 λ = Panas Laten (MJ/kg)
 T = Temperatur Udara ($^{\circ}$ C)
 Menghitung Konstanta Psikometrik (γ)
 $\gamma = 0,00163 \times \frac{P}{\lambda}$ (2.18)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 P = Tekanan Atmosfer (kPa)
 λ = Panas Laten (MJ/kg)
 γ = Konstanta Psikometrik (kPa/ $^{\circ}$ C)
 Menghitung Kecepatan Angin Di Atas Permukaan Tanah (U_2)
 $U_2 = U_z \times \frac{4,87}{\ln(67,8 \times z - 5,42)}$ (2.19)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 U_z = Kecepatan Angin (km/jam)
 z = Ketinggian Elevasi (m)
 U_2 = Kecepatan Angin Di Atas Permukaan Tanah (m/s)

Menghitung Emisitas Atmosfer (ϵ')
 $\epsilon' = 0,34 - 0,14 \times \sqrt{e_a}$ (2.20)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 ϵ' = Emisitas Atmosfer (kPa)
 e_a = Tekanan Uap Aktual (Kpa)
 Menghitung Sudut Deklinasi Matahari (δ)
 $\delta = 0,409 \times \text{SIN}(-0,0172 \times J - 1,39)$ (2.21)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 J = Nomor Urut Hari Dalam Setahun (hari julian)
 δ = Sudut Deklinasi Matahari (rad)
 Menghitung Jarak Relatif Matahari ke Bumi (d_r)
 $d_r = 1 + 0,033 \times \text{COS}\left(\frac{2 \times \pi}{365} \times J\right)$ (2.22)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 J = Nomor Urut Hari Dalam Setahun (hari julian)
 d_r = Jarak Relatif Matahari ke Bumi
 Menghitung Sudut Saat Matahari Terbenam (ω_s)
 $\omega_s = \text{ARC COS}(-\tan\phi \times \tan\delta)$ (2.23)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 ϕ = Letak Lintang (rad)
 δ = Sudut Deklinasi Matahari (rad)
 ω_s = Sudut Saat Matahari Terbenam (rad)
 Menghitung Radiasi Ekstraterestrial (R_a)
 $R_a = 37,6 \times d_r (w_s \sin\phi \times \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \times \sin w_s)$ (2.24)

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,
 R_a = Radiasi Ekstraterestrial (MJ/m²/hari)
 d_r = Jarak Relatif Matahari ke Bumi
 ω_s = Sudut Saat Matahari Terbenam (rad)
 ϕ = Letak Lintang (rad)

δ = Sudut Deklinasi Matahari (rad)
Menghitung Radiasi Matahari (R_s)

$$R_s = (0,25 + 0,5 \times \left(\frac{n}{N}\right) \times R_a) \dots \dots \dots (2.25)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

R_s = Radiasi Matahari (MJ/m²/hari)
 n = Lama Matahari Bersinar Dalam Sehari (jam)
 N = Lama Matahari Bersinar dalam Sehari (jam)

Menghitung Radiasi Gelombang Pendek (R_{ns})

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s \dots \dots \dots (2.26)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

R_{ns} = Radiasi Gelombang Pendek (MJ/m²/hari)
 α = Albedo (0,23)

R_s = Radiasi Matahari (MJ/m²/hari)

Menghitung Faktor Penutupan Awan (f)

$$f = 0,9 \times \left(\frac{n}{N}\right) + 0,1 \dots \dots \dots (2.27)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

f = Faktor Penutupan Awan
 n = Lama Matahari Bersinar Dalam Sehari (jam)
 N = Lama Matahari Bersinar dalam Sehari (jam)

Menghitung Radiasi Gelombang Panjang (R_{nl})

$$R_{nl} = f(\epsilon') \times (\sigma \times T_k^4) \dots \dots \dots (2.28)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

R_{nl} = Radiasi Gelombang Panjang (MJ/m²/hari)
 f = Faktor Penutupan Awan
 ϵ' = Emisitas Atmosfer (kPa)
 σ = Konstantan Stefan-Boltzman (4,9x10⁻⁹ MJ/m²/K⁴/hari)

T_k = Temperatur Udara (°K)

Menghitung Radiasi Netto (R_n)

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \dots \dots \dots (2.29)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

R_n = Radiasi Netto (MJ/m²/hari)
 R_{ns} = Radiasi Gelombang Pendek (MJ/m²/hari)

R_{nl} = Radiasi Gelombang Panjang (MJ/m²/hari)

Menghitung Evapotranspirasi Potensial (ET_0)

$$ET_0 = \frac{(\gamma \times (900 / (T + 273)) \times U_2 \times (\Delta e))}{(\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2))} \dots \dots \dots (2.30)$$

(Sumber: Modul Rekayasa Irigasi)

Dengan,

ET_0 = Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)
 γ = Konstanta Psikometrik (kPa/°C)
 T = Temperatur Udara (°C)
 U_2 = Kecepatan Angin Di Atas Permukaan Tanah (m/s)
 Δ_e = Defisit Tekanan Uap Air (Kpa)
 Δ = Kemiringan Kurva Tekanan Uap Air (kPa/°C)

Software Epanet

Epanet (*Environmental Protection Agency Network*) merupakan suatu aplikasi pada komputer yang bersifat *modelling* untuk digunakan sebagai program pendukung simulasi hidraulik dan perilaku kualitas air yang berada didalam jaringan pipa distribusi air atupun pipa transmisi air, dimana pipa tersebut memiliki tekanan. Jaringan yang terdapat pada sitribusi air terdiri dari pipa, percabangan pipa, pompa, tangki air/reservoir, dan katup.

Hasil dari simulasi menggunakan Epanet yaitu berupa nilai debit air yang mengalir dengan satuan (lt/dtk), tekanan air dari titik/node/junction. Hasil dari simulasi dapat digunakan sebagai optimalisasi ataupun analisa untuk menentukan operasi instalasi, pompa, dan resevoir.

Optimalisasi untuk terlaksananya penyediaan air baku dibutuhkan aplikasi pendukung yaitu Epanet. Aplikasi pendukung tersebut akan membantu dalam optimalisasi distribusi penyediaan air baku dengan beberapa hasil yang dapat diperhitungkan seperti debit maksimum dan minimum yang nanti dapat dialirkan, nilai tekanan air yang dihasilkan, dan jarak pipa yang dibutuhkan. Aplikasi epanet membantu penulis dalam melaksanakan optimalisasi ataupun analisa dalam penyediaan air baku.

Pipa Epanet

Pipa merupakan suatu penghubung yang didalamnya terdapat air dengan menghubungkan antara suatu titik ke titik yang lainnya pada jaringan Epanet, dengan memiliki asumsi bahwa pipa tersebut penuh dengan air setiap waktu. Arah aliran yang terdapat pada Epanet yaitu aliran dari bertekanan tinggi ke rendah.

Hal-hal yang penting untuk dimasukkan dalam parameter *hidraulic* yaitu:

- Titik awal dan akhir
- Diameter pipa
- Panjang pipa yang akan digunakan
- Koefisien kekasaran pada pipa
- Tipe pipa (terbuka atau tertutup)

Data kualitas air baku pada pipa yang diinput yaitu:

- Nilai koefisien reaksi bulk
- Nilai koefisien reaksi dinding

Ada beberapa peraturan yang mengatur untuk spesifikasi pipa seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q max	Kebutuhan air hari maksimal $Q_{max} = F_{max} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor Jam Puncak	F max	1,1-3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa		
	a. Kecepatan min	V min	0,3-0,6m/det
	b. Kecepatan maks		
	1. Pipa PVC	V max	3,0-4,5 m/det
	2. Pipa DCIP	V max	6,0 m/det
4	1. Tekanan air min dalam pipa	H min	0,5-1,0 atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh
	2. Tekanan air maks dalam pipa	H max	
	a. Pipa PVC		12,5 atm
	b. Pipa Steel		100 atm
	c. Pipa PE		16 atm

(Sumber: Peraturan Menteri PU No 18 Tahun 2007)

Berikut ini dapat dilihat pada Tabel 2 Koefisien Kekasaran Pipa.

Tabel 2 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen-William

Jenis (Material) Pipa	Nilai "C" Perencanaan
Asbes Semen	120
PVC	120
High DPE	130
Medium DPE	130
Ductile (DCIP)	110
Besi Tuang (CIP)	110
GIP	110
Baja	110
Pre-streessm (PSC)	120

(Sumber: L, Streeter Victo; Wylie, E. Benjamin, Mekanika Fluida)

Pola Waktu

Pola waktu adalah suatu pengali yang dapat diaplikasikan ke kuantitas yang bisa dipakai pada periode tertentu saja. Pola waktu tersebut merupakan kumpulan pengali yang dapat diberlakukan pada debit supaya dapat bervariasi sepanjang waktu. Kebutuhan debit air pada *node*, *head* reservoir, aturan pompa, dan kualitas air yang memiliki pola yang tergabung bersama. Jarak atau interval waktu memiliki nilai yang baku, dan ditetapkan dalam *time options*. Pada interval tertentu nilai yang dihasilkan pada produk adalah hasil pengali antara lain konstan yang kita masukkan ke data dengan factor pengali yang sudah ditetapkan pada masing-masing periode tertentu. Pola waktu nantinya akan menentukan suatu nilai yang berada pada program Epanet seperti debit air. data yang digunakan sebagai contoh pola waktu yang digunakan simulasi kebutuhan air. Data berupa yaitu *load factor* terhadap kebutuhan air Tabel 3

Tabel 3 Load Factor Terhadap Kebutuhan Air Bersih

Jam	1	2	3	4	5	6
Load Factor	0.3	0.37	0.45	0.64	1.15	1.4
Jam	7	8	9	10	11	12
Load Factor	1.53	1.56	1.41	1.38	1.27	1.2
Jam	13	14	15	16	17	18
Load Factor	1.14	1.17	1.18	1.22	1.31	1.38
Jam	19	20	21	22	23	24
Load Factor	1.25	0.98	0.62	0.45	0.37	0.25

(Sumber: DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih 1994)

METODE PENELITIAN

Alur penelitian yang dilakukan dalam Optimalisasi Penyediaan Air Baku Pada Desa Wiru Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang Menggunakan Program Epanet 2.2. Penelitian mengenai Optimalisasi Penyediaan Air Baku Pada Desa Wiru, Kecamatan Bringin, Kabupaten Semarang Menggunakan Epanet, meliputi beberapa kegiatan.

Kegiatan berupa pengumpulan informasi mengenai topik tugas akhir, kemudian dilaksanakan identifikasi masalah dan kajian pustaka, selanjutnya perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, analisis ketersediaan air, perhitungan kebutuhan air dengan jangka waktu 2025-2040, penentuan lokasi reservoir, evaluasi jaringan sistem, optimalisasi jaringan, dan pada kegiatan terakhir yaitu mengambil kesimpulan & saran mengenai apakah debit air yang mencukupi kebutuhan air warga sekitar, dan langkah apa yang harus dilaksanakan apabila air belum mencukupi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini.

Perhitungan Jumlah Penduduk

Penelitian ini menghasilkan nilai dari perhitungan jumlah penduduk dari tahun 2021-2040.

Tabel 4 Jumlah Penduduk Desa Wiru

Jumlah Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Desa Wiru (Orang)	
Tahun	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk
2021	3114
2022	3145
2023	3176
2024	3208
2025	3240
2026	3272
2027	3305
2028	3338
2029	3371
2030	3405
2031	3439
2032	3473
2033	3508
2034	3543
2035	3578
2036	3614
2037	3650
2038	3686
2039	3723
2040	3760

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui jumlah proyeksi pertumbuhan penduduk di Desa Wiru mencapai 68548 orang dari tahun 2021-2040.

Penduduk Desa Wiru terbagi dalam enam dusun. Jumlah penduduk tersebut sudah diperhitungkan untuk mendapatkan pemenuhan air baku.

Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air baku pada Desa Wiru yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baku warga Desa Wiru diambil berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 23 Tahun 2006 tentang pedoman teknis dan tata cara pengaturan tarif air minum pada perusahaan daerah. Peraturan tersebut juga berkaitan dengan perauran internasional yang berdasarkan Unesco Tahun 2002. Berdasarkan peraturan tersebut menginformasikan bahwa kebutuhan air baku masing-masing orang sebesar 60 l/org/hari. Kebutuhan air baku tersebut tidak terdapat batasan mengenai umur ataupun jenis kelamin pada warga. Jadi, semua kebutuhan air baku pada warga itu sama. Ketentuan dalam memproyeksikan kebutuhan air baku Desa Wiru hingga tahun 2040 yaitu:

- Kebutuhan air baku sebesar 60 l/org/hari
- Kebutuhan air baku pada jam puncak dengan faktor sebesar 1,56

Berikut ini dapat dilihat hasil dari perhitungan kebutuhan air pada Tabel 5

Tabel 5 Kebutuhan Air Baku Pada Jam Puncak

Kebutuhan Air Baku Total Jam Puncak(liter /dtk)	
Tahun	Total
2021	3,37
2022	3,41
2023	3,44
2024	3,48
2025	3,51
2026	3,54
2027	3,58
2028	3,62

Kebutuhan Air Baku Total Jam Puncak(liter /dtk)	
Tahun	Total
2029	3,65
2030	3,69
2031	3,73
2032	3,76
2033	3,80
2034	3,84
2035	3,88
2036	3,92
2037	3,95
2038	3,99
2039	4,03
2040	4,07

Proyeksi Ketersediaan Air

Perhitungan proyeksi ketersediaan air pada Desa Wiru yang berfungsi untuk mengetahui ketersediaan air yang ada. Sumber air yang dipakai berasal dari sungai tuntang yang lokasinya dekat dengan Desa Wiru, perhitungan kebutuhan air menggunakan metode Mock dan data yang diambil selama 5 tahun kebelakang untuk keoptimalan data yang ada. Sebelum mengetahui nilai ketersediaan air baku pada sumber air (Sungai Tuntang).

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan Debit Air Tahun 2018-2022

No.	Uraian	Bulan (m ³ /s)			
		JAN	FEB	MAR	APR
1	2018	7,87	23,01	9,53	7,98
2	2019	8,28	26,49	19,80	6,72
3	2020	14,49	12,93	12,88	29,00
4	2021	19,95	23,63	33,41	20,34
5	2022	15,08	20,70	35,79	23,75

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan Debit Air Tahun 2018-2022 (Lanjutan)

No.	Uraian	Bulan (m ³ /s)			
		MEI	JUN	JUL	AGT
1	2018	2,30	1,54	0,97	0,63
2	2019	2,90	1,95	1,23	0,80
3	2020	24,10	5,45	3,43	2,23
4	2021	13,34	29,72	5,67	3,69
5	2022	15,96	20,91	4,95	3,22

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan Debit Air Tahun 2018-2022 (Lanjutan)

No.	Uraian	Bulan (m ³ /s)			
		SEP	OKT	NOV	DES
1	2018	0,42	0,27	4,80	12,80
2	2019	0,54	0,34	0,23	13,83
3	2020	5,40	6,85	3,56	24,75
4	2021	3,87	4,17	25,85	12,82
5	2022	10,29	22,31	42,58	18,05

Simulasi Epanet 2.2 Tahun 2040

Simulasi yang dilaksanakan di Epanet pada tahun 2040 meliputi beberapa data yang sudah direncanakan mulai dari skema distribusi dari *Google Earth* kemudian data debit rencana pada tahun 2040. Berikut Tabel 7 dapat dilihat tabel output dari hasil simulasi menggunakan Epanet.

Tabel 7 Hasil Simulasi Epanet 2.2 Tahun 2040

No	Batas 1	Batas 2	Q (liter/detik)	P (m)
1	Intake	IPA	3,66	22,30
2	IPA	RSV Kedunglاران	0,31	23,30
3	IPA	RSV Mojo	1,52	43,61
4	RSV Mojo	RSV Pelem	0,67	43,61
5	RSV Mojo	RSV Wiru	0,67	46,31
6	RSV Pelem	RSV Ngelo	0,22	46,31

No	Batas 1	Batas 2	Q (liter/detik)	P (m)
7	RSV Ngelo	RSV Jrebe ng	0,05	46,31
8	RSV Jreben	RSV Wiru g	0,31	46,31

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian Optimalisasi Penyediaan Air Baku Pada Desa Wiru Menggunakan Epanet 2.2 yang sudah dilakukan maka ada beberapa kesimpulan yang didapat antara lain:

1. Terjadi pertumbuhan penduduk antara tahun 2025 – 2040 yaitu sebesar 0,99 %,
2. Debit air yang dialirkan bervariasi pada tahun 2025 – 2040 yaitu pada tahun 2025 sebesar 2,51 lt/orang/detik, 2030 sebesar 3,69 lt/orang/detik, 2035 sebesar 2,88 lt/orang/detik, dan tahun 2040 sebesar 4,07 lt/orang/detik,
3. Debit air Sungai Tuntang tertinggi adalah pada bulan November tahun 2022 sebesar 42,58 lt/detik, sedangkan debit air terendah ada pada bulan November 2019 sebesar 0,23 lt/detik.
4. Terjadi kekurangan pemenuhan kebutuhan air yaitu pada bulan Agustus dikarenakan kebutuhan air di bulan Agustus sebesar 3,51 lt/detik sedangkan ketersediaan air di bulan Agustus hanya sebesar 3,22 lt/detik,
5. Optimalisasi jaringan distribusi air baku menggunakan Epanet 2.2 menghasilkan dimensi pipa dengan diameter 125 mm, 250 mm, 350 mm, dan 450 mm. Pompa yang digunakan dengan kapasitas head pompa 116 m, dan 10 m.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan dari penyusunan laporan penelitian sebagai pertimbangan kedepannya sebagai berikut.

1. Pada bulan agustus 2025 – 2040 harus mencari sumber air lain agar dapat memenuhi kebutuhan air baku di Desa Wiru,

2. Disarankan membuat tempat penampungan air hujan untuk mengatasi kekurangan air pada bulan Agustus,
3. Pada penelitian lain disarankan untuk pengambilan sumber air dari air tanah agar lokasi pengambilan air tidak terlalu curam untuk lokasi layanan,
4. Pada penelitian selanjutnya bisa ditambahkan kebutuhan air untuk lahan pertanian dan peternakan

DAFTAR PUSTAKA

- Abhijith, G.R., dan Ostfeld, A. (2022): Contaminant Fate and Transport Modelling in Distribution System Epanet-C, *Civil and Environmental Engineering*, **14**, 1665.
- Amirah, A.S.N., Tan, W.H., Faridah, W., Andrew, A.M., Zainab, N.A.N., Ragunathan, S., dan Salwa, Z.M. (2021): A study of water distribution near Taman Seri Wang Arau Perlis, *International Conference on Civil and Environmental Engineering*, **646**, 012035.
- Aradiansyah., Juwono, P.T., dan Ismoyo, M.J. (2012): Analisa kinerja sistem distribusi air bersi pada PDAM di Kota Ternate, *Jurnal Teknik Pengairan*, **3**(2), 211-220.
- Bidarti, A. (2020): *Teori kependudukan*, ISBN 978-623-94601-0-5. Leuwiliang, Bogor: Lindan Bestari.
- Dua belas jenis pipa air, kegunaan, cara pemasangan, dan harga diperoleh dari situs internet: 12 Jenis Pipa Air, Kegunaan, Cara Pemasangan, dan Harga (rumah.com). Diunduh pada tanggal 14 Oktober 2022, pukul 20.00 WIB.
- Inilah daftar kecamatan yang alami kekeringan di Kabupaten Semarang diperoleh dari situs internet: Inilah Daftar Kecamatan yang Alami Kekeringan di Kabupaten Semarang - Tribunjateng.com (tribunnews.com). Diunduh pada tanggal 12 Oktober 2022, pukul 18.32 WIB.
- Jumlah penduduk Kecamatan Bringin menurut jenis kelamin 2018-2020 diperoleh dari situs internet: Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang (bps.go.id). Diunduh pada tanggal 21 Desember 2022, pukul 14.00 WIB.
- Kawet, M.O.Y.L., Halim, F., dan Jasin, M.I. (2013): Pengembangan sistem air bersih untuk zona pelayanan IPA Pilolodaa kota Gorontalo, *Jurnal Sipil Statik*, ISSN 2337-6732, **1**, 801-806.
- Lufira, R.D., Suhardjono, S., dan Marsudi, S. (2013): Optimasi dan simulasi sistem penyediaan jaringan air bersih di kecamatan Kademangan kabupaten Blitar, *Jurnal of Water Resouerces Engineering*, **3**(1), pp. 6-14.
- Macam-macam ukuran dan kapasitas tangki air Penguin diperoleh dari situs internet: Macam-Macam Ukuran dan Kapasitas Tangki Air Penguin - Rumah Sae. Diunduh pada tanggal 14 Maret 2023, pukul 15.00 WIB.
- Masum, M.H., Ahmed, N., dan Pal, S.K. (2020): Water distribution system modeling by using epanet 2.0 a case study of cuet, *Proceedings of the 5th International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development*, Khulna, Bangladesh, 1-11.