

# Analisis dan Perencanaan Penyediaan Air Baku Menggunakan Program Epanet 2.2 Di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang

Achmad Iqbal A<sup>1</sup>; Teezar Muhammad F<sup>2</sup>; Budi Santosa<sup>3</sup>; Yohanes Yuli M<sup>4</sup>  
email: <sup>1</sup>19b10060@student.unika.ac.id

<sup>1,2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,  
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

<sup>3,4</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,  
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

## Abstrak

Pada tahun 2023, sebagian wilayah Kabupaten Semarang, termasuk Desa Plumutan di Kecamatan Bancak, mengalami dampak dari bencana kekeringan. Kekeringan merupakan bencana yang timbul akibat kurangnya ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan air baku yang dibutuhkan masyarakat. Untuk mengatasi permasalahan ini, direncanakan sistem jaringan distribusi air baku yang dapat memenuhi kebutuhan air di Desa Plumutan dari tahun 2023 hingga 2043. Kebutuhan air baku dihitung berdasarkan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk, dianalisis menggunakan metode eksponensial, serta ketersediaan air di Sungai Tuntang, dianalisis menggunakan metode Mock. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan air baku di Desa Plumutan per 5 tahun dari tahun 2023 hingga 2043 bervariasi. Jumlah terendah terjadi pada tahun 2028 sebesar 0,0036 m<sup>3</sup>/dtk dengan jumlah penduduk 3.496 jiwa, sementara tertinggi mencapai 0,0046 m<sup>3</sup>/dtk pada tahun 2043 dengan jumlah penduduk 4.393 jiwa. Hasil analisis ketersediaan air menunjukkan nilai terendah pada bulan Oktober, yaitu sebesar 0,398 m<sup>3</sup>/dtk, dan nilai tertinggi pada bulan Januari, yaitu sebesar 8,890 m<sup>3</sup>/dtk. Perencanaan jaringan distribusi air baku dilakukan menggunakan program Epanet 2.2 dengan penggunaan jenis pipa HDPE dengan berbagai diameter, termasuk 140 mm, 90 mm, 75 mm, dan 50 mm.

**Kata kunci :** Air Baku, Desa Plumutan, Epanet 2.2.

## Abstract

In 2023, parts of Semarang Regency, including Plumutan Village in Bancak Subdistrict, were affected by drought. Drought is a disaster that arises due to the lack of water availability to meet the raw water needs of the community. To overcome this problem, a raw water distribution network system is planned that can meet the water needs of Plumutan Village from 2023 to 2043. The raw water demand is calculated based on the projected population growth, analyzed using the exponential method, and the availability of water in Tuntang River, analyzed using the Mock method. The results of the analysis show that the demand for raw water in Plumutan Village every 5 years from 2023 to 2043 varies. The lowest amount occurred in 2028 at 0.0036 m<sup>3</sup>/s with a population of 3,496 people, while the highest reached 0.0046 m<sup>3</sup>/s in 2043 with a population of 4,393 people. The results of the water availability analysis showed the lowest value in October, which amounted to 0.398 m<sup>3</sup>/s, and the highest value in January, which amounted to 8.890 m<sup>3</sup>/s. The raw water distribution network planning was carried out using the Epanet 2.2 program with the use of HDPE pipe types with various diameters, including 140 mm, 90 mm, 75 mm, and 50 mm.

**Keywords:** raw water, Plumutan Village, Epanet 2.2.

## PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 tahun 2007, penyediaan air baku adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Jaringan distribusi air baku merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengirimkan air baku yang berasal dari sumber air ke konsumen atau titik konsumsi. Jaringan distribusi air baku memiliki tujuan untuk menyediakan akses terhadap air baku yang memenuhi standar untuk kualitas air baku atau minum. Jaringan distribusi air baku merupakan hal yang penting dalam penyediaan air bersih untuk memenuhi keperluan sehari-hari makhluk hidup.

Desa Plumutan merupakan salah satu desa yang letaknya berada di wilayah Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Pada wilayah Desa Plumutan terdiri dari 6 dusun, dan memiliki jumlah penduduk kurang lebih sebanyak 3000 jiwa. Desa Plumutan termasuk kedalam salah satu desa di wilayah Kabupaten Semarang yang mengalami permasalahan mengenai bencana kekeringan pada tahun 2023. Kekeringan yang melanda Desa Plumutan terjadi karena berlangsungnya musim kemarau yang berkepanjangan. Dengan adanya kekeringan tersebut menyebabkan pada wilayah Desa Plumutan ketersediaan airnya kurang mencukupi, dan juga tidak mampu memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat Desa Plumutan. Terdapat pada berita yang beredar di masyarakat, menginformasikan bahwa Desa Plumutan, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang menjadi salah satu desa yang mendapatkan bantuan atau menerima bantuan air bersih. Hal tersebut menunjukkan bahwa akibat bencana kekeringan yang sedang melanda saat ini di Desa Plumutan, menyebabkan Desa Plumutan kekurangan air baku untuk memenuhi keperluan sehari-hari masyarakat di Desa Plumutan.

Kekeringan merupakan sebuah bencana yang terjadi akibat adanya permasalahan mengenai kurangnya ketersediaan air yang jauh dibawah kebutuhan air yang dibutuhkan pada suatu tempat atau wilayah dengan rentan waktu yang berkepanjangan. Menurut Indarto et al., (2014) bencana kekeringan tidak dapat diketahui mulainya, namun dapat dikatakan bahwa kekeringan terjadi saat air yang ada sudah tidak lagi mencukupi untuk kebutuhan sehari-hari. Terdapat beberapa faktor yang dapat menjadi pengaruh kekeringan, yaitu seperti terjadinya musim kemarau yang berlangsung cukup lama, daerah tangkapan air ataupun sumber air yang kurang, dan fasilitas sarana prasarana yang kurang memadai.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan yang ada dilaksanakan kegiatan penelitian yang berjudul “Analisis dan Perencanaan Penyediaan Air Baku Menggunakan Program Epanet 2.2 Di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang”. Penyediaan air baku tersebut untuk membantu dan memudahkan masyarakat pada Desa Plumutan, agar terpenuhi kebutuhan akan kebutuhan air baku untuk keperluan rumah tangga sehari-hari. Dalam pelaksanaan analisis dan perencanaan penyediaan air baku menggunakan bantuan *software* Epanet 2.2 yang didalamnya meliputi penggunaan pompa, dimensi pipa, dan dimensi reservoir. Untuk sumber air yang akan digunakan dalam analisis dan perencanaan penyediaan air baku di Desa Plumutan, menggunakan sumber air dari sungai terdekat yaitu Sungai Tuntang. Kemudian nantinya akan dianalisis dan disesuaikan antara kebutuhan air yang dibutuhkan dengan ketersediaan air yang ada. Untuk kebutuhan air dipengaruhi dari proyeksi jumlah penduduk yang terdapat pada Desa Plumutan, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang. Sedangkan untuk mengenai data ketersediaan air merupakan hal yang penting untuk proyeksi dalam hal mengetahui kapasitas air yang ada. Perencanaan distribusi jaringan

penyediaan air baku di Desa Plumutan tersebut nantinya akan menggunakan jaringan perpipaan yang disalurkan pada Dusun Karang Wuni, Dusun Kalisari, Dusun Krajan Plumutan, Dusun Karet, Dusun Jatisari, dan Dusun Randusari guna untuk memenuhi kebutuhan air baku sehari-hari bagi masyarakat setempat.

Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan tinjauan tentang bagaimana cara penggunaan setiap metodenya. Untuk melakukan analisis dan perencanaan penyediaan air baku menggunakan Epanet 2.2 membutuhkan perhitungan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2023-2043, perhitungan proyeksi kebutuhan air baku pada tahun 2023-2043, dan perhitungan proyeksi ketersediaan air baku pada Sungai Tuntang. Pertumbuhan penduduk adalah peningkatan atau penurunan jumlah penduduk suatu negara dari tahun ke tahun (Zulfa, 2016). Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dilakukan untuk mengestimasi kebutuhan air yang akan disediakan dan didistribusikan kepada masyarakat. Pentingnya aspek kebutuhan air juga tercermin dalam pernyataan UNESCO pada tahun 2002, karena hak dasar manusia terhadap kebutuhan air diakui dengan besaran sekitar 60 liter per hari per orang. Ketersediaan air adalah debit yang dapat diandalkan dengan tingkat kepastian tertentu. Tingkat kepastian debit ini bervariasi sesuai dengan kebutuhan spesifik, dengan probabilitas tertentu. Sebanyak 80% dari debit ini diarahkan untuk keperluan irigasi, sementara kebutuhan akan air minum dan industri memerlukan tingkat probabilitas yang lebih tinggi, yaitu sekitar 90-95% (Soemarto, 1987).

## **METODE**

Penelitian ini dilakukan dengan membagi menjadi enam tahapan. Adapun tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahapan I, merupakan tahapan penelitian yang meliputi kegiatan studi literatur untuk mendapatkan pengumpulan data pustaka dari beberapa sumber yang sesuai dengan pokok pembahasan dan permasalahan penelitian.
2. Tahapan II, merupakan tahapan penelitian yang didalamnya meliputi kegiatan pengumpulan data-data yang digunakan sesuai dengan pokok pembahasan dan permasalahan pada penelitian.
3. Tahapan III, merupakan tahapan penelitian yang didalamnya meliputi kegiatan proses pengolahan data dan analisis data yang digunakan sesuai dengan pokok pembahasan dan permasalahan pada penelitian
4. Tahapan IV, merupakan tahapan penelitian yang didalamnya meliputi kegiatan pembuatan perencanaan sistem jaringan distribusi air baku menggunakan aplikasi Epanet 2.2 berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data dari tahapan sebelumnya.
5. Tahapan V, merupakan tahapan penelitian yang didalamnya meliputi kegiatan penyusunan laporan bagian kesimpulan dan saran terkait dengan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya. Hasil akhir dari tahapan ini adalah ujian *draft* tugas akhir.
6. Tahapan VI, merupakan tahapan penelitian yang didalamnya meliputi kegiatan penyempurnaan dari hasil ujian *draft* yang menghasilkan ujian tugas akhir.

## **7. HASIL PENELITIAN**

Hasil analisis dan perencanaan penyediaan air baku menggunakan program Epanet 2.2 Di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang dapat dijelaskan sebagai berikut:

### **Analisis Perhitungan Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Desa Plumutan**

Data pertumbuhan penduduk pada Desa Plumutan yang didapat selama 5 tahun digunakan untuk melakukan perhitungan analisis menggunakan metode eksponensial. Dari hasil analisis didapat nilai proyeksi

pertumbuhan penduduk Desa Plumutan pada tahun 2023-2043 yang diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1: Nilai Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Desa Plumutan**

Tahun	Po	e <sup>rn</sup>	Pn	Pembulatan
2023	3.190	1,01522	3238,53941	3.239
2024	3.239	1,01522	3288,28499	3.289
2025	3.289	1,01522	3339,04580	3.340
2026	3.340	1,01522	3390,82182	3.391
2027	3.391	1,01522	3442,59784	3.443
2028	3.443	1,01522	3495,38908	3.496
2029	3.496	1,01522	3549,19554	3.550
2030	3.550	1,01522	3604,01721	3.605
2031	3.605	1,01522	3659,85409	3.660
2032	3.660	1,01522	3715,69098	3.716
2033	3.716	1,01522	3772,54308	3.773
2034	3.773	1,01522	3830,41040	3.831
2035	3.831	1,01522	3889,29293	3.890
2036	3.890	1,01522	3949,19069	3.950
2037	3.950	1,01522	4010,10365	4.011
2038	4.011	1,01522	4072,03184	4.073
2039	4.073	1,01522	4134,97523	4.135
2040	4.135	1,01522	4197,91863	4.198
2041	4.198	1,01522	4261,87725	4.262
2042	4.262	1,01522	4326,85108	4.327
2043	4.327	1,01522	4392,84013	4.393

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 1, diperlihatkan bahwa nilai proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk di Desa Plumutan mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Dengan adanya peningkatan jumlah penduduk tersebut, maka selaras dengan adanya peningkatan kebutuhan air baku.

### Analisis Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Baku di Desa Plumutan

Perhitungan proyeksi kebutuhan air baku menggunakan pedoman dari Peraturan Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006, yang menyatakan bahwa kebutuhan air baku sebesar 60 liter per orang per hari. Untuk hasil dari perhitungan proyeksi kebutuhan air baku di Desa Plumutan dapat diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2: Nilai Proyeksi Kebutuhan Air Baku Desa Plumutan**

Tahun	Total (lt/hari)	Total (lt/dtk)
2023	194.340	2,25
2024	197.340	2,28
2025	200.400	2,32
2026	203.460	2,35
2027	206.580	2,39
2028	209.760	2,43
2029	213.000	2,47
2030	216.300	2,50
2031	219.600	2,54
2032	222.960	2,58
2033	226.380	2,62
2034	229.860	2,66
2035	233.400	2,70
2036	237.000	2,74
2037	240.660	2,79
2038	244.380	2,83
2039	248.100	2,87
2040	251.880	2,92
2041	255.720	2,96
2042	259.620	3,00
2043	263.580	3,05

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 2, diperlihatkan bahwa nilai proyeksi kebutuhan air baku di Desa Plumutan mengalami peningkatan pada

setiap tahunnya. Nilai kebutuhan air baku terendah terjadi pada tahun 2023 dengan nilai sebesar 2,25 lt/dtk, sedangkan yang tertinggi terjadi pada tahun 2043 dengan nilai sebesar 3,05 lt/dtk. Hasil proyeksi kebutuhan air baku tersebut kemudian dilakukan perhitungan proyeksi mengenai kebutuhan air baku pada jam puncak. Perhitungan proyeksi kebutuhan air baku pada jam puncak berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Cipta Karya 1998, yaitu memiliki faktor pengali 1,5. Untuk hasil dari perhitungan proyeksi kebutuhan air baku jam puncak di Desa Plumutan dapat diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3: Nilai Proyeksi Kebutuhan Air Baku Jam Puncak Desa Plumutan**

Tahun	Total (lt/dtk)
2023	3,37
2024	3,43
2025	3,48
2026	3,53
2027	3,59
2028	3,64
2029	3,70
2030	3,76
2031	3,81
2032	3,87
2033	3,93
2034	3,99
2035	4,05
2036	4,11
2037	4,18
2038	4,24
2039	4,31
2040	4,37
2041	4,44
2042	4,51

Tahun	Total (lt/dtk)
2043	4,58

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 3, diperlihatkan bahwa nilai proyeksi kebutuhan air baku pada jam puncak di Desa Plumutan mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Faktor pengali pada jam puncak merupakan waktu dimana terjadi pemakaian air tertinggi dalam kurun waktu 24 jam. Nilai kebutuhan air baku jam puncak terendah terjadi pada tahun 2023 dengan nilai sebesar 3,37 lt/dtk, sedangkan yang tertinggi terjadi pada tahun 2043 dengan nilai sebesar 4,58 lt/dtk. Untuk diperoleh nilai kebutuhan air baku yang lebih ringkas, maka dilakukan rekapitulasi hasil kebutuhan air baku tertinggi tiap 5 tahun. Untuk hasil dari rekapitulasi hasil kebutuhan air baku tertinggi tiap 5 tahun dapat diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 4: Nilai Kebutuhan Air Baku Tertinggi Tiap 5 Tahun**

Tahun	Total (lt/dtk)	Total (m <sup>3</sup> /dtk)
2028	3,64	0,0036
2033	3,93	0,0039
2038	4,24	0,0042
2043	4,58	0,0046

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 4, diperlihatkan bahwa nilai proyeksi kebutuhan air baku pada jam puncak tertinggi tiap 5 tahun di Desa Plumutan mengalami peningkatan pada setiap tahunnya.

### **Analisis Perhitungan Nilai Evapotranspirasi (ET<sub>0</sub>) Tahun 2021 dan 2022**

Tahapan awal dalam menganalisis ketersediaan air, sebelumnya diperlukan adanya analisis mengenai nilai evapotranspirasi. Untuk perhitungan nilai

evapotranspirasi menggunakan metode Penman-Monteith. Dari hasil analisis nilai evapotranspirasi pada tahun 2021 dan 2022 didapatkan nilai evapotranspirasi yang dapat diperlihatkan pada Tabel 5.

**Tabel 5: Rekapitulasi Hasil Nilai Evapotranspirasi (ET<sub>0</sub>)**

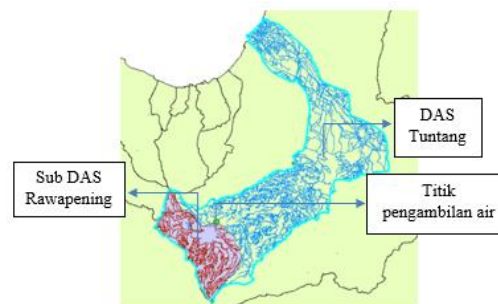
Bulan	ET <sub>0</sub> Tahun 2021 (mm/hari)	ET <sub>0</sub> Tahun 2022 (mm/hari)	ET <sub>0</sub> Rata-rata (mm/hari)
Jan	3,23	4,17	3,696
Feb	2,96	4,22	3,589
Mar	3,41	3,92	3,666
Apr	3,88	4,11	3,997
Mei	3,10	3,30	3,201
Jun	2,36	3,66	3,007
Jul	3,00	3,81	3,400
Agu	4,19	4,05	4,117
Sep	4,13	4,04	4,085
Okt	4,50	4,09	4,296
Nov	3,60	3,80	3,701
Des	3,53	3,90	3,716

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 5, diperlihatkan bahwa nilai evapotranspirasi pada tahun 2021 dan 2022 dicari nilai rata-ratanya. Untuk nilai evapotranspirasi terendah terjadi pada bulan Juni dengan nilai sebesar 3,007 mm/hari. Sedangkan untuk nilai evapotranspirasi tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan nilai sebesar 4,296 mm/hari.

### Analisis Perhitungan Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Tuntang

Dalam analisis perhitungan luas DAS Tuntang, menggunakan bantuan dari *software* ArcGis. Juga sebelumnya diperlukan adanya data pendukung berupa peta DEM, peta RBI, dan peta batas DAS se-Indonesia. Untuk hasil analisis perhitungan luas DAS Tuntang dapat diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1: Luas DAS Tuntang**

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Gambar 1, dapat diperoleh nilai dari luasan DAS Tuntang adalah sebesar 260,357 km<sup>2</sup>. Pengolahan penentuan luasan DAS tersebut menggunakan *software* ArcGIS. Luasan tersebut dapat diperoleh berdasarkan dari titik pengambilan air yang digunakan.

### Analisis Perhitungan Proyeksi Nilai Ketersediaan Air

Pada perhitungan proyeksi nilai ketersediaan air, menggunakan data pendukung berupa nilai evapotranspirasi dan luas DAS. Analisis perhitungan proyeksi nilai ketersediaan air dilakukan selama 10 tahun terakhir yaitu 2013-2022. Dalam menganalisis proyeksi nilai ketersediaan air berikut ini menggunakan metode F.J. Mock. Dengan metode F.J. Mock dapat digunakan untuk menentukan nilai ketersediaan air dengan perhitungan data curah hujan, karakteristik hidrologi, dan evapotranspirasi.

Adapun data yang asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas kelembaban tanah : 150 mm
2. Koefisien infiltrasi : 0,25
3. Faktor resesi : 0,95

Kapasitas kelembaban tanah atau SMC ditentukan oleh porositas lapisan tanah permukaan di DAS. Semakin tinggi porositas tanah, semakin tinggi juga tingkat kelembaban tanah, dengan kisaran nilai antara 50 mm hingga 200 mm. Sedangkan untuk penentuan

nilai koefisien infiltrasi dan faktor resesi dilakukan dengan cara *trial and error*, sehingga didapatkan aliran yang di harapkan. Tanah dengan porositas tinggi cenderung memiliki koefisien infiltrasi (*i*) yang besar, yang umumnya berada dalam rentang 0,2 hingga 0,5. Faktor resesi, sebagai perbandingan debit air tanah pada akhir bulan ke-*n* dengan awal bulan tersebut, memiliki nilai berkisar antara 0 hingga 1. Perhitungan proyeksi ketersediaan air tersebut dilakukan pada tahun 2013-2022, dan dilakukan pada tiap bulannya. Adapun untuk contoh perhitungan ketersediaan air pada bulan Januari 2022 sebagai berikut:

1. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Bulanan (EP)
 
$$EP = ET_0 \times \text{Jumlah Hari}$$

$$EP = 3,696 \times 31$$

$$EP = 114,581 \text{ mm/bulan}$$
2. Perhitungan Perbedaan Antara Evapotranspirasi Potensial Bulanan Dengan Evapotranspirasi Terbatas (E)
 
$$E = EP \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n)$$

$$E = 114,581 \times \left(\frac{0,3}{20}\right) \times (18 - 19)$$

$$E = -1,719 \text{ mm/bulan}$$
3. Perhitungan Evapotranspirasi Terbatas (E<sub>t</sub>)
 
$$E_t = EP - E$$

$$E_t = 114,581 - (-1,719)$$

$$E_t = 116,300 \text{ mm/bulan}$$
4. Perhitungan Keseimbangan Air Di Permukaan Tanah ( $\Delta S$ )
 
$$\Delta S = P - E_t$$

$$\Delta S = 378,5 - 116,300$$

$$\Delta S = 262,200 \text{ mm}$$
5. Perhitungan Besar *Soil Storage* ( $SM_{\text{seb}} + \Delta S$ )
 
$$SM_{\text{seb}} + \Delta S = 150 + 262,200$$

$$SM_{\text{seb}} + \Delta S = 412,200 \text{ mm} > SMC, \text{ maka}$$

$$SMC = 150 \text{ mm}$$
6. Perhitungan *Soil Storage* (SS)
 

Karena nilai  $SM_{\text{seb}} + \Delta S$  lebih besar dari nilai SMC, maka formula persamaan *Soil Storage* (SS) yaitu:

$$SS = SMC - SM_{\text{seb}}$$

$$SS = 150 - 150$$

- $$SS = 0 \text{ mm}$$
7. Perhitungan *Water Surplus* (WS)
 
$$WS = \Delta S - SS$$

$$WS = 262,200 - 0$$

$$WS = 262,200 \text{ mm}$$
  8. Perhitungan Infiltrasi (I)
 
$$I = WS \times i$$

$$I = 262,200 \times 0,25$$

$$I = 65,550 \text{ mm}$$
  9. Perhitungan *Ground Water Storage* (V<sub>n</sub>)
 
$$V_n = k \times (V_{n-1}) + 0,5 \times (1 + k) \times I$$

$$V_n = 0,95 \times (0) + 0,5 \times (1 + 0,95) \times 65,550$$

$$V_n = 63,911 \text{ mm}$$
  10. Perhitungan Perubahan Tampang ( $\Delta V$ )
 
$$\Delta V = V_n - (V_{n-1})$$

$$\Delta V = 63,911 - 0$$

$$\Delta V = 63,911 \text{ mm}$$
  11. Perhitungan Aliran Dasar (BF)
 
$$BF = I - \Delta V$$

$$BF = 65,550 - 63,911$$

$$BF = 1,639 \text{ mm}$$
  12. Menghitung Aliran Permukaan (DR)
 
$$DR = WS - I$$

$$DR = 262,200 - 65,550$$

$$DR = 196,650 \text{ mm}$$
  13. Menghitung Aliran Sungai (R)
 
$$R = BF + DR$$

$$R = 1,639 + 196,650$$

$$R = 198,289 \text{ mm}$$
  14. Menghitung Debit Andalan (Q<sub>a</sub>)
 
$$Q_a = \frac{R \times \text{Luas DAS}}{T}$$

$$Q_a = \frac{0,198 \times 260357100}{2678400}$$

$$Q_a = 19,275 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Berdasarkan perhitungan ketersediaan air di atas, perhitungan proyeksi ketersediaan air menggunakan metode F.J. Mock perlu dilakukan tahapan kalibrasi. Tahapan kalibrasi tersebut dilakukan untuk memastikan keakuratan dari data perhitungan tersebut. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan antara nilai ketersediaan air perhitungan tahun 2022 dengan metode F.J. Mock dengan perhitungan ketersediaan air dari data BBWS Pemali Juwana. Tahapan kalibrasi dilakukan dengan cara menghitung parameter nilai koefisien korelasi (*r*). Adapun untuk

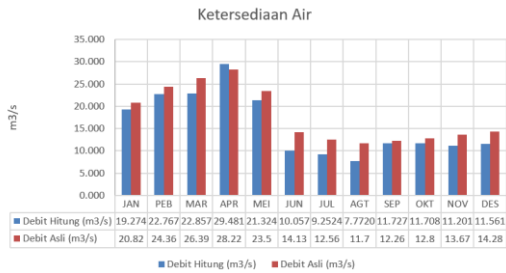
perhitungan nilai parameter koefisien korelasi sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_i^2 + (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n Y_i^2 + (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

$$r = \frac{46240,275 - 40573,583}{\sqrt{80,562} \sqrt{71,849}}$$

$$r = 0,979$$

Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi pada perhitungan diatas, dapat diperoleh nilai r sebesar 0,979 dimana berada di antara 0,7-1,0 yang menunjukkan nilai korelasi yang tinggi. Adapun untuk Grafik perbandingan antara nilai Q hitung dan Q observasi dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



**Gambar 2: Kalibrasi Perhitungan Proyeksi Ketersediaan Air**

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Gambar 2, dapat diperoleh nilai dari perhitungan proyeksi ketersediaan air dengan metode F.J. Mock dengan nilai ketersediaan air dari data BBWS memiliki tingkat kemiripan yang hampir sama. Untuk diperoleh nilai debit aliran pada ketersediaan air yang lebih akurat dan tepat, maka dilakukan perhitungan nilai ketersediaan air selama 10 tahun terakhir. Untuk rekapitulasi nilai ketersediaan air dari tahun 2013 sampai 2022 dapat diperlihatkan pada Tabel 6.

**Tabel 6: Rekapitulasi Perhitungan Ketersediaan Air Tahun 2013-2022**

Tahun	Bulan (m³/dtk)					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
2013	21,51	17,64	12,84	21,26	18,40	2,591

Tahun	Bulan (m³/dtk)					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
2014	9,81	14,91	1,82	0,90	3,93	2,557
2015	9,87	7,30	9,81	3,13	8,84	0,787
2016	8,79	23,47	7,67	11,04	2,61	1,160
2017	24,16	18,71	5,16	17,60	19,06	0,925
2018	10,03	26,67	6,52	8,37	2,27	0,777
2019	10,56	30,99	12,90	6,71	3,68	0,998
2020	18,52	12,88	8,59	36,17	30,26	1,482
2021	25,52	25,64	21,71	24,76	17,88	14,453
2022	19,28	22,77	22,86	29,48	21,33	10,057

Tahun	Bulan (m³/dtk)					
	Jul	Agt	Sep	Okto	Nov	Des
2013	5,527	4,138	1,122	1,032	1,013	9,304
2014	3,032	1,820	0,494	0,454	2,377	2,286
2015	2,315	1,944	0,527	0,485	0,594	2,271
2016	8,655	12,688	5,441	8,053	6,053	3,989
2017	2,722	2,287	0,620	0,570	3,213	8,062
2018	1,872	1,572	0,427	0,392	1,250	6,882
2019	2,935	2,466	0,669	0,615	0,604	7,526
2020	4,360	3,662	5,285	3,497	1,599	13,105
2021	10,555	8,866	3,416	3,272	7,284	8,665
2022	9,252	7,772	11,727	11,709	11,201	11,562

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 6, diperlihatkan bahwa perhitungan nilai ketersediaan air atau debit andalan pada sumber air dilakukan pada bulan Januari hingga bulan Desember, dan dilakukan selama sepuluh tahun terakhir. Setelah mendapatkan hasil perhitungan debit aliran air pada sumber air selama sepuluh tahun terakhir, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai ketersediaan air Q90%. Perhitungan dalam mencari nilai ketersediaan air Q90% tersebut dibantu dengan menggunakan cara metode Weibull. Nilai Q90% memiliki arti bahwa nilai debit andalan atau ketersediaan air memiliki nilai reliabilitas 90%. Berdasarkan SNI 6738:2015 tentang Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit, nilai ketersediaan air atau debit andalan untuk kebutuhan air baku adalah 90%. Adapun untuk hasil rekapitulasi



perhitungan nilai proyeksi ketersediaan air Q90% dapat diperlihatkan pada Tabel 7.

**Tabel 7: Rekapitulasi Perhitungan Ketersediaan Air Q90%**

Q	Bulan (m <sup>3</sup> /dtk)					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
9,091%	25,521	30,992	22,857	36,166	30,255	14,453
18,18%	24,163	26,670	21,711	29,482	21,325	10,057
27,27%	21,506	25,642	12,902	24,760	19,058	2,591
36,36%	19,275	23,474	12,842	21,260	18,402	2,557
45,46%	18,524	22,768	9,809	17,602	17,880	1,482
54,55%	10,564	18,705	8,593	11,037	8,841	1,160
63,64%	10,028	17,642	7,672	8,369	3,927	0,998
72,73%	9,870	14,910	6,515	6,713	3,678	0,925
81,82%	9,808	12,876	5,163	3,127	2,609	0,787
90%	8,890	7,857	2,157	1,127	2,302	0,778
90,91%	8,788	7,299	1,823	0,904	2,268	0,777
Tahun	Bulan (m <sup>3</sup> /dtk)					
	Jul	Agt	Sep	Okto	Nov	Des
9,091%	10,555	12,688	11,727	11,709	11,201	13,105
18,18%	9,252	8,866	5,441	8,053	7,284	11,562
27,27%	8,655	7,772	5,285	3,497	6,053	9,304
36,36%	5,527	4,138	3,416	3,272	3,213	8,665
45,46%	4,360	3,662	1,122	1,032	2,377	8,062
54,55%	3,032	2,466	0,669	0,615	1,599	7,526
63,64%	2,935	2,287	0,620	0,570	1,250	6,882
72,73%	2,722	1,944	0,527	0,485	1,013	3,989
81,82%	2,315	1,820	0,494	0,454	0,604	2,286
90%	1,916	1,597	0,433	0,398	0,595	2,273
90,91%	1,872	1,572	0,427	0,392	0,594	2,271

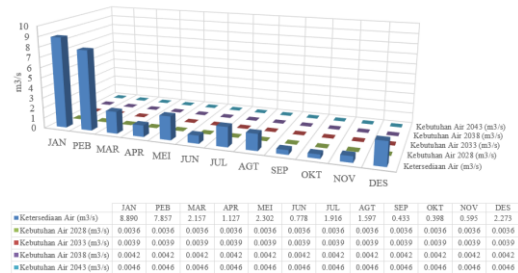
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 7, diperlihatkan bahwa perhitungan nilai ketersediaan air Q90% dapat diperlihatkan pada kolom yang diberi *highlight* warna kuning.

### Neraca Air

Neraca air merupakan hubungan yang menunjukkan antara keterkaitan kebutuhan air baku dengan ketersediaan air. Neraca air umumnya diperlihatkan dengan sebuah gambar grafik, yang dapat memberikan informasi mengenai ketersediaan air dapat mencukupi kebutuhan air baku yang dibutuhkan. Nilai

grafik neraca air dapat diperlihatkan pada Gambar 3.

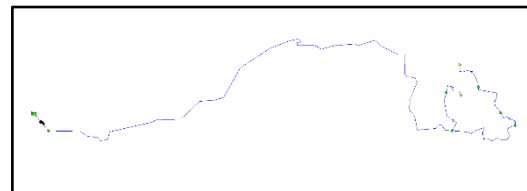


**Gambar 3: Grafik Neraca Air**

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

### Perencanaan Jaringan Distribusi Pada Epanet 2.2

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan pemodelan dalam penyediaan air baku pada Desa Plumutan. Perencanaan pemodelan menggunakan Epanet 2.2 meliputi peta perencanaan jaringan hingga spesifikasi pompa maupun pipa yang digunakan. Perencanaan jaringan distribusi Epanet 2.2 dilakukan pada per 5 tahun yaitu 2028, 2033, 2038, dan 2043. Adapun untuk perencanaan pemodelan menggunakan Epanet 2.2 diperlihatkan pada Gambar 4.



**Gambar 4: Perencanaan Jaringan Distribusi Pada Epanet 2.2**

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Gambar 4, dapat diperoleh perencanaan jaringan distribusi pada Epanet 2.2. Kemudian dilakukan *run* pada perencanaan di Epanet 2.2 tersebut agar didapatkan hasil simulasi mengenai perencanaan jaringan distribusi. Hasil simulasi Epanet 2.2 pada tahun 2028 hingga 2043 dapat diperlihatkan pada Tabel 8 sampai Tabel 11.

**Tabel 8: Hasil Simulasi Epanet 2.2 Tahun 2028**

Seg men	Titik mulai	Titik tujuan	Pressure( mH2O)	Headloss (m/km)	Velocity (m/d)
1	Sumber air	IPA	13,71	-13,71	0
2	IPA	RSV Karet	199,84	0,13	0,11
3	RSV Karet	RSV Kalisari	362,36	0,27	0,11
4	RSV Kalisari	RSV Krajan	374,80	0,53	0,12
5	RSV Karet	RSV Randusari	283,37	0,40	0,15
6	RSV Randusari	RSV Muningsari	294,83	0,56	0,16
7	RSV Muningsari	RSV Jatisari	361,45	1,92	0,24
8	RSV Jatisari	RSV Karangwuni	384,67	0,53	0,12

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

**Tabel 10: Hasil Simulasi Epanet 2.2 Tahun 2038**

Seg men	Titik mulai	Titik tujuan	Pressure( mH2O)	Headloss (m/km)	Velocity (m/d)
1	Sumber air	IPA	13,64	-13,64	0
2	IPA	RSV Karet	198,90	0,17	0,12
3	RSV Karet	RSV Kalisari	361,27	0,35	0,12
4	RSV Kalisari	RSV Krajan	373,54	0,69	0,14
5	RSV Karet	RSV Randusari	281,99	0,52	0,17
6	RSV Randusari	RSV Muningsari	293,28	0,74	0,18
7	RSV Muningsari	RSV Jatisari	358,88	2,50	0,28
8	RSV Jatisari	RSV Karangwuni	381,86	0,69	0,14

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

**Tabel 9: Hasil Simulasi Epanet 2.2 Tahun 2033**

Seg men	Titik mulai	Titik tujuan	Pressure( mH2O)	Headloss (m/km)	Velocity (m/d)
1	Sumber air	IPA	13,68	-13,68	0
2	IPA	RSV Karet	199,39	0,15	0,11
3	RSV Karet	RSV Kalisari	361,83	0,31	0,11
4	RSV Kalisari	RSV Krajan	374,19	0,61	0,13
5	RSV Karet	RSV Randusari	282,70	0,45	0,16
6	RSV Randusari	RSV Muningsari	294,08	0,65	0,17
7	RSV Muningsari	RSV Jatisari	360,21	2,20	0,26
8	RSV Jatisari	RSV Karangwuni	383,31	0,61	0,13

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

**Tabel 11: Hasil Simulasi Epanet 2.2 Tahun 2043**

Seg men	Titik mulai	Titik tujuan	Pressure( mH2O)	Headloss (m/km)	Velocity (m/d)
1	Sumber air	IPA	13,59	-13,59	0
2	IPA	RSV Karet	198,26	0,20	0,13
3	RSV Karet	RSV Kalisari	360,52	0,40	0,13
4	RSV Kalisari	RSV Krajan	372,68	0,80	0,15
5	RSV Karet	RSV Randusari	281,04	0,60	0,18
6	RSV Randusari	RSV Muningsari	292,21	0,85	0,20
7	RSV Muningsari	RSV Jatisari	357,11	2,90	0,30
8	RSV Jatisari	RSV Karangwuni	379,93	0,80	0,15

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan perencanaan penyediaan air baku menggunakan program Epanet 2.2 Di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan penduduk di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak dari tahun 2023 hingga 2043 mencapai total 79.572 jiwa. Pertumbuhan tertinggi per 5 tahun mengalami peningkatan signifikan, yaitu pada tahun 2028 sebesar 3.496 jiwa, tahun 2033 sebesar 3.733 jiwa, tahun 2038 sebesar 4.073 jiwa, dan pada tahun 2043 sebesar 4.393 jiwa. Dari hasil pertumbuhan penduduk tersebut, kebutuhan air baku di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak per 5 tahun dari tahun 2023 hingga 2043 juga mengalami kenaikan. Pada tahun 2028, jumlahnya sebesar 0,0036 m<sup>3</sup>/dtk, meningkat menjadi 0,0039 m<sup>3</sup>/dtk pada tahun 2033, kemudian meningkat lagi menjadi 0,0042 m<sup>3</sup>/dtk pada tahun 2038, dan pada tahun 2043 meningkat menjadi 0,0046 m<sup>3</sup>/dtk. Untuk memenuhi kebutuhan air baku, diperlukan sumber air yang cukup. Sumber air yang digunakan adalah Sungai Tuntang, dengan jumlah debit air yang sangat bervariasi setiap bulannya, yaitu pada bulan Januari sebesar 8,890 m<sup>3</sup>/dtk, Februari sebesar 7,857 m<sup>3</sup>/dtk, Maret sebesar 2,157 m<sup>3</sup>/dtk, April sebesar 1,127 m<sup>3</sup>/dtk, Mei sebesar 2,302 m<sup>3</sup>/dtk, Juni sebesar 0,778 m<sup>3</sup>/dtk, Juli sebesar 1,916 m<sup>3</sup>/dtk, Agustus sebesar 1,597 m<sup>3</sup>/dtk, September sebesar 0,433 m<sup>3</sup>/detik, Oktober sebesar 0,398 m<sup>3</sup>/detik, November sebesar 0,595 m<sup>3</sup>/dtk, dan Desember sebesar 2,273 m<sup>3</sup>/dtk. Dari hasil debit air pada Sungai Tuntang ketersediaan air pada sungai Tuntang dapat memenuhi kekurangan air di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak untuk tiap bulannya dari tahun 2023 – 2043.
2. Perencanaan jaringan distribusi air baku dengan program Epanet 2.2 di Desa Plumutan, Kecamatan Bancak menggunakan pipa jenis HDPE dengan

diameter pipa 140 mm, 90 mm, 75 mm, dan 50 mm. Adapun pompa yang digunakan adalah pompa merk Ebara *type* 100 × 80 MS-2.

## SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapatkan dari penelitian ini maka dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Dari hasil ketersediaan air yang sumbernya berasal dari Sungai Tuntang, maka ketersediaan air yang terdapat di Sungai Tuntang juga bisa dapat digunakan oleh Desa lain yang mengalami kekeringan.
2. Pada penelitian selanjutnya bisa ditambahkan kebutuhan air untuk keperluan lahan pertanian dan peternakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amrul, A.A., Haribowo, R., dan Sholichin, M. (2022): Perencanaan jaringan distribusi air bersih di perumahan Grand Arfa Wulandira kabupaten Serang dengan aplikasi *WaterCAD CONNECT edition*, *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, ISSN 041-054, 2 (1), 42.
- Apridayanti, E. (2008): *Evaluasi pengelolaan lingkungan perairan waduk lahor Kabupaten Malang Jawa Timur*, Tesis Sarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang, 30.
- Badan Pusat Statistik. (2022): *Kecamatan Bancak dalam angka 2022*, Jakarta: Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, ISSN 2828-9617, 22.
- Badan Pusat Statistik. (2023): *Kecamatan Bancak dalam angka 2023*, Jakarta: Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, ISSN 2828-9617, 22.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008): Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air (SNI 6773:2008), Bandung: Badan Standarisasi Nasional. 5-7.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008): Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air (SNI 6774:2008),

- Bandung: Badan Standarisasi Nasional. 5.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015): Perhitungan debit andalan sungai dengan kurva durasi debit (SNI 6738:2015), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 2.
- Sidiq, M.F., Triyono., dan Prihandoko, D. (2021): perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum untuk IKK kecamatan Mojotengah PDAM Kabupaten Wonosbo, *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, ISSN 2716-2447, 21 (1), 75-76.
- Benyamin, L. (2002): *Dasar-dasar klimatologi*, Jakarta: Raja Grafindo Persada, ISBN 979-421-471-5, 15.
- Bernhardsen, T. (2002): *SPSS 22 Geographic information system: an introduction, 3<sup>rd</sup> edition*, Canada: John Wiley and Sons Ltd, ISBN 978-0-471-41968-6, 2.
- Chandra, B. (2007): *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta: Kedokteran EGC, ISBN 979-448-796-1, 25.
- Indarto., Wahyuningsih, S., Pudjojono, M., Ahmad, H., dan Yusron, A. (2014): Studi pendahuluan tentang penerapan metode ambang bertingkat untuk analisis kekeringan hidrologi pada 15 DAS di wilayah Jawa Timur, *Jurnal Agroteknologi*, 8 (2), 112.
- Joko, T. (2010): *Unit air baku dalam sistem peneydiaan air minum*, Jakarta: Graha Ilmu, ISBN 978-979-756-596-1, 10.
- Kalensun, H. (2016): Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan, *Jurnal Sipil Statik*, 4 (2), 105-115.
- Kartini., dan Anggraini, I.M. (2018): *Optimalisasi pemanfaatan air baku sungai jawi guna peningkatan penyediaan air bersih Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat*, Pontianak: Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, E-ISBN 978-602-8355-65-0, 213.
- Keputusan Direktorat Jenderal Cipta Karya Republik Indonesia. Nomor 61/KPTS/CK/Tahun 1998 Tentang Petunjuk Teknis Perencanaan, Pelaksanaan, dan Pengawasan Pembangunan Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Perkotaan. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Keputusan Direktorat Jenderal Cipta Karya Republik Indonesia. Nomor 211/KPTS/CK/Tahun 1994 Tentang Petunjuk Teknis Perencanaan, Pelaksanaan, dan Pengawasan Pembangunan Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Perkotaan. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Kodoatie, R.J., dan Roestam, S. (2005): *Pengelolaan sumber daya air terpadu*, Yogyakarta: Andi, ISBN 979-731-744-7, 10.
- Suseno, D. P., dan Ashar, F. (2023): Analisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Jrasah Kota Semarang, *Journal of Civil Engineering and technology Science*, 2(3), 1-11, ISSN 2963-7244.
- Kusumakerti, N.W. (2020): *Perbedaan kualitas bakteriologi air minum isi ulang sebelum dan sesudah proses pengolahan*, Tugas Akhir Program Studi Sanitasi Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar, 6-9.
- Nelwan, F., Wuisan, E.M., dan Tanudjaja, L. (2013): *Perencanaan jaringan air minum Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*, *Jurnal Sipil Statik*, 1(10), 236-289.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia. Nomor 23 Tahun 2006 Tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah. Jakarta: Kementerian Dalam Negeri.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Nomor 492/MENKES/PER/IV/ Tahun 2010

- Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta:Kementerian Kesehatan.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Nomor 18/PRT/M/Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Nomor 27/RT/M/Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Ramadhan, A. (2014): Analisis hidrolika sistem jaringan distribusi air minum di komplek perumahan P.T. Pusri Palembang menggunakan Epanet, *Jurnal Teknil Sipil dan Lingkungan*, ISSN 2355-337410, 2 (2), 530-531.
- Rossmann, L.A. (2000): *Epanet Users Manual*, Cincinnati: Ekamitra Engineering, ISBN 979-98486-7-9, 1-3.
- Santosa, B. (2020): Ketersediaan air irigasi, *Civil Engineering*, 4, 8-29.
- Sidiq, M.F., Triyono., dan Prihandoko, D. (2021): perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum untuk IKK kecamatan Mojotengah PDAM Kabupaten Wonosbo, *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, ISSN 2716-2447, 21 (1), 75-76.
- Sihombing, D.E. (2020): *Analisis debit andalan untuk kebutuhan air irigasi di Desa Menanga Tengah kecamatan Semendawai Barat Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, 11.
- Sisca, S., M.Si. (2016): Penentuan kualitas air minum sisi ulang terhadap kandungan nitrat, besi, mangan, kekeruhan,ph, bakteri *E.coil* dan *coliform*, *Chempublish Journal*, ISSN 2503-4588, 1 (2), 22.
- Soemarto, C.D. (1987): *Hidrologi Teknik*, Surabaya: Usaha Nasional, 1-3...