

Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0 Pada Perumahan Graha Cemerlang

Trivana Illa*¹, Mary Selintung*², Hanna Mariani Singgih *³

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia adetrivana@gmail.com*¹

*^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia maryselintung@yahoo.co.id*² dan hannasinggih@yahoo.com*³

Corresponding Author: adetrivana@gmail.com

Abstrak

Air bersih adalah sumber daya utama kebutuhan manusia yang bermutu baik untuk mengkonsumsi atau dipergunakan dalam kegiatan sehari-hari termasuk untuk upaya pemberdayaan memelihara dan menjaga melindungi kebersihan. PDAM Kota Maros dituntut mampu memenuhi kebutuhan air tersebut yang digunakan kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Kebutuhan manusia akan meningkat dari waktu ke waktu karena meningkatnya jumlah manusia memerlukan air tersebut. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan air tersebut adalah dengan mengembangkan jaringan pipa. Program Epanet 2.0 dapat membantu melakukan analisis jaringan pipa dengan mudah. Epanet 2.0 sendiri adalah program komputer yang memudahkan bagi seseorang untuk menggambarkan kondisi suatu pipa sehingga mendapatkan hasil pula dan merancang model jaringan pipa sehingga bisa mempermudah pekerja menggambarannya tanpa harus melakukan rancangan dilapangan. Dengan hasil yang didapatkan seperti tekanan, kecepatan aliran serta debit yang merupakan hasil yang diharapkan. Dalam penulisan ini, Perumahan Graha Cemerlang yang dijadikan sebagai objek penelitian air bersih yang dijangkau oleh masyarakat yang menghuni Perumahan Graha Cemerlang. Mengetahui kebutuhan air bersih pada perumahan Graha Cemerlang di tahun 2021 dan mengetahui jaringan pipa air bersih pada Perumahan Graha Cemerlang sudah mampu melayani Perumahan Graha Cemerlang dengan jumlah rumah yang berlangganan pada Perumahan Graha Cemerlang yaitu 330 unit memiliki total kebutuhan 6,009 l/dtk dan hasil analisis jaringan pipa air bersih menghasilkan nilai sisa tekanan yang memenuhi kriteria hidrolis pada di tahun 2021.

Kata kunci: Bersih, Kebutuhan Air, Aplikasi Epanet 2.0

Abstract

Clean water is the main resource for human needs of good quality for consumption or use in daily activities, including efforts to empower, maintain and protect cleanliness. PDAM Kota Maros is demanded to be able to meet the water needs that are used by living things and the environment. Human needs will increase from time to time due to the increasing number of people needing this water. One way to meet the demand for water is to develop pipelines. In carrying out the analysis of clean water distribution piping networks, tools are needed to make it easier to carry out the analysis, such as the Epanet 2.0 program. The EPANET application is a computer program that provides hydraulic simulations and trends in the quality of water flowing through pipes. This software can model the design of a water distribution network using reservoirs, pumps, valves and connecting lines as symbols of the pipes used. EPANET 2.0 can determine the amount of pressure, flow velocity, and flow rate. In this writing, Graha Cemerlang Housing is used as the object of research on clean water accessible to the people living in Graha Cemerlang Housing. Knowing the need for clean water in Graha Cemerlang Housing in 2021 and knowing that the clean water pipeline network in Graha Cemerlang Housing has been able to serve Graha Cemerlang Housing with the number of houses that subscribe to Graha Cemerlang Housing, namely 330 units having a total requirement of 6.009 l/s and the results of network analysis clean water pipes produce a residual pressure value that meets the hydraulic criteria in 2021.

Keywords: Clean, Water Needs, Epanet Application 2.0

PENDAHULUAN

Air bersih adalah sumber daya utama untuk kebutuhan manusia yang bermutu baik untuk mengkonsumsi atau dipergunakan dalam aktivitas lain untuk kegiatan sehari-hari termasuk untuk upaya pemberdayaan memelihara dan menjaga melindungi kebersihan. PDAM memiliki peran yang berfungsi mengumpulkan dan mengolah hingga mendistribusikan ke masyarakat yang merupakan pelanggan dari PDAM. Program Epanet 2.0 dapat membantu dan memudahkan melakukan analisis jaringan pipa dengan mudah. Epanet 2.0 sendiri adalah program komputer yang memudahkan bagi seseorang untuk menggambarkan kondisi suatu pipa sehingga mendapatkan hasil pula. Selain itu Epanet 2.0 juga dapat merancang model jaringan pipa sehingga mendapatkan hasil juga dan merancang jaringan mempermudah pekerja menggambarkan tanpa harus melakukan di lapangan. Dengan hasil yang didapatkan seperti tekanan, kecepatan dan debit aliran yang merupakan hasil pula. Setiap wilayah memiliki kebutuhan air yang berbeda baik di daerah pedesaan dan perkotaan. Pola kehidupan bagi masyarakat perkotaan juga berbeda dengan masyarakat pedesaan sehingga salah satu standar kebutuhan air dapat dilihat dari wilayahnya. Oleh karena itu beberapa hal dapat dilihat standar kebutuhan air. Dalam penulisan ini, Perumahan Graha Cemerlang Kelurahan Hasanuddin Kecamatan Mandai Kabupaten Maros yang dijadikan sebagai objek penelitian air bersih yang dijangkau oleh masyarakat yang menghuni Perumahan Graha Cemerlang. Menggunakan aplikasi Epanet penanganan permasalahan air bersih dengan merencanakan distribusi air dengan software Epanet 2.0.

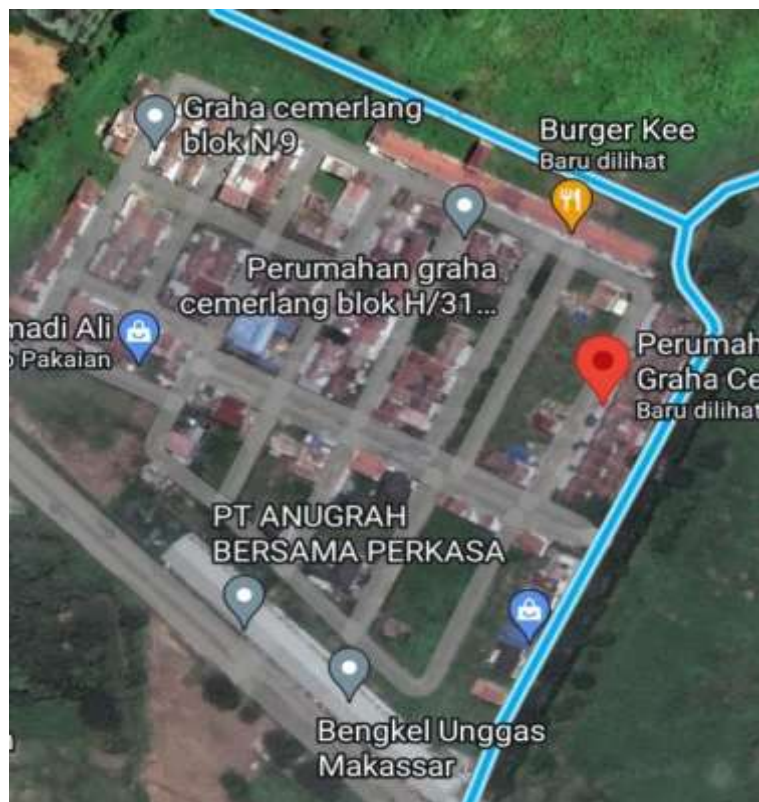
Penelitian sejenis yang pernah dilakukan antara lain Hamdani, Perencanaan Pipa Distribusi Air Bersih Kelurahan Sambaliung Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau, hasil penelitian pada tahun 2024 kelurahan Sambaliung memiliki kebutuhan air sebesar 12,640 liter/detik dengan kecepatan aliran 0,796 meter/detik untuk mampu memenuhi air bersih di kelurahan Sambaliung [1]. Feriliawati, Tinjauan Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih Dengan Menggunakan Software Epanet 2.0 Di Tegalsari, Glindah, Gresik, hasil penelitian, kebutuhan Tegalsari di tahun 2018 yaitu 0,278 liter/detik dan pada tahun 2028 menjadi 0,316 liter/detik dengan jumlah penduduk diproyeksikan 398 jiwa pada tahun 2028 [2]. S. Nugroho, I. Meicahayanti, dan J. Nurdiana, “Analisis Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)”, hasil penelitian, sesuai dengan Peraturan Meteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 bahwa tekanan 0,5 atm dengan aliran kecepatan air sebesar 0,3 m/s sudah sesuai dengan 7 junction telah memenuhi di kelurahan Harapan Baru Kota Samarinda [3]. Dwi, B. Santoso, “Analisis Jaringan pipa Distribusi Air Bersih Perumahan Golden Vienna ! dan 2 Kota Tangerang Selatan”, hasil penelitian analisis jaringan ini menggunakan simulasi Epanet 2.0 yang diketahui debit air yang terpenuhi sebesar 209.547 L/hari, sebanyak 15 pipa headlossnya tidak terpenuhi dan 2 pipa tidak sesuai dengan tekanan kriteria airnya sehingga di rekomendasikan untuk memperbaiki diameternya [4]. A. Ramdhan, “Analisis Hidrolika Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Di Komplek Perumahan P.T Pusri Palembang Menggunakan Epanet 2.0”, hasil penelitian, kebutuhan air untuk perumahan P.T. Pusri Palembang 2,44 liter/hari/m² dan kecepatan aliran 0,6 m/s mengakibatkan aliran menjadi terganggu sehingga perlu diperbaiki diameter pipa yang belum sesuai dengan distribusi penyebaran kebutuhan air [5]. R. Marlany, T. Sudi, dan S. Sukarman, “Analisis Kebutuhan Jaringan Air Bersih di Desa Laroonaha Menggunakan Software Epanet 2.0”, hasil penelitian, pada tahun 2019 dengan penduduk 429 jiwa di Desa Laroonaha memiliki kebutuhan air 0,23 liter/detik dan setelah dilakukan perhitungan 10 tahun kedepan maka tahun 2029 didapatkan kebutuhan air menjadi 0,7 liter/detik dengan jumlah penduduk 1165 jiwa yang telah diproyeksi dengan data yang ada [6]. S. Andry, “Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih di Kabupaten Maros Dengan Menggunakan Software Epanet 2.0”, hasil penelitian, kebutuhan air dari IPA Bantimurung sebesar 116,926 liter/detik dan Pattotongan 130 liter/detik memenuhi kota Maros dengan pemakaian jam puncak tertinggi 68,3 dan tekanan terendah 1,08 m [7]. Salsa, “Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Distribusi

Jaringan PDAM Persemaian Kota Tarakan (Studi Kasus Kecamatan Tarakan Barat)”, hasil penelitian, hasil epanet 2.0 pada tahun 2026 diperoleh total kebutuhan air sebanyak 335,863 L/dtk sehingga nilai banyaknya air ini sesuai dengan eksisting pipa yang ada masih mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih di kecamatan Tarakan Barat [8]. Nathan, “Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0 (Studi Kasus Perumahan Telkomas Kecamatan Tamalanrea), hasil penelitian kebutuhan air saat sekarang di Perumahan Telkomas dengan jumlah rumah 405 rumah, dimana jumlah kebutuhan air harian rata-rata, didapatkan kebutuhan air 340.200 liter/hari, dengan kebutuhan rata-rata 391.230 liter/hari dan pada saat jam puncak nilainya menjadi 7,924 liter/detik[9]. A. Paronan, “Analisis kinerja Jaringan Sistem Distribusi Air Bersih di Kabupaten Ende”, hasil penelitian kapasitas produksi saat ini adalah 70 liter/detik. Sementara kebutuhan yang diperlukan dengan 190 liter/detik pada tahun 2016. PDAM bias melihat bahwa memproduksi untuk kapasitas air harus lebih besar untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat.

METODOLOGI

1. Lokasi penelitian

Penelitian yang dilakukan untuk meneliti yaitu Perumahan Graha Cemerlang Hasanuddin Kecamatan Mandai Kabupaten Maros



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan terhitung dari 15 Juli 2022 – 29 Agustus 2022

3. Metode Pengumpulan Data

- a. Persiapan
 - Mempelajari dan menganalisis dokumen atau referensi yang berkaitan dengan penelitian ini dari

beberapa sumber baik dari perpustakaan, artikel dan internet.

- Mempelajari menggunakan aplikasi *Epanet 2.0* untuk penelitian ini

b. Pengumpulan data sekunder

Metode pengumpulan data diamati secara langsung dan mengambil data dari kantor PDAM Kabupaten Maros. Berikut data-data yang diperlukan:

- Peta lokasi Perumahan Graha Cemerlang
- Data pelanggan PDAM pada Perumahan Graha Cemerlang
- Total rumah dan total fasilitas umum yang ada di Perumahan Graha Cemerlang
- Gambar jaringan perpipaan Perumahan Graha Cemerlang
- Nilai elevasi perpipaan Perumahan Graha Cemerlang
- Nilai diameter dan panjang pipa

4. Analisis Data

Menunjukkan Perumahan Graha Cemerlang di Kota Maros termasuk dalam kategori jenis kota yang menurut Standar Kebutuhan Air rumah tangga. Setelah diketahui maka melakukan analisis ketersediaan kebutuhan air domestik dan non domestik

a. Populasi dan Sampel

Jumlah dalam perumahan Graha Cemerlang 350 unit. Sampel adalah bagian kecil yang diambil dari bagian populasi sesuai prosedur tertentu. Maka banyaknya sampel yang diambil dari banyaknya populasi perumahan Graha Cemerlang adalah 78 unit rumah

b. Hasil Pembahasan Kuesioner

Jumlah responen yang didapatkan saat mengadakan pelaksanaan kegiatan kuesioner adalah 78 responden dimana terdapat 78 unit menggunakan sumber air PDAM.

c. Analisis Kesiapan Pemenuhan Air

Perhitungan volume air yang dibutuhkan untuk memehi kebutuhan tamping air bersih mastarakat Perumahn Graha Cemerlan dengan pengambilan data di kantor PDAM Maros. Ada 2 jenis kebutuhan air:

- Kebutuhan air domestik

Untuk mendapatkan nilai kebutuhan air maka rumus yang digunakan yaitu jumlah penduduk dikali dengan jumlah kebutuhan

- Kebutuhan air nondomestik

Sedangkan untuk mendapatkan nilai kebutuhan air nondomestik maka diperlukan jumlah fasilitas umum yang ada dikali dengan nilai kebutuhan air nondomestic

- Kehilangan air

Kehilangan air adalah selisih antara debit air yang diproduksi dengan debit air yang dikonsumsi tercatat. Dan diperhitungkan kehilangan air yang besarnya diperkirakan sebanyak 15%-20%

d. Analisis Jaringan Pipa

Setelah mendapatkan nilai debit haria dari kebutuhan air domestik dan non domestik maka analisis jaringan pipa dapat dihitung.

e. Analisis Aplikasi Epanet 2.0

Adapun langkah kerja yang dilakukan untuk memulai analisis dengan program Epanet adalah sebagai berikut:

- Pembuatan project

Menyiapkan model jaringan pipa yang dibuat disesuaikan dengan peta jarimgan pipa tersebut.

File peta jaringan pipa harus dalam format BMP disebut juga sebagai backdrop epanet. Pengaturan program epanet juga dilakukan sebelum penginputan data-data jaringan sistem yang telah didapatkan dari pihak PDAM Maros

- **Input data komponen jaringan distribusi air bersih**
Dari data peta jaringan pipa seperti panjang antar node, diameter pipa, jenis pipa dibuat didalam epanet. Untuk lebih memudahkan melakukan evalusai maka penamaan pipa dibuat sendiri. Kebutuhan air yang telah didapatkan dari perhitungan dimasukkan pada node-node tersebut. Data yang telah dimasukkan sudah siap untuk simulasi dengan melakukan run pada model yang telah dibuat. proses run pada program ini akan melakukan perhitungan sampai terjadi keseimbangan hidrolis.
- **Hasil Run dan Model**
Apabila run successful maka akan ditampilkan data untuk pengecekan data yang sudah sesuai ditetapkan. Pada saat pengecekan data apabila terdapat data yang tidak sesuai (unsuccessful) dengan standar maka perlu dilakukan perbaikan- perbaikan terhadap model dan data yang dimasukkan hingga sesuai standar yang ditentukan. Kemudian dilakukan run hingga hasil run menjadi success. Setelah run success terjadi sesuai dengan kriteria yang diinginkan maka dapat dilihat hasilnya. Simulasi model epanet dapat dibuat model yang sama untuk kondisi jaringan pada 10 tahun mendatang.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

a. Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini, yang menjadi populasi penelitian adalah seluruh jumlah rumah yang berada di dalam Perumahan Graha Cemerlang Maros. Dimana jumlah dalam perumahan Graha Cemerlang 350 unit. Sampel adalah bagian terkecil yang diambil dari bagian populasi sesuai prosedur tertentu. Dari rumus diatas maka banyaknya sampel yang diambil dari banyaknya populasi perumahan Graha Cemerlang adalah 78 unit rumah

b. Hasil Pembahasan Kuesioner

Jumlah responden yang didapatkan saat mengadakan pelaksanaan kegiatan kuesioner adalah 78 responden dimana terdapat 78 unit menggunakan sumber air PDAM. Pada tingkat kepercayaan masyarakat menggunakan PDAM dapat diketahui bahwa pemakaian air PDAM masih mampu mendistribusi air PDAM ke Perumahan Graha Cemerlang. Jadi pendistribusian air dari PDAM Kota Maros masih memenuhi kebutuhan air untuk Perumahan Graha Cemerlang.

c. Analisis Kebutuhan Air

Dari data dapat dilakukan perhitungan untuk menunjukkan Perumahan Graha Cemerlang termasuk dalam kategori jenis kota dengan memerhatikan standar kebutuhan.

Diketahui : total pemakaian air 2021 adalah 59526 m³
 Total pelanggan 330 unit

Maka:

Kebutuhan air = jumlah rumah × jumlah orang per rumah × pemakaian air per orang per hari
Total pemakaian air per tahun = 59526 m³

Jumlah pengguna = 330 × 5 = 1650 orang

Sehingga dapat diketahui bahwa Perumahan Graha Cemerlang di Kota Maros termasuk dalam Kota Sedang yang sesuai dengan Standar air berdasarkan jenis kota.

1. Perhitungan kebutuhan air tahun 2021
 - A. pada kebutuhan Domestik

Perumahan Graha Cemerlang mempunyai 330 unit rumah dan fasilitas dan yang menggunakan air PDAM saat ini adalah 236 rumah. Untuk mendapatkan kebutuhan air saat sekarang yang ada di perumahan Graha dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah penduduk} &= 236 \text{ rumah} \times 5 \text{ org} \\ &= 1180 \text{ orang} \\ \text{Qd(debit harian rata)} &= \text{Jumlah penduduk} \times q \\ &= 1180 \text{ org} \times 100 \text{ liter/hari} \\ &= 118000 \text{ l/hri} = 1,365 \text{ l/dtk} \\ \text{Qh(kehilangan air)} &= 1,365 \times 0,2 \\ &= 0,273 \\ \text{Qtot} &= 1,365 + 0,273 \\ &= 1,638 \text{ l/dtk}\end{aligned}$$

Pada perhitungan debit air pada tahun 2021 dengan jumlah langganan 236 rumah di Perumahan Graha Cemerlang yaitu 1,638 liter/detik untuk jumlah kebutuhan air harian rata-rata.

B. pada kebutuhan Non domestik

Ada beberapa fasilitas nondomestik yang dihitung dengan jumlah orang tiap niaga adalah 5 orang.

- Reservoir hingga node 1 terdapat

Sehingga didapatkan nilai debit harian yaitu 29750 l/hari

- Node 1 hingga node 2 terdapat

Sehingga didapatkan nilai debit harian yaitu 9000 l/hari

- Node 2 hingga node 3 terdapat

Sehingga didapatkan nilai debit harian yaitu 16800 l/hari

- Node 53 hingga node 54 terdapat

Dengan jumlah minimal pengunjung ibadah 20 orang didapatkan nilai debit harian yaitu 6000 l/hari. Total kebutuhan harian pada perhitungan fasilitas nondomestik di Perumahan Graha Cemerlang 115550 l/hari dengan kehilangan air 23110 l/hari sehingga total harian rata-rata 138660 l/hari atau 1,604 l/detik.

d. Pembahasan

1. PDAM Tirta Bantimurung Maros masih dapat mampu melayani perumahan Graha Cemerlang karena memiliki tingkat kepercayaan yang dapat dilihat dalam hasil kuesioner yang telah dilaksanakan. Hasil kuesioner yang didapatkan bahwa 78 sampel unit yang mewakili 330 unit tersebut memiliki aliran air yang lancar.
2. Pada analisis kebutuhan air total yang telah dihitung didapatkan 3,242 l/dtk untuk pemakaian air pada Perumahan Graha Cemerlang yang terbagi dalam kebutuhan air domestik 1,638 l/dtk dan kebutuhan nondomestik 1,604 l/dtk
3. Pada analisis jaringan pipa, nilai sisa tekanan yang tertinggi jatuh pada node 1 dengan nilai 18,46 m dan nilai sisa tekanan terendah pada node 63 hingga node 80 dengan nilai 6,32 m

KESIMPULAN

1. Berdasarkan kebutuhan air bersih untuk Perumahan Graha Cemerlang di tahun 2021, jumlah rumah yang berlangganan pada Perumahan Graha Cemerlang yaitu 330 unit dengan total kebutuhan 6,009 l/dtk.
2. Berdasarkan hasil analisis jaringan pipa air bersih dengan menggunakan Epanet, pipa eksisting

menghasilkan nilai sisa tekanan yang memenuhi kriteria hidrolis terutama pada analisis jaringan di tahun 2021

SARAN

1. Perlu diketahui bahwa pada kebutuhan air pada tahun 2021 sudah memadai. Namun perlu diantisipasi untuk peningkatannya pada tahun-tahun selanjutnya. Sehingga pemeliharaan dan perawatan berkala perlu dilakukan terhadap daerah disekitar reservoir utamanya pada pipa dialiri oleh air agar di masa yang akan datang, debit aliran air dapat memenuhi kebutuhan Perumahan Graha Cemerlang.
2. Dalam rangka mengantisipasi nilai tekanan aliran pipa pada Perumahan Graha Cemerlang maka perlu dilakukan pemasangan *pressure reducing valve* (PRV) guna mengatur tekanan yang masuk di tiap pipa rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hamdani, Perencanaan Pipa Distribusi Air Bersih Kelurahan Sambaliung Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau., *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 4, No. 1, pp. 178-186, 2014
- [2] Feriliawati, Tinjauan Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih Dengan Menggunakan Software Epanet 2.0 Di Tegalsari, Glindah, Gresik, *RTS UNESA*, Vol. 3, No. , 11.202
- [3] S. Nugroho, I. Meicahayanti, dan J. Nuridana, “Analisis Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0 (Studi kasus di kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)”, *TEKNIK*, vol. 39, no. 1, pp. 62-66, Jul. 2018
- [4] R. Dwi, B. Santoso, “Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Perumahan Golden Vienna 1 dan 2 Kota Tangerang Selatan”, *Jurnal Ilmiah & Desain Konstruksi*, vol. 4, no. 1, pp. 84-91, jan. 2021
- [5] A. Ramadhan, “Analisis Hidrolika Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Di Komplek Perumahan P.T Pusri Palembang menggunakan Epanet 2.0”, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 3, pp. 525-531, Juni. 2014
- [6] R. Marlany, T. Sudi, dan S. Sukarman, “Analisis Kebutuhan Jaringan Distribusi Air Bersih di Desa Laroonaha Menggunakan Software Epanet 2.0”, *semanTIK*, vol. 6, no. 1, PP. 49-6, Jan-Jun. 2020
- [7] S. Andry, “Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih di Kabupaten Maros Dengan Menggunakan Software Epanet 2.0”, *Jurnal Tugas Akhir*, Makassar : Universitas Hasanuddin, 2012
- [8] Salsa, “Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Distribusi Jaringan PDAM Persemaian Kota Tarakan (Studi Kasus Kecamatan Tarakan Barat)”, *Jurnal Teknik Sipil UBT*, vol. 2, no. 1, pp. 61-68, Jun. 2018
- [9] M. Nathan, “Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0 (Studi Kasus Perumahan Telkomas Kacamata Tamalanrea), *Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar PCEJ*, vol. 4, no. 1, pp. 133-138, Maret. 2022
- [10] A. Paronan, “Analisis Kinerja jaringan Sistem Distribusi Air Bersih di Kabupaten Ende”, Skripsi Tugas Akhir, Makassar: Universitas Hasanuddin, 2018
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum
- [12] Rossman, Lewis A. 2000. Epanet 2. Users manual Versi Bahasa Indonesia. Ekamitri Engineering.