



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 2, No. 2, Tahun 2025

MISTER

**Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research**

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 2, No. 2, 2025

Pages : 3502-3511

Pemodelan Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Berbasis Program WaterGEMS

Ichsan Syahputra, Zu Irfan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama,
Kabupaten Aceh Besar, Indonesia

Article in Journal of MISTER

Available at : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

DOI : <https://doi.org/10.32672/mister.v2i2.3172>

How to Cite this Article

APA : Syahputra, I., & Irfan, Z. (2025). Pemodelan Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Berbasis Program WaterGEMS. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, 2(2), 3502 - 3511. <https://doi.org/10.32672/mister.v2i2.3172>

Others Visit : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Pemodelan Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Berbasis Program WaterGEMS

Ichsan Syahputra¹, Zu Irfan²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Kabupaten Aceh Besar, Indonesia^{1,2}

Email: ichsansyahputra_sipil@abulyatama.ac.id

Diterima: 28-02-2025 | Disetujui: 10-03-2025 | Diterbitkan: 18-03-2025

ABSTRACT

Aceh Besar Regency has abundant water resources, but they have not been utilized optimally, especially surface water, one of which is the Krueng Aceh River that crosses Aceh Besar Regency. This is what makes Aceh Besar Regency have the potential for water resources that can be utilized for the daily needs of its people, both for drinking water and other needs, but these efforts have not been achieved optimally and need to be improved in the future through Drinking Water Supply System (SPAM) activities. One of the villages not far from the Krueng Aceh River in Aceh Besar Regency is Ateuk Anggok Village, Ingin Jaya District, Aceh Besar Regency, but currently does not have clean water facilities and infrastructure, especially clean water pipe networks, so that the community only uses underground water sources, namely shallow wells. The title of this research is Modeling of Water Distribution Pipe Network System Based on the WaterGEMS Program. The total length of the planned distribution pipe is 3629.41 m which can distribute clean water to 28 points in the Ateuk Anggok Village area with a total clean water requirement of 0.78 L/second or 0.03 L/second per point. The results of the pipe network modeling with the type and size of the planned pipe diameter obtained a Nominal Pressure (PN) value of 0.98 bars and it is planned to use the HDPE PN10 SDR 17 pipe type. The maximum flow rate that can be passed is 0.84 L/sec while the maximum requirement is 0.78 L/sec, meaning that the planned pipe dimensions are sufficient to meet the maximum water needs. The maximum flow velocity in the pipe network is 0.17 m/sec where the HDPE PN10 type pipe has a maximum permitted speed of 3 m/sec.

Keywords: Krueng Aceh; SPAM; WaterGems; Modeling; PressureNominal.

ABSTRAK

Kabupaten Aceh Besar memiliki sumber daya air yang sangat melimpah, namun belum dimanfaatkan secara maksimal terutama air permukaan, salah satunya adalah sungai Krueng Aceh yang melintasi Kabupaten Aceh Besar. Hal inilah yang menjadikan Kabupaten Aceh Besar memiliki potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari masyarakatnya baik untuk kebutuhan air minum dan kebutuhan lainnya, namun upaya tersebut belum tercapai secara maksimal dan perlu peningkatan di masa yang akan datang melalui kegiatan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Salah satu desa yang tidak jauh dari sungai Krueng Aceh yang berada di Kabupaten Aceh Besar adalah Desa Ateuk Anggok Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar, namun saat ini belum memiliki sarana dan prasarana air bersih khususnya jaringan pipa air bersih sehingga masyarakatnya hanya memanfaatkan sumber air bawah permukaan, yaitu sumur dangkal. Judul penelitian ini adalah Pemodelan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Berbasis Program WaterGEMS. Total panjang rencana pipa distribusi sepanjang 3629.41 m yang dapat mendistribusikan air ke 28 titik kawasan Desa Ateuk Anggok dengan kebutuhan total air bersih sebesar 0.78 L/detik atau sebesar 0.03 L/detik per titik. Hasil Pemodelan jaringan pipa dengan jenis dan ukuran diameter pipa rencana diperoleh nilai Pressure Nominal (PN) sebesar 0.98 bars dan direncanakan menggunakan jenis pipa HDPE PN10 SDR 17. Debit aliran maksimum yang mampu dilewati adalah sebesar 0.84 L/det sedangkan kebutuhan maksimum sebesar 0.78 L/det, artinya dengan dimensi pipa rencana sudah cukup memenuhi kebutuhan air maksimum. Kecepatan aliran maksimum di dalam jaringan pipa sebesar 0.17 m/detik dimana pipa jenis HDPE PN10 kecepatan maksimum yang diizinkan sebesar 3 m/detik.

Katakunci: Krueng Aceh; SPAM; *WaterGems*; Pemodelan; *PressureNominal*.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari manusia dipermukaan bumi dimana air dimanfaatkan sebagai kebutuhan air bersih setiap waktu dengan jumlah tanpa batas. Air terdiri dari beberapa sumber, yaitu air yang terdapat di atas permukaan seperti air hujan dan salju, dan air di bawah permukaan berupa air tanah. Hubungan antara air permukaan dan air tanah selalu terkait satu dengan yang lainnya. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya siklus hidrologi yang tidak pernah berhenti dan terus berlangsung sepanjang waktu, mulai dari penguapan, hujan, infiltrasi kemudian menjadi aliran bawah permukaan dan aliran permukaan kemudian masuk ke sungai, danau dan laut, dan terus berjalan sepanjang waktu.

Provinsi Aceh memiliki sumber daya air permukaan yang berlimpah sepanjang waktu dimana ada yang bersumber dari sungai maupun danau, hal ini dibuktikan dengan banyaknya sungai-sungai yang mengalir melintasi kota/kabupaten seperti sungai Krueng Aceh di Kabupaten Aceh Besar, sungai Krueng Peudada di Kabupaten Bireuen, sungai Krueng Peusangan di Kabupaten Aceh Tengah/Bireuen, sungai Krueng Tiro di Kabupaten Pidie, sungai Krueng Tamiang di Kabupaten Aceh Tamang, sungai Krueng Jambo Aye di Kabupaten Aceh Timur/Aceh Utara, sungai Krueng Teunom di Kabupaten Aceh Barat, sungai Krueng Woyla di Kabupaten Aceh Barat, sungai Krueng Sabee di Kabupaten Aceh Jaya, sungai Krueng Trumon di Kabupaten Aceh Selatan dan sungai-sungai lainnya serta beberapa danau, yaitu danau Laut Tawar di Kabupaten Aceh Tengah dan danau Aneuk Laot Kota Sabang.

Kabupaten Aceh Besar memiliki sumber daya air yang sangat melimpah, namun belum dimanfaatkan secara maksimal terutama air permukaan, salah satunya adalah sungai Krueng Aceh yang melintasi Kabupaten Aceh dan Kota Banda Aceh. Sungai Krueng Aceh dengan panjang sungai sepanjang ± 72 Km dan Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas ± 2450 Km² memiliki sumber air yang sangat melimpah, dimana pada saat musim hujan debit sungai relatif besar dan pada saat musim kering tetap memiliki aliran dasar yang selalu ada. Hal inilah yang menjadikan Kabupaten Aceh Besar memiliki potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari masyarakatnya baik untuk kebutuhan air minum dan kebutuhan lainnya, namun upaya tersebut belum tercapai secara maksimal dan perlu peningkatan di masa yang akan datang melalui kegiatan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota/Kabupaten.

Salah satu desa yang tidak jauh dari sungai Krueng Aceh yang berada di Kabupaten Aceh Besar adalah Desa Ateuk Anggok Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar, dimana saat ini belum memiliki sarana dan prasarana air bersih khususnya jaringan pipa air sehingga masyarakatnya hanya memanfaatkan sumber air dari air bawah permukaan, yaitu sumur dangkal. Dari latar belakang tersebutlah, maka penulis mengambil judul penelitian Pemodelan Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Berbasis Program WaterGEMS, dengan hasil perencanaan ini dapat memberi gambaran sistem jaringan pipa air bersih yang dibutuhkan oleh masyarakat desa tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air minum untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, mandi, cuci dan lain-lain sehingga kebutuhan air domestik merupakan bagian terbesar dalam perencanaan kebutuhan air.

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pemakaian Air (L/Orang/Hari)
Metropolitan	>1,000,000	190
Kota Besar	500,000 – 1,000,000	170
Kota Sedang	100,000 – 500,000	150
Kota Kecil	20,000 – 100,000	130
Desa	10,000 – 20,000	100
Desa Kecil	3,000 – 10,000	60

Sumber: Peraturan Menteri PU Nomor 18/PRT/2007

Untuk mengetahui kebutuhan air domestik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$KAD = JP \cdot SPA \cdot \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60}$$

Keterangan:

KAD = Kebutuhan Air Domestik (Liter/detik)

JP = Jumlah Penduduk (Orang)

SPA = Standar Penggunaan Air (L/Orang/Hari)

Atau,

$$KAD = SR \cdot JP_p \cdot SPA \cdot \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60}$$

Keterangan:

KAD = Kebutuhan Air Domestik (L/d)

SR = Sambungan Rumah (Unit)

JPp = Jumlah Penduduk Per SR (Orang)

SPA = Standar Penggunaan Air (L/Orang/Hari)

2. Kebutuhan Air Jam Maksimum

Kebutuhan harian rata-rata untuk keperluan domestik dan non domestik termasuk kehilangan air, dihitung berdasarkan kebutuhan akan air rata-rata per orang per hari (liter/orang/hari) dari pemakaian air setiap jam selama 24 jam dan persentase kehilangan air adalah 20% - 30% baik untuk kategori kota kecil, kota sedang maupun kota besar.

Kebutuhan air jam maksimum adalah kuantitas air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari yang digunakan sebagai dasar untuk mendesain sistem distribusi air. Waktu terjadinya kebutuhan jam maksimum adalah pukul 07.00-10.00 pada pagi hari dan pukul 16.00-18.00 pada sore hari.

Untuk mengetahui kebutuhan air jam maksimum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$KA_{Maks} = FJ_{Maks} \cdot SPA \cdot \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60}$$

Keterangan:

KA_{Maks} = Kebutuhan Air (L/d)

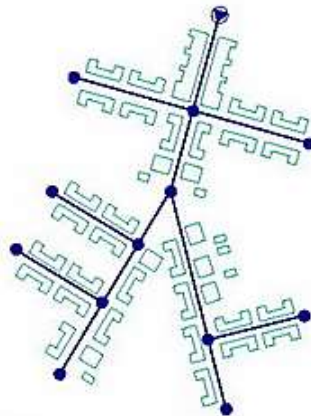
FJ_{Maks} = Faktor Jam Maksimum (120%)

SPA = Standar Penggunaan Air (L/Orang/Hari)

3. Sistem Jaringan Distribusi

a. Sistem Cabang (*Branching System*)

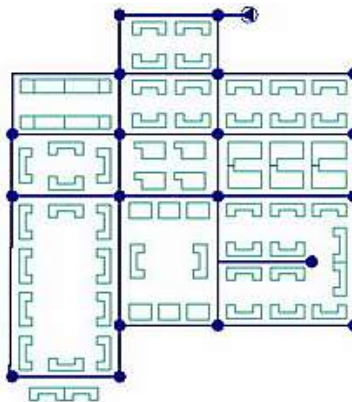
Pada sistem cabang, sistem jaringan pipa induk berbentuk cabang. Air hanya mengalir satu arah dari pipa induk ke pipa cabang. Pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terdapat titik akhir. Pipa induk distribusi tidak saling berhubungan dan area pelayanan disuplai air melalui satu jalur pipa induk. Keuntungan dari sistem ini antara lain lebih sederhana dan dimensi pipa yang digunakan lebih ekonomis. Sedangkan kerugian dari sistem ini antara lain dapat menimbulkan akumulasi sedimen pada titik akhir jaringan, terganggunya distribusi air apabila terjadi perbaikan di pipa induk, dan memungkinkan terjadi kekurangan tekanan apabila dilakukan pengembangan jaringan baru (Al-Layla, 1978).



Gambar 1. Sistem Jaringan Bercabang

b. Sistem Melingkar (*Loop System*)

Pada sistem ini, pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk jaringan melingkar sehingga pada pipa induk tidak ada titik akhir dan air akan mengalir ke suatu titik yang dapat melalui beberapa arah dengan tekanan yang relatif stabil. Keuntungan dari sistem ini antara lain memiliki aliran lebih dari satu arah, terjadi sirkulasi aliran, tekanan yang lebih stabil, dan tidak terjadi gangguan distribusi air meskipun dalam perbaikan. Sedangkan kerugian dari sistem ini antara lain ukuran pipa yang digunakan lebih besar, serta membutuhkan pipa dan aksesoris pipa yang lebih banyak (Al-Layla, 1978).



Gambar 2. Sistem Jaringan Melingkar

c. Program Komputer Jaringan Perpipaan

WaterGEMS adalah aplikasi permodelan hidrolis untuk sistem distribusi air bersih yang berlisensi di bawah perusahaan perangkat lunak yang berbasis di Amerika bernama Bentley. WaterGEMS dilengkapi dengan interoperabilitas canggih, pembuatan model geospasial, pengoptimalan jaringan, dan lain-lain. WaterGEMS juga menggunakan interface yang memudahkan pengguna untuk melakukan analisis, perancangan, pengoptimalan jaringan distribusi air bersih, dan lainnya seperti:

- Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu (kondisi permanen).
- Menganalisis tahapan-tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu (kondisi tidak permanen).
- Menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada satu file kerja.
- Menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadam kebakaran atau hydrant (*Fire Flow Analysis*).
- Menganalisis kualitas air pada sistem jaringan distribusi air baku.
- Menghitung konstruksi biaya dari sistem jaringan distribusi air baku yang dibuat



Gambar 3. Program WaterGEMS

4. Kriteria Perencanaan

a. Jenis Pipa Yang Digunakan

Jenis pipa yang digunakan adalah HDPE (*High Density Polyethylene*) dimana sebuah pipa yang terbuat dari bahan dasar high-density polyethylene. Bahan dasar polyethylene inilah yang memberikan pipa HDPE fitur khusus yang membuatnya lebih unggul dibanding pipa sejenisnya. Kelebihan utamanya adalah memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap benturan dan tekanan pada suhu rendah. Selain itu, pipa HDPE juga tidak mudah rusak meski terpapar oleh lingkungan asam, basa, ataupun larutan dan bahan kimia lainnya. Penggunaan pipa HDPE telah diuji dan terbukti sangat kokoh serta ideal digunakan untuk berbagai situasi, mulai dari penggunaan luar ruangan, di bawah permukaan tanah, hingga di dalam air. Karena kelebihan yang dimilikinya, itu sebabnya pipa HDPE telah digunakan untuk memenuhi berbagai fungsi sistem perpipaan dalam banyak aplikasi, seperti industri perikanan, pertanian, produk kimia, jaringan drainase, jaringan pasokan gas, pembuangan limbah, dan masih banyak lagi.

b. Kelebihan Pipa Yang Digunakan

- Memiliki material kuat yang mampu menanggung dampak resistensi tinggi, menahan beban statis, dan tidak akan retak meski dalam kondisi beku.
- Karena sifatnya yang bebas racun dan tidak bereaksi secara kimiawi, pipa HDPE sangat aman digunakan untuk menyalurkan pasokan air minum.
- Tahan terhadap korosi elektrolitik dan galvanik, karenanya sangat cocok digunakan untuk instalasi bawah tanah.
- Memiliki ketahanan yang baik terhadap bahan kimia sehingga sering digunakan secara luas untuk kebutuhan pabrik kimia.
- Memiliki bobot yang lebih ringan dibanding jenis pipa lainnya. Itu sebabnya proses pemasangannya pun cenderung mudah dan tidak membutuhkan banyak biaya.
- Permukaan yang halus pada bagian dalam pipa dapat meminimalisir hambatan gesekan cairan dan memungkinkan partikel padat untuk mengalir dengan mulus di sepanjang pipa.
- Teksturnya fleksibel dan dapat ditekuk tanpa retak. Hal ini membuat pipa dengan diameter yang lebih kecil mampu diangkut dalam bentuk gulungan.
- Rata-rata pipa HDPE dapat bertahan hingga lebih dari 50 tahun lamanya jika digunakan pada tekanan dan suhu kerja normal.

c. Diameter Pipa

Pada umumnya industri di Indonesia ukuran pipa HDPE mulai dari ½ inch (20mm) sampai 48 inch (1200mm) diameter. Pipa HDPE juga memiliki beberapa jenis berdasarkan ketahanan tekanan (Pressure Nominal disingkat dengan PN) diantaranya PN6.3, PN8, PN10, PN12.5, PN16. Nominal angka mengindikasikan jumlah kemampuan tekanan per bars. Contohnya PN16 artinya pipa HDPE ini dapat menahan tekanan hingga 16 bars.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Kebutuhan Air

SR = 150 Unit

JPp = 5 Orang (Asumsi Per Keluarga)

SPA = 90 L/Orang/Hari

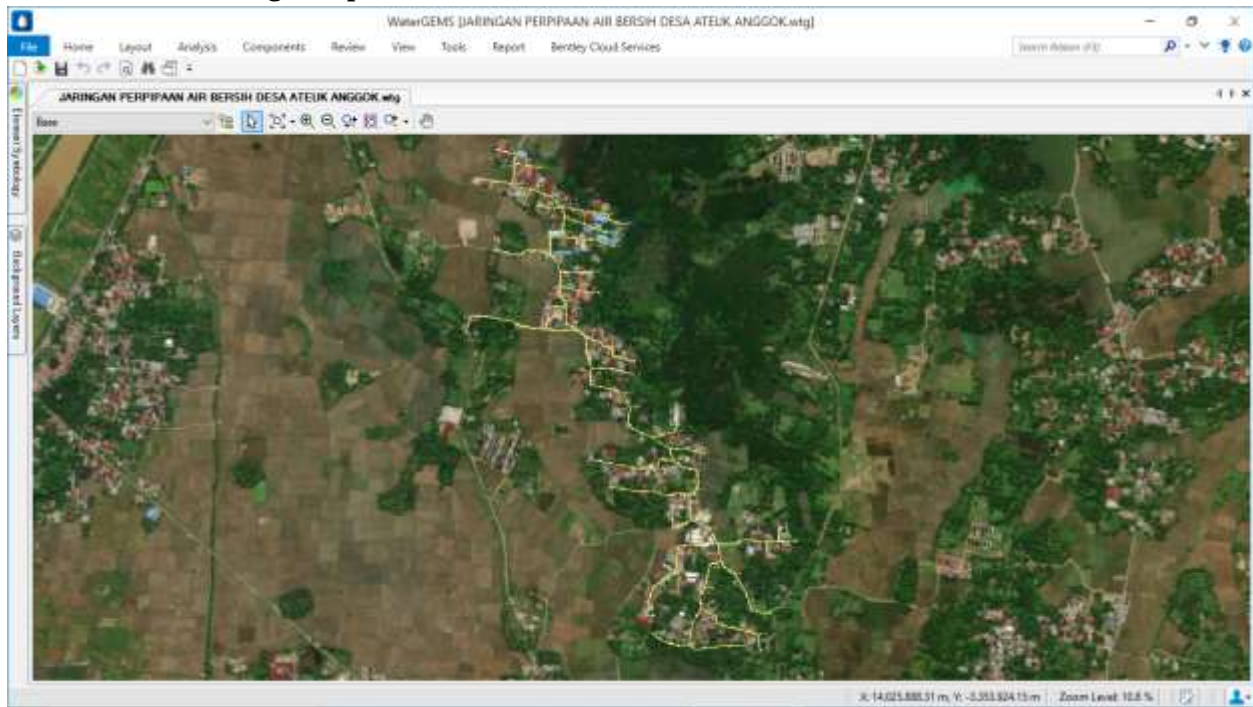
$$KAD = SR \cdot JP_p \cdot SPA \frac{1}{24.60.60}$$

$$KAD = 150 \cdot 5 \cdot 90 \frac{1}{24.60.60}$$

$$KAD = 0.78 \text{ L/detik}$$

Terdapat sebanyak 28 titik akhir ujung pipa distribusi, sehingga masing-masing ujung pipa mampu mendistribusikan air secara merata sebesar 0.03 L/detik.

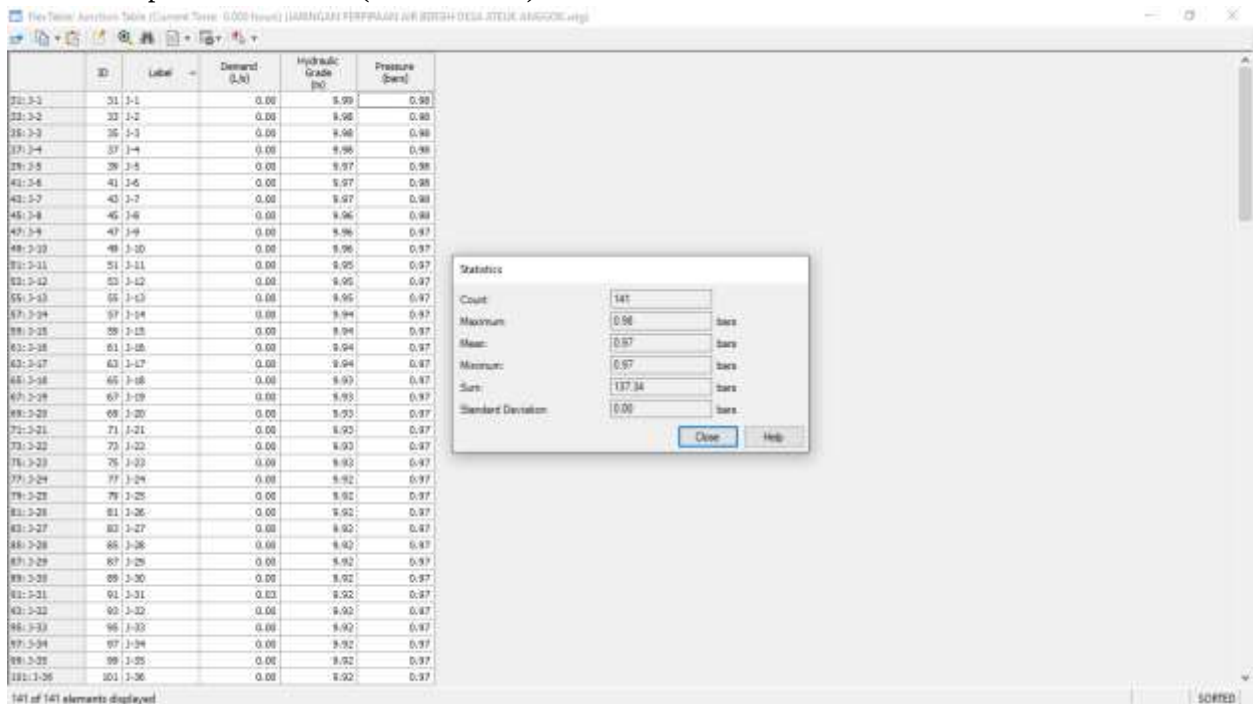
2. Pemodelan Jaringan Pipa Air



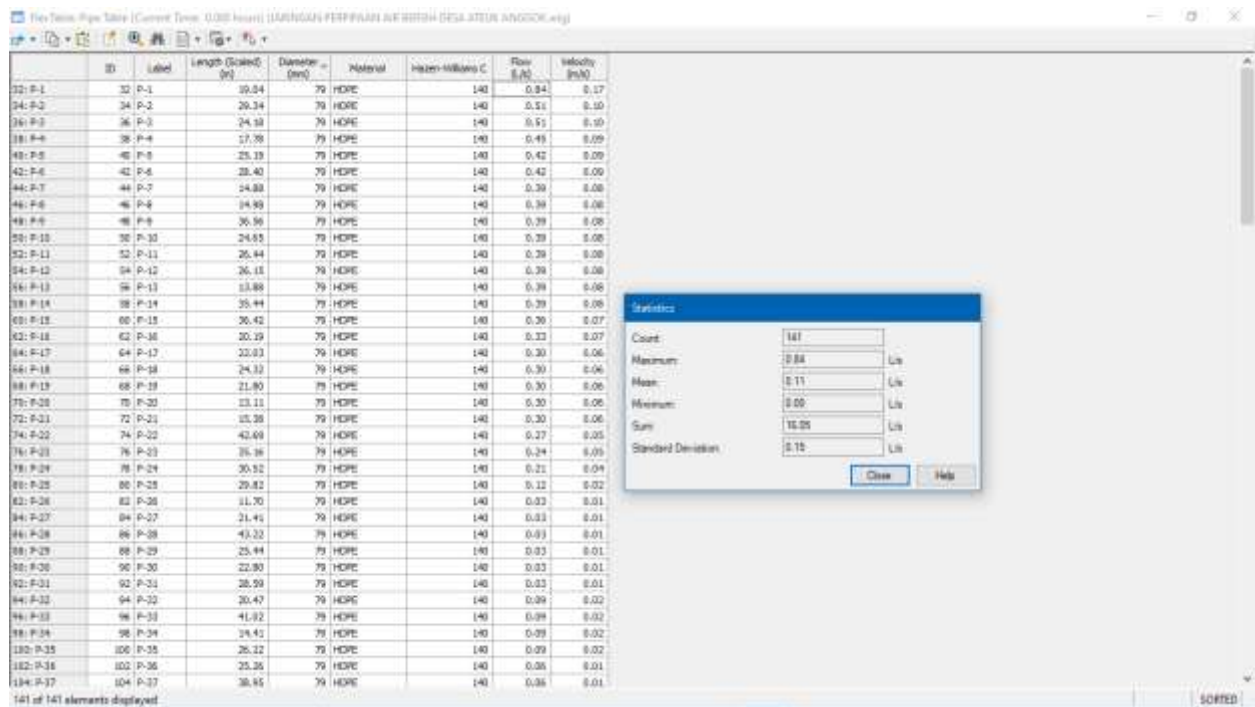
Gambar 4. Peta Jaringan Pipa Air Bersih Desa Ateuk Anggok

Jenis Pipa = HDPE (High Density Polyethylene)

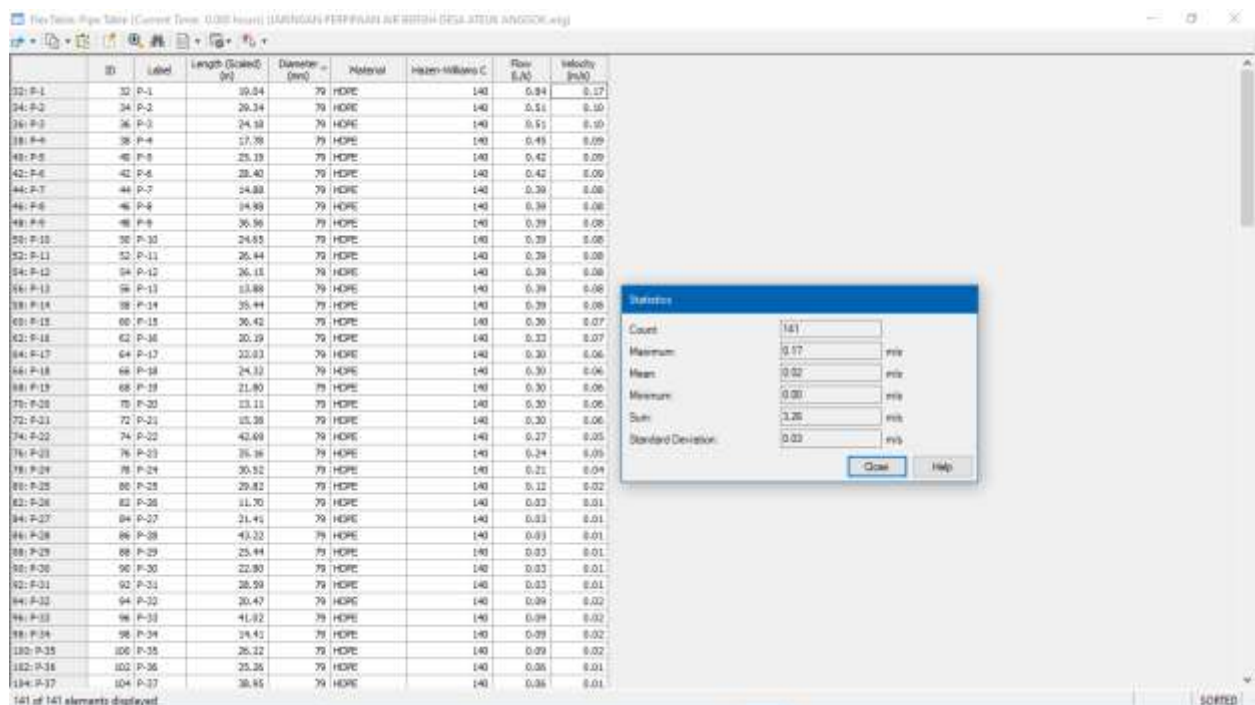
Diamater Pipa = OD 90 mm (ID 79.20 mm)



Gambar 5. Nilai Tekanan Nominal (Pressure Nominal/PN)



Gambar 6. Debit Aliran Dalam Pipa



Gambar 7. Kecepatan Aliran Dalam Pipa

KESIMPULAN

1. Total panjang rencana pipa distribusi sepanjang 3629.41 m yang dapat mendistribusikan air minum ke 28 titik kawasan Desa Ateuk Anggok dengan kebutuhan total air sebesar 0.78 L/detik atau sebesar 0.03 L/detik per titik.
2. Pressure Nominal, disingkat PN adalah sebuah sistem penomoran yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu pipa dalam menahan tekanan internal. Dengan kata lain, PN adalah cara untuk mengidentifikasi sejauh mana pipa dapat menahan tekanan fluida di dalamnya tanpa mengalami kerusakan. PN biasanya dinyatakan dalam bentuk angka, semakin tinggi angka PN, semakin besar kapasitas pipa tersebut dalam menahan tekanan.
3. Hasil Pemodelan Jaringan Pipa dengan jenis dan beberapa ukuran diameter pipa rencana diperoleh nilai Pressure Nominal (PN) pipa rencana 0.98 bars.
4. Berdasarkan nilai Pressure Nominal (PN) pipa rencana, maka kebutuhan untuk pembangunan jaringan pipa direncanakan menggunakan jenis pipa HDPE PN10 SDR 17.
5. Hasil Pemodelan Jaringan Pipa dengan jenis dan beberapa ukuran diameter pipa rencana diperoleh nilai Pressure Nominal (PN) pipa rencana 0.98 bars.
6. Debit aliran maksimum yang mampu dilewati di dalam jaringan pipa adalah sebesar 0.84 L/det sedangkan kebutuhan maksimum sebesar 0.78 L/det, artinya dengan dimensi pipa rencana sudah cukup memenuhi kebutuhan air maksimum.
7. Kecepatan aliran maksimum di dalam jaringan pipa sebesar 0.17 m/detik dimana pipa jenis HDPE PN10 kecepatan maksimum yang diizinkan sebesar 3 m/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Syahputra, I. (2021). Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, Vol 7, No 2 (2021), 87-93.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Mahardhika, P. (2018). Evaluasi Instalasi Plumbing Air Bersih RAFTAumah Tipe 42 Menggunakan Pipe Flow Expert Berdasarkan SNI 03-7065-2005 dan BS6700. *Jurnal Teknologi Terapan*, 4(1),1-6.
- Nugroho, A.S., Palmiyanto, M.H., Nusantara, AEB. (2015). Analisa Tekanan Air dengan Methode Pipe Flow Expert untuk Pipa Berdiameter 1", ¾", dan ½" di Instalasi Pemipaan Perumahan. *Jurnal Teknik ATW*, 8(1), 34-43.
- Nurdiana., Achdi, E., Soemantri, H. (2013). Perancangan Sistem Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Menggunakan Software Pipe Flow Expert untuk Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Pipe Flow Expert, 2010, User Guide.
- Streeter, V.L., and Wylie, E. Benjamin.1993. *Mekanika Fluida*, Edisi Kedelapan. Jakarta: Erlangga.
- Sularso, Tahap Huruo, 1987, *Pompa dan Kompresor*, Pradya Paramitha, Jakarta.
- White M Frank, 1994, *Mekanika Fluida*, Erlangga, Jakarta.
- Wylie Bemjamin E, 1994, *Mekanika Fluida*, Erlangga, Jakarta.