

DESAIN DIMENSI MODEL SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BAKU DUSUN GLINDAH KIDUL DESA GLINDAH KEDAMEAN GRESIK MENGGUNAKAN PROGRAM APLIKASI *EPANET v.2.0*

Arif Dwijaya, Djoni Irianto

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

Email: arifdwijaya12@gmail.com

Abstrak

Air sebagai kebutuhan penting untuk menjaga keberlangsungan hidup manusia. Kebutuhan manusia selain harus memiliki kualitas yang baik, juga harus memiliki kuantitas yang cukup dan sistem distribusi yang baik pula. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk menganalisa suatu sistem jaringan pipa agar terjadi pendistribusian air dengan baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu (1) mengetahui kebutuhan air baku (2) menganalisa model jaringan pipa air baku sampai tahun ke-T (3) menganalisa debit aliran, dan besar kehilangan energi yang terjadi pada model jaringan pipa sesuai standar kebutuhan air di Dusun Glindah Kidul, Desa Glindah Kedamean Gresik menggunakan program aplikasi *EPANET v.2.0*.

Metode penelitian ini adalah kuantitatif simulasi. Data dikumpulkan dengan mencari informasi data sekunder melalui Panitia Pengelola Air Dusun Glindah Kidul, instansi pemerintahan Desa Glindah, dan melalui penelusuran dengan bantuan instrumen penelitian. Data demografi penduduk kami dapatkan dari instansi pemerintahan desa Glindah. Data air dan pemetaan situasi kami dapatkan dari Panitia Pengelola Air Dusun Glindah dan aplikasi *globe virtual Google Earth Pro*. Hasil penelitian menunjukkan pipa eksisting di Dusun Glindah Kidul diperlukan modifikasi dimensi pipa agar memenuhi standarisasi pemakaian air oleh SNI 03-7065-2005. Modifikasi dilakukan dengan *trial error* hingga mendapatkan dimensi yang efektif untuk mendistribusikan air baku, menyesuaikan *velocity*, *pressure* dan *unit headloss* yang terjadi pada pipa. Jaringan pipa yang telah dimodifikasi dimensinya, mampu menerima debit sampai dengan 1.1607 l/d yang terjadi pada tahun 2028 atau tahun ke-10 perencanaan.

Kata kunci: air, pipa, *velocity*, *headloss*, *EPANET*.

Abstract

Water as an important need to maintain human survival. Human needs besides having to have good quality, they must also have sufficient quantity and a good distribution system. Therefore, it is important for us to analyze a pipeline network system so that there is a good distribution of water. The objectives of this study are (1) to know the raw water requirements (2) to analyze the model of the raw water pipeline until the T-year (3) to analyze the flow rate, and the amount of energy loss that occurs in the pipeline model according to the water requirements in Glindah Kidul Hamlet, Glindah Village Kedamean Gresik using the *EPANET v.2.0* application program. This research method is quantitative simulation. Data was collected by looking for secondary data information through the

Water Management Committee of Glindah Kidul Hamlet, Glindah Village government agency, and through search with the help of research instruments. We get population demographic data from Glindah village government agencies. Water data and mapping of the situation we got from the Glindah Kidul Water Management Committee and the Google Earth Pro virtual globe application. The results of the research show that the existing pipes in Glindah Kidul Hamlet are required to modify the dimensions of the pipe to meet the standardization of water use by SNI 03-7065-2005. Modifications are made by trial error to get effective dimensions to distribute raw water, adjust the velocity, pressure and headloss units that occur in the pipe. Dimensioned pipelines are capable of receiving debits up to 1,1607 l / d which occur in 2028 or the 10th year of planning.

Keywords: water, pipe, velocity, headloss, EPANET.

PENDAHULUAN

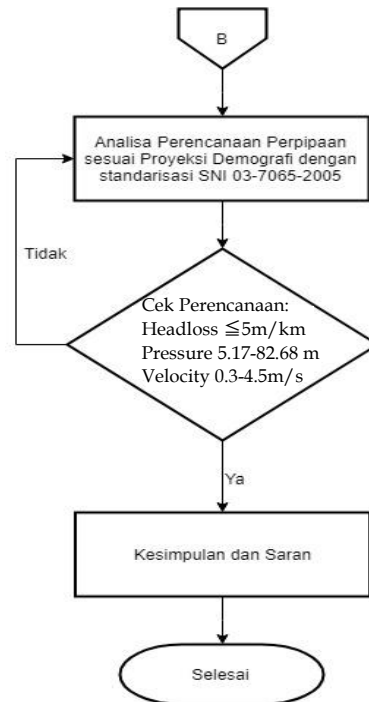
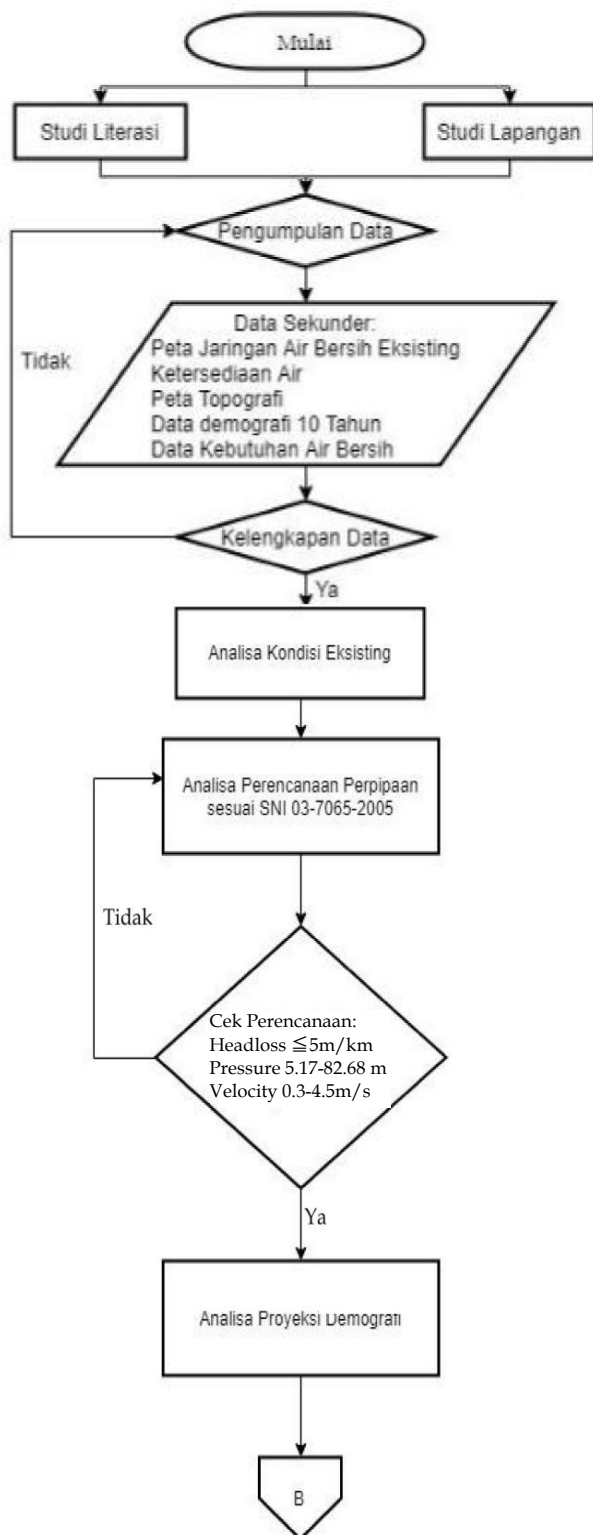
Air adalah salah satu Sumber Daya Alam (SDA) yang penting untuk keberlangsungan hidup manusia. Sumber Daya Air (SDA) ini dapat diambil dari laut, danau, waduk, sungai, bahkan didalam lapisan tanah. Pentingnya air untuk kebutuhan manusia, menjadikan banyak upaya untuk mengelola air, agar dapat dimanfaatkan dengan baik. Air yang dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia tidak hanya dilihat dari segi kualitas, namun juga dari segi kuantitas. Bahkan kuantitas air yang layak, tidak akan bisa meningkatkan kualitas sumber daya manusia, bila distribusi air tidak maksimal. Maka dari itu, cara agar air dapat terdistribusikan dengan baik salah satu caranya yaitu, melalui sistem jaringan pipa. Dusun Glindah Kidul, Desa Glindah, Kecamatan Kedamean, Kabupaten Gresik memiliki luasan area ± 80 ha. Dusun ini memperoleh kebutuhan air dari embung dusun setempat. Masalah yang terjadi di Dusun Glindah Kidul ini adalah jaringan pipa yang teraplikasi tidak melalui tahap perencanaan desain jaringan pipa yang teruji. Hal ini disebabkan karena jaringan pipa yang teraplikasi, merupakan hasil swadaya masyarakat. Maka dari itu kami berinisiatif untuk dapat memecahkan masalah tersebut dengan menganalisa jaringan pipa yang teraplikasi di Dusun Glindah Kidul. Dengan harapan, agar masyarakat Dusun Glindah Kidul mendapatkan air bersih sesuai dengan standarisasi kesehatan.

METODE

Jenis penelitian dalam penelitian ini, termasuk penelitian dengan pendekatan kuantitatif simulasi. Penelitian simulasi adalah penelitian yang bermaksud untuk mencari gambaran melalui sebuah sistem berskala kecil atau sederhana yang dimana akan dilakukan manipulasi atau kontrol untuk melihat pengaruh.

Adapun tahap-tahap penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama dilakukan studi literasi dan lapangan untuk mendapatkan wawasan mengenai jaringan pipa dan variabel-variabel yang mempengaruhinya.
2. Pengumpulan data yang berpengaruh untuk keperluan analisa jaringan pipa, berupa data yang langsung dapat digunakan maupun harus diolah menggunakan instrumen penelitian.
3. Menganalisa kondisi jaringan pipa eksisting menggunakan program aplikasi *EPANET v.2.0*, untuk mengetahui kondisi aliran yang terjadi.
4. Merencanakan jaringan pipa sesuai Permen PU tahun 2007 tentang SPAM dan SNI 7065-2005, kemudian dianalisa menggunakan aplikasi *EPANET v2.0*.
5. Menghitung proyeksi demografi untuk mengetahui jumlah konsumen hingga tahun ke T, kemudian dihitung kebutuhan debit sesuai perhitungan proyeksi demografi.
6. Menganalisa jaringan pipa yang telah direncanakan sesuai dengan SNI 7065-2005 dan Permen PU tahun 2007 menggunakan debit yang telah diproyeksikan dengan rencana proyeksi demografi.
7. Menarik kesimpulan hasil penelitian dan memberikan saran terhadap penelitian yang diteliti



Gambar 1 Bagan Alir Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemetaan Situasi

Wilayah pemetaan dicari dan diskala pada program aplikasi *Google Earth*, kemudian mengambil *file GPS* pada titik-titik bersambung yang diharapkan untuk mendapatkan elevasi. *File GPS* kemudian disimpan kemudian dikonversikan ke *file* numerik ekstensi *.csv* menggunakan program aplikasi *TCX Converter*. *File* numerik dimodifikasi untuk memenuhi persyaratan program aplikasi *QuickGrid*, kemudian dipetakan pada aplikasi *QuickGrid*. Hasil peta *QuickGrid* diexport ke *file* ekstensi *.dxf* untuk dikonversikan lagi ke *file* ekstensi *.bmp* dan disatukan dengan gambar wilayah pemetaan agar menjadi peta kontur. Berikut hasil peta konturnya:



Gambar 2 Peta Kontur

2. Kondisi Eksisting

Pendistribusian air baku sebagai air bersih berasal dari telaga Dusun Glindah Kidul yang memiliki kapasitas 7200m³. Air kemudian dialirkan ke tandon menara air yang berkapasitas 5.2m³ yang memiliki elevasi +5.2m dari titik elevasi dasar +19.339m di atas permukaan laut. Debit yang terjadi adalah 0.794 l/detik, menggunakan pipa PVC berukuran diameter 2 dim (60 mm).

Hasil analisa menggunakan EPANET v.2.0 menunjukkan bahwa semua pipa memiliki nilai *velocity* ≤ 0.3 m/s, sedangkan indikator *unit headloss*, *pressure*, dan *running status* telah memenuhi kriteria. Berikut hasil analisa *network link* dari program aplikasi EPANET v.2.0:

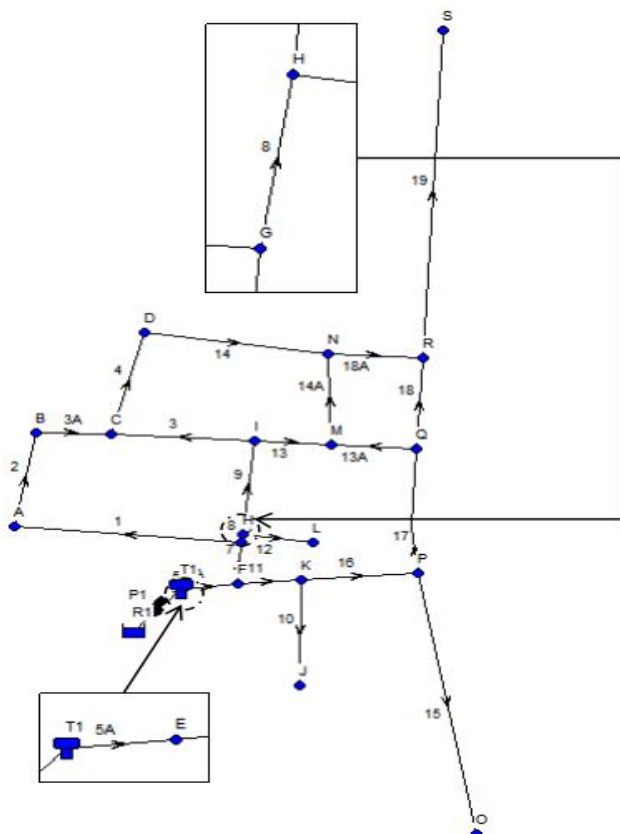
Tabel 1 Network Link Jaringan Eksisting

Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Pipe 1	125	60	0.17	0.06	0.12	0.039
Pipe 2	64	60	0.11	0.04	0.04	0.029
Pipe 3	79	60	0.08	0.03	0.03	0.036
Pipe 3A	40.3	60	-0.08	0.03	0.03	0.038
Pipe 4	60	60	0.11	0.04	0.04	0.029
Pipe 5	3.75	60	0.4	0.14	0.55	0.033
Pipe 5A	3.75	60	0.4	0.14	0.55	0.033
Pipe 6	27	60	0.4	0.14	0.54	0.033
Pipe 6A	27	60	0.4	0.14	0.54	0.033
Pipe 7	28.8	60	0.45	0.16	0.67	0.032
Pipe 8	5.4	60	0.26	0.09	0.27	0.037
Pipe 9	63.5	60	0.24	0.09	0.24	0.038
Pipe 10	66.2	60	0.03	0.01	0.01	0.099
Pipe 11	34	60	0.32	0.11	0.37	0.035
Pipe 12	40.8	60	0.02	0.01	0.01	0.162
Pipe 13	114	60	0.13	0.05	0.05	0.03
Pipe 13A	48	60	0	0	0	1.246
Pipe 14	100.8	60	0.08	0.03	0.03	0.037
Pipe 14A	64	60	0.05	0.02	0.02	0.057
Pipe 15	178.5	60	0.08	0.03	0.03	0.037
Pipe 16	64	60	0.27	0.1	0.28	0.037
Pipe 17	114	60	0.16	0.06	0.09	0.036
Pipe 18	63.8	60	0.1	0.04	0.03	0.031
Pipe 18A	53.5	60	0.06	0.02	0.02	0.052
Pipe 19	226.9	60	0.11	0.04	0.04	0.03
Pump P1	#N/A	#N/A	6	0	-16.5	0

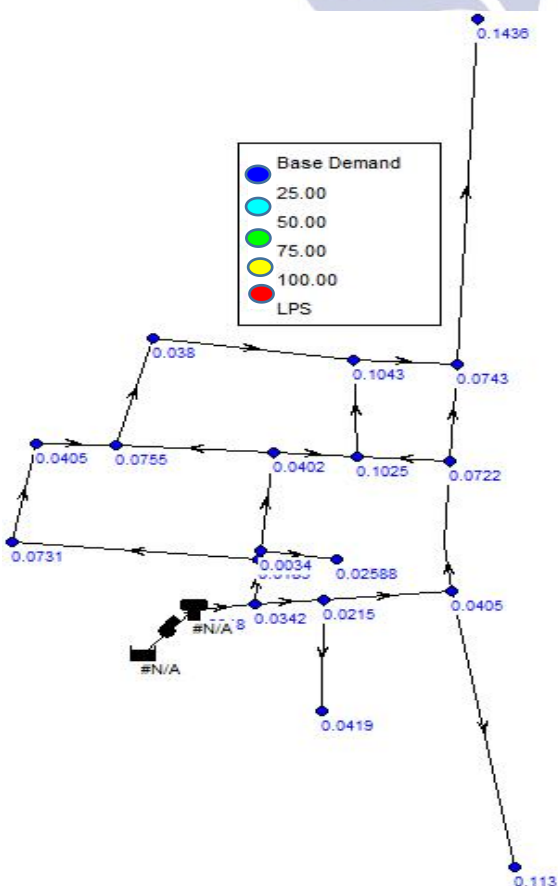
Sumber: EPANET v.2.0.

3. Perencanaan Desain Model Jaringan Pipa sesuai SNI 7065-2005 untuk Tahun 2018

Desain model jaringan pipa untuk tahun 2018 agar sesuai dengan SNI 7065-2005 didapatkan debit sebesar 1.0735 l/d. Debit sebesar 1.0735 l/d terdiri dari 718 penghuni rumah tinggal, 133 pekerja dan peserta didik sekolah dasar, 14 kursi kantor desa, 45 kursi balai desa, dan 150 orang yang beribadah di masjid. Berikut adalah tampilan *input data* pada program aplikasi EPANET v.2.0:



Gambar 3 Input Node & Link ID



Gambar 4 Input Base Demand

Perencanaan desain model jaringan pipa disimulasikan dengan merubah dimensi pipa kemudian dianalisa menggunakan program aplikasi *EPANET v.2.0* dilakukan dengan sistem *trial error*. Berikut hasil percobaan dimensi paling efektif untuk perencanaan desain jaringan pipa sesuai SNI 7065-2005 dan Permen PU tahun 2007 tentang SPAM:

Tabel 2 Network Link Jaringan Tahun Rencana 2018

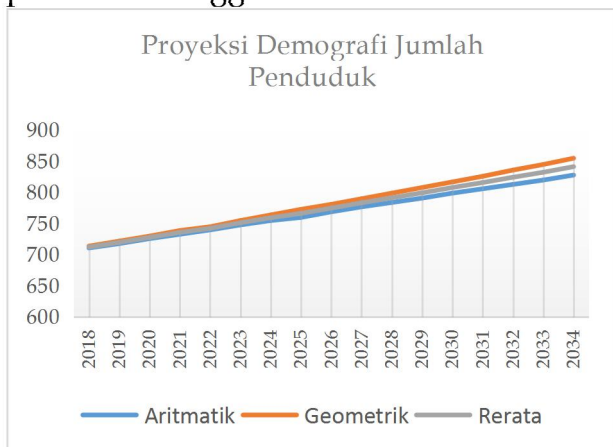
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 1	125	22	0.08	0.21	4.14	0.039
Pipe 2	64	22	0.01	0.02	0.15	0.125
Pipe 3	79	32	0.22	0.27	3.75	0.033
Pipe 3A	40.3	26	0.03	0.06	0.3	0.042
Pipe 4	60	32	0.11	0.14	1.16	0.04
Pipe 5	3.75	60	1.09	0.38	3.16	0.025
Pipe 5A	3.75	60	1.09	0.38	3.16	0.025
Pipe 6	27	60	1.09	0.38	3.14	0.025
Pipe 6A	27	60	1.09	0.38	3.14	0.025
Pipe 7	28.8	76	1.42	0.31	1.63	0.025
Pipe 8	5.4	60	1.32	0.47	4.42	0.024
Pipe 9	63.5	60	1.07	0.38	3.07	0.025
Pipe 10	66.2	22	0.04	0.11	0.82	0.029
Pipe 11	34	48	0.72	0.4	4.41	0.026
Pipe 12	40.8	32	0.24	0.3	4.62	0.032
Pipe 13	114	60	0.81	0.29	1.9	0.027
Pipe 13A	48	32	0.21	0.27	3.67	0.033
Pipe 14	100.8	26	0.07	0.13	1.3	0.037
Pipe 14A	64	42	0.5	0.36	4.38	0.028
Pipe 15	178.5	22	0.11	0.3	7.22	0.035
Pipe 16	64	48	0.66	0.36	3.75	0.027
Pipe 17	114	48	0.5	0.28	2.36	0.029
Pipe 18	63.8	48	0.64	0.36	3.63	0.027
Pipe 18A	53.5	48	0.5	0.28	2.38	0.029
Pipe 19	226.9	60	1.07	0.38	3.08	0.025
Pump P1	#N/A	#N/A	6	0	-16.5	0

Sumber: EPANET v.2.0.

4. Proyeksi Demografi

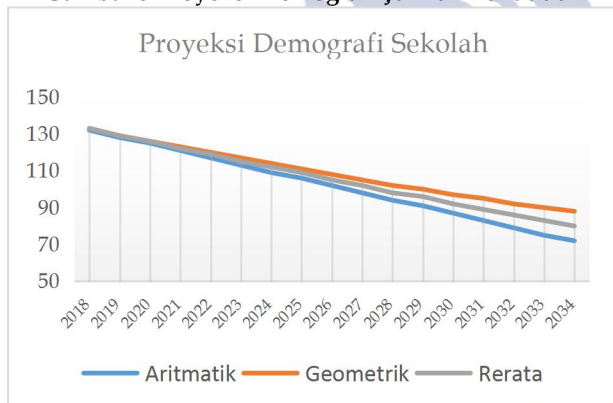
Proyeksi demografi penduduk di Dusun Glindah Kidul dibutuhkan untuk memprediksi jumlah penduduk pada tahun yang akan datang. Proyeksi demografi ini dihitung menggunakan metode aritmatik dan geometrik yang kemudian akan diambil rerata dari kedua metode tersebut. Persentase pertumbuhan penduduk di Dusun Glindah Kidul sesuai dengan data demografi penduduk

didapatkan $r = 0.0113\%$. Perhitungan proyeksi demografi penduduk meliputi perhitungan tipe pemakaian rumah tinggal, dan sekolah. Pertumbuhan demografi balai desa dan tempat peribadatan akan meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk tipe rumah tinggal, hingga tahun ke-T. Berikut grafik pertumbuhan penduduk hingga ahun ke-T:



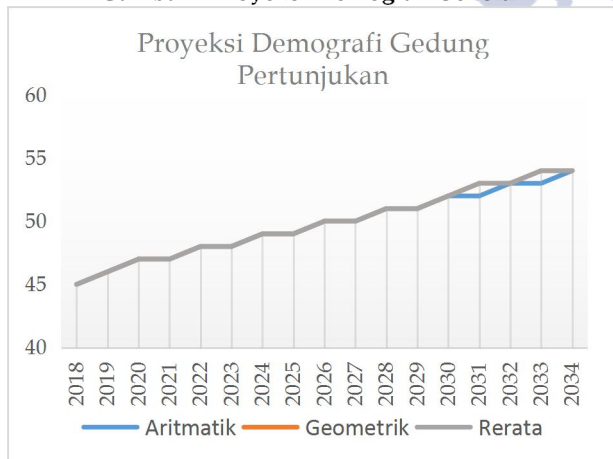
Sumber : Perhitungan

Gambar 3 Proyeksi Demografi Jumlah Penduduk



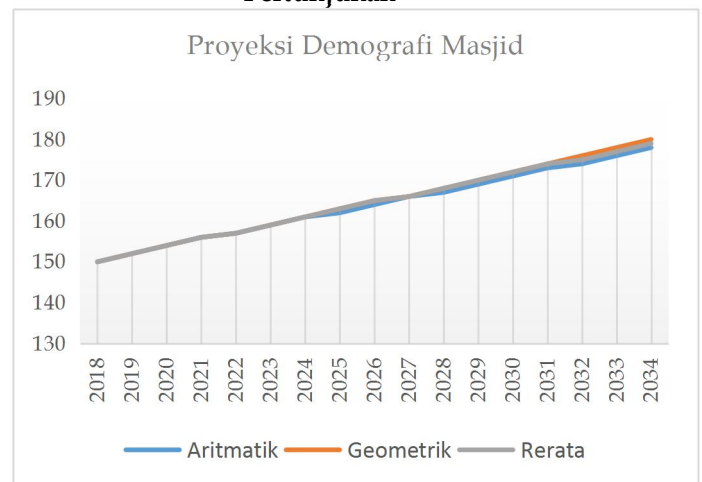
Sumber : Perhitungan

Gambar 4 Proyeksi Demografi Sekolah



Sumber : Perhitungan

Gambar 5 Proyeksi Demografi Gedung Pertunjukan



Sumber : Perhitungan

Gambar 6 Proyeksi Demografi Masjid

Persentase pertumbuhan penduduk tipe sekolah, mengalami penurunan sebesar 0.0259% . Penurunan ini terjadi disebabkan karena turunnya jumlah murid, guru, dan tenaga didik di Sekolah Dasar Negeri 02 Glindah setiap tahunnya. Demografi penduduk tipe kantor tidak dihitung proyeksi demografinya, karena kantor yang ada di Dusun Glindah Kidul merupakan kantor balai desa yang kuantitasnya sudah ditetapkan oleh pemerintah.

5. Analisa Desain Jaringan Pipa untuk Tahun ke-T sesuai Standarisasi SNI 7065-2005

Desain jaringan pipa yang telah direncanakan sesuai dengan SNI 7065-2005 dan Permen PU tahun 2007 tentang SPAM, kemudian dianalisa hingga tahun ke-T. Variabel yang dimodifikasi untuk tahap ini yaitu kebutuhan debit tiap tahun sesuai rencana tahap proyeksi demografi. Berikut hasil analisa desain model jaringan pipa menggunakan program aplikasi *EPANET v.2.0*:

Tabel 3 Analisa Desain Model Program EPANET v.2.0

Tahun	Base Demand (liter/second)	Pressure (m) terkecil	Unit Headloss (m/km) terbesar	Running Status
2018	1.0735	5.33	4.41	Success
2019	1.0748	5.34	4.45	Success
2020	1.0849	5.34	4.49	Success
2021	1.0942	5.34	4.54	Success
2022	1.104	5.35	4.57	Success
2023	1.1121	5.35	4.59	Success
2024	1.122	5.36	4.63	Success
2025	1.1318	5.36	4.67	Success
2026	1.1413	5.37	4.75	Success
2027	1.1511	5.37	4.84	Success
2028	1.1607	5.38	4.94	Success
2029	1.1724	5.38	5.03	Success

Sumber: EPANET v.2.0

Pada tabel 3 disebutkan bahwa pada tahun 2028 *unit headloss* adalah sebesar 4.94 m/km, sedangkan pada tahun 2029 *unit headloss* sebesar 5.03 m/km. Pada penjelasan ini disimpulkan bahwa perencanaan desain model jaringan pipa yang sesuai dengan SNI 7065-2005 dan Permen PU 2007 tentang SPAM, layak hingga tahun rencana ke 10 yaitu pada tahun 2028.

6. Kalibrasi Perhitungan EPANET v.2.0 dengan Perhitungan Manual

Perhitungan EPANET v.2.0 memiliki dasar perhitungan sama dengan perhitungan manual, tetapi perhitungan pada program aplikasi EPANET v.2.0 lebih kompleks daripada perhitungan manual. Kompleksnya perhitungan yang digunakan EPANET v.2.0 ini menjadi indikasi perbedaan hasil *output* EPANET v.2.0 dengan perhitungan secara manual, untuk faktor keamanan saat jaringan pipa beroperasi. Perhitungan yang dilakukan kalibrasi yaitu perhitungan *head* pada *junction*, dan *unit headloss* yang terjadi pada *link*.

a. Perhitungan *output total head* pada *junction*

Menurut Rossman,(2000.VII-1), *total head* pada *junction* sama dengan *total head* pada *node tank*. Sebagai contoh, dikalibrasi *total head* pada jaringan pipa rencana tahun 2028, pada *node junction K*. Berikut perhitungan manual pada *node junction K*:

Diketahui: *Pressure*= 7.29 m to head
Elevation = +18.008 m

$$H_{A_{total}} = pressure_A + elevation_A$$

$$H_{A_{total}} = 7.29 + 18.008$$

$$H_{A_{total}} = 25.298 \text{ m}$$

Perhitungan manual diatas, menunjukkan hasil *total head* 25.298 m. Hasil ini sesuai dengan hasil komputasi dari EPANET v.2.0. Berikut hasil *output* program EPANET v.2.0:

Junction K	
Property	Value
*Junction ID	K
X-Coordinate	665647.28
Y-Coordinate	9192453.24
Description	
Tag	
*Elevation	18.008
Base Demand	0.018
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	0.02
Total Head	25.30
Pressure	7.29
Quality	0.00

Sumber: EPANET v.2.0

Gambar 7 Properties Node Junction A Jaringan Pipa Tahun 2028

b. Perhitungan *output unit headloss* pada *link*

Unit headloss pada *link* secara teoritis dapat dihitung. Metode yang digunakan untuk menghitung *unit headloss* adalah metode perhitungan Darcy-Weisbach. Sebagai contoh, dikalibrasi *unit headloss* pada jaringan pipa rencana

tahun 2028, pada *link pipe 14A*. Berikut perhitungan manual pada *link pipe 16*:

Diketahui:

$$f = 0.027$$

$$D = \emptyset 1\frac{1}{2} \text{ dim (48 mm = 0.048 m)}$$

$$v = 0.37 \text{ m/s}$$

$$g = 9.806 \text{ m/s}^2$$

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0.027 \frac{1000}{0.048} \frac{0.37^2}{2 \times 9.806}$$

$$H_f = 3.926 \text{ m/km}$$

Perhitungan manual diatas, menunjukkan hasil *unit headloss* 3.926 m/km. Hasil ini sedikit berbeda dengan hasil komputasi dari *EPANET v.2.0*. Berikut hasil *output* program *EPANET v.2.0*:

Pipe 16	
Property	Value
*Pipe ID	16
*Start Node	K
*End Node	P
Description	
Tag	
*Length	64
*Diameter	48
*Roughness	0.0016
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open
Bulk Coeff.	
Wall Coeff.	
Flow	0.67
Velocity	0.37
Unit Headloss	3.90
Friction Factor	0.027
Reaction Rate	0.00
Quality	0.00
Status	Open

Sumber: *EPANET v.2.0*

Gambar 8 Properties link pipe 7 Jaringan Pipa Tahun 2028

Proses kalibrasi ini, menunjukkan bahwa komputasi pada program aplikasi *EPANET v.2.0* tidak berbeda jauh dengan teori yang sering digunakan untuk merencanakan jaringan pipa. Perencanaan jaringan pipa menggunakan aplikasi *EPANET*

v.2.0 sangat efektif untuk melakukan pekerjaan perencanaan jaringan pipa dalam skala besar.

Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan menjadi :

1. Kebutuhan debit air baku di Dusun Glindah Kidul untuk tahun 2018 adalah 1,0735 liter/detik, sedangkan untuk proyeksi tahun 2019-T adalah antara 1,0749-1,1607 liter/detik.
2. Model jaringan pipa untuk distribusi air baku di Dusun Glindah Kidul untuk pipa eksisting mengalami *velocity* ≤ 0.3 m/s, pada keseluruhan pipa. Perencanaan jaringan pipa untuk memenuhi indikator layak, dilakukan percobaan modifikasi diameter pipa. Diameter pipa dimodifikasi dan disimulasikan melalui percobaan *trial error* sampai 4 kali percobaan. Desain model jaringan pipa setelah modifikasi diameter pipa layak untuk digunakan sampai dengan kebutuhan debit 1,1607 liter/detik, yaitu pada proyeksi tahun 2028 atau tahun ke-10.
3. Hasil analisa desain model jaringan pipa pada proyeksi tahun 2028 mendapatkan hasil kecepatan aliran (*velocity*) antara 0.3-4.5 m/s, kehilangan energi (*unit headloss*) paling besar 4.94 m/km, nilai *pressure* antara 5.16-8.61 m, dan *running status* menyebutkan bahwa *running was success*.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, Mochammad Zainal. 2016. *"Pengembangan Distribusi Air Bersih Sumber Dlundung Desa Trawas Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto"*. Rekayasa Teknik Sipil Vol.03 Nomor 03/rekat/16 (2016): hal. 71-79.

Anjayani, Eni. 2009. *Geografi Kelas XI*. Surakarta: PT. Cempaka Putih

Amir, Zulfahmi. 1988. *Dasar-Dasar Pengukuran Terristris Dan Pemetaan Situasi*. Padang : Universitas Andalas

Anonim. 2005. SNI 03-7065-2005. *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta :Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

Anonim. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM No: 18/PRT/M/2007*

Barakbah, Ali Ridho., Ahmad Syauqi Ahsan., dan Tita Karlita. 2013. *Logika dan Algoritma*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Kodoatie, Robert J. 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta :Penerbit ANDI

Masyhuri, dan Zainuddin, Muhammad.2008. *Metode Penelitian Pendekatan Praktis dan Aplikatif*. Bandung: PT. Refika Aditama

Rossman, Lewis.A. 2000. *EPANET 2 USER MANUAL*. Terjemahan Ekamitra Engineering, Jakarta: Penerbit Ekamitra Engineering

Steffler, P. 1991. *Pipe Flow*. Civil Eng. Dept. Faculty of Engineering, University of Alberta, Edmonton, Canada