



Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Desa Singamerta PDAM Kabupaten Banjarnegara dengan *Simulasi Epanet 2.0*

Rio Aditya Permana, Adiyanto Aprilyansah

Program Studi Teknik Lingkungan, Akademi Teknik Tirta Wiyata, Magelang

E-mail: rioapst@gmail.com

Diterima 21 Mei 2023, Direvisi 14 September 2023, Disetujui Publikasi 30 Desember 2023

Abstract

PDAM Kabupaten Banjarnegara in 2019 was only able to reach 14,12% of service coverage from a total of 923,192 population. So to improve the service the author will plan a clean water distribution pipeline by calculating the projected population up to 5 years ahead to determine water needs, planning distribution pipelines and hydraulic system analysis of planning results. Calculation of population projections with several methods is done from secondary data obtained from BPS Banjarnegara to be able to determine the water needs in each network. Observation techniques, literature studies, fieldwork practices, and interviews were analyzed using the Epanet 2.0 program as a distribution pipeline plan simulator. Simulation program Epanet 2.0 is used to analyze the hydraulic system in a network. The results of the simulation of the Epanet 2.0 program on the planning of clean water distribution pipelines in Singamerta village, resulted in the highest pressure at peak hours at node29 is 47,71 mka, and the lowest pressure at node35 is 28,98 mka, so the pressure has met the criteria of 10 mka. For the flow velocity, there are some pipes that do not meet the criteria (0,3-3,0 m/s) with the lowest speed on Pipa45 with a speed of only 0,03 m/s.

Keywords: Planning, Network, Program Epanet 2.0

Abstrak

PDAM Kabupaten Banjarnegara pada tahun 2019 baru mampu mencapai 14,12% cakupan pelayanan dari total 923.192 populasi. Sehingga untuk meningkatkan pelayanan penulis akan merencanakan jaringan pipa distribusi air bersih dengan menghitung proyeksi penduduk sampai 5 tahun kedepan untuk mengetahui kebutuhan air, merencanakan jaringan pipa distribusi beserta analisa sistem hidrolis hasil perencanaan. Perhitungan proyeksi penduduk dengan beberapa metode dilakukan dari data sekunder yang didapat dari BPS Banjarnegara untuk dapat mengetahui kebutuhan air di setiap jaringan. Teknik observasi, studi literatur, praktik kerja lapangan, dan wawancara dianalisis menggunakan program Epanet 2.0 sebagai simulator rencana jaringan pipa distribusi. Simulasi program Epanet 2.0 digunakan untuk menganalisis sistem hidrolis pada suatu jaringan. Hasil dari simulasi program Epanet 2.0 pada perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih di Desa Singamerta, menghasilkan : tekanan tertinggi pada jam puncak pada node29 yaitu 47,71 mka, dan tekanan terendah pada node35 yaitu 28,98 mka, sehingga tekanan telah memenuhi kriteria yaitu 10 mka. Untuk kecepatan aliran terdapat beberapa pipa yang tidak memenuhi kriteria (0,3-3,0 m/s) dengan kecepatan terendah pada Pipa45 dengan kecepatan hanya mencapai 0,03 m/s.

Kata Kunci : Perencanaan, Jaringan, Program Epanet 2.0.

A. Pendahuluan

Kebutuhan manusia yang semakin banyak akan membentuk pemikiran untuk mendapatkan air dengan cara yang mudah dan murah serta memenuhi syarat, seperti kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya. PDAM Kabupaten Banjarnegara sebagai penyedia air bersih di wilayah Kabupaten Banjarnegara perlu memperluas pelayanan guna meningkatkan jumlah pelanggan. Menurut data Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara pada tahun 2019 memiliki populasi 923.192 jiwa, namun hanya 14,12% yang telah terlayani aliran air PDAM Kabupaten Banjarnegara. Desa Singamerta merupakan salah satu desa yang belum mendapatkan pelayanan air bersih secara menyeluruh, padahal jarak antara desa tersebut dengan instalasi pengolahan air cukup dekat.

Masalah yang harus dipecahkan dalam perencanaan ini adalah kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Desa Singamerta dan rencana sistem jaringan pipa distribusi agar mampu melayani hingga 5 tahun kedepan. Perencanaan ini bertujuan untuk menghitung besar debit air kebutuhan untuk Desa Singamerta dan merancang sistem jaringan pipa distribusi untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Desa Singamerta. Agar perencanaan jaringan pipa distribusi sesuai dengan kriteria perencanaan, maka digunakan Program Epanet 2.0 sebagai simulator.

Penelitian yang dilakukan oleh Bryan Fredrik dkk, pada tahun 2015 memilih Kelurahan Woloan Tiga Kota Tomohon sebagai lokasi penelitian. Tujuan dari penelitian adalah merencanakan peningkatan sistem jaringan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat di Kelurahan Woloan Tiga hingga 25 tahun dengan metode simulasi Epanet 2.0 dalam menentukan kapasitas pompa.

Penelitian lainnya oleh Reza Priadaka dkk, pada tahun 2015 yang

bertujuan untuk merencanakan pengembangan sistem distribusi air bersih di Kecamatan Pakusari ditinjau dari segi hidraulika menggunakan simulasi tidak permanen Epanet 2.0. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa diketahui sumber air yang digunakan adalah Instalasi Pengolahan Air dengan debit 20 l/s, tidak mampu melayani sampai tahun 2045 sehingga diperlukan unit IPA baru.

Penelitian terakhir yang digunakan sebagai bahan referensi adalah pada tahun 2014 disusun oleh Novitri Astuti, Penyediaan Air Bersih Oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui dan menganalisis faktor-faktor yang mendukung dan menghambat penyediaan air bersih, metode yang digunakan adalah model interaktif dari Matthew B. Miles dan A. Michael Huberman. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa kualitas air baku sudah tercemar oleh limbah tambang, secara kontinuitas pendistribusian air bersih tidak selalu 24 jam per hari.

B. Metode Penelitian

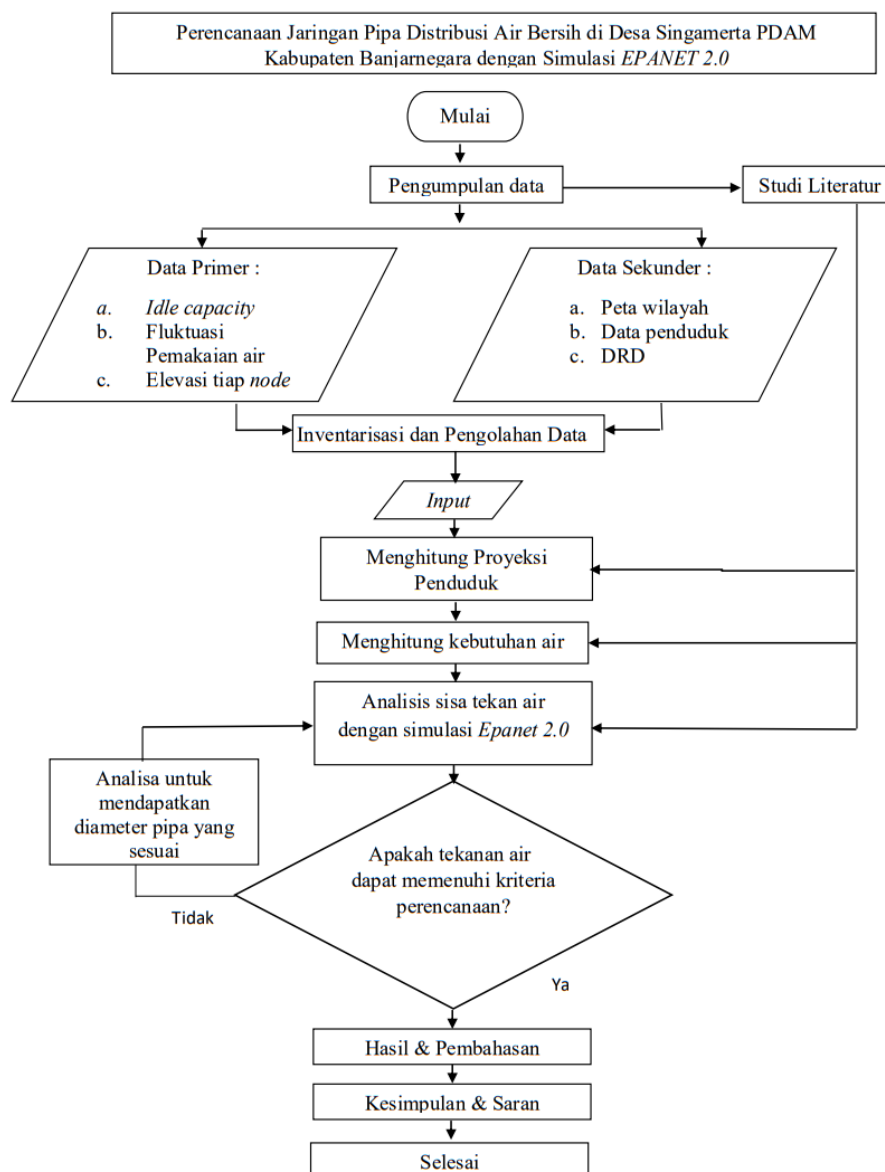
Perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih ini dilakukan dengan memanfaatkan *idle capacity* (kapasitas menganggur) pada pipa distribusi. Ada beberapa cara untuk mengukur *idle capacity* baik dengan menggunakan alat yang mampu mengukur secara otomatis maupun analisa dari hasil pengukuran parameter lain. Pengukuran *idle capacity* yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menganalisa debit kebutuhan pada daerah yang sudah terlayani oleh pipa distribusi utama dan membandingkannya dengan debit yang masuk ke reservoir distribusi.

Sisa luapan (*over flow*) pada reservoir merupakan besar debit *idle capacity* yang akan dimanfaatkan. merencanakan suatu jaringan pipa distribusi bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan air saat ini, namun perlu

dikembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan air minimal untuk 5 tahun yang akan datang.

Proyeksi jumlah penduduk merupakan langkah yang diambil untuk memecahkan masalah tersebut, ada banyak metode untuk menghitung proyeksi penduduk, akan tetapi dalam penelitian ini dipilih tiga metode untuk menghitung proyeksi penduduk untuk 5 tahun yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik, Metode *Least Square*. Metode proyeksi penduduk dengan nilai standar

deviasi yang paling rendah dipilih sebagai jumlah penduduk yang digunakan untuk mengukur kebutuhan air. Hitung total kebutuhan air domestik maupun non domestik dengan menggunakan kriteria kebutuhan yang dikeluarkan oleh Ditjen Cipta Karya Departemen PU Tahun 1996. Program Epanet 2.0 adalah metode yang digunakan untuk merencanakan jaringan pipa distribusi dengan memasukkan peta wilayah, mendesain peta jaringan, dan memasukkan semua data yang didapat untuk dianalisa.



Gambar 1. Bagan Alir Pelaksanaan Perencanaan

C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

1. Analisa Proyeksi Penduduk

Berikut adalah data jumlah penduduk Desa Singamerta pada tahun 2015 sampai dengan 2019, yang diambil dari data BPS Kabupaten Banjarnegara tahun 2020.

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Desa Singamerta

Tahun	Jumlah penduduk
2015	2.289
2016	2.377
2017	2.407
2018	2.436
2019	2.450

(Sumber: BPS Banjarnegara, 2020)

Berikut disajikan sampel perhitungan proyeksi penduduk dengan metode aritmatik, geometrik dan *Least Square*.

1. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + K_a(T_n - T_o)$$

$$= 2.289 + 17,89 (2025 - 2015)$$

$$= 2.468 \text{ Jiwa}$$

2. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$= 2.289 P_o (1 + 0,017)^{10}$$

$$= 2.709 \text{ Jiwa}$$

3. Metode *Least Square*

$$a = Y' - b.X'$$

$$= 2.391,8 - (38,1 \times 3)$$

$$= 2.278$$

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{(5 \times 36.764) - (15 \times 12.163)}{(5 \times 55) - (15^2)}$$

$$= \frac{1.375}{50} = 38,1$$

$$P_n = a + b.X$$

$$= 2.278 + (38,1 \times 10)$$

$$= 2.659 \text{ Jiwa}$$

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil proyeksi Penduduk

Tahun	Aritmatik	Geometrik	<i>Least square</i>
2020	2.378	2.430	2.468
2021	2.396	2.459	2.506
2022	2.414	2.488	2.544
2023	2.432	2.518	2.582
2024	2.450	2.548	2.620
2025	2.468	2.579	2.659
S	71,64	61,5	65,99

(Sumber : Hasil Analisa)

Setelah dilakukan perhitungan proyeksi penduduk serta standar deviasi masing-masing metode yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan metode *least square*. Maka dipakai metode geometrik karena mempunyai nilai standar deviasi terendah yaitu 61,5 serta pertumbuhan jiwa yang selalu meningkat setiap tahunnya. Sehingga jumlah penduduk yang diproyeksikan pada tahun 2025 adalah 2.579 Jiwa.

Perhitungan kebutuhan Air Bersih

Data DRD digunakan untuk menghitung kebutuhan air liter/ orang/ SR, data diambil dari Perumahan Griya Safira & Griya Gemuruh Indah karena karakteristiknya (sosial, ekonomi, budaya) menyerupai dengan daerah perencanaan. Data DRD diambil pada bulan April, Mei dan Juni yang kemudian akan dirata-rata :

Tabel 3. Data DRD Griya Safira & GGI

Bulan	Jumlah SR	Pemakaian Air (m ³ /bln)	Pemakaian Air (Ltr/dtk)	Pemakaian Air (ltr/dtk/SR)
April	120	1961	0,76	0,0063
Mei	118	2188	0,84	0,0070
Juni	116	1572	0,61	0,0051
Total	354	5721	2,21	0,0184
Rata	118	1907,0	0,736	0,0061

(Sumber: DRD PDAM Banjarnegara)

Berdasarkan jumlah penduduk pada daerah perencanaan yang <20.000 jiwa sampai tahun 2025 maka diperkirakan tidak akan ada penambahan fasilitas

umum di Desa Singamerta. Berikut ini merupakan tabel Proyeksi Jumlah Penduduk dan tingkat cakupan pelayanan dengan metode Geometrik :

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk & Tingkat Cakupan Pelayanan

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Tingkat Pelayanan (%)	Jumlah Penduduk Terlayani (Jiwa)
2021	2.459	50	1.229
2022	2.488	60	1.493
2023	2.518	70	1.763
2024	2.548	80	2.039
2025	2.579	90	2.321

(Sumber : Hasil Analisa)

Kebutuhan Air Tahun 2021
Perhitungan Jumlah SR yang dapat terlayani Kebutuhan air/SR
= (jmlh rata-rata 3 Bulan)/(Jmlh SR)
= 0,006 liter/detik/SR
= 521 liter/hari

Kebutuhan orang/hari
= (Kebutuhn air/SR)/(jmlh orang/SR)
= 104,2 liter/orang/hari

Demand Multipler (NRW 34%)
= 100/(100-NRW)
= 100/(100-34)
= 100/66
= 1,5

Jika 1 SR terdiri atas 5 jiwa, maka 1229 jiwa/5 = 246 SR
Kebutuhan Air Domestik
= 1229 jiwa x 104 liter/orang/hari
= 127.859 ltr/hari

Non Domestik :

Masjid & Mushola
= 2000+3000
= 5000 ltr/hari

SD (1 buah)
= 260 jiwa x 5 liter/orang/hr
= 1.300 ltr/hari

Kantor Desa
= 15 jiwa x 5 liter/orang/hr
= 75 ltr/hari

Wisata arung jeram
= 0,1 liter/dtk/ha
= 950 m²
= 820 ltr/hari

Jumlah kebutuhan Non domestik
Q non Domestik
= 5000+1300+75+820
= 7.195 ltr/hari

Kebutuhan Pelayanan air
 = Q Domestik + Q non Domestik
 = 127.859 + 7.195
 = 135.054 ltr/hari

Total Kebutuhan Air
 = Keb. pelayanan air + Kehilangan air
 = 135.054 + 45.918
 = 180.973 ltr/hari

Kehilangan Air
 = 34% x Kebutuhan Pelayanan Air
 = 34% x 135.054
 = 45.918 ltr/hari

Kebutuhan Air Hari Maksimum
 = 1,1 x total kebutuhan air
 = 1,1 x 180.973
 = 199.070 ltr/hari

Kebutuhan Jam Puncak
 = 2,34 x total kebutuhan air
 = 2,34 x 180.973
 = 423.476 ltr/hari

Tabel 5. Rekapitulasi Kebutuhan Air

Uraian	Satuan	Tahun				
		2021	2022	2023	2024	2025
Jumlah Penduduk	Jiwa	2.459	2.488	2.518	2.548	2.579
Cakupan Pelayanan	%	50	60	70	80	90
Penduduk Terlayani	Jiwa	1.230	1.493	1.763	2.038	2.321
Konsumsi Org Pemakai SR	L/org/ hari	104	104	104	104	104
Jumlah SR Dilayani	SR	246	299	353	408	464
Kebutuhan Air Utk SR	L/hari	127.859	155.272	183.325	212.028	241.394
Kebutuhan Air Domestik	L/hari	127.859	155.272	183.325	212.028	241.394
Kebutuhan Non Domestik	L/hari	5.875	5.875	5.875	5.875	5.875
Total Kebutuhan	L/hari	133.734	161.147	189.2	217.903	247.269
	L/dtk	1,55	1,87	2,19	2,52	2,86
Kebocoran 34%	%	34	34	34	34	34
Total Kebutuhan + Kebocoran	L/hari	179,204	215,937	253,528	291,99	331,34
	L/dtk	2,07	2,50	2,93	3,38	3,83
Total kebutuhan hari Maksimum	L/hari	197,124	237,531	278,881	321,189	364,475
	L/dtk	2,28	2,75	3,23	3,72	4,22
Total Kebutuhan jam puncak	L/hari	419.336	505.293	593.256	683.257	775.337
	L/dtk	4,85	5,85	6,87	7,91	8,97

Perhitungan *Idle Capacity* (Kapasitas Menganggur)

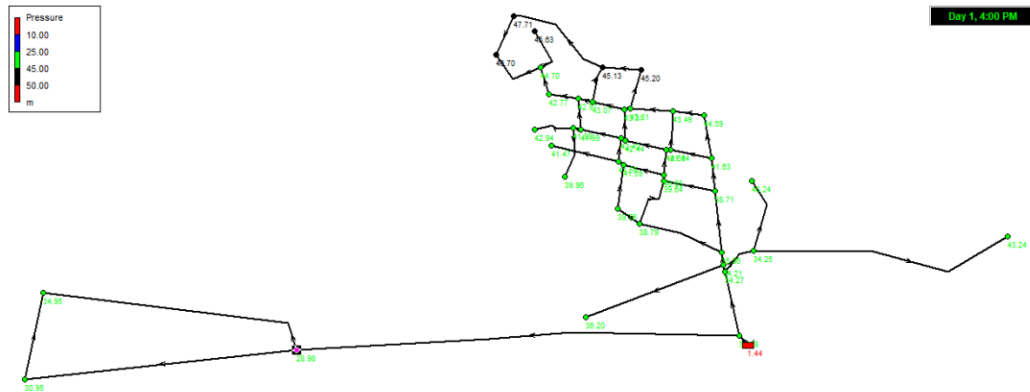
Tabel 6. Rekap Perbandingan Debit

Uraian	Debit per Jam (dalam 1 hari)	Debit DRD (dalam 3 bulan)
Jumlah	26,517	2,178
Rata-rata (l/s)	1,10	0,726

(Sumber : Hasil Analisa)

Total Pemakaian Air
 = 69699,67 + NRW
 = 69.699,67 + (34% x 23.697,9)
 = 93.397,57 m³/bulan
 = 36,03 liter/dtk

Idle Capacity
 = Jmlh Produksi Air - Pemakaian Air
 = 50 liter/detik – 36,03 liter/detik
 = 13,97 liter/detik
 Analisis Sistem Hidrolis Melalui Program
 Epanet 2.0. Tekanan Saat Jam Puncak
 (16:00 WIB)



Gambar 2. Simulasi Tekanan Jam Puncak

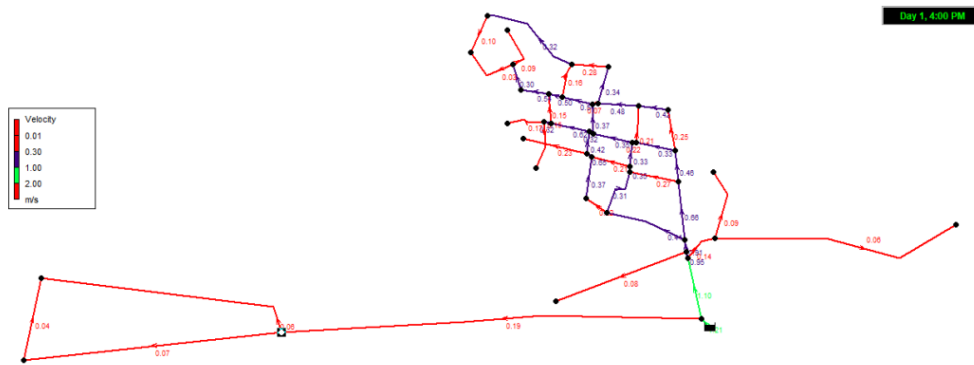
Dari hasil simulasi program Epanet 2.0 pada gambar di atas, maka tekanan pada saat jam puncak dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Tekanan saat Jam Puncak pada tiap node

Node	Pressurem	Node	Pressurem	Node	Pressurem
Node1	31,28	Node15	41,55	Node29	47,71
Node2	34,27	Node16	41,54	Node30	45,63
Node3	34,21	Node17	42,54	Node31	44,7
Node4	35,06	Node18	42,43	Node32	46,7
Node5	38,71	Node19	42,44	Node33	34,25
Node6	41,63	Node20	41,99	Node34	40,24
Node7	44,59	Node21	41,98	Node35	28,98
Node8	42,77	Node22	42,94	Node36	30,95
Node9	39,64	Node23	42,97	Node37	43,24
Node10	40,63	Node24	43,31	Node38	34,95
Node11	41,47	Node25	43,31	Node39	39,96
Node12	38,79	Node26	45,2	Node40	43,49
Node13	39,76	Node27	43,07	Node41	36,2
Node14	41,59	Node28	45,13		

(Sumber : Hasil Analisa)

Velocity saat Jam Puncak (16:00 WIB)



Gambar 3. Simulasi Velocity Jam Puncak

Dari hasil simulasi program Epanet pada gambar di atas, maka *velocity* 2.0

pada saat jam puncak dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Velocity pada saat Jam Puncak

Pipa	Velocity m/s	Pipa	Velocity m/s	Pipa	Velocity m/s	Pipa	Velocity m/s
Pipa1	1,21	Pipa14	0,09	Pipa27	0,33	Pipa40	0,07
Pipa2	1,1	Pipa15	0,08	Pipa28	0,22	Pipa41	0,54
Pipa3	0,95	Pipa16	0,44	Pipa29	0,35	Pipa42	0,5
Pipa4	0,91	Pipa17	0,22	Pipa30	0,32	Pipa43	0,54
Pipa5	0,66	Pipa18	0,31	Pipa31	0,62	Pipa44	0,3
Pipa6	0,46	Pipa19	0,37	Pipa32	0,32	Pipa45	0,03
Pipa7	0,25	Pipa20	0,27	Pipa33	0,17	Pipa46	0,1
Pipa8	0,19	Pipa21	0,35	Pipa34	0,15	Pipa47	0,34
Pipa9	0,07	Pipa22	0,21	Pipa35	0,15	Pipa48	0,28
Pipa10	0,04	Pipa23	0,65	Pipa36	0,37	Pipa49	0,32
Pipa11	0,06	Pipa24	0,23	Pipa37	0,21	Pipa50	0,16
Pipa12	0,14	Pipa25	0,33	Pipa38	0,42	Pipa51	0,09
Pipa13	0,06	Pipa26	0,42	Pipa39	0,48		

D. Kesimpulan Dan Saran

Debit kebutuhan air rata-rata pada tahun 2025 untuk mencukupi 2.199 penduduk adalah 3,83 liter/detik, sedangkan untuk kebutuhan hari maksimumnya sebesar 4,22 m/s serta 8,97 m/s pada saat jam puncak (pukul 16:00 WIB). Dengan mempertimbangkan nilai *idle capacity* sebesar 13,97 liter/detik, maka rancangan yang telah direncanakan sangat cukup untuk melayani daerah perencanaan Desa Singamerta sampai tahun 2025 mendatang. Tekanan tertinggi pada jam puncak (16:00) terdapat pada Node29 yaitu sebesar 47,71 mka sedangkan tekanan terendah terdapat pada

Node35 dengan nilai 28,98 mka. Untuk kecepatan aliran saat jam puncak terdapat 24 pipa distribusi yang berada di bawah kriteria dengan nilai terendah terdapat pada Pipa45 yaitu 0,03 m/s.

Penggunaan *valve wash out* untuk *flushing* (pengurusan pipa) perlu dimanfaatkan dengan cara berkala, karena terdapat banyak pipa dengan kecepatan kurang dari 0,3 m/s sehingga pengurusan pipa yang berkala akan mengurangi kotoran yang mengendap didalam pipa yang dapat menyumbat.

Memanfaatkan bangunan Reservoir yang tidak terpakai di Sigaluh untuk melayani jaringan perencanaan ini dan

perencanaan baru lainnya supaya dapat mencapai pelayanan sampai ke Kecamatan Madukara aliran pada pipa.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1996. Kriteria Perencanaan Pengolahan Air. Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum
- Ardhianto, R. Pelatihan Analisa Jaringan Perpipaan Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0. <https://www.slideshare.net/SusiloSulo6/modul-epanet>. (Diakses 21 Mei 2020)
- Astuti, N. 2014. Penyediaan Air Bersih Oleh Perusahaan Air Minum (PDAM) Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. [https://ejournal.an.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2014/05/JURNAL%2520\(05-14-04-15-53\).pdf](https://ejournal.an.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2014/05/JURNAL%2520(05-14-04-15-53).pdf) (Diakses tanggal 26 April 2020)
- Badan Pusat Statistik. Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk per Tahun, Distribusi Presentase Penduduk, Kepadatan Penduduk, Rasio Jenis Kelamin, Menurut Kecamatan di Kabupaten Banjarnegara, 2019. https://banjarnegarakab.bps.go.id/statictable/2020/07/07/211/penduduk-laju_pertumbuhan-penduduk-per-tahun-distribusi-presentase-penduduk-pepadatan-penduduk-rasio-jenis-kelamin-menurut-kecamatan-di-kabupaten-banjarnegara-019.html (Diakses tanggal 30 Juli 2020)
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara. 2020. Data Jumlah Penduduk Desa Singamerta Kecamatan Banjarnegara Tahun 2015-2020. Banjarnegara: BPS
- Mawey, B.F.P., I.R. Mangangka, dan L. Kawet. 2015. Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih di Kelurahan Woloan Tiga Kota Tomohon. Jurnal Sipil Statik 3 (4): 268-280
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18. (2007). Dalam Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015. Tentang Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Sekretariat Negara
- Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Banjarnegara. Kondisi PDAM Kabupaten Banjarnegara. Banjarnegara: PDAM Tirta Serayu
- Priadmaka, R., D. Sisinggih, R. Asmaranto. 2015. Aplikasi Epanet 2.0 Untuk Pengembangan Distribusi Air Bersih Kecamatan Pakusari Jember. <https://www.scribd.com/document/360575461/Reza-Priadmika-0910643010-Aplikasi-Epanet-2-0-Untuk-Distribusi-Air-Bersih-Kec-Pakusari-Kab-Jember.pdf> (Diakses tanggal 26 April 2020)
- Putrabahar, A. 2010. Teori dan konsep sistem penyaluran air minum. https://www.academia.edu/5263939/teori_dan_konsep_sistem_penyaluran_air_minum. (Diakses tanggal 28 April 2020)