

MODEL JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KELURAHAN PONDOK CINA, KECAMATAN BEJI, KOTA DEPOK MENGUNAKAN *SOFTWARE EPANET 2.0*

(*Distribution Network Model of Clean Water in Pondok Cina Subdistrict, Beji District, Depok City Using Epanet 2.0 Software*)

Diyanti¹, Fani Yayuk Supomo¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gunadarma

E-mail: diyanti@staff.gunadarma.ac.id

Diterima 16 Maret 2021, Disetujui 11 Oktober 2021

ABSTRAK

Air bersih adalah air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, dimana kualitasnya harus memenuhi syarat kesehatan. Jaringan distribusi air bersih merupakan jaringan distribusi air yang difungsikan untuk pemenuhan kebutuhan air masyarakat pada suatu kota ataupun sebagai konservasi air tanah. Model simulasi jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat ini bertujuan untuk mendapatkan simulasi kebutuhan air bersih 20 tahun mendatang. Pemodelan ini dilakukan dengan bantuan *software epanet 2.0* dengan metode proyeksi jumlah penduduk, yaitu metode aritmatika, geometrik, dan *least square*. Setelah didapatkan proyeksi jumlah penduduk 2039, selanjutnya dihitung kebutuhan air domestik dan non domestik dan dilanjutkan dengan analisis hidrolis dengan *software epanet 2.0*. Hasil pemodelan jaringan distribusi air bersih dengan metode proyeksi yang diterima metode geometrik, dimana hasil prediksi jumlah penduduk ditahun 2039 sebesar 14.924 jiwa, sehingga dibutuhkan air harian rata-rata sebesar 24,53 liter/detik, air maksimum 26,98 liter/detik, dan air jam puncak 36,80 liter/detik. Hasil simulasi hidrolis didapatkan kapasitas reservoir 360 m³, jenis pipa HDPE diameter pipa distribusi primer 5 *inchi*, pipa sekunder 0,5 *inchi*, dan *head* pompa 8,20 meter.

Kata Kunci: Model, Distribusi Air Bersih, *Software Epanet 2.0*

ABSTRACT

Clean water is water that can be used for daily needs, where the quality must meet health requirements. The clean water distribution network is a water distribution network that is functioned to meet the water needs of the community in a city or as groundwater conservation. The simulation model of the clean water distribution network in Pondok Cina Village, Beji District, Depok City, West Java aims to simulate the need for clean water for the next 20 years. This modeling is carried out with the help of epanet 2.0 software with population projection methods, namely arithmetic, geometric, and least square methods. After obtaining the projected population of 2039, the domestic and non-domestic water needs are then calculated and followed by hydraulic analysis using epanet 2.0 software. The results of modeling the clean water distribution network using the projection method are accepted by the geometric method, where the predicted population in 2039 is 14,924 people, so that the average daily water required is 24.53 liters/second, the maximum water is 26.98 liters/second, and peak hour water 36.80 liters/second. The hydraulic simulation results obtained reservoir capacity of 360 m³, the type of HDPE pipe is the diameter of the primary distribution pipe is 5 inches, the secondary pipe is 0.5 inches, and the pump head is 8.20 meters.

Keywords: Model, Clean Water Distribution, *Epanet 2.0 Software*

PENDAHULUAN

Kebutuhan air pada suatu daerah akan terus meningkat seiring dengan makin berkembangnya wilayah dan pertumbuhan jumlah penduduk (Rachman, 2020). Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud diantaranya kualitas air harus memenuhi standar minimum kualitas fisik, kimia, biologi, dan radiologi, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Menkes, 1990). Penggunaan air bersih juga harus tetap terjaga dengan baik, maka dari itu adanya suatu pengaturan dan pemanfaatan air secara bijaksana. Hal ini merupakan salah satu dari usaha konservasi air, yaitu menggunakan air sesuai dengan kebutuhannya.

Upaya pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai cara, hal ini disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang tersedia (R., Sahmbar, 2017). Pendistribusian air bersih dapat dilakukan dengan cara perpipaan dan non perpipaan. Di Indonesia untuk sistem perpipaan dikelola oleh PDAM dan sistem non perpipaan biasanya dikelola oleh masyarakat secara mandiri (Selintung, 2012).

Kelurahan Pondok Cina merupakan salah satu Kelurahan yang berada di Kecamatan Beji, Kota Depok dengan jumlah penduduk pada tahun 2019 sebanyak 11.525 jiwa (BPS, 2019). Menurut Zaenal selaku *staff* Kelurahan Pondok Cina menuturkan bahwa Kelurahan Pondok Cina belum dilayani oleh PDAM, sebagian besar penduduknya menggunakan air sumur untuk keperluan sehari-hari, sehingga pada saat musim kemarau terkadang terjadi kekeringan disebagian penduduk.

Ramadhan, A. (2014), menyebutkan bahwa perencanaan sistem jaringan air minum pada suatu kompleks perumahan dapat dilakukan dengan metode luasan rumah. Jumlah kebutuhan air pada setiap titik dilakukan dengan cara membagi total debit yang keluar dari *Filter water Tank* terhadap jumlah sambungan rumah (SR).

Software Epanet 2.0 adalah salah satu *software* yang dapat mensimulasikan sistem distribusi suatu jaringan air baku/bersih ataupun air minum pada suatu wilayah tertentu. Nelwan (2013), menyebutkan bahwa *epanet* adalah program computer yang menggambarkan kualitas air yang mengalir dalam suatu jaringan pipa dan simulasi hidrolis. Data yang dibutuhkan pada saat akan melakukan simulasi, yaitu data pipa, data pelanggan, elevasi, debit, dan tekanan. *Output* hasil dari simulasi *epanet 2.0* adalah pola sebaran dari debit yang mengalir di dalam pipa serta tekanan air di dalam pipa.

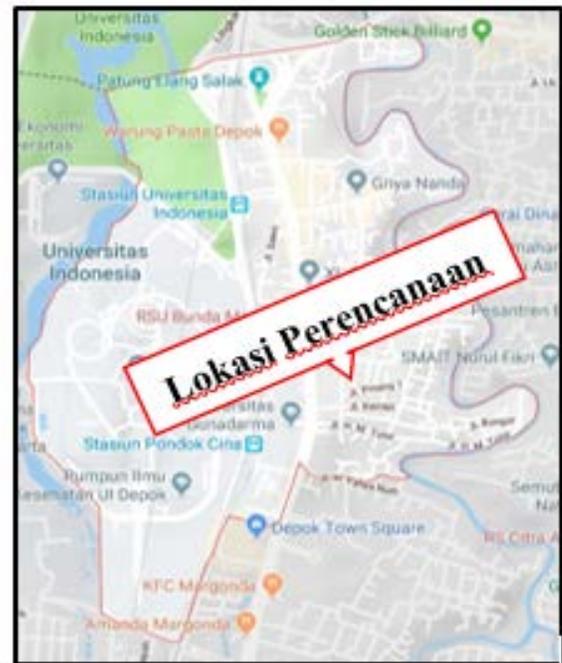
Lewis A (2000), menyampaikan langkah-langkah penggunaan *software epanet 2.0*, yaitu:

1. Pembuatan *project* baru;
2. Pengaturan program;
3. Penggambaran skema jaringan distribusi air bersih;
4. Input data komponen jaringan distribusi air bersih;
5. *Input* data pola kebutuhan air;
6. Simulasi program;
7. Interpretasi program.

Setelah dilakukan simulasi, maka hasil yang didapat berupa grafik dan tabel, serta peta jaringan air bersih sesuai dengan jam pelayanan yang direncanakan. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian terkait dengan model distribusi air bersih di Kelurahan Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat dengan *Software Epanet 2.0*.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat. Lokasi penelitian tergambarakan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data yang digunakan, yaitu data sekunder yang didapatkan dari BPS Kecamatan Beji dalam Angka 2019 dan PDAM Tirta Asasta Kota Depok. Data berupa data demografi, data fasilitas umum, dan data kebutuhan rencana pelayanan air bersih di Kecamatan Beji. Data primer yang digunakan yaitu hasil wawan cara secara langsung ke rumah-rumah penduduk, terkait dengan ketersediaan, jika di kelurahan tersebut untuk kebutuhan air bersihnya dengan cara perpipaan. Analisis yang dilakukan pada saat penelitian, yaitu:

1. Analisis proyeksi penduduk

Metode yang digunakan pada analisis proyeksi penduduk, yaitu metode aritmatik, geometrik, dan *least square*. Syarat metode mana yang sesuai, yaitu dengan dilihat nilai standar deviasi terkecil dan nilai koefisien korelasi mendekati 1 (satu). Rumus yang digunakan dalam analisis:

a. Metode geometrik

Tahapan perhitungan yang dilakukan dengan melakukan perhitungan laju pertumbuhan penduduk dan jumlah penduduk pada tahun n jiwa dengan menggunakan rumus berikut:

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (1)$$

$$P_n = P_0(1+r)^n \quad (2)$$

Dimana:

- P_n : Jumlah penduduk pada tahun n (jiwa)
- P₀ : Jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
- r : Laju pertumbuhan penduduk (% tahun)
- n : Rentang waktu antara P₀ dan P_t (tahun)

b. Metode Aritmatika

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan konstanta aritmatika dan jumlah penduduk pada tahun ke n, yaitu :

$$P_n = P_0 + K_a(T_n - T_0) \quad (3)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \quad (4)$$

dimana:

- T_n : Tahun ke n
- T₀ : Tahun dasar
- K_a : Konstanta aritmatika
- P₁ : Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke-1 (jiwa)
- P₂ : Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke terakhir (jiwa)
- T₁ : Tahun ke 1 yang diketahui
- T₂ ; Tahun ke 2 yang diketahui

c. Metode *Least Square*

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pertumbuhan penduduk, yaitu:

$$Y_i = a + b \cdot X_i \quad (5)$$

$$a = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum XY}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{n \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (7)$$

dimana:

- Y_i : Nilai variabel berdasarkan garis regresi
- X : Variabel independent
- a : Konstanta
- b : Variabel arah regresi linier

Setelah dilakukan perhitungan pertumbuhan penduduk, selanjutnya dilakukan perhitungan standar deviasi dan koefisien korelasi. Kemudian dilakukan pemilihan model proyeksi penduduk dari 3 metode tersebut mana yang nilai standar deviasi terkecil dan koefisien korelasi mendekati 1. Berikut rumus untuk mencari nilai standar deviasi dan koefisien korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}} \quad (8)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n}} \quad (9)$$

dimana:

- $\frac{\sum XY}{\sum XY}$: Koefisien Korelasi
- S : Standar deviasi
- Y_i : Jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa)
- \bar{Y} : Rata-rata jumlah penduduk dari data yang diketahui (jiwa)
- n : Jumlah data yang diketahui

2. Analisis kebutuhan air bersih

Dilakukan berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk 20 tahun kedepan dilokasi perencanaan. Kebutuhan air bersih yang direncanakan untuk kebutuhan domestik dan non domestik. (SNI-03-7065-2005). Kebutuhan air bersih yang diperhitungkan, adalah semua kebutuhan domestik dan non domestik. Setelah didapatkan kebutuhan air keseluruhan, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan air secara keseluruhan dengan sudah memperhitungkan besarnya kehilangan air 15% (PERMEN PU No. 18/PRT/M/2007). Akses air minum yang aman melalui sistem penyediaan air minum dengan jaringan perpipaan dan bukan jaringan perpipaan terlindungi dengan kebutuhan pokok minimal 60 liter/orang/hari (PERMEN PU Nomor: 14/PRT/M/2010).

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air domestik:

$$KD = JPT \times KP86400 \tag{10}$$

dimana:

KD: Kebutuhan air domestik

JPT: Jumlah Penduduk Terlayani

KP: Kebutuhan Pokok

3. Analisis fluktuasi air

Fluktuasi kebutuhan air minum didasarkan pada SNI 7831:2012, dimana factor harian maksimum 1 – 1,15 dan factor jam puncak 1,5 – 2. Pada fluktuasi yang diperhitungkan diantaranya:

a. Kebutuhan air harian rata-rata

Kebutuhan rata-rata air harian dihitung dari jumlah air per hari yang dibutuhkan untuk kebutuhan domestik dan nono domestik, serta sudah termasuk diperhitungkan kehilangan air dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran. Berikut rumus yang digunakan:

$$Q_{rh} = Q_{dh} + Q_{ndh} + Q_{ka} + Q_{pk} \tag{11}$$

Q_{rh} : Kebutuhan air rata-rata harian (l/det)

Q_{dh} : Kebutuhan air domestik harian (l/det)

Q_{ndh} : Kebutuhan air non domestik harian (l/det)

Q_{ka} : Kehilangan air bersih (l/det)

Q_{pk} : Kebutuhan air pemadam kebakaran (l/det)

b. Kebutuhan air harian maksimum

Kebutuhan air harian maksimum adalah kebutuhan air terbesar pada hari tertentu selama satu tahun berdasarkan nilai kebutuhan air rata-rata harian. Rumus yang digunakan untuk mencari besarnya kebutuhan air harian maksimum, yaitu dengan rumus:

$$Q_{max} = F_{max} \times Q_{rh} \tag{12}$$

dimana:

Q_{max} : Kebutuhan air harian maksimum (l/det)

F_{max} : Faktor harian maksimum 1,1 (kota kecil)

Q_{av} : Kebutuhan air rata-rata harian (l/det)

c. Kebutuhan air jam puncak

Kebutuhan air jam puncak adalah banyaknya air yang dibutuhkan pada jam puncak. Rumus yang digunakan:

$$Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rh} \tag{13}$$

dimana:

Q_{peak} : Kebutuhan air jam maksimum (l/det)

F_{peak} : Faktor jam puncak 1,5 (kota kecil)

Q_{av} : Kebutuhan air rata-rata harian (l/det)

4. Analisis hidrolika

Pada tahap analisis hidrolika dilakukan perhitungan terhadap dimensi reservoir yang dibutuhkan, analisis pipa, dan pompa. Berikut rumus yang digunakannya:

a. Dimensi reservoir

$$Kapasitas = \frac{Q_{max}}{1000} \times 15\% \times 86.400 \tag{14}$$

b. Analisis pipa

Jenis pipa yang digunakan pada penelitian ini direncanakan pipa HDPE dan pipa ditanam dibawah jalan. Panjang pipa 1,96 km melintasi Jalan Margonda Raya. Rumus untuk mengetahui dimensi pipa yang sesuai dengan debit air yang mengalir rencana, yaitu dengan rumus beriku (SNI 06-4829-2005):

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \tag{15}$$

$$Q = V \times A \tag{16}$$

dimana:

D : diameter pipa rencana

Q: debit air

V : kecepatan

c. Pompa

Pompa yang digunakan pada perencanaan jaringan air bersih di Kelurahan Pondok Cina, yaitu pompa Ebara dengan kekuatan 7,5 kW. Pemilihan jenis pompa dapat melalui grafik total debit yang mengalir terhadap head pompa. Berikut grafik pemilihan jenis pompa berdasarkan debit dan head. Sebelumnya dilakukan perhitungan untuk besarnya tekanan dan head total pompa dengan persamaan berikut:

$$P = \rho \times g \times h \tag{17}$$

dimana:

P: Tekanan (N/m²)

g: Percepatan gravitasi (m/s²)

ρ : Massa jenis (kg/m³).

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} + z + H = \frac{\Delta P}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2g} \tag{18}$$

dimana:

H: Head pompa (meter)

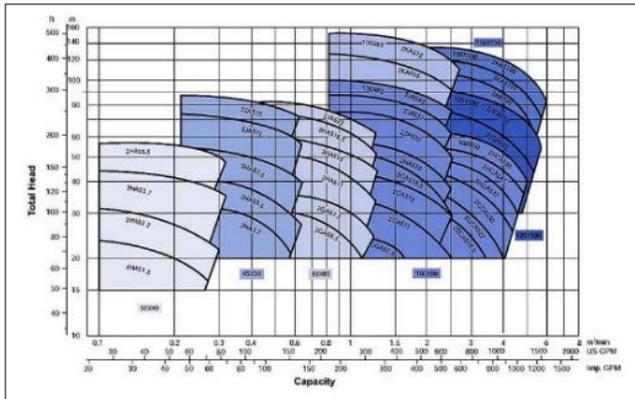
γ : Berat spesifik Cairan (N/m³)

z: Head statis total (meter)

v: Kecepatan aliran (m³/s)

d: Diameter (meter)

Setelah itu dilakukan plotting pada grafik yang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik untuk menentukan jenis pompa

d. Pemodelan hidrolis

Setelah debit air didapatkan untuk perencanaan 20 tahun, kapasitas reservoir, dimensi pipa, dan pompa, maka tahap selanjutnya adalah membuat pemodelan hidrolis dengan *software* epanet 2.0. Pada saat akan membuat pemodelan jaringan air bersih dengan menggunakan epanet, maka perlu dipastikan bahwa sumber dari air bersih mencukupi dari kebutuhan air bersih di jam puncak. Kemudian membuat jaringan dengan perletakan reservoir dan pompa sesuai dengan rencana, sedangkan untuk pompa dibuat node-node dari pipa. Simulasi pendistribusian dilakukan selama 24 jam. Hasil yang didapatkan jaringan distribusi dan debit yang mengalirkan dimasing-masing pipa semua dapat terlayani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan maksud untuk mengetahui jumlah penduduk pada 20 tahun mendatang, dan data yang digunakan untuk perencanaan data penduduk di Kelurahan Pondok Cina 10 tahun terakhir (2009 – 2019). Proyeksi penduduk dihitung dengan 3 metode.

a. Metode Geometrik

Rumus yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan dan jumlah penduduk pada tahun rencana dengan mengacu pada persamaan (1) dan (2). Hasil perhitungan seperti hasil berikut: Perhitungan laju pertumbuhan penduduk:

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0}\right)^{\frac{1}{n}} - 1r = \left(\frac{P_0}{P_t}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$r = \left(\frac{11,525}{10,786}\right)^{\frac{1}{10}} - 1r = \left(\frac{11,525}{10,786}\right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$r = 0,01$$

Setelah didapatkan nilai laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,01, perhitungan selanjutnya, yaitu proyeksi penduduk, berikut diberikan contoh perhitungan proyeksi penduduk:

$$P_n = P_0(1 + r)^n P_n = P_0(1 + r)^n$$

$$P_{2019} = P_0(1 + r)^n$$

$$P_{2019} = 11,525(1 + 0,01)^{-1}$$

$$P_{2018} = 11,449 \text{ jiwa}$$

Setelah didapatkan laju pertumbuhan penduduk selama 20 tahun, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan faktor korelasi dan standar deviasi. Berikut rumus yang digunakan sesuai dengan rumus (8) dan (9):

$$r^2 = \frac{617,648}{\sqrt{(666,371)(617,813)}} r^2 = \frac{617,648}{\sqrt{(666,371)(617,813)}}$$

$$r^2 = 1$$

Perhitungan standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{617,813}{11}} S = \sqrt{\frac{617,813}{11}}$$

$$s = 236,99$$

b. Metode Aritmatik

Perhitungan konstanta aritmatik dengan rumus yang digunakan (3) dan (4):

$$K_a = \frac{11,525 - 10,786}{2019 - 2009} K_a = \frac{11,525 - 10,786}{2019 - 2009}$$

$$K_a = \frac{739}{10} K_a = \frac{739}{10}$$

$$K_a = 73,9 \approx 74$$

Contoh perhitungan proyeksi penduduk:

$$P_{2018} = 11,525 + 74 (2018 - 2019)$$

$$P_{2018} = 11,451 \text{ jiwa}$$

Kemudian dilakukan perhitungan standar deviasi dan koefisien korelasi dengan rumus (8) dan (9).

$$S = \sqrt{\frac{3.333.574}{11}} S = \sqrt{\frac{3.333.574}{11}}$$

$$S = 550,65 S = 550,65$$

$$r^2 = \frac{1.216,881}{\sqrt{(666,371)(2.326,687)}} r^2 = \frac{1.216,881}{\sqrt{(666,371)(2.326,687)}}$$

$$r^2 = 1$$

$$S = \sqrt{\frac{3.333.574}{11}} S = \sqrt{\frac{3.333.574}{11}}$$

$$S = 550,65$$

c. Metode Least Square

Rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk dengan rumus (5), (6), dan (7), berikut contoh perhitungannya:

$$a = \frac{122,996 \times 506 - 66 \times 735588}{11 \times 506 - (66)^2} a = \frac{122,996 \times 506 - 66 \times 735588}{11 \times 506 - (66)^2}$$

$$a = 11312 \text{ jiwa}$$

Perhitungan konstanta b:

$$b = \frac{11 \times 735588 - 66 \times 122,996}{11 \times 506 - (66)^2} \quad b = \frac{11 \times 735588 - 66 \times 122,996}{11 \times 506 - (66)^2}$$

b = -22

Perhitungan proyeksi penduduk:

$$Y_{2018} = 11312 + (-22) \times (-1)$$

$$Y_{2018} = 11333 \text{ jiwa}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungana standar deviasi dan kefisien korelasi dengan mengacu ke rumus (8) dan (9):

Perhitungan standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{679,121}{11}} \quad S = \sqrt{\frac{679,121}{11}}$$

S = 248,47

Perhitungan koefisien korelasi

$$r^2 = \frac{-182,313}{\sqrt{(666,371) \times (51,841)}} \quad r^2 = \frac{-182,313}{\sqrt{(666,371) \times (51,841)}}$$

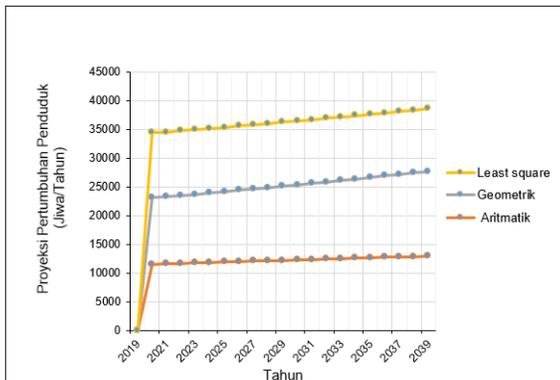
$$r^2 = -1$$

Didapatkan metode geometrik yang memenuhi syarat dimana dengan nilai standar deviasi paling kecil dan koefisien korelasi mendaki satu, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan nilai standar deviasi dan koefisien korelasi

Metode	Nilai S	Nilai R
Geometrik	235,56	1
Aritmatik	550,65	0,98
Least Square	248,47	-1

Hasil perbandingan ketiga metode tersebut dapat dilihat Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Proyeksi Penduduk Selama 20 Tahun

Berikut hasil proyeksi jumlah penduduk 20 tahun mendatang (2020-2039), karena yang memenuhi syarat metode geometrik, maka jumlah penduduk yang digunakan untuk analisis perencanaan kebutuhan air bersih di Kelurahan Pondok Cina, Kecamatan Beji, Depok Jawa Barat, yaitu sebesar 14. 924 jiwa, berikut disampaikan juga hasil proyeksi penduduk 20 tahun untuk 3 (tiga) metode seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Proyeksi penduduk selama 20 tahun

Tahun	Proyeksi penduduk selama 20 tahun		
	Aritmatika	Geometrik	Least square
2020	11599	11602	11290
2021	11673	11756	11268
2022	11747	11913	11247
2023	11821	12072	11225
2024	11895	12233	11203
2025	11968	12397	11181
2026	12042	12562	11160
2027	12116	12730	11138
2028	12190	12899	11116
2029	12264	13071	11095
2030	12338	13246	11073
2031	12412	13423	11051
2032	12486	13602	11029
2033	12560	13783	11008
2034	12634	13967	10986
2035	12707	14153	10964
2036	12781	14342	10943
2037	12855	14534	10921
2038	12929	14727	10899
2039	13003	14924	10878

2. Perhitungan Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Kebutuhan air domestik dihitung dengan rumus (10):

$$KD = \frac{JFT \times KP}{86,400} \quad KD = \frac{JFT \times KP}{86,400}$$

$$KD = \frac{14,924 \times 60}{86,400} = 10,4 \text{ liter/detik}$$

$$\frac{14,924 \times 60}{86,400} = 10,4 \text{ liter/detik}$$

Kebutuhan air non domestik yang diperhitungkan pada penelitian ini yaitu kebutuhan air untuk fasilitas diantaranya Pendidikan, peribadatan, kesehatan, niaga, pemerintahan, dan transportasi. Hasil Analisa dari perhitungan proyeksi kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil proyeksi kebutuhan air bersih di Kelurahan Pondok Cina, Kec. Beji, Kota Depok

Total Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik						
No	Fasilitas	Kebutuhan L/detik				
		2020	2024	2029	2034	2039
1	Domestik					
	Sambungan Rumah (SR) (L/detik)	8,0	8,5	9,1	9,7	10,4
2	Non Domestik					
	Fasilitas Pendidikan	0,99	1,12	1,12	1,25	1,28
	Fasilitas Peribadatan	3,47	3,47	3,47	3,83	3,82
	Fasilitas Kesehatan	0,98	1,01	1,01	1,07	1,10
	Fasilitas Niaga	1,22	1,26	1,31	1,37	1,42
	Fasilitas Pemerintahan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Fasilitas Transfortasi	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	Jumlah (L/detik)	6,8	7,02	7,06	7,70	7,77
	Total Domestik dan Non (L/detik)	14,81	15,52	16,16	17,36	18,17
3	Pemadam Kebakaran (20%)	2,96	3,10	3,23	3,47	3,63
4	Kehilangan Air (15%)	2,22	2,33	2,42	2,60	2,73
	Total Keseluruhan (L/detik)	20	20,95	21,82	23,44	24,53

3. Perhitungan Fluktuasi Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Rata-Rata Harian

Kebutuhan air rata-rata harian diperhitungkan berdasarkan rumus (11).

$$Q_{rh} = Q_{dh} + Q_{ndh} + Q_{ka} + Q_{pk} \quad Q_{rh} = Q_{dh} + Q_{ndh} + Q_{ka} + Q_{pk}$$

$$Q_{rh} = 10,4 + 7,77 + 3,63 + 2,73 \quad Q_{rh} = 10,4 + 7,77 + 3,63 + 2,73$$

$$Q_{rh} = 24,53 \text{ liter/detik} \quad Q_{rh} = 24,53 \text{ liter/detik}$$

b. Kebutuhan Air Harian Maksimum

Mengitung kebutuhan air harian maksimu dengan rumus (12):

$$Q_{max} = F_{max} + Q_{rh} \quad Q_{max} = F_{max} + Q_{rh}$$

$$Q_{max} = 1,10 \times 24,53 = 26,98 \text{ liter/detik}$$

$$Q_{max} = 1,10 \times 24,53 = 26,98 \text{ liter/detik}$$

c. Kebutuhan Air Jam Puncak

Faktor fluktuasi kebutuhan jam maksimum (F_{peak}) yang digunakan sebesar 1,50 karena wilayah Kelurahan Pondok Cina masuk ke dalam kategori wilayah kota kecil desa dengan jumlah penduduk hingga 20 tahun ke depan kurang dari 20.000 penduduk. Perhitungan yang digunakan menggunakan rumus (13):

$$Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rh} \quad Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rh}$$

$$Q_{peak} = 1,5 \times 24,53 = 36,80 \text{ liter/detik} \quad Q_{peak} = 1,5 \times 24,53 = 36,80 \text{ liter/detik}$$

Hasil perhitungan fluktuasi kebutuhan air, maka dapat dilihat rekapitulasi kebutuhan air pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi fluktuasi kebutuhan air dar Tahun 2020 sampai 2039

KEBUTUHAN AIR (liter/detik)	2020	2024	2029	2034	2039
Air Harian Rata-Rata	20,38	20,95	21,82	23,44	24,53
Air Harian Max Air Jam Puncak	22,21	23,05	24,00	25,78	26,98
	30,29	31,43	32,73	35,16	36,80

4. Analisis Hidrolika

a. Perhitungan Dimensi *Elevated* Reservoir menggunakan rumus (14):

$$\text{Kapasitas} = \frac{Q_{max}}{1000} \times 15\% \times 86.400 \quad \text{Kapasitas} = \frac{Q_{max}}{1000} \times 15\% \times 86.400$$

$$\text{Kapasitas} = 26,98 \times 1000 \times 15\% \times 86.400 = 349,71 m^3$$

Maka dimensi reservoir didapatkan sebesar:

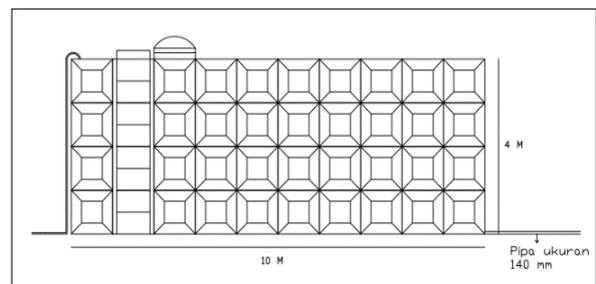
Tinggi (*Overflow* 0.5 m) = 4 m

Panjang = 10 m

Lebar = 9 m

Volume = 360 m³

Gambar desain dari reservoir seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain reservoir fibberglass

b. Analisis Pipa Distribusi

Pipa distribusi utama pada Sistem Pengolahan Air Minum (SPAM) ini yang bersumber pada reservoir direncanakan melewati beberapa *node*. Pipa distribusi utama memiliki 1 zona yang akan melewati Jl. Margonda sejauh 1,96 km menuju *node*. Pada zona ini, terdapat 9 *node* yang akan dilayani. Besarnya debit yang alirkan pada setiap *node* akan disesuaikan dengan hasil perhitungan *base demand* pada perhitungan kebutuhan air bersih.

Debit pengaliran :
 26,98 liter/detik = 0,02698 m³/detik
 Asumsi laju alir : 2 m/detik (standar 0,9-2 m/detik)

Estimasi dimensi pipa distribusi primer

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \quad D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0,02698 \times 4}{3,14 \times 2}} \quad D = \sqrt{\frac{0,02698 \times 4}{3,14 \times 2}}$$

$$= 0,131 \text{meter} = 0,131 \text{meter}$$

D = 131 mm menggunakan pipa HDPE 140 mm atau 5 inch (SNI 06-4829-2005)

c. Head Pompa

Sebelum menghitung *head* total pompa, terlebih dahulu menghitung tekanan pompa. Tekanan pada *elevated* reservoir (P) dengan menggunakan rumus (17):

$$P = \rho \times g \times h \quad P = \rho \times g \times h$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 4 = 39,240 \text{ N/m}^2 \quad P = 1000 \times 9,81 \times 4 = 39,240 \text{ N/m}^2$$

Perhitungan kecepatan aliran berdasarkan debit:

$$Q = A \times V \quad Q = A \times V$$

$$0,02698 = 0,0133 \times V \quad 0,02698 = 0,0133 \times V$$

$$V = 0,02698 / 0,0133 = 2 \text{ m/detik}$$

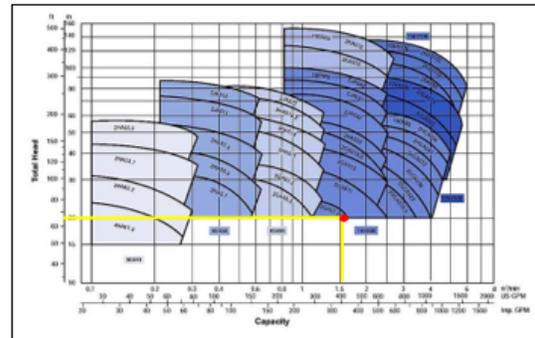
Perhitungan *head* total pompa yang akan digunakan pada perencanaan:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \times g} + z + H = \frac{\Delta P}{\rho \times g} + z + \frac{v^2}{2 \times g} + \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H = \frac{39,240}{9810} + 4 + H = \frac{39,240}{9810} + 4 + \frac{2^2}{2 \times 9,81} + \frac{2^2}{2 \times 9,81}$$

$$\frac{2^2}{2 \times 9,81} = 8,20 \text{ m} \quad \frac{2^2}{2 \times 9,81} = 8,20 \text{ m}$$

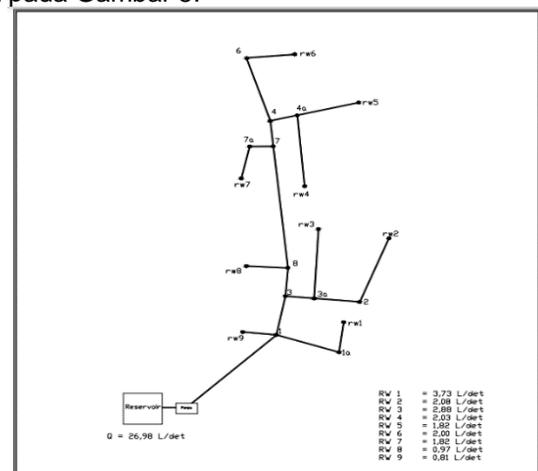
Setelah didapatkan *head* dan debit perhitungan dilakukan plotting didalam grafis sesuai dengan Gambar 4.



Gambar 4. Pemilihan jenis pompa berdasarkan debit dan *head*

5. Pemodelan Hidrolis

Tahap selanjutnya yang dilakukan sebelum pemodelan hidrolis adalah menentukan pipa mana yang akan dimasukkan kedalam pemodelan, proses penentuan pipa terlebih dahulu dapat mempermudah pemodelan saat menginput data. Model ini dibuat dengan bantuan *software epanet* 2.0. Jaringan distribusi air bersih tidak langsung ke rumah-rumah penduduk melainkan hanya berada di masing-masing RT, skemanya jaringannya seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Model jaringan distribusi air bersih dimasing-masing RT

Setelah pemodelan selesai dibuat, maka tahap selanjutnya adalah menginput data perencanaan kedalam pemodelan, setelah melakukan penginputan, maka dilakukan simulasi pendistribusian air 24 jam. Hasil *output* dari pemodelan jaringan distribusi tersebut, yaitu:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	2.70	152.02	76.02
Junc 1a	0.37	149.81	89.81
Junc rw1	0.37	149.38	88.38
Junc 3	2.36	150.35	74.35
Junc 3a	0.29	148.29	75.29
Junc rw3	0.29	147.97	70.97
Junc 4	1.26	143.94	69.94
Junc rw5	0.24	140.34	79.34
Junc 4a	0.24	141.60	81.60
Junc rw4	0.24	141.02	72.02
Junc 6	0.83	143.44	72.44
Junc rw6	0.20	143.04	76.04
Junc 2	0.21	146.59	80.59
Junc rw2	0.21	145.38	74.38
Junc 7	1.44	144.35	70.35
Junc 7a	0.18	143.45	68.45
Junc rw7	0.18	143.06	69.06
Junc 8	1.86	149.59	71.59
Junc rw8	0.10	149.04	72.04
Junc rw9	0.08	151.61	74.61
Tank elevated	-13.65	160.00	80.00

Gambar 6. Tabel hasil simulasi pada *node* masing-masing RT

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 1	13.65	1.01	12.41
Pipe 2	0.74	0.45	9.18
Pipe 4	0.37	0.22	2.54
Pipe 5	10.14	0.85	9.71
Pipe 7	0.99	0.68	21.94
Pipe 10	0.29	0.20	2.22
Pipe 11	0.73	0.61	19.80
Pipe 12	0.24	0.26	4.97
Pipe 14	0.24	0.20	2.61
Pipe 16	1.03	0.25	1.53
Pipe 17	0.20	0.20	2.29
Pipe 22	0.42	0.41	10.43
Pipe 3	0.21	0.20	2.89
Pipe 18	0.36	0.40	10.76
Pipe 19	0.18	0.20	2.98
Pipe 23	3.02	0.47	4.71
Pipe 24	6.78	0.73	8.31
Pipe 25	4.82	0.67	8.20
Pipe 26	0.10	0.20	4.15
Pipe 27	0.08	0.16	2.91
Pump 6	#N/A	#N/A	#N/A

Gambar 7. Hasil simulasi pada pipa

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa jumlah penduduk Kelurahan Pondok Cina hasil proyeksi 20 tahun, maka didapatkan jumlah penduduk ditahun 2039 adalah 14.924 jiwa dengan kebutuhan air harian rata-rata sebesar 24,53 liter/detik, air maksimum 26, 98 liter/detik, dan air jam puncak 36,80 liter/detik. Hasil simulasi hidrolis didapatkan kapasitas reservoir 360 m³, dengan dimensi reservoir tinggi 4 meter, lebar 9 meter, dan panjang 10 meter. Jenis pipa yang digunakan HDPE diameter pipa distribusi primer 5 inci, pipa sekunder 0,5 inci, dan *head* pompa 8,20 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Pemerintahan Kota Depok yang telah membantu didalan penelitian ini, dan Program Studi Teknik Sipil Universitas Gunadarma telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Badan Standar Nasional.** SNI 03-7065-2005 *Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing*. Jakarta
- Badan Standar Nasional SNI 7831:2012** Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta
- Badan Pusat Statistik Kota Depok 2019.** *Kota Depok Dalam Angka*. Depok
- Badan Pusat Statistik Kecamatan Beji 2019.** *Kecamatan Beji Dalam Angka*, Beji
- Nelwan, F., Wuisan, E. M., dan Tanudjaja, L.** (2013). Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori. *Jurnal Sipil Statik*, No 10, Vol 1.
- Peraturan Menteri Kesehatan.** (1990). Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta
- Peraturan Menteri PU.** (2007). PERMEN No. 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Menteri Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Peraturan Menteri PU.** (2010). PERMEN PU No. 14 Tahun 2010 Tentang Standar Pelayanan Minimum Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. Menteri Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Rachman, M., Ranno, Sundi Triyantini, Sukarman S., Ahmad.** (2020). Analisis Kebutuhan Jaringan Distribusi Air Bersih di Desa Laroonaha Menggunakan *Software Epanet 2.0*. *Jurnal Universitas Halu Oleo* Vol.6, No.1, Jan-Jun 2020.
- Ramadhan, A.** (2014). Analisis Hidrolik Sistem Jaringan Distribusi Air Minum di Komplek Perumahan P.T. PUSRI Palembang Menggunakan Epanet 2.0. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol.2 No.2 Juni 2014.
- Rossmann, Lewis, A.** (2000). *Epanet 2 Users Manual* (Versi Bahasa Indonesia). Ekamitra *Engineering*. Cincinnati.
- Sahbar, R.** (2017). Analisis Kebutuhan Air Bersih (Pdam) Kabupaten Rejang Lebong Provinsi Bengkulu Untuk 10 Tahun Ke Depan. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, No. 1, Vol. 1, hal 40 – 49.
- Selintung, M., Hatta, M., P., Sudirman.** (2012). Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kabupaten Maros Dengan Menggunakan *Software Epanet 2.0*. *Jurnal Tugas Akhir*, No 1, Vol 1.