

PERENCANAAN ULANG JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN KOTA SUMENEP KABUPATEN SUMENEP

Adi Triono Prayasa¹, Moh. Zenurianto², Sutikno³

Mahasiswa D-IV Manajemen Rekayasa Kontruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email: aditrioprayasa@gmail.com¹, mzenurianto@polinema.ac.id², sutikno.civil@gmail.com³

ABSTRAK

Kecamatan Kota Sumenep Kabupaten Sumenep sering mengalami kekeringan air selama bertahun-tahun. Kondisi tersebut menyebabkan tidak memadainya distribusi air bersih dari sistem ke permukiman yang ada. Oleh karena itu, jaringan air bersih di wilayah tersebut harus didesain ulang atau dikembangkan. Skripsi ini bertujuan untuk mendesain ulang jaringan air bersih, meliputi penentuan pipa transmisi, pipa distribusi, dimensi reservoir dan estimasi anggaran proyek. Data yang diperlukan adalah jumlah penduduk Kecamatan Kota Sumenep dalam sepuluh tahun terakhir, debit mata air, peta topografi, pipa eksisting, dan harga satuan pekerjaan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Kabupaten Sumenep. Berdasarkan prediksi jumlah penduduk pada tahun 2028, hasil analisis data adalah sebagai berikut: 1) kebutuhan air bersih sebesar 279,58 lt / dtk; 2) pipa transmisi menggunakan dimensi HDPE 6 inci hingga 14 inci; 3) pipa distribusi menggunakan dimensi HDPE dari 4 inci hingga 12 inci. Estimasi anggaran proyek sebesar Rp 26.332.700.000,- dengan waktu pembangunan jaringan air bersih 217 hari kerja.

Kata kunci : air bersih; perencanaan ulang; sistem distribusi

ABSTRACT

The Kota Sumenep sub-district of Sumenep regency often experiences water drought during the years. This condition cause inadequate clean water distribution from the system to the sub-district dwellings. Therefore, the Clean Water Network in that area should be redesigned or developed. This thesis aims to redesign the clean water network, including the determinations of transmission pipes, distribution pipes, reservoir dimension and the project budget estimation. The necessary data are the population of Sumenep sub-district in the past ten years, the discharge of water-springs, the topography map, the existing pipelines, and the unit price of work, that issued by Government of Sumenep Regency. Based on the prediction the population number in the year 2028, data anlysis for the clean water network results as follow: 1) the water need is 279,58 lt/sec; 2) the transmission pipes use different dimension of HDPE 6 inches to 14 inches; 3) the distribution pipes use different dimension of HDPE from 4 inches to 12 inches. The estimation of project budget is IDR 26.332.700.000,- with the clean water network construction of 217 working days.

Keywords : clean water; redesign; distribution

1. PENDAHULUAN

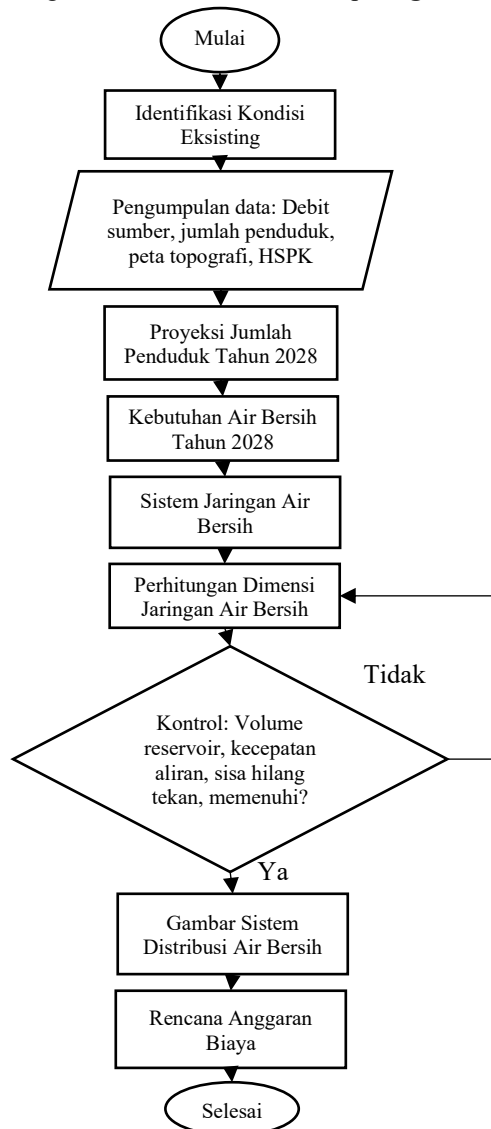
Madura merupakan salah satu daerah yang berada di wilayah Jawa Timur, yang sering mengalami kasus kekeringan air. Selain mengalami kekeringan air, air bersih yang ada di Madura juga mengandung zat kapur. Kecamatan Kota Sumenep merupakan salah satu daerah di Madura tepatnya di Kabupaten Sumenep yang masih mengalami permasalahan mengenai pendistribusian air bersih.

Kecamatan Kota Sumenep yang terdiri dari 4 kelurahan dan 12 desa, yang tiga diantaranya (Desa Kebunan, Desa Pangarangan, dan Desa Pamolokan), menurut hasil pengamatan di lapangan paling sering mengalami permasalahan pendistribusian air bersih.

2. METODE

Perencanaan ulang sistem distribusi air bersih didahului dengan identifikasi kondisi eksisting, proyeksi penduduk

sampai dengan perhitungan rencana anggaran biaya sebagaimana digambarkan dalam flowchart pada **gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir

Perhitungan Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Metode yang digunakan dalam menentukan proyeksi pertumbuhan penduduk, yaitu aritmatik, geometrik dan eksponensial dengan hasil proyeksi yang dipilih berdasarkan standar deviasi terkecil dari metode yang dimaksud (Adioetomo dan Samosir. 2010).

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk pada tahun rencana dan kriteria kebutuhan air bersih. (Departemen Pekerjaan Umum RI. 2000)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan sesuai metode pada flowchart perencanaan ulang sistem distribusi air

bersih, maka akan didapatkan: proyeksi jumlah penduduk, kebutuhan air bersih, perpipaan yang digunakan, kebutuhan reservoir dan perkiraan rencana anggaran biayanya.

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Didapatkan data jumlah penduduk pada tahun awal perencanaan yang ditinjau sesuai **tabel 1** (Badan Pusat Statistik. 2019).

Tabel 1. Data Penduduk Kecamatan Kota Sumenep selama 4 tahun terakhir

No.	Desa/Kelurahan	Tahun			
		2015	2016	2017	2018
1	Kolor	10735	10748	12611	13198
2	Pabian	5269	5267	6301	6683
3	Marengan Daya	1977	2005	2142	2259
4	Kacongan	1706	1745	2020	2162
5	Paberasan	4150	4141	4237	4455
6	Parsanga	4712	4698	4985	5212
7	Bangkal	2252	2260	2335	2479
8	Pangarangan	5506	5504	5257	5509
9	Kepanjin	3561	3470	3443	3623
10	Pajagalan	3610	3595	4244	4479
11	Bangselok	5363	5398	5393	5693
12	Karangduak	4218	4160	4086	4210
13	Pandian	4607	4563	4601	4847
14	Pamolokan	7179	7156	8302	8637
15	Kebunan	2935	2931	4976	3270
16	Kebonagung	2199	2181	2524	2649
Jumlah Total		69979	69822	77457	79365

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep

Dilakukan perhitungan kembali mulai tahun 2015 hingga tahun 2018 yang disebut dengan perhitungan mundur. Hasil perhitungan analisa laju pertumbuhan penduduk pada Kecamatan Kota Sumenep.

Metode Arimatik:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+rn) \\
 P_{2018} &= P_{2015} (1 + 0,13174 \times 3) \\
 P_{2015} &= P_{2018} / (1 + 0,13174 \times 3) \\
 &= 79.365 / (1.40194) \\
 &= 56883,6 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

Metode Geometrik:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+r)^n \\
 P_{2015} &= P_{2018} / (1 + 0,13174)^3 \\
 &= 79.365 / (1.45819) \\
 &= 54750,6 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

Metode Eksponensial:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 e^{r \cdot n} \\
 P_{2015} &= P_{2018} / (2,7182818)^{0,13174 \times 3} \\
 &= 79.365 / (1.45819) \\
 &= 53454,9 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pertumbuhan penduduk dengan 3 metode ditabelkan pada **tabel 2**.

Tabel 2. Hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk tahun 2015-2018

Tahun	Jumlah Penduduk Asli	Jumlah Penduduk (metode)		
		Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
		Jiwa	Jiwa	Jiwa
2015	69979	56883,5	54750,6	53454,9
2016	69822	62814,6	61963,5	60981,9
2017	77457	70126,5	70126,5	69568,9
2018	79365	79365,0	79365,0	79365,0
Jumlah	296623	269189,6	266205,6	263370,7

Sumber: Hasil Perhitungan

Menentukan metode proyeksi penduduk yang mendekati kebenaran, dengan uji kesesuaian berdasarkan standar deviasi dan koefisien korelasi untuk metode aritmatik, geometrik, dan eksponensial dengan hasil sebagaimana **tabel 3**.

Standar Deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_r)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{282175648,1}{4-1}} = 9698,378$$

Koefisien Korelasi:

$$r = \frac{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2) \cdot (n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$

$$r = 0,9334$$

Tabel 3. Uji Kesesuaian Proyeksi Penduduk

No.	Uji Kesesuaian	Metode		
		Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
1	Standar Deviasi	9698,379	10638,039	11288,461
2	Koefisien Korelasi	0,933	0,933	0,934

Sumber: Hasil Perhitungan

Sesuai hasil analisis dengan nilai s dan r terkecil, maka digunakan Metode Aritmatik untuk menghitung proyeksi penduduk hingga tahun 2028.

Kebutuhan Air Bersih

Didapatkan jumlah penduduk pada tahun 2028 ditinjau sesuai **tabel 4**.

Tabel 4. Hasil perhitungan jumlah penduduk tahun 2028

No	Desa & Kelurahan	Jumlah Penduduk Tahun 2028
1	Kolor	22925
2	Pabian	12407
3	Marengan Daya	3291
4	Kacongan	3969
5	Paberasan	5563
6	Parsanga	7064
7	Bangkal	3292
8	Pangarangan	6389
9	Kepanjin	4254
10	Pajagalan	8001
11	Bangselok	6872
12	Karangduak	4636
13	Pandian	5845
14	Pamolokan	14409
15	Kebunan	10875
16	Kebonagung	4475

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk perhitungan kebutuhan air domestik di tiap-tiap desa dan kelurahan. Digunakan contoh perhitungan Desa Pabian dengan uraian sebagai berikut:

Kebutuhan air domestik

$$Q_d = \text{jumlah penduduk} \times \text{standar kebutuhan dasar}$$

$$= 12407 \text{ org} \times 130 \text{ org/lt/hari}$$

$$= 1612885 \text{ lt/hari}$$

Perhitungan kebutuhan air non domestik.

$$Q_{nd} = \text{jumlah fasilitas} \times \text{standar kebutuhan air tiap fasilitas}$$

$$= 18 \times 25 \text{ lt/hari} \times 250 \text{ org}$$

$$= 112500 \text{ lt/hari}$$

Perhitungan kebutuhan air harian rata-rata.

$$Q_{rt} = Q_d + Q_{nd}$$

$$= 1612885 + 174000$$

$$= 1786885 \text{ lt/hari}$$

Perhitungan kebutuhan hidran umum.

$$Q_{hu} = \text{jumlah penduduk} \times \text{standar kebutuhan dasar}$$

$$= 30 \times 12407$$

$$= 372204 \text{ lt/hari}$$

Perhitungan kehilangan air.

$$Q_{ha} = 20\% \times (Q_d + Q_{nd})$$

$$= 20\% \times (1612885 + 174000)$$

$$= 357377 \text{ lt/hari}$$

Perhitungan kebutuhan rencana air bersih.

$$Q_r = 90\% \times (Q_d + Q_{nd} + Q_{hu} + Q_{ha})$$

$$= 90\% \times (1612885 + 174000 + 372204 + 357377)$$

$$= 26,21 \text{ lt/dt}$$

Perhitungan kebutuhan harian maksimum.

$$Q_{mak} = Q_r \times 1,1$$

$$= 26,21 \text{ lt/dt} \times 1,1$$

$$= 28,83 \text{ lt/dt}$$

Perhitungan kebutuhan jam puncak.

$$Q_{peak} = Q_r \times 1,5$$

$$= 26,21 \text{ lt/dt} \times 1,5$$

$$= 39,32 \text{ lt/d}$$

Dimensi Pipa Air Bersih

Metode Hazen-William digunakan dalam perhitungan dimensi pipa air bersih (Haested. 2001). Dengan contoh perhitungan pipa jaringan pipa distribusi blok 2 (gambar 2) pipa nomor (T0 + 0) – (T0 + 300) diuraikan pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Hilang Tinggi Tekan

Nama Pipa		Qd m ³ /dt	L m	D Rencana inch m	
T0 + 0	T0 + 100	0,040	100	10	0,254
T0 + 100	T0 + 200	0,040	100	10	0,254
T0 + 200	T0 + 300	0,040	100	10	0,254

Sumber: Hasil Perhitungan

Jika C diasumsikan sebesar 140, maka besar nilai hilang tinggi tekan adalah:

$$H_f = \left(\frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times d^{4,87}} \right) \times L$$

$$= \left(\frac{10,67 \times 0,40^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,254^{4,87}} \right) \times 100$$

$$= 0,232 \text{ m}$$

Kemudian dilakukan pengecekan slope/kemiringan.

$$S = \frac{H_f}{L}$$

$$= \frac{0,232}{100}$$

$$= 0,002 \text{ m}$$

Perhitungan jari-jari hidrolis.

$$R = \frac{\frac{1}{4}\pi D^2}{D}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\pi 0,254^2}{0,254}$$

$$= 0,199 \text{ m}$$

Selanjutnya dihitung kecepatan aliran dalam pipa (Dharmasetiawan, M. 2004).

$$V = 0,849 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$= 0,849 \times 140 \times 0,199^{0,63} \times 0,002^{0,54}$$

$$= 1,4475 \text{ m/dt}$$

Kontrol kecepatan.

$$V_{hitung} > V_{min} = 1,447 \text{ m/dt} > 0,3 \text{ m/dt} \rightarrow \text{OK}$$

$$V_{hitung} < V_{max} = 1,447 \text{ m/dt} < 3 \text{ m/dt} \rightarrow \text{OK}$$

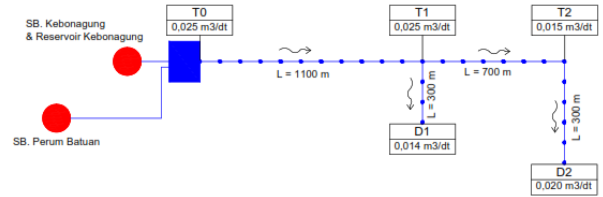
Perhitungan sisa tekan pipa.

$$H1 = \frac{V1^2}{2g} + \frac{P1}{\gamma} + Z1 = H2 = \frac{V2^2}{2g} + \frac{P2}{\gamma} + Z2$$

$$\frac{1,447^2}{2 \times 9,81} + 0 + 18,887 = \frac{1,447^2}{2 \times 9,81} + \frac{P1}{1} + 18,346 + 0,187$$

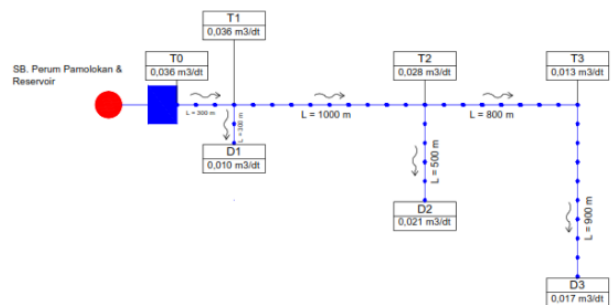
$$P1 = 0,3546 \text{ m}$$

Dengan syarat kriteria sisa tekan antara 10 – 80 m (Kimpraswil. 2003), apabila hasilnya kurang maka ditambahkan pompa pada node T0 ke T1.



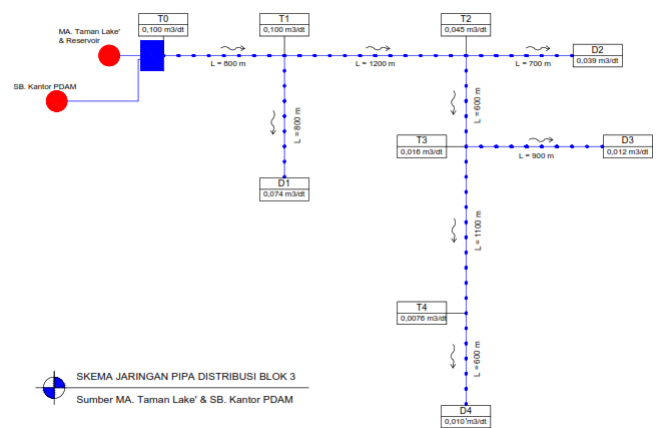
SKEMA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI BLOK 1
Sumber SB. Perum Batuuan & SB. Kebonagung

Gambar 2. Skema Jaringan Pipa Distrbusi Blok



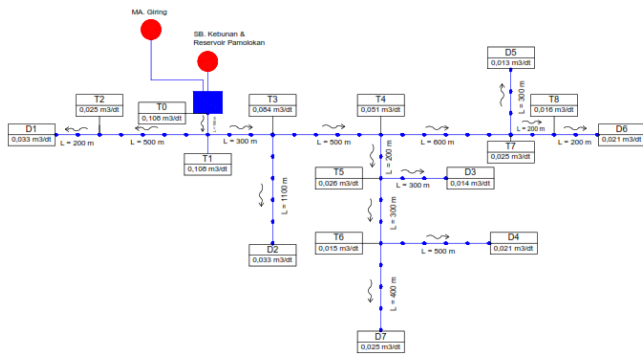
SKEMA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI BLOK 2
Sumber SB. Perum Pamolokan

Gambar 3. Skema Jaringan Pipa Distrbusi Blok 2



SKEMA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI BLOK 3
Sumber MA. Taman Lake & SB. Kantor PDAM

Gambar 4. Skema Jaringan Pipa Distrbusi Blok 3



SKEMA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI BLOK 4
Sumber MA. Giring & SB. Kebunan

Gambar 5. Skema Jaringan Pipa Distribusi Blok 4

Hasil analisis penyediaan air bersih dengan jaringan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2, 3, 4 dan 5, diperoleh hasil rekapitulasi penggunaan pipa transmisi dan distribusi seperti pada tabel 6, 7, 8 dan 9.

Tabel 6. Rekapitulasi Diameter Pipa Distribusi dan Transmisi Blok 1

Jaringan Distribusi			Jaringan Transmisi		
Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)	Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)
D1 - T1	6"	300	T0 - T1	8"	1100
D2 - T2	6"	500	T1 - T2	6"	700

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Rekapitulasi Diameter Pipa Distribusi dan Transmisi Blok 2

Jaringan Distribusi			Jaringan Transmisi		
Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)	Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)
D1 - T1	8"	200	T0 - T1	10"	300
D2 - T2	6"	500	T1 - T2	8"	1000
D2 - T3	4"	900	T2 - T3	8"	800

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8. Rekapitulasi Diameter Pipa Distribusi dan Transmisi Blok 3

Jaringan Distribusi			Jaringan Transmisi		
Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)	Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)
D1 - T1	10"	800	T0 - T1	14"	800

Jaringan Distribusi			Jaringan Transmisi		
Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)	Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)
D2 - T2	8"	700	T1 - T2	12"	1000
D3 - T3	4"	900	T2 - T3	8"	600
D4 - T4	4"	600	T3-T4	6"	1100

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 9. Rekapitulasi Diameter Pipa Distribusi dan Transmisi Blok 4

Jaringan Distribusi			Jaringan Transmisi		
Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)	Nama Pipa	Diameter (inch)	Panjang (m)
D1 - T1	12"	200	T0 - T1	14"	100
D2 - T3	8"	500	T1 - T2	12"	500
D3 - T5	6"	300	T1 - T3	12"	300
D4 - T6	6"	500	T3 - T4	12"	500
D5 - T7	6"	300	T4 - T5	10"	20
D6 - T8	10"	200	T5 - T6	8"	300
D7 - T6	8"	400	T4 - T7	12"	600
			T7 - T8	10"	200

Sumber: Hasil Perhitungan

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Jumlah penduduk pada tahun 2028 sebanyak 124.270 jiwa dengan kebutuhan air total 279,58 lt/detik yang harus didistribusikan ke 4 blok rencana skema jaringan.
- 2) Pipa transmisi menggunakan HDPE diameter 6 inci hingga 14 inci, pipa distribusi menggunakan HDPE diameter 4 inci hingga 12 inci.
- 3) Reservoir yang direncanakan adalah tipe ground reservoir dan memiliki dimensi sebagai berikut:
 - a. Kebonagung (blok 1) = 13 x 13 x 3,5 m
 - b. Perum Pamolokan (blok 2) = 15 x 15 x 3,5 m
 - c. Taman Lake (blok 3) = 26 x 26 x 3,5 m
 - d. Pamolokan (blok 4) = 29 x 29 x 3,5 m
- 4) Biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan 4 blok jaringan air bersih di Kecamatan Kota Sumenep sebesar Rp. 26.332.700.000,- (Dua Puluh Enam Milyar Tiga Ratus Tiga Puluh Dua Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah),

dengan lama waktu pengerjaan selama 217 hari kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adioetomo, S.M., dan Samosir Omas Bulan. 2010. *Dasar-dasar Demografi Edisi 2. Salemba Empat.* Jakarta
- [2] Badan Pusat Statistik. 2019. *Kecamatan Kota Sumenep Dalam Angka 2019.*
- [3] Departemen Pekerjaan Umum RI. 2000. *Petunjuk Teknis Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan.* Dirjen Cipta Karya. Jakarta.
- [4] Dharmasetiawan, M. 2004. *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum.* Ekamitra Engineering. Jakarta.
- [5] Haested, M., Walski, T. M., Chase, D. V., & Savic, D. A. 2001. *Water Distribution Modeling.*
- [6] Kimpraswil. 2003. *Petunjuk Pembangunan Prasarana dan Sarana Sistem Penyediaan Air bersih Perdesaan.*