

STUDI EVALUASI DAN PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM KOTA MALANG PADA KECAMATAN KEDUNGKANDANG

Evaluation and Development of Water Distribution Network PDAM Malang in Kedungkandang District

Chairil Shaleh¹, Afrenia Dewi Angguntiana²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-128
Fax. (0341) 460782 Malang 65144

Abstract

Clean water is a basic need for humans to get priority in the handling and fulfillment. To meet these needs should be evaluated and the development of clean water needs of the community so that optimally fulfilled. The purpose of this study is that calculates water requirements in the study area and plan the development of clean water distribution network system in the District Kedungkandang, to support the planning process pipelines are needed appropriate software tools that Waternet ver DEM09, this program serves to analyze the flow of water flowing in the pipeline and can determine the pressure in each pipe. Evaluation results show an increase in the service of PDAM Malang to the subdistrict Kedungkandang of 72% (service in 2013) became 81.9% (Service 2024). By using geometric regression analysis, the projected number Kedungkandang District residents in 2024 reached 194 801 inhabitants. With the need for clean water that reaches the average 282.6 liters / sec, the distribution of water using gravity and pipe diameter is 25 mm - 150 mm.

Keywords: *Distribution, Network, Water*

Abstrak

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia sehingga mendapat prioritas dalam penanganan dan pemenuhannya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu dilakukan evaluasi dan pengembangan kebutuhan air bersih masyarakat sehingga terpenuhi secara optimal. Tujuan dari studi ini adalah yaitu menghitung kebutuhan air pada lokasi studi dan merencanakan pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Kedungkandang, untuk mendukung proses perencanaan jaringan pipa maka dibutuhkan perangkat software yang sesuai yaitu Waternet ver DEM09, Program ini berfungsi untuk menganalisis aliran air yang mengalir di dalam pipa dan dapat mengetahui tekanan yang terjadi pada masing-masing pipa. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan layanan air bersih PDAM Kota Malang untuk wilayah Kecamatan Kedungkandang dari 72% (layanan tahun 2013) menjadi 81,9% (layanan tahun 2024). Dengan menggunakan analisa regresi geometrik, hasil proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Kedungkandang pada tahun 2024 mencapai 194801 jiwa. Dengan kebutuhan air bersih yang mencapai rata – rata 282,6 liter/detik, pendistribusian air menggunakan sistem gravitasi dan diameter pipa berukuran 25 mm – 150 mm.

Kata Kunci: Distribusi, Jaringan, Air Bersih

PENDAHULUAN

Kota Malang merupakan salah satu daerah otonom dan merupakan kota besar kedua di Jawa Timur setelah Kota Surabaya. Dan kota Malang merupakan salah satu penyebab tingginya tingkat kepadatan dan laju pertumbuhan penduduk, hal ini sangat berpengaruh terutama pada peningkatan kebutuhan akan pelayanan air bersih. Salah satunya adalah pada Kecamatan Kedungkandang.

Dari data terakhir yang diperoleh hingga

2013 pada wilayah Kecamatan Kedungkandang mendapatkan pemenuhan kebutuhan air dari tandon Buring dengan cakupan layanan yang terpenuhi mencapai 72 % dari total keseluruhan jumlah penduduk 12 kelurahan yang mencapai 175.964 jiwa dan pelayanan dari PDAM Kota Malang untuk Kecamatan Kedungkandang dengan reservoir yang mempunyai kapasitas sebesar 3.850 m3.

Karena tingkat pelayanan yang kurang maksimal, sehingga perlu adanya studi evaluasi

dan pengembangan pelayanan jaringan distribusi air bersih sampai pada akhir tahun 2024 khususnya pada Kecamatan Kedungkandang.

Dengan semakin pesatnya laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya aktifitas masyarakat, maka perlu pengembangan jaringan distribusi air bersih yang telah ada. Mengingat cakupan pelayanan hingga tahun 2013 mencapai 72 % maka perlu adanya peningkatan. Sehingga perlu untuk diketahui berapa besar kebutuhan air bersih pada Kecamatan Kedungkandang hingga saat ini (tahun 2014), besar kebutuhan air bersih pada Kecamatan Kedungkandang hingga tahun 2024, serta pengembangan jaringan distribusi air bersih untuk Kecamatan Kedungkandang dengan proyeksi sampai tahun 2024.

Metode proyeksi yang digunakan adalah antara lain (Direktorat Tata Kota dan Tata Daerah, Dirjen Cipta Karya, 1987 : 7)

Metode Aritmatik

$$P_n = P_o (1 + r \cdot n)$$

Model Regresi Linier

$$y = a + bx$$

Dimana :

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

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

Model Bunga Berganda (Metode Geometrik)

- Menghitung tingkat pertumbuhan pemakai.

$$r = \frac{P_{n+1} - P_n}{P_n}$$

- Memperkirakan jumlah pemakai pada tahun akhir rencana

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

Metode Eksponensial

$$P_n = P_o \cdot e^{(r \cdot n)}$$

Dimana :

P_n = Perkiraan jumlah pemakai pada tahun akhir perencanaan.

P_o = Jumlah pemakai pada tahun akhir (data).

P_{n+1} = Jumlah pemakai pada tahun ke- $n+1$ (data).

n = Periode waktu yang digunakan.

a = Tingkat pertumbuhan (diambil dari hasil perhitungan diatas).

r = Rata-rata pertumbuhan pemakai tiap tahun.

e = Bilangan pokok dari sistem logaritma natural (2,7182818)

$a \& b$ = variabel

METODE PENELITIAN

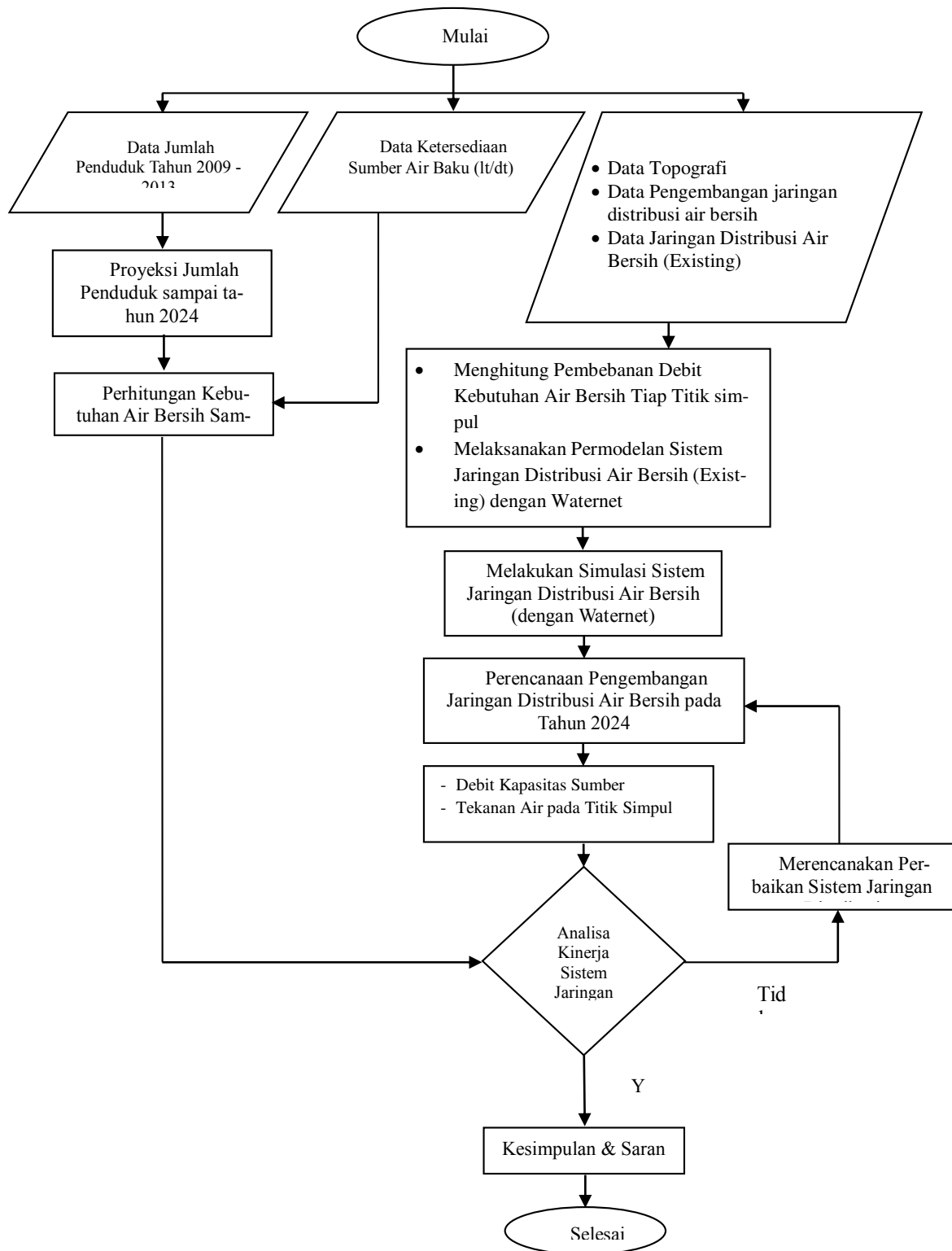
Setelah mengetahui lokasi daerah studi, maka dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam melakukan studi. Data – data yang diperlukan antara lain :

- Data Penduduk yang dievaluasi
- Data Topografi dan Sarana Penyediaan Air Bersih Existing
- Data Pelayanan PDAM Kota Malang pada Kecamatan Kedungkandang pada Akhir Tahun 2013

Tabel 1. Data Penduduk

no.	Desa/ Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)				
		2009	2010	2011	2012	2013
1	Arjowinangun	8451	8702	8954	9305	9519
2	Tlogowaru	4402	4419	4475	4548	6090
3	Wonokoyo	4971	5000	5076	5299	5417
4	Bumiayu	13231	13526	13890	14413	14904
5	Buring	8289	8493	8614	8970	9282
6	Mergosono	17019	17625	17715	17861	17781
7	Kotalama	29655	29431	29062	28865	28888
8	Kedungkandang	9204	9686	9689	9836	9972
9	Lesanpuro	18119	18067	18100	18208	17462
10	Madyopuro	17169	17243	17126	16944	16692
11	Cemorokandang	8467	8801	9149	9559	10023
12	Sawojajar	29702	29651	29681	29754	29934
	jumlah	168679	170644	171531	173562	175964

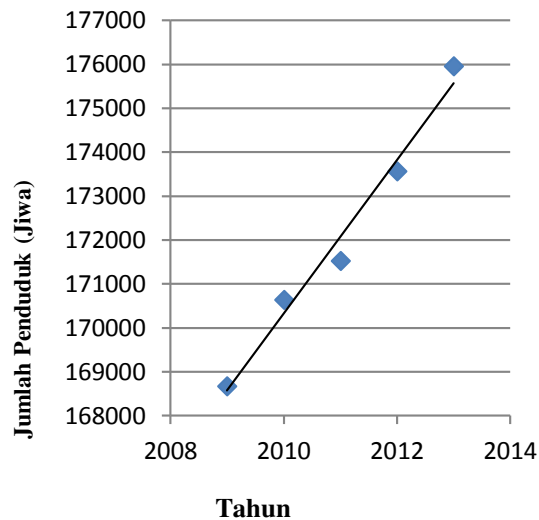
Sumber : BPS Kota Malang

Tahapan studi

Gambar 1. Tahapan Studi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan



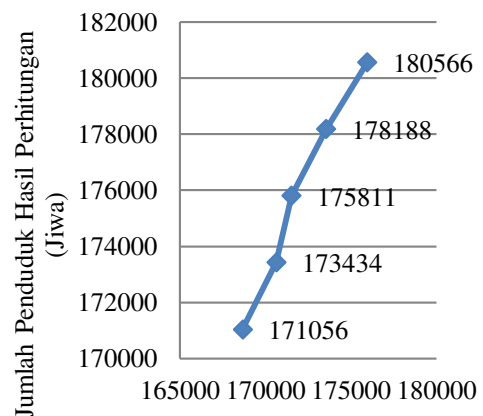
Gambar 2. Grafik Data Pertumbuhan Penduduk

Sumber : BPS Kota Malang

Tabel 2. Pertumbuhan Penduduk Metode Aritmatik

No	Tahun	Jml Penduduk (jiwa)	Hasil Perhitungan
1	2009	168679	171056
2	2010	170644	173434
3	2011	171531	175811
4	2012	173562	178188
5	2013	175964	180566

Sumber : BPS Kota Malang



Jumlah Penduduk Sesungguhnya (Jiwa)

Gambar 3. Grafik Data Pertumbuhan Penduduk (Aritmatik)

Tabel 3. Pertumbuhan Penduduk Metode Linier

No (X)	Tahun	Jml Penduduk (jiwa) (Y)	Hasil Perhitungan Yi	X ²	XY	(Yi - Yrata2)	(Yi - Yrata2) ²
1	2009	168679	168578	1	168679	-3498	12233206
2	2010	170644	170327	4	341288	-1749	3058301
3	2011	171531	172076	9	514593	0	0
4	2012	173562	173825	16	694248	1749	3058301
5	2013	175964	175574	25	879820	3498	12233206
15	Jumlah	860380	860380	55	2598628	0	30583014
	Rata - rata	172076	172076	11	519726	0	6116603

Sumber : Hasil Perhitungan

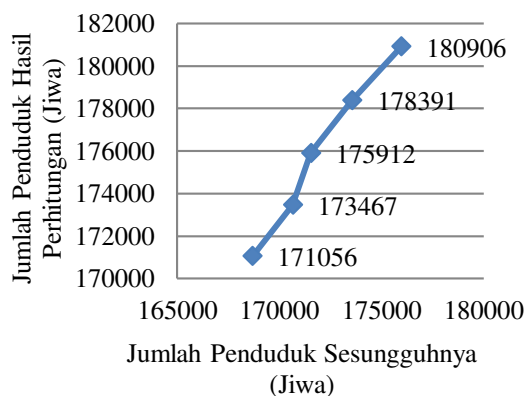


Gambar 4. Grafik Data Pertumbuhan Penduduk (Regresi Linier)

Tabel 4. Pertumbuhan Penduduk Metode Geometrik

No	Tahun	Jml Penduduk (jiwa)	Hasil Perhitungan
1	2009	168679	171056
2	2010	170644	173467
3	2011	171531	175912
4	2012	173562	178391
5	2013	175964	180906

Sumber : Hasil perhitungan

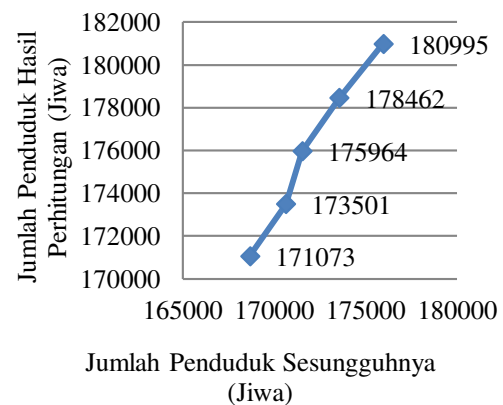


Gambar 5. Grafik Data Pertumbuhan Penduduk (Geometrik)

Tabel 5. Pertumbuhan Penduduk Metode Eksponensial

No	Tahun	Jml Penduduk (jiwa)	Hasil Perhitungan
1	2009	168679	171073
2	2010	170644	173501
3	2011	171531	175964
4	2012	173562	178462
5	2013	175964	180995

Sumber : Hasil perhitungan

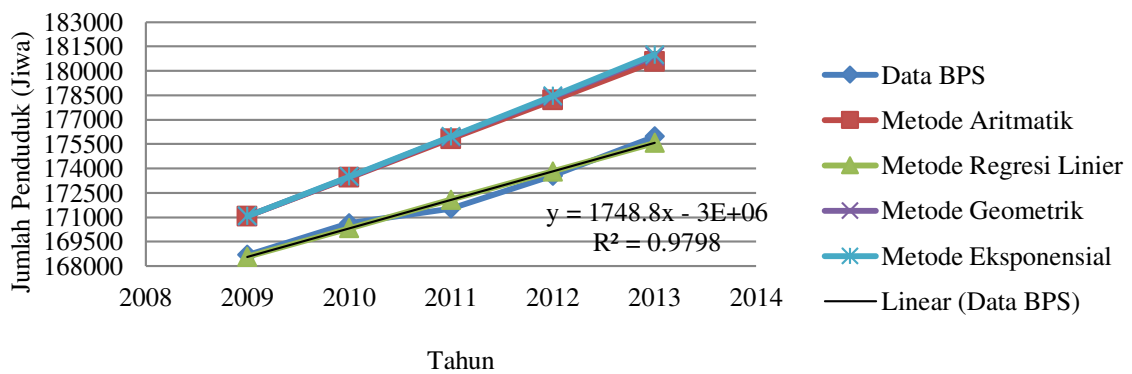


Gambar 6. Grafik Data Pertumbuhan Penduduk (Eksponensial)

Tabel 6. Perbandingan Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Metode Aritmatik, Metode Regresi Linier, Metode geometrik, dan Metode Eksponensial

No.	Tahun	Jml Penduduk (jiwa)	ARITMATIK	GEOMETRIK	EKSPONENSIAL	REGRESI LINIER
1	2009	168679	171056	171056	171073	168578
2	2010	170644	173434	173467	173501	170327
3	2011	171531	175811	175912	175964	172076
4	2012	173562	178188	178391	178462	173825
5	2013	175964	180566	180906	180995	175574

Sumber : Hasil Perhitungan

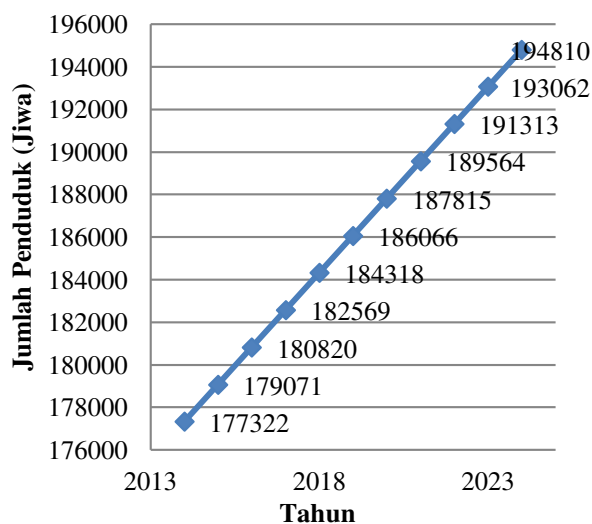


Gambar 7. Grafik Perbandingan Proyeksi

Tabel 7. Perhitungan Proyeksi Penduduk Tahun 2014-2018

no.	Desa/ Ke-lurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)										
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Arjowinangun	9808	10082	10356	10630	10904	11177	11451	11725	11999	12273	12547
2	Tlogowaru	5838	6189	6539	6890	7240	7591	7941	8292	8642	8993	9343
3	Wonokoyo	5510	5629	5748	5867	5986	6105	6225	6344	6463	6582	6701
4	Bumiayu	15263	15686	16109	16533	16956	17379	17803	18226	18649	19072	19496
5	Buring	9469	9715	9961	10207	10454	10700	10946	11193	11439	11685	11932
6	Mergosono	18128	18304	18480	18656	18832	19008	19184	19360	19536	19712	19888
7	Kotalama	28550	28340	28130	27920	27710	27500	27290	27080	26870	26660	26450
8	Kedungkandang	10183	10352	10520	10689	10858	11026	11195	11363	11532	11701	11869
9	Lesanpuro	17639	17522	17405	17287	17170	17053	16936	16818	16701	16584	16466
10	Madyopuro	16659	16534	16408	16283	16158	16032	15907	15782	15657	15531	15406
11	Cemorokandang	10361	10748	11135	11522	11909	12296	12683	13070	13457	13844	14231
12	Sawojajar	29915	29971	30028	30085	30141	30198	30255	30311	30368	30425	30482
	jumlah	177322	179071	180820	182569	184318	186066	187815	189564	191313	193062	194810

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 8. Grafik pertumbuhan penduduk tahun proyeksi 2024

Tabel 8. Perkembangan layanan PDAM tahun 2014 – 2024

No.	Tahun	Presentase Pelayanan
1	2014	72.90%
2	2015	73.80%
3	2016	74.70%
4	2017	75.60%
5	2018	76.50%
6	2019	77.40%
7	2020	78.30%
8	2021	79.20%
9	2022	80.10%
10	2023	81.00%
11	2024	81.90%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 9. Proyeksi kebutuhan Air Bersih

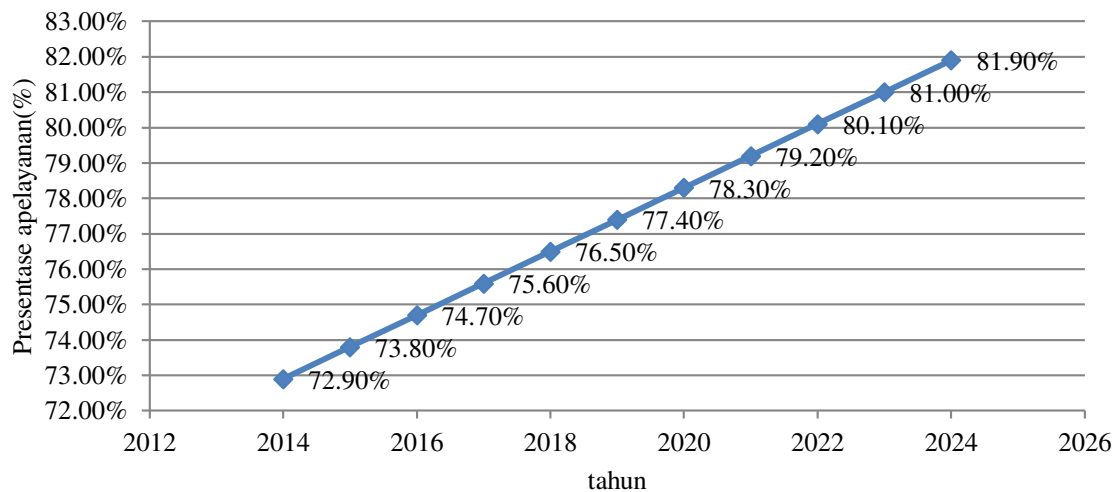
No.	Uraian	Satuan	Tahun					
			2013	2014	2015	2016	2017	2018
A	ASUMSI PERHITUNGAN							
1	Penduduk yang dilayani							
	a. Sambungan Rumah Tangga	Jiwa	5	5	5	5	5	5
	b. Sambungan Hidran Umum	Jiwa	100	100	100	100	100	100
2	Faktor Pemakaian Air							
	a. Harian maksimum		1	1	1	1	1	1
	b. Jam puncak		2	2	2	2	2	2
3	Kebutuhan Non Domestik							
	Prosentase dari domestik	%	15	15	15	15	15	15
4	Kehilangan Air							
	Prosentase dari total kebutuhan	%	30	30	30	30	30	30
B	PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR							
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	175574	177322	179071	180820	182569	184318
2	Prosentase penduduk yang dilayani	%	72.00	72.90	73.80	74.70	75.60	76.50
3	Jumlah penduduk yang dilayani	Jiwa	126413	129268	132155	135073	138022	141003
4	Kebutuhan Air Domestik							
	<i>I. Sambungan Rumah Tangga</i>							
	a. Pemakaian air domestik	lt/hr /jiwa	150	150	150	150	150	150
	b. Prosentase Pelayanan	%	80	80	80	80	85	85
	c. Jumlah penduduk yang dilayani	Jiwa	101130	103414	105724	108058	117319	119853
	d. Jumlah sambungan	Unit	20226	20683	21145	21612	23464	23971
	e. Kebutuhan Air	m ³ /hr	15170	15512	15859	16209	17598	17978
	<i>II. Sambungan Hidran Umum</i>							
	a. Pemakaian air	lt/hr /jiwa	30	30	30	30	30	30
	b. Prosentase Pelayanan	%	2	2	2	2	2	2
	c. Jumlah penduduk yang dilayani	Jiwa	2528	2585	2643	2701	2760	2115
	d. Jumlah sambungan	Unit	25	26	26	27	28	21
	e. Kebutuhan Air	m ³ /hr	75.85	77.56	79.29	81.04	82.81	63.45
	<i>III. Total Kebutuhan Air Domestik</i>							
5	Kebutuhan Non Domestik	m ³ /hr	2287	2338	2391	2443	2652	2706
6	Total Kebutuhan Air	m ³ /hr	17532	17928	18329	18733	20333	20748
7	Kehilangan Air	m ³ /hr	5260	5378	5499	5620	6100	6224
8	Kebutuhan Air Rata-rata	m ³ /hr	22792	23307	23827	24353	26433	26972
		m ³ /jam	949.7	971.1	992.8	1014.7	1101.4	1123.8
		lt/dt	263.8	269.8	275.8	281.9	305.9	312.2
9	Kebutuhan Air Harian Maksimum	m ³ /hr	26211	26803	27401	28006	30397	31018
		lt/dt	303.4	310.2	317.1	324.1	351.8	359.0
10	Kebutuhan Jam Puncak	m ³ /hr	34188	34960	35741	36530	39649	40458
		lt/dt	395.7	404.6	413.7	422.8	458.9	468.3

Sumber : Hasil Perhitungan

Lanjutan Tabel 9. Proyeksi kebutuhan Air Bersih

No.	Uraian	Satuan	Tahun					
			2019	2020	2021	2022	2023	2024
A	ASUMSI PERHITUNGAN							
1	Penduduk yang dilayani							
	a. Sambungan Rumah Tangga	Jiwa	5	5	5	5	5	5
	b. Sambungan Hidran Umum	Jiwa	100	100	100	100	100	100
2	Faktor Pemakaian Air							
	a. Harian maksimum		1	1	1	1	1	1
	b. Jam puncak		2	2	2	2	2	2
3	Kebutuhan Non Domestik							
	Prosentase dari domestik	%	15	15	15	15	15	15
4	Kehilangan Air							
	Prosentase dari total kebutuhan	%	30	30	30	30	30	30
B	PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR							
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	186066	187815	189564	191313	193062	194810
2	Prosentase penduduk yang dilayani	%	77.40	78.30	79.20	80.10	81.00	81.90
3	Jumlah penduduk yang dilayani	Jiwa	144015	147059	150135	153242	156380	159550
4	Kebutuhan Air Domestik							
	<i>I. Sambungan Rumah Tangga</i>							
	a. Pemakaian air domestik	lt/hr /jiwa	150	150	150	150	150	150
	b. Prosentase Pelayanan	%	85	85	95	95	95	95
	c. Jumlah penduduk yang dilayani	Jiwa	122413	125000	142628	145579	148561	151572
	d. Jumlah sambungan	Unit	24483	25000	28526	29116	29712	30314
	e. Kebutuhan Air	m³/hr	18362	18750	21394	21837	22284	22736
	<i>II. Sambungan Hidran Umum</i>							
	a. Pemakaian air	lt/hr /jiwa	30	30	30	30	30	30
	b. Prosentase Pelayanan	%	2	2	2	1	1	1
	c. Jumlah penduduk yang dilayani	Jiwa	2160	2206	2252	1532	1564	1595
	d. Jumlah sambungan	Unit	22	22	23	15	16	16
	e. Kebutuhan Air	m³/hr	64.81	66.18	67.56	45.97	46.91	47.86
	<i>III. Total Kebutuhan Air Domestik</i>							
5	Kebutuhan Non Domestik	m³/hr	2764	2822	3219	3282	3350	3418
6	Total Kebutuhan Air	m³/hr	21191	21639	24681	25165	25681	26201
7	Kehilangan Air	m³/hr	6357	6492	7404	7550	7704	7860
8	Kebutuhan Air Rata-rata	m³/hr	27548	28130	32085	32715	33385	34062
		m³/jam	1147.8	1172.1	1336.9	1363.1	1391.0	1419.2
		lt/dt	318.8	325.6	371.4	378.6	386.4	394.2
9	Kebutuhan Air Harian Maksimum	m³/hr	31680	32350	36898	37622	38393	39171
		lt/dt	366.7	374.4	427.1	435.4	444.4	453.4
10	Kebutuhan Jam Puncak	m³/hr	41322	42195	48128	49072	50077	51092
		lt/dt	478.3	488.4	557.0	568.0	579.6	591.3

Sumber : Hasil Perhitungan



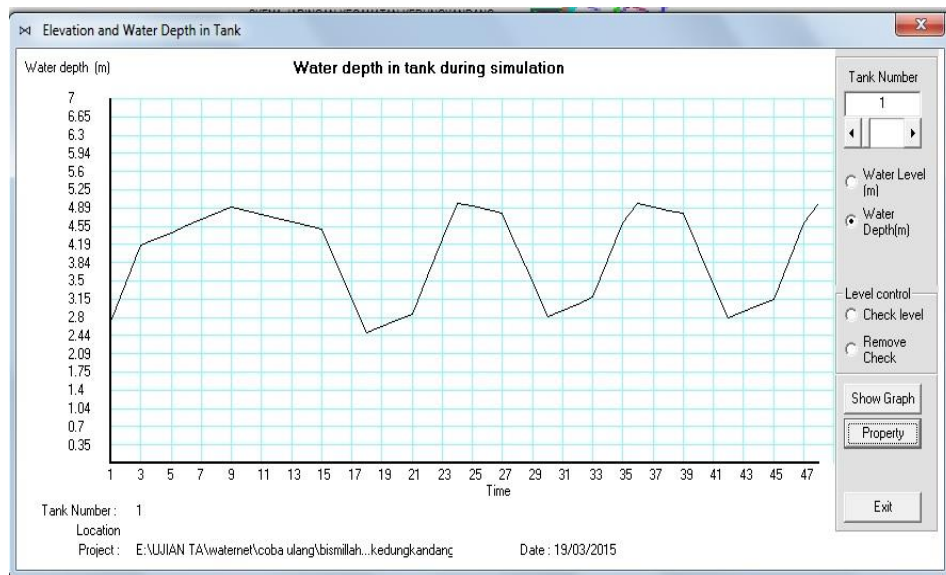
Gambar 9. Grafik Perkembangan Pelayanan PDAM Tahun 2014-2024

Perhitungan Fluktuasi Pemakaian Air

Tabel 10. Keseimbangan Air untuk Kecamatan Kedungkandang dalam 24 jam

Jam ke	Kedalaman (m)	Elevasi muka air	Status Tangki
1	2.73	486.73	Diisi
2	3.45	487.45	Diisi
3	4.18	488.18	Diisi
4	4.3	488.3	Diisi
5	4.43	488.43	Diisi
6	4.56	488.56	Diisi
7	4.68	488.68	Diisi
8	4.8	488.8	Diisi
9	4.93	488.93	Diisi
10	4.86	488.86	Dikuras
11	4.78	488.78	Dikuras
12	4.71	488.71	Dikuras
13	4.64	488.64	Dikuras
14	4.57	488.57	Dikuras
15	4.5	488.5	Dikuras
16	3.83	487.83	Dikuras
17	3.17	487.17	Dikuras
18	2.5	486.5	Dikuras
19	2.62	486.62	Diisi
20	2.74	486.74	Diisi
21	2.87	486.87	Diisi
22	3.59	487.59	Diisi
23	4.31	488.31	Diisi
24	5.	489.	Diisi

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 10. Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air untuk Reservoir Kecamatan Kedungkandang dalam 24 jam

Dari perhitungan fluktuasi pemakaian air, maka dapat diketahui volume reservoir yang di perlukan adalah sebesar 3100 m³.

Hasil Pengembangan Menggunakan Program Waternet

- Sisa tekanan maksimum untuk seluruh node selama simulasi = 13,72
- Sisa tekanan minimum untuk seluruh node selama simulasi = 3,26
- Fluktuasi muka air sebesar 85 %

Sumber : Hasil running Program Waternet

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan analisa dan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Kebutuhan air bersih pada tahun 2013 di daerah studi adalah sebesar 263,8 lt/dt, sumber yang digunakan : sumber mata air Wendit yang digunakan untuk daerah layanan sebesar 376 lt/dt dengan kapasitas tampungan reservoir tandon Buring sebesar 3.850 m³, tingkat layanan PDAM Kota Malang sebesar 72 %. Untuk Kebutuhan air bersih saat ini (akhir 2014) adalah sebesar 269,8 liter/detik dengan tingkat layanan sebesar 72,9 %.

- Kebutuhan air bersih pada sampai dengan tahun akhir rencana (tahun 2024) di daerah studi adalah sebesar 394,2 liter/detik dari sumber mata air Wendit yang dibutuhkan, dengan jumlah penduduk 194.810 jiwa. kebutuhan air adalah 150 liter/orang/hari dan tingkat layanan optimal PDAM mencapai 81,9 %.
- Dengan menggunakan data topografi dan jaringan distribusi yang lama maka dapat dievaluasi dan dikembangkan jaringan distribusi air minum tersebut, dengan menggunakan program Waternet, maka dihasilkan 84 node dan 86 jalur pipa utama yang melayani daerah layanan yang meliputi 12 Kelurahan dan sumber yang digunakan adalah dari mata air Sumber Wendit dengan Reservoir Buring.

Saran

Dalam analisa dan perhitungan yang dilakukan ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk pendistribusian pada wilayah layanan, agar tercapai sasaran pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Kedungkandang pada umumnya dan bagi instansi pemerintah dalam hal ini PDAM pada khususnya. Dimana perhitungan ini adalah salah satu alternatif perencanaan distribusi air bersih di daerah layanan PDAM Kota Malang pada Kecamatan Kedungkandang agar dapat dihasilkan perencanaan yang optimal dan

efisien biaya sehingga didapat nilai ekonomis yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo Bambang. 1995. *Hidraulika I*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triatmodjo Bambang. 2008. *Hidraulika II*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Supirin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Andi.
- Susongko Djoko, Franzini Joseph. B, Linskey Ray. K. 1991. *Teknik Sumber daya Air*, Jakarta : Erlangga.
- Kodoatie Robert. J. 2002, *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta : Andi.
- Laboratorium Teknik Sipil, *Pedoman Praktikum Waternet*.