

EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH WILAYAH ZONA 2 PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA DENGAN PROGRAM WATERGEMS V8I

Evieq Riyanto dan Wasis Wardoyo
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
E-mail : evieq.riyanto@gmail.com, wasis@ce.its.ac.id

Abstrak— Surabaya memiliki pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur yg pesat. Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan fasilitas umum maka kebutuhan air bersih akan meningkat. Sebagai contoh kasus di wilayah Surabaya Timur sering terjadi kekurangan air pada saat jam puncak. Wilayah Surabaya Timur dan sekitarnya termasuk dalam zona 2 PDAM Kota Surabaya . IPAM Ngagel III sebagai penyedia air bersih di wilayah zona 2 memiliki kapasitas produksi 1750 lt/dt dengan cakupan pelayanan 92.65 % dan kehilangan air 24.79 %. Dalam penelitian ini akan ditinjau kebutuhan air di wilayah zona 2 untuk 20 tahun ke depan.

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut: analisa pertumbuhan penduduk, analisa kebutuhan air, dan analisa hidraulik dari jaringan yang sudah ada. Analisa pertumbuhan penduduk digunakan 3 metode yaitu aritmatik, geometrik, dan least square. Analisa kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan air domestik, non domestik dan kehilangan air. Untuk analisa parameter hidraulik menggunakan software WaterGEMS v8i.

Hasil dari analisa penduduk digunakan metode geometrik dengan pertumbuhan penduduk 1.88 % didapatkan jumlah penduduk pada tahun 2036 sebesar 897867 jiwa. Kebutuhan harian rata-rata air bersih pada tahun 2016 adalah 1931.83 lt/dt dan pada tahun 2036 kebutuhan harian rata-rata sebesar 2816.47 lt/dt. Dari analisa menggunakan debit pelanggan dan jaringan pipa eksisting didapatkan besarnya tekanan pada saat jam puncak (-1.19 atm – 3.32 atm) dan kecepatan aliran (0.04 m/dt – 3.86 m/dt).

Kata Kunci : air bersih, watergems, zona 2 PDAM kota surabaya

I. PENDAHULUAN

Surabaya memiliki sistem penyediaan air bersih dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Surya Sembada, yang memiliki kapasitas produksi ± 10.830 liter/detik dengan jumlah pelanggan ± 528.216 Sambungan Rumah dan tingkat kehilangan air $\pm 24.79\%$. Sumber air baku PDAM Surya Sembada kota Surabaya diambil dari kali Surabaya di bagian paling hilir Sungai Brantas (97 %) dan 17 sumber air (3 %). Dalam mendistribusikan air bersih ke penduduk, PDAM Surya Sembada Kota Surabaya mengoperasikan Instalasi Pengolahan Air Karang Pilang dan Ngagel dengan kapasitas produksi IPAM Karang Pilang I = 1450 lt/dt, Karang Pilang II = 2500 lt/dt, Karang Pilang III = 2000 lt/dt, Ngagel I = 1800 lt/dt, Ngagel II = 1000 lt/dt, dan Ngagel III = 1750 lt/dt. Dengan kapasitas produksi yang ada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya saat ini sudah memiliki cakupan pelayanan $\pm 92.65\%$ [5].

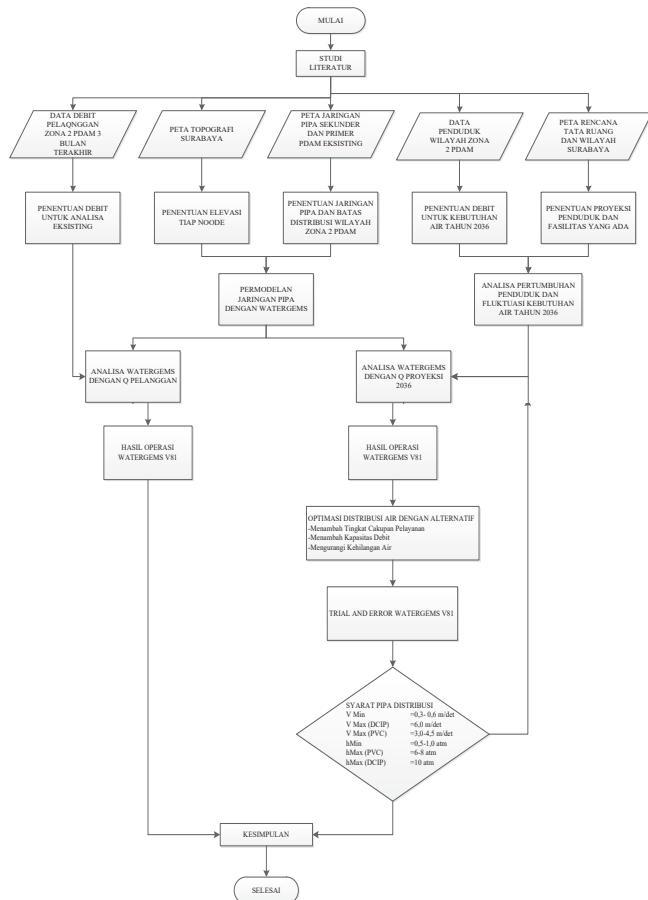
Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang pesat dan pembangunan infrastruktur di Kota Surabaya, khususnya di wilayah Surabaya Timur maka kebutuhan penduduk akan air bersih semakin meningkat. Dengan meningkatnya kebutuhan air bersih dan tingkat kehilangan air

sebesar $\pm 24.79\%$ maka rawan terjadi kekurangan debit dan tidak meratanya aliran air ke seluruh jaringan distribusi.

Dari hal-hal tersebut, maka perlu adanya evaluasi jaringan distribusi air bersih di wilayah Surabaya Timur yang termasuk dalam zona 2 PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. supaya mampu memenuhi kebutuhan air bersih, dengan kualitas, kuantitas dan kontinuitas serta tekanan air yang mencukupi. Dalam hal ini dilakukan simulasi dengan menggunakan program WaterGEMS V8i yang memiliki kemampuan untuk menganalisa dan mendesain jaringan perpipaan.

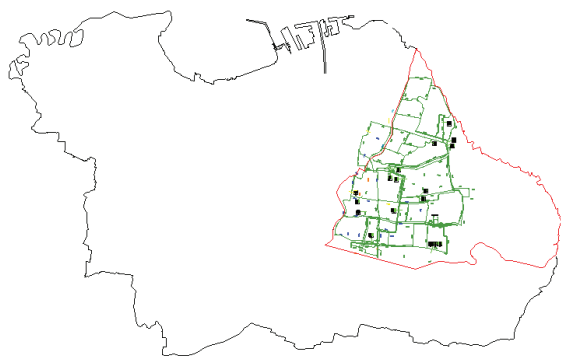
II. METODOLOGI

Evaluasi jaringan distribusi air bersih di wilayah zona 2 dijelaskan pada diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi

Wilayah zona 2 PDAM Surya Sembada dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wilayah zona 2 PDAM Surya Sembada
(Sumber: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya)

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Proyeksi Penduduk

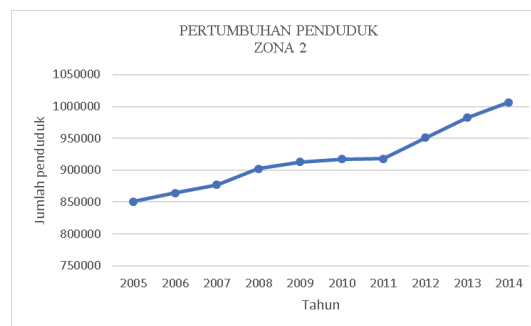
Pada perhitungan proyeksi penduduk ini direncanakan untuk periode 20 tahun kedepan, terhitung mulai tahun 2016 sampai tahun 2036. Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang dihasilkan pada tahun 2036. Selain itu juga dilakukan proyeksi fasilitas dengan menggunakan metode perbandingan.

Jumlah penduduk per kecamatan wilayah zona 2 tahun 2004-2014 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut sedangkan grafik pertumbuhan penduduk zona 2 tahun 2005-2014 dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1: Jumlah Penduduk per Kecamatan Wilayah Zona 2 Tahun 2004-2014

Tahun	Gabeng	Sakolko	Mulyorep	Kerjoran	Bulak	Tambaksari	Wonokromo	Jumlah	Pertumbuhan	% Pertumbuhan
2005	151365	89041	73846	105967	32276	213195	181381	85071	0	0
2006	152027	94826	75440	108771	33017	216481	182683	864045	12974	1.524
2007	154230	96677	76936	112397	33691	219215	183792	87228	13183	1.526
2008	157125	102345	84675	114290	35789	222908	184987	902119	24891	2.837
2009	153896	102129	80145	127208	35958	223223	190516	912975	10856	1.203
2010	153418	102117	81663	131723	36943	227832	182463	917259	4264	0.469
2011	148371	102927	82270	134226	37770	229408	182248	918220	961	0.105
2012	154143	107358	85250	143626	40118	235467	187645	958665	32446	3.555
2013	154154	111268	88123	151911	41742	242735	192253	982186	31220	3.294
2014	156226	114639	90579	158571	43130	248289	194803	1006237	24051	2.449
								Rata-Rata	17241	1.885

Sumber : BPS Surabaya



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Penduduk Zona 2 Tahun 2005 – 2014

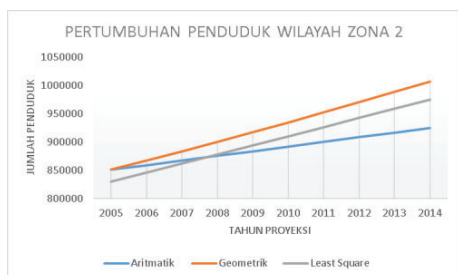
Perbandingan pertumbuhan penduduk untuk ketiga metode proyeksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Perbandingan Pertumbuhan Penduduk Ketiga Metode Proyeksi

Tahun	Aritmatik	Geometrik	Least Square
1	2	3	4
2005	851071	851071	830078
2006	859238	867112	846104
2007	867404	883455	862130
2008	875571	900106	878156
2009	883738	917071	894181
2010	891904	934356	910207
2011	900071	951966	926233
2012	908237	969908	942259
2013	916404	988189	958285
2014	924571	1006814	974310

Sumber : Perhitungan

Grafik perbandingan pertumbuhan penduduk untuk ketiga metode proyeksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pertumbuhan Penduduk
Ketiga Metode Proyeksi

Perbandingan nilai koreksi untuk ketiga metode proyeksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Perbandingan Nilai Koreksi Ketiga Metode Proyeksi

No	Metode	r
1	2	3
1	Aritmatik (<i>Arithmetic Mean</i>)	0.5520
2	Berganda (<i>Geometric</i>)	0.9779
3	Selisih Kuadrat Minimum (<i>Least Square</i>)	0.9744

Sumber : Perhitungan

Dari perhitungan ketiga metode yang digunakan dalam menghitung proyeksi penduduk wilayah zona 2 dipilih metode Geometrik. Nilai korelasi metode berganda 0.9779 adalah yang paling mendekati dengan nilai 1 dibandingkan dengan metode yang lain.

B. Proyeksi Penduduk Per Kelurahan Wilayah Zona 2

Total penduduk eksisting di wilayah zona 2, tahun 2016 adalah 618175 jiwa [1] yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4: Jumlah Penduduk Eksisting Per Kelurahan Wilayah Zona 2

No	Kecamatan	Kelurahan/ Desa	Sub Zona	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk
1	2	3	4	4	5
1	Gubeng	Baratajaya	203	0.76	16399
2		Pucang Sewu	202	0.94	14727
3		Kertajaya	205	1.3	23741
4		Gubeng	208	1.1	14788
5		Airlangga	206	1.62	20806
6		Mojo	207	1.76	43360
7		Nghiden Janglungan	212	1.14	13816
8	Sukolilo	Semolowaru	213	1.67	20265
9		Medokan Semampir	213	1.87	18778
10		Keputih	222, 223, 225	14.4	16893
11		Gebang Putih	215	1.33	7743
12		Klampis Ngasem	214	1.68	19585
13		Mawar Puspungan	204	1.57	16775
14		Manyar Sabrangan	227	1.13	17264
15	Muhorejo	Muhorejo	210	3.01	17593
16		Kejawen Putih Tambak	221	2.21	6673
17		Kalisari	217	2.13	14380
18		Dukuh Sutorejo	216	2.14	16118
19	Kenjeran	Kalijudan	218	1.32	13134
20		Tanah Kalikedinding	226	2.41	52678
21		Sukolilo Baru	220	3.13	11917
22	Bulak	Kenjeran	220	0.93	6245
23		Bulak	228	1.53	18576
24		Kedung Cowek	226	1.13	3564
25	Tambaksari	Pacar Kembang	209, 211	2.09	39667
26		Ploso	219	1.49	34501
27		Gading	228	0.79	28977
28	Wonokromo	Dukuh Setro	228	1.12	20052
29		Ngagelrejo	201	1.36	49105
30		Ngagel	224	0.86	11855
Jumlah				59.92	618175

Sumber : BPS Surabaya

Dengan menggunakan nilai $r = 1.88\%$ dan data penduduk eksisting pada tahun 2016 maka dapat dilakukan proyeksi penduduk di wilayah zona 2 untuk memperoleh jumlah penduduk per kelurahan/blok per tahun dari tahun 2017 sampai tahun 2036.

Contoh perhitungan proyeksi penduduk untuk kelurahan Baratajaya atau sub zona 203, Kecamatan Gubeng.

- Proyeksi penduduk tahun 2017

$$P_{2017} = P_{2016} (1 + r)^n$$

$$P_{2017} = 16399 \times (1 + 0.0188)^1$$

$$P_{2017} = 16708 \text{ jiwa}$$

- Proyeksi penduduk tahun 2026

$$P_{2026} = P_{2016} (1 + r)^n$$

$$P_{2026} = 16339 \times (1 + 0.0188)^{10}$$

$$P_{2026} = 19766 \text{ jiwa}$$

Dari hasil analisa didapatkan jumlah penduduk wilayah zona 2 proyeksi tahun 2036 sebesar 897867 jiwa.

C. Debit Pelanggan Per Subzona

Wilayah zona 2 terdapat 28 subzona yang tiap tiap subzona memiliki memiliki debit yang berbeda beda tergantung dari banyaknya pelanggan dan jenis klasifikasi pelanggan. Pemakaian air PDAM per subzona dihitung dari konsumsi air selama setahun pada tiap-tiap subzona dan diambil rata-rata pemakaian air setiap liter/detik pada masing-masing subzona. Pemakaian air bersih PDAM Surya Sembada per subzona dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Pemakaian Air Bersih PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Per SubZona

Sub Zona	Jumlah Pelanggan	Pemakaian Per Tahun (M3)	Pemakaian Rata-Rata Per Pelanggan (M3)	Debit Per Sub Zona (lt/dt)	Q Bocor (lt/dt)	Q Rata2 Harian (lt/dt)
1	2	3	4	5	6	7
201	6,332	2,615,724	413.096	84.096	20.7465	104.843
202	2,963	1,231,761	415.714	39.601	9.769658	49.371
203	2,804	1,258,494	448.821	40.461	9.981689	50.443
204	3,580	1,684,410	470.506	54.154	13.35982	67.514
205	5,033	1,998,558	397.091	64.254	15.85147	80.106
206	6,318	3,757,651	594.753	120.809	29.80364	150.613
207	7,472	2,940,833	393.580	94.548	23.32509	117.873
208	1,324	892,740	674.275	28.702	7.080728	35.783
209	3,707	1,596,867	430.771	51.340	12.66548	64.005
210	1,151	1,066,138	926.271	34.277	8.456026	42.733
211	5,325	1,553,309	291.701	49.939	12.32	62.259
212	3,210	1,525,751	475.312	49.053	12.10143	61.155
213	6,111	2,174,502	355.834	69.911	17.24697	87.158
214	2,864	1,196,710	417.846	38.474	9.491652	47.966
215	3,816	2,583,151	676.926	83.049	20.48815	103.537
216	4,797	1,865,631	388.916	59.980	14.79717	74.778
217	3,193	1,199,413	375.638	38.561	9.513091	48.074
218	4,807	1,725,740	359.006	55.483	13.68763	69.171
219	5,144	1,578,120	306.788	50.737	12.51679	63.254
220	4,227	1,491,626	352.881	47.956	11.83077	59.787
221	925	569,546	615.725	18.311	4.517329	22.828
222	4,219	1,633,439	387.163	52.515	12.95555	65.471
223	983	218,793	222.577	7.034	1.735347	8.770
224	829	342,886	413.614	11.024	2.719585	13.743
225	2,616	1,260,438	481.819	40.523	9.997108	50.520
226	6,851	1,808,517	263.979	58.144	14.34417	72.488
227	5,975	2,893,417	484.254	93.024	22.94901	115.973
228	10,779	3,027,644	280.884	97.339	24.01362	121.353
TOTAL	117,355	47,691,809	12,315,740	1,533.30	378.27	1,911.57

Sumber : Perhitungan

D. Kebutuhan Air Bersih Eksisting Tahun 2016

1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan Air Domestik adalah jumlah kebutuhan air minum untuk kebutuhan rumah tangga. Untuk kebutuhan air domestik ini penduduk yang terlayani pada tahun 2016 adalah 92.65 %, dari jumlah penduduk tiap-tiap blok pelayanan.

Contoh Perhitungan Penduduk Baratajaya atau SubZona 203 (tahun 2016)

- Jumlah penduduk total = 16399 orang
- Prosentase pelayanan = 92.65%
- Jumlah penduduk terlayani = (92.65% x 16399) = 15194 orang
- Jumlah Penduduk per sambungan = 5 orang
- Jumlah Sambungan Rumah = 3039 unit
- Jumlah konsumsi per Sambungan Rumah Tangga = 190ltr/org/hr
- Pemakaian Sambungan Rumah (15194x190)/86400 = 33.412 ltr/dt
- Jumlah pemakaian hidran umum 15194/100 orang = 152 unit
- Jumlah Konsumsi per hidran umum = 30 ltr/org/hr
- Pemakaian Sambungan per hidran Umum (15194x30)/86400 = 5.276 ltr/dt
- Pemakaian rata-rata Domestik= 38.68 ltr/dt

2. Kebutuhan Non Domestik

Untuk perencanaan kebutuhan air non domestik sistem distribusi air minum zona 2 PDAM Surya Sembada kota surabaya, dasar pemakaian air tiap fasilitas berdasarkan literatur untuk pemakaian air bersih [3]. Jumlah kebutuhan air bersih per fasilitas umum dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6: Kebutuhan Air Bersih per Fasilitas Umum

Jenis Fasilitas	Kebutuhan Per Sambungan Fasilitas
	ltr/Org/hr
Institusi	4000
Kesehatan	2000
Tempat Ibadah	3000
Industri	10000

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum

Contoh perhitungan kebutuhan air non domestik pada kondisi eksisting blok Baratajaya

a. Institusi

- Terdapat 20 unit institusi,
- Kebutuhan air = 4000 ltr/unit/hari
- Kebutuhan air rata-rata institusi pada Kelurahan Baratajaya atau subzona 203 :

$$\bar{q}_{Inst} = \frac{20 \times 4000}{86400} = 0,926 \text{ ltr/dt}$$

b. Kesehatan

- Terdapat 15 unit fasilitas kesehatan,.
- Kebutuhan air = 2000 ltr/unit/hari
- Kebutuhan rata-rata Fasilitas Kesehatan pada Kelurahan Baratajaya atau subzona 203 :

$$\bar{q}_{Kes} = \frac{15 \times 2000}{86400} = 0,347 \text{ ltr/dt}$$

c. Tempat Ibadah

- Terdapat 18 tempat ibadah
- Kebutuhan air = 3000 ltr/unit/hari
- Kebutuhan air rata-rata Tempat ibadah pada Kelurahan Baratajaya atau subzona 203 :

$$\bar{q}_{Ibdh} = \frac{18 \times 3000}{86400} = 0,625 \text{ ltr/dt}$$

d. Industri

- Terdapat 25 industri, baik industri besar maupun kecil
- Kebutuhan air = 10000 ltr/unit/hari
- Kebutuhan air rata-rata fasilitas industri pada Kelurahan Baratajaya atau subzona 203 :

$$\bar{q}_{Indust} = \frac{25 \times 10000}{86400} = 2,894 \text{ ltr/dt}$$

3. Kehilangan Air

Tingkat kebocoran air PDAM pada wilayah zona 2 sebesar 24,79 % dari Q domestik ditambah Q non domestik.

Contoh perhitungannya kebocoran air untuk kelurahan Baratajaya atau sub zona 203.

$$Q_{total} = Q_{Domestik} + Q_{Non\ Domestik}$$

$$Q_{total} = 38.688\text{ lt/dt} + 4.729\text{ lt/dt}$$

$$Q_{total} = 39.259\text{ lt/dt}$$

$$\text{Kehilangan air} = 24.79\%$$

$$Q_{hilang} = \frac{24,79}{100} \times 39,259\text{ lt/dt} = 10779\text{ lt/dt}$$

Fluktuasi kebutuhan air bersih zona 2 eksisting tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih Zona 2 Eksisting Tahun 2016

No	Kec.	Kelurahan/Desa	Sub Zona	Domestik (lt/dt)	Non Dom. (lt/dt)	Q Hilang (lt/dt)	Qd Total (lt/dt)	Qd max (lt/dt)	Qh max (lt/dt)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Gubeng	Baratajaya	203	38.688	4.792	10.779	54.258	62.396	81.115
2		Pucang Sewu	202	34.743	2.361	9.198	46.302	53.248	69.222
3		Kertajaya	205	60.727	4.664	16.210	81.602	93.842	121.994
4		Gubeng	208	34.887	2.130	9.176	46.193	53.122	69.059
5		Airlangga	206	49.084	3.773	13.103	65.961	75.855	98.611
6		Mojo	207	107.011	6.667	28.181	141.858	163.137	212.078
7	Sukolilo	Nginden Jangkung	212	37.312	2.130	9.778	49.219	56.602	73.583
8		Semolowaru	213	47.808	2.095	12.371	62.274	71.615	93.099
9		Medokan Semampir	213	44.300	2.037	11.487	57.824	66.498	86.447
10	Sukolilo	Keputih	222 223 225	39.853	2.581	10.519	52.953	60.896	79.165
11		Gebang Putih	215	18.267	1.181	4.821	24.268	27.909	36.281
12		Klampis Ngasem	214	46.204	2.639	12.108	60.951	70.093	91.121
13		Menur Pumpungan	204	39.575	1.956	10.295	51.826	59.600	77.480
14	Mulyorejo	Manyar Sabrangat	227	40.728	1.910	10.570	53.208	61.189	79.546
15		Mulyorejo	210	41.504	2.141	10.820	54.465	62.635	81.426
16		Kejawen Putih Ta	221	15.743	1.412	4.253	21.407	24.618	32.004
17		Kalisari	217	34.396	2.176	9.066	45.638	52.484	68.230
18		Dukuh Sutorejo	216	38.025	2.245	9.983	50.253	57.791	75.128
19	Kalijudan	218	30.985	1.806	8.129	40.919	47.057	61.174	
20	Kenjeran	Tanah Kalikedindi	226	124.275	6.447	32.406	163.128	187.597	243.876
21		Sukolilo Baru	220	28.114	2.373	7.558	38.044	43.751	56.876
22	Bulak	Kenjeran	220	14.733	1.343	3.985	20.061	23.070	29.991
23		Bulak	228	43.823	3.438	11.716	58.977	67.823	88.171
24		Kedung Cowek	226	13.126	1.204	3.552	17.882	20.565	26.734
25	Tambaksari	Pacar Kembang	209 211	93.580	5.382	24.533	123.495	142.019	184.625
26		Ploso	219	81.393	4.653	21.331	107.376	123.483	160.528
27	Wono	Gading	228	68.361	4.838	18.146	91.345	105.047	136.561
28		Dukuh Setro	228	47.306	2.720	12.401	62.427	71.791	93.328
29	Wono	Ngagelrejo	201	115.846	4.583	29.854	150.283	172.826	224.674
30		Ngagel	224	27.968	2.025	7.435	37.428	43.043	55.955
Jumlah				1458.36	89.70	383.76	1931.83	2221.60	2888.08

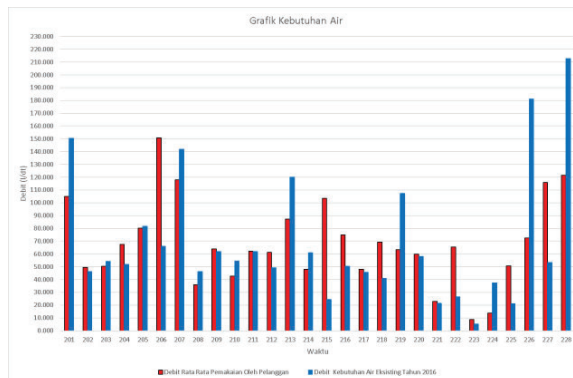
Sumber: Perhitungan

Total debit kebutuhan air bersih wilayah zona 2 PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada eksisting tahun 2016 adalah:

1. Debit harian rata-rata : 1931.83 liter/detik
2. Debit harian maksimum (Qd Max) : 2221.60 liter/detik
3. Debit jam maksimum (Qh Max) : 2888.08 liter/detik

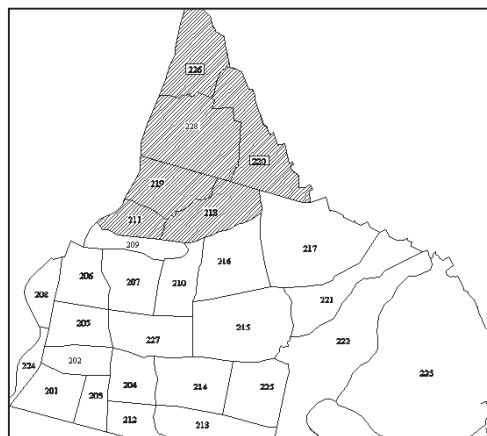
E. Analisa Distribusi Air Bersih Zona 2 Pada Tahun 2016

Dalam analisa ini dibandingkan antara konsumsi rata-rata harian air bersih oleh pelanggan dalam tiap-tiap sub zona dengan kebutuhan harian rata-rata pada tahun 2016. Grafik kebutuhan air tahun 2016 ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Kebutuhan Air tahun 2016

Wilayah subzona yang kekurangan air dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Wilayah Subzona Yang Kekurangan Air

F. Kebutuhan Air Bersih Tahun Proyeksi 2036

Fluktuasi kebutuhan air bersih zona 2 tahun 2036 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8: Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih Zona 2 Tahun 2036

No	Kecamatan	Kelurahan/ Desa	Sub Zona	Domestik (l/d)	Non Dom. (l/d)	Q Hilang (l/d)	Qd Total (l/d)	Qd max (l/d)	Qh max (l/d)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Gubeng	Baratajaya	203	58.841	6.954	13.159	78.955	90.798	118.038
2		Pucang Sewu	202	52.842	3.427	11.254	67.523	77.651	100.947
3		Kertajaya	205	92.342	6.770	19.826	118.938	136.801	172.842
4		Gubeng	208	53.061	3.091	11.230	67.382	77.490	100.732
5		Airlangga	206	74.654	5.476	16.026	96.157	110.580	143.754
6		Mojo	207	162.757	9.676	34.487	206.919	237.957	309.344
7	Sukolilo	Najiden Jangkungan	212	56.750	3.091	11.968	71.809	82.580	107.354
8		Semolowaru	213	72.713	3.040	15.151	90.904	104.540	135.902
9		Medokan Semampir	213	67.378	2.956	14.067	84.401	97.061	126.179
10	Sukolilo	Kepuh	222						
			223	60.614	3.746	12.872	77.232	88.817	
			225						115.462
11	Mulyorejo	Gebang Putih	215	27.783	1.713	5.899	35.395	40.705	52.916
12		Klampis Ngasem	214	70.273	3.830	14.821	88.924	102.262	132.941
13		Menur Pumpungan	204	60.191	2.839	12.606	75.635	86.981	113.075
14		Manyar Sabrangan	227	61.945	2.772	12.943	77.660	89.309	116.102
15	Mulyorejo	Mulyorejo	210	63.126	3.108	13.247	79.481	91.402	118.823
16		Keciwon Putih Tambak	221	22.943	2.049	5.199	31.191	35.870	46.631
17		Kalisari	217	52.315	3.158	11.095	66.567	76.552	99.518
18		Dukuh Sutorejo	216	57.833	3.259	12.218	73.310	84.307	109.599
19		Kalijudan	218	47.126	2.621	9.949	59.696	68.651	89.246
20		Kenjeran	Tamah Kalikedinding	226	189.015	9.357	39.674	238.046	273.752
21	Bulak	Sukolilo Baru	220	42.760	3.444	9.241	55.444	63.760	82.889
22		Kenjeran	220	22.408	1.949	4.871	29.228	33.612	43.692
23		Bulak	228	62.342	4.980	14.328	85.670	98.664	128.026
24		Kodang Cowek	226	19.964	1.747	4.342	26.054	29.962	38.950
25	Tambaksari	Pacar Kembar	209	142.330	7.811	30.028	180.169	207.194	269.353
26		Piso	219	123.793	5.543	25.867	155.204	178.485	232.030
27	Gading		228	103.973	7.022	22.199	133.193	153.172	199.124
28		Dukuh Setro	228	71.949	3.948	15.179	91.076	104.737	136.158
29	Wonokromo	Nyagetjo	201	176.194	6.653	36.569	219.416	252.228	328.026
30		Nyagetjo	224	42.537	2.940	9.095	54.572	62.758	81.585
		Jumlah		2218.082	128.977	469.412	2816.471	3238.941	4216.624

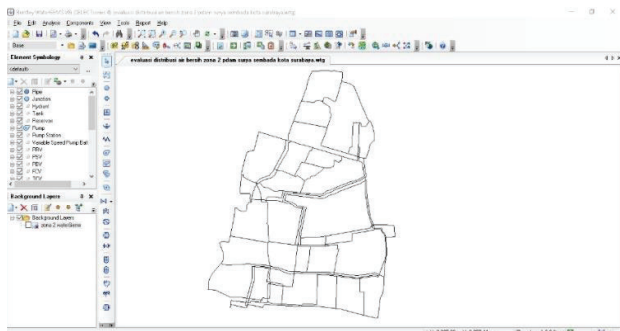
Sumber: Perhitungan

Total debit kebutuhan air bersih wilayah zona 2 PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada tahun proyeksi 2036 adalah:

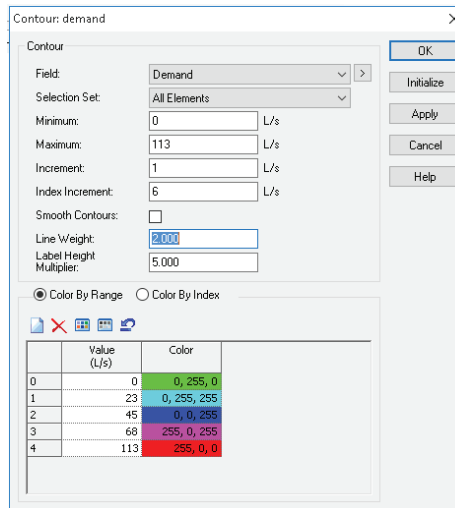
1. Debit harian rata-rata : 2816.47 liter/detik
2. Debit harian maksimum (Qd Max) : 3238.94 liter/detik
3. Debit jam maksimum (Qh Max) : 4216.62 liter/detik

G. Analisa Hidraulik Jaringan Dengan Data Debit Pelanggan

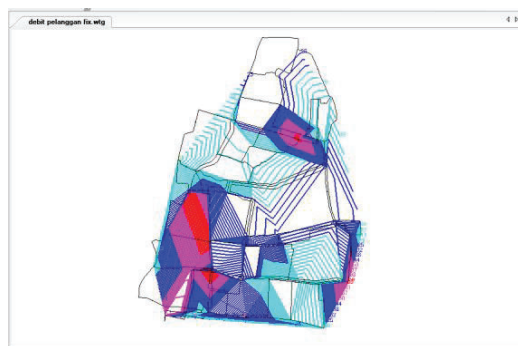
Dalam analisa ini dilakukan simulasi dengan menggunakan data debit pelanggan pada jaringan eksisting.



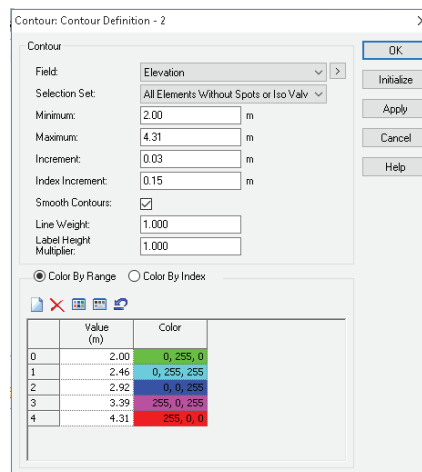
Gambar 7. Jaringan air bersih Zona 2



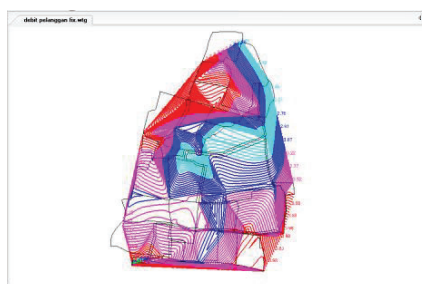
Gambar 8. Tampilan Demand Contour Definition



Gambar 9. Kontur Demand Eksisting Zona 2



Gambar 10. Tampilan Elevasi Contour Definition



Gambar 11. Kontur Elevasi Pada Zona 2

Pada analisa hidraulik dari junction terdiri dari elevasi, demand, Pressure, Pressure head selama 24 jam. Untuk analisa ini diambil jam puncak pukul 07.00 a.m.

Tampilan *output* pipa dengan $V < 0,3$ m/dt dapat dilihat pada Gambar 12 sedangkan tampilan *output junction table* dapat dilihat pada Gambar 13.

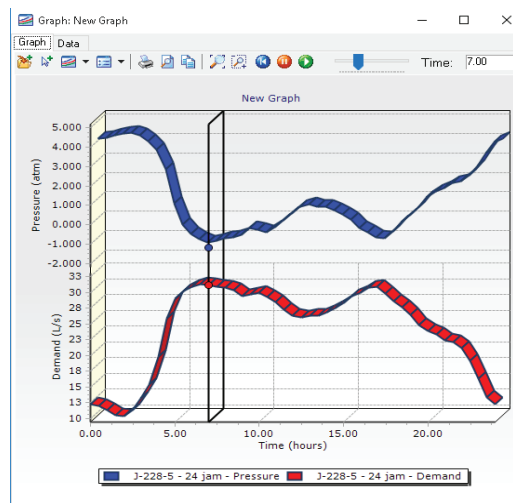
Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)
213: P-108	1,773	J-228-5	J-228-4	400.0	5	0.04	0.01
142: P-64	122	J-215-1	J-217-1	250.0	3	0.06	0.00
212: P-107	1,176	J-228-5	J-226-3	300.0	5	0.07	0.03
99: P-37	3,012	J-215-1	J-210-1	250.0	4	0.08	0.11
207: P-104	1,910	J-220-2	J-226-2	300.0	5	0.08	0.06
174: P-83	1,789	J-207-3	J-211-5	400.0	11	0.09	0.05
209: P-105	1,378	J-226-3	J-226-2	300.0	7	0.10	0.06
147: P-67	4,059	J-214-5	J-214-3	250.0	5	0.11	0.28
200: P-99	1,581	J-220-1	J-220-2	400.0	14	0.11	0.06
97: P-36	213	J-210-1	J-207-2	300.0	8	0.12	0.01
202: P-100	614	J-220-1	J-228-4	400.0	17	0.13	0.04
204: P-101	1,439	J-220-4	J-228-4	300.0	10	0.14	0.12
124: P-53	1,629	J-215-2	J-214-6	300.0	15	0.21	0.31
206: P-103	599	J-220-4	J-220-2	250.0	11	0.22	0.15
133: P-58	841	J-215-3	J-216-1	250.0	11	0.23	0.23
94: P-29	1,191	J-214-5	J-214-3	300.0	17	0.25	0.30
194: P-95	2,601	J-226-1	J-226-2	300.0	19	0.26	0.75
169: P-80	1,957	J-208-1	J-206-2	400.0	34	0.27	0.41
182: P-88	749	J-219-2	J-219-3	200.0	8	0.27	0.35
152: P-70	980	J-211-2	J-207-3	300.0	19	0.27	0.30
86: P-30	1,059	J-214-5	J-225-3	400.0	36	0.29	0.26
187: P-91	60	J-219-5	J-228-1	300.0	21	0.29	0.02
161: P-75	1,113	J-218-1	J-220-3	300.0	22	0.31	0.44
117: P-48	41	J-214-4	J-214-7	250.0	16	0.33	0.02
150: P-69	1,512	J-207-1	J-207-3	400.0	42	0.33	0.48
81: P-27	31	J-213-2	J-213-1	250.0	17	0.34	0.02
65: P-18	1,913	J-212-2	J-205-1	200.0	12	0.37	1.61
188: P-92	1,182	J-211-5	J-219-4	400.0	46	0.37	0.45
219: P-112	426	J-223-1	J-221-1	200.0	13	0.41	0.45
87: P-31	1,492	J-225-3	J-225-1	200.0	15	0.47	1.97
210: P-106	832	J-226-1	J-226-3	300.0	33	0.47	0.69
145: P-66	1,432	J-207-2	J-209-3	200.0	15	0.47	1.93
170: P-81	754	J-210	J-211-3	450.0	75	0.47	0.40
154: P-71	4,363	J-211-2	J-220-3	300.0	37	0.52	4.42
216: P-110	825	J-216-1	J-221-1	200.0	16	0.52	1.35

Gambar 12. Tampilan Output Pipa $V < 0.3$ m/dt

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (atm)	Pressure Head (m)
211: J-228-5	J-228-5	3.80	-1.190	-12.33
201: J-228-4	J-228-4	3.58	-1.170	-12.11
191: J-226-1	J-226-1	4.10	-1.156	-11.97
208: J-226-3	J-226-3	3.38	-1.153	-11.93
197: J-220-1	J-220-1	2.95	-1.106	-11.45
203: J-220-4	J-220-4	2.83	-1.086	-11.24
193: J-226-2	J-226-2	2.58	-1.082	-11.20
199: J-220-2	J-220-2	2.37	-1.056	-10.93
189: J-228-3	J-228-3	3.64	-1.026	-10.62
153: J-220-3	J-220-3	3.23	-1.026	-10.62
159: J-218-1	J-218-1	3.20	-0.981	-10.15
146: J-216-3	J-216-3	2.48	-0.939	-9.72
143: J-209-3	J-209-3	2.48	-0.912	-9.45
215: J-221-1	J-221-1	3.55	-0.903	-9.35
180: J-228-2	J-228-2	3.92	-0.901	-9.33
217: J-223-1	J-223-1	3.55	-0.860	-8.90
171: J-228-1	J-228-1	4.31	-0.836	-8.66
185: J-219-5	J-219-5	4.31	-0.834	-8.64
94: J-207-2	J-207-2	3.17	-0.792	-8.20
96: J-210-1	J-210-1	3.17	-0.791	-8.19
183: J-219-4	J-219-4	4.31	-0.780	-8.08
140: J-217-1	J-217-1	3.06	-0.770	-7.97
98: J-215-1	J-215-1	3.06	-0.770	-7.97
130: J-215-3	J-215-3	3.55	-0.751	-7.77
135: J-210-2	J-210-2	3.17	-0.743	-7.69
132: J-216-1	J-216-1	3.06	-0.726	-7.51

Gambar 13. Tampilan Output Junction Tabel

Dari hasil analisa didapatkan junction dengan pressure paling kecil terdapat pada Junction J-228-5 dengan pressure -1.19 atm pada jam 07.00 a.m. Grafik hasil analisa dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Analisa Hidrolis Junction J-228-5

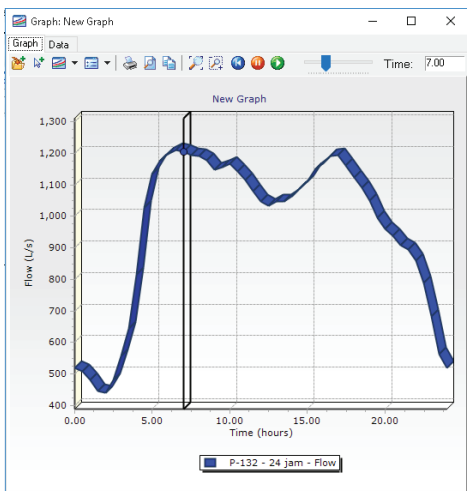
Dari analisa menggunakan data debit pelanggan eksisting terdapat beberapa subzona yang tidak menerima air pada saat jam puncak yaitu sub zona 228, 226, 220, 219, 218, 211.

H. Solusi Memenuhi Kebutuhan Air Wilayah Zona 2 Pada Tahun Proyeksi 2036

Pada proyeksi tahun 2036 direncanakan cakupan pelayanan pada wilayah zona 2 adalah 97% dan kehilangan air turun menjadi 20%. Pada saat ini IPAM Ngagel III memiliki kapasitas produksi 1750 lt/dt dengan pengoperasian 7 pompa utama dan 3 cadangan. Untuk memenuhi kebutuhan air pada tahun 2036 dengan debit harian maksimum sebesar 3238.941 lt/dt, Untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk pada wilayah zona 2 diperlukan peningkatan kapasitas produksi sebesar 1500 lt/dt sehingga menjadi 3250 lt/dt.

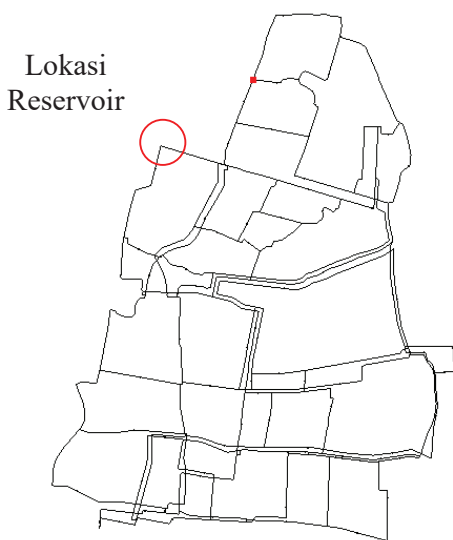
I. Perencanaan Reservoir

Untuk menentukan volume reservoir digunakan fluktuasi debit pada Pipa P-132 Selama 24 jam. Pada perencanaan reservoir, debit air dari pipa ditampung di reservoir kemudian dialirkan lagi menggunakan pompa sehingga memiliki tekanan yang cukup untuk sampai ke pelanggan. Grafik pipa P-132 dapat dilihat pada Gambar 15.

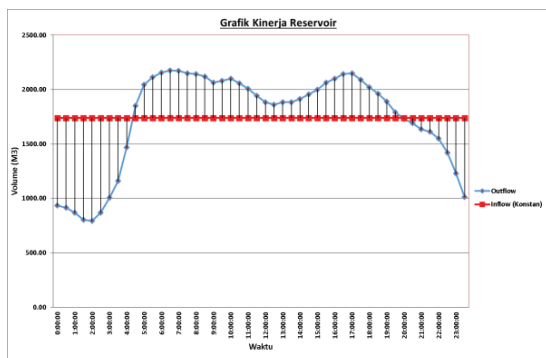


Gambar 15. Grafik Pipa P-132

Lokasi reservoir dapat dilihat pada Gambar 16 dan grafik kinerja reservoir cara 1 dan cara 2 dapat dilihat pada Gambar 17 dan 18.

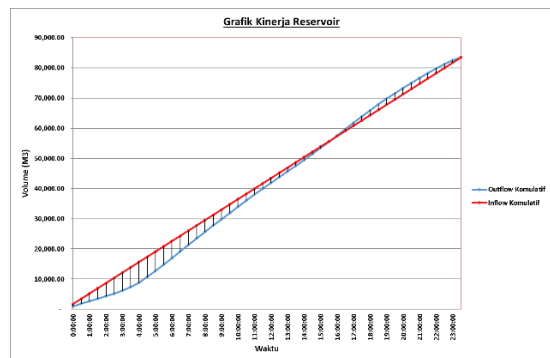


Gambar 16. Lokasi Reservoir



Gambar 17. Grafik Kinerja Reservoir Cara 1

Kumulatif dari volume defisit (debit keluar) menjadi acuan sebagai volume reservoir. Jadi volume reservoirnya adalah $8866.58 \text{ m}^3 \sim 9000 \text{ m}^3$.



Gambar 18. Grafik Kinerja Reservoir Cara 2

Menurut cara yang kedua, debit *inflow* yang dipakai disesuaikan untuk mencari kapasitas maksimum reservoir.

Debit *inflow* yang dipakai adalah 965.88 lt/dt . Untuk mendapatkan volume reservoir perhitungan dengan cara mencari selisih dari volume komulatif maksimum dengan volume komulatif minimum.

$$V = ((6830.78 - (-2033.80)) \text{ m}^3) \\ = 8866.58 \text{ m}^3$$

Menurut hasil perhitungan dari kedua cara, kapasitas reservoir yang maksimal didapatkan dengan cara debit akumulasi dengan nilai kapasitas reservoir sebesar 8866.58 m^3 dibulatkan dan direncanakan menjadi 9000 m^3 . Dan didapatkan debit outflow maksimum adalah 1209 lt/dt . Maka direncanakan reservoir dengan dimensi panjang 45 m , lebar 40 m , dengan kedalaman 5.5 m dibawah tanah (tinggi jagaan 0.5 m).

Pompa yang akan digunakan adalah *Torishima Pump CDMV 250 x 350*, flow pompa sebesar 300 lt/dt . Dengan debit maksimum 1209 lt/dt atau $104457600 \text{ m}^3/\text{hari}$, maka jumlah pompa yang digunakan adalah 5 buah secara paralel, dengan pola 4 operasi dan 1 cadangan [3].

J. Analisa Hidrolis Jaringan Perpipaan Wilayah Zona 2 Dengan Debit Proyeksi Tahun 2036.

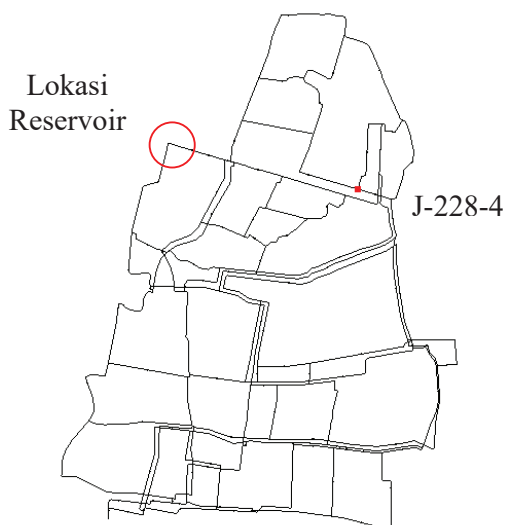
Dalam analisa ini digunakan jaringan pipa yang sudah ada dan dilakukan perubahan dimensi pipa pada P-16 menjadi 450 mm pada outlet rencana reservoir P-133 menjadi 650 mm dan P-90, P-93, P-94 menjadi 600 mm . Hasil dari analisa ini didapatkan nilai hidraulik dari jaringan pipa wilayah zona 2.

Tampilan *junction table* proyeksi tahun 2036 dapat dilihat pada Gambar 19.

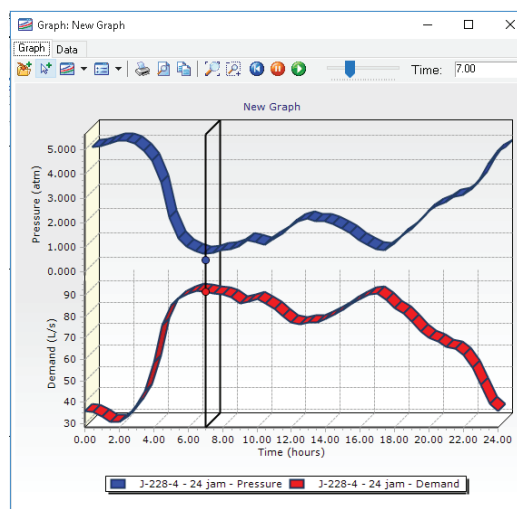
	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (atm)	Pressure Head (m)
201:	J-228-4	3.58	92	0.487	5.04
153:	J-220-3	3.23	31	0.521	5.39
159:	J-218-1	3.20	88	0.523	5.42
140:	J-217-1	3.06	49	0.534	5.52
98:	J-215-1	3.06	17	0.543	5.62
197:	J-220-1	2.95	31	0.548	5.67
203:	J-220-4	2.83	31	0.556	5.76
96:	J-210-1	3.17	69	0.576	5.96
146:	J-216-3	2.48	36	0.583	6.04
135:	J-210-2	3.17	59	0.584	6.04
94:	J-207-2	3.17	102	0.584	6.05
180:	J-228-2	3.92	92	0.587	6.08
199:	J-220-2	2.37	31	0.610	6.31
143:	J-209-3	2.48	44	0.623	6.45
193:	J-226-2	2.58	130	0.641	6.64
178:	J-219-3	3.07	46	0.697	7.22
191:	J-226-1	4.10	130	0.699	7.24
77:	J-225-2	3.27	15	0.710	7.35
211:	J-228-5	3.80	92	0.743	7.69
157:	J-219-2	2.51	46	0.749	7.76
208:	J-226-3	3.38	130	0.750	7.77
75:	J-225-1	3.62	15	0.757	7.84
71:	J-214-3	4.28	19	0.759	7.86
215:	J-221-1	3.55	46	0.802	8.30
85:	J-225-3	3.56	15	0.813	8.41
82:	J-214-5	3.61	19	0.818	8.47

Gambar 19. Junction Table Proyeksi Tahun 2036.

Dari hasil analisa didapatkan *pressure* paling rendah terdapat pada *junction* J-228-4 dengan nilai 0.487 Atm. Lokasi reservoir dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Lokasi *Reservoir* Grafik junction J-228-4 dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Junction J-228-4

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk wilayah zona 2 pada tahun 2016 adalah 618175 jiwa dengan metode geometrik didapatkan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2036 adalah 897867 jiwa.
2. Kebutuhan air bersih wilayah zona 2 PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada tahun proyeksi tahun 2036 didapatkan :
 - Debit harian rata-rata : 2816.47 liter/detik
 - Debit harian maks (Qd Max) : 3238.94 liter/detik
 - Debit jam maks (Qh Max) : 4210.62 liter/detik
3. Dari hasil analisa debit rata-rata harian pelanggan sebesar 1911.57 lt/dt pada tahun 2016 terdapat beberapa subzona yang tidak menerima air pada saat jam puncak yaitu subzona 228, 226, 220, 219, 218, 211 dan tekanan air minimum terjadi pada Junction J-228-5 yaitu -1.19 atm pada saat jam puncak dan kecepatan aliran 0.04 m/dt pada P-108.
4. Pada tahun 2036 direncanakan cakupan pelayanan wilayah zona 2 menjadi 97.00 % dan kehilangan air sebesar 20 %. Alternatif untuk memenuhi kebutuhan air bersih 20 tahun ke depan adalah dengan meningkatkan kapasitas IPAM Ngagel 3 sebesar 1500 lt/dt menjadi 3250 lt/dt dan menambah jumlah pompa 5 buah dengan kapasitas masing-masing pompa 300lt/dt. Total 15 Pompa dengan pengoperasian 11 Pompa utama dan 4 cadangan.

5. Direncanakan *ground reservoir* di wilayah sub zona 219 dengan kapasitas tampung 9000 m³ dengan dimensi 40 x 45 m dengan kedalaman 5,5 m dan 5 buah pompa dengan kapasitas debit pompa 300 lt/dt agar distribusi air bisa merata ke seluruh subzona.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya. 2016. Surabaya Dalam Angka. BPS Kota Surabaya.
- [2] Bruce R. Munson, Donald F. Young & Theodore H. Okiishi. 2003. MEKANIKA FLUIDA. Erlangga: Jakarta
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Pengembangan Air Minum, Dirjen Cipta Karya. 2007. Permen PU No.18/PRT/M/2007, Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyedia Air Minum. Jakarta.
- [4] Streeter, V.L. dan Wylie, E.B. 1999. Mekanika Fluida, Jilid 1, Edisi 8, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [5] <https://www.pdam-sby.go.id>