

# PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM PERUMNAS KOTA BARU DRIYOREJO GRESIK

**Dr. Ery Suhartanto, ST., MT.**  
**Dr. Ir. Rispiningtati, M.Eng.**  
**Senna Anangadipa Adhitama**

***Abstraksi:** Upaya pemenuhan kebutuhan air bersih pada suatu daerah hendaknya memperhatikan ketersediaan sumber air yang ada. Begitu juga di Perumnas Kota Baru Driyorejo. Sesuai target nasional PDAM Kabupaten Gresik yaitu sebesar 80% masyarakatnya terpenuhi kebutuhan air bersihnya sehingga diperlukan peningkatan pelayanan dengan memanfaatkan jaringan distribusi yang telah ada dan merencanakan pengembangan jaringan baru. Pemenuhan kebutuhan air bersih di Perumnas Kota Baru Driyorejo memanfaatkan sumber air yang berasal dari IPA Krikilan dan IPA Legundi. Adapun kebutuhan air bersih di daerah studi termasuk dalam kebutuhan domestik dan non domestik dengan mempertimbangkan faktor kehilangan air. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan dan ketersediaan air sampai dengan tahun 2020 serta mengetahui kondisi hidrolis dari sistem jaringan pipa yang ada. Simulasi jaringan pipa dilakukan dengan bantuan program WaterCAD v 4.5. Perhitungan dilakukan dengan simulasi kondisi tidak permanen dimana kebutuhan air berubah sesuai dengan kebutuhan tiap jamnya. Berdasarkan hasil akhir simulasi, dapat dilihat bahwa sistem jaringan pipa dapat berjalan. Hal ini berdasarkan kondisi tekanan yang sudah sesuai dengan syarat perencanaan dan kondisi reservoir yang mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah studi.*

***Kata Kunci:** kebutuhan air bersih, kehilangan air, jaringan pipa, kondisi tidak permanen, reservoir.*

***Abstract:** Efforts to clean water supply of the region should consider the availability of existing water sources. Also in the Perumnas Kota Baru Driyorejo. According to the national target of PDAM Gresik Regency is equal to 80% of the net water supply of the community are met so that the necessary improvement of services by utilizing existing distribution networks and new network development plan. Fulfilling the supply of clean water in the Perumnas Kota Baru Driyorejo exploit water resources originating from the IPA Legundi and IPA Krikilan. The supply for clean water in the study area included in the domestic and non domestic demand taking into account the factor of water loss. This study aimed to ascertain the supply and the availability of water until the year 2020 and knows the condition of the hydraulic system of the existing pipeline network. Simulations the pipeline performed with WaterCAD program v 4.5. The simulated calculation with Extended period condition where water needs to change in accordance with the supply of every hour. Based on the output of the simulation, can be seen that the pipeline system can run. This is based on the pressure conditions are in accordance with the terms of planning and reservoir conditions are able to meet the supply of clean water in the study area.*

***Key Word:** Clean water supply, water-loss, pipeline, Extended period, reservoir*

## **I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Upaya pemenuhan kebutuhan air bersih pada suatu daerah hendaknya memperhatikan ketersediaan sumber air yang ada. Begitu juga di Perumnas Kota Baru Driyorejo. Dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat dan mengantisipasi perkembangan daerah, diperlukan ketersediaan air bersih yang memadai, dalam arti secara kuantitas, kualitas maupun kontinuitas

sesuai dengan harapan masyarakat. Mengingat selama ini ketersediaan air bersih masih kurang dibandingkan dengan kebutuhan masyarakat.

### **1.2 Identifikasi Permasalahan**

Dengan semakin berkembangnya wilayah Kota Gresik, maka perlu untuk mempertimbangkan kondisi hidraulika pada komponen-komponen sistem distribusi air minum akibat adanya perubahan kondisi jaringan. Dalam

kegiatan distribusi air bersih, sumber mata air yang dimanfaatkan memiliki kapasitas sumber  $\pm 300$  lt/dt. Melalui pengelolaan PDAM Daerah Kota Gresik, mengingat jangkauan pelayanan untuk Kota Gresik baru mencapai  $\pm 54$  % dari target nasional sebesar 80 % untuk penduduk perkotaan, sehingga sebagai instansi yang berwenang terhadap masalah air minum Kota Gresik, PDAM Kota Gresik meningkatkan pelayanannya dengan memanfaatkan jaringan distribusi yang telah ada (eksisting) dan merencanakan pengembangan jaringan baru agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan.

### 1.3 Batasan Masalah

Studi ini lebih dititikberatkan pada perencanaan dan pengembangan sistem distribusi penyediaan air bersih di Kota Gresik dengan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah studi berlokasi di kawasan Perumnas Kota Baru Driyorejo Kabupaten Gresik.
2. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi kebutuhan air bersih hingga tahun 2020.
3. Tingkat kebocoran sebesar 30%.
4. Hanya membahas masalah hidrolisnya.
5. menggunakan kondisi kebutuhan tidak permanen, berdasarkan fluktuasi kebutuhan air bersih setiap jam pada satu harinya.
6. Perencanaan dan pengembangan jaringan distribusi dengan memakai jaringan yang sudah ada dan penambahan jaringan baru.
7. Tidak membahas :
  - Analisa biaya sistem jaringan distribusi air bersih
  - Analisa kualitas air sumber air
  - Detail konstruksi komponen sistem jaringan distribusi air bersih
  - Analisa dampak terhadap lingkungan
8. Program WaterCad v 4.5 digunakan sebagai alat bantu perhitungan dan

pemodelan sistem jaringan distribusi air bersih.

### 1.4 Rumusan Masalah

Sesuai dengan permasalahan dan batasan-batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapakah proyeksi jumlah penduduk Perumnas Kota Baru Driyorejo Kabupaten Gresik sampai tahun 2020?
2. Berapakah jumlah penduduk terlayani dan jumlah kebutuhan air bersih penduduk Perumnas Kota Baru Driyorejo Kabupaten Gresik sampai tahun 2020?
3. Berapa besar penambahan jaringan yang harus dilakukan PDAM Kota Gresik pada Perumnas Kota Baru Driyorejo Kabupaten Gresik sampai tahun 2020?
4. Bagaimana kondisi hidrolis pada komponen sistem distribusi air bersih dikaji dengan paket program WaterCad v 4.5?

### 1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam studi ini adalah melakukan studi terhadap usaha mengembangkan sistem jaringan distribusi air bersih di Kota Gresik ditinjau dari segi hidraulika dan sistem operasinya dengan penerapan pemodelan simulasi kondisi tidak permanen. Sedangkan manfaat dari studi ini adalah sebagai masukan bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Gresik dalam upaya penyediaan air bersih di Kota Gresik secara baik dan benar ditinjau dari segi kualitas dan kuantitas tanpa mengesampingkan aspek pelestariannya.

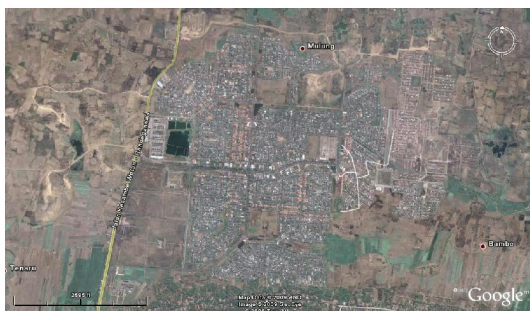
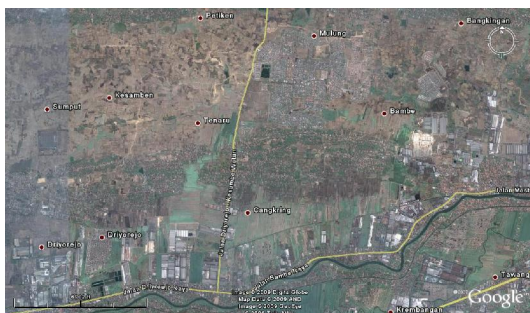
### 1.6 Lokasi Penelitian

Kota Gresik secara geografis terletak di antara 112024'8'' – 112038' bujur timur dan 6050'55'' – 7023'37'' lintang selatan. Berdasarkan aspek administrasinya, Kabupaten Gresik terdiri dari 18 Kecamatan dan 357 Desa/Kelurahan dengan luas wilayah

1.195,13 km<sup>2</sup>. Untuk lebih jelasnya Peta lokasi Studi dapat dilihat pada gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Peta Wilayah Kabupaten Gresik



Gambar 2. Peta Lokasi Studi diambil dengan Google Earth

## II METODE PENELITIAN

Langkah-langkah pengerjaan studi secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Analisa kebutuhan air bersih.
2. Menghitung proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2020.

3. Menghitung jumlah penduduk terlayani dan jumlah kebutuhan air bersih penduduk sampai tahun 2020.
4. merencanakan pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih sampai tahun 2020.
5. menghitung besar penambahan jaringan yang harus dilakukan sampai tahun 2020.
6. Analisa kondisi hidraulika pada komponen-komponen sistem distribusi air bersih yang dikaji dengan menerapkan model simulasi kondisi tidak permanen dengan paket program WaterCAD v 4.5.

## III PEMBAHASAN DAN HASIL

### 3.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk pada studi ini menggunakan metode aritmatik karena memiliki nilai koefisien korelasi mendekati +1 dibandingkan metode yang lainnya.

Tabel 1. Rata-rata Tingkat Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Driyorejo

Tahun	Jumlah (Jiwa)	Pertambahan Tiap Tahun (Jiwa)	r rerata
2004	79144		
2005	79954	810	0.0101308
2006	80695	741	0.0091827
2007	81515	820	0.0100595
2008	82276	761	0.0092494
Laju Pertumbuhan Penduduk Rerata			0.0097

Sumber : Perhitungan

Tabel 2. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Driyorejo dengan Metode Aritmatik

No.	Tahun	Jumlah (jiwa)
1	2009	83074
2	2010	83872
3	2011	84670
4	2012	85468
5	2013	86266
6	2014	87064
7	2015	87863
8	2016	88661
9	2017	89459
10	2018	90257
11	2019	91055

12	2020	91853
----	------	-------

Sumber : Perhitungan

Kebutuhan air bersih terdiri atas kebutuhan domestik dan non domestik. Untuk lebih jelasnya akan disajikan sebagai berikut :

### 3.2 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih di Perumnas Kota Baru Driyorejo Sampai tahun 2020

No	Uraian	Satuan	Tahun												
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
<b>A Parameter yang ditetapkan</b>															
1	1	rumah tangga	jiwa/samb.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		Kran umum	jiwa/samb.	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
		Faktor pemakaian air													
		- Hariian maksimum		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	
		- Jam puncak		1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	
2	2	Kebutuhan non domestik dari kebutuhan domestik	%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
3	3	Kehilangan	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
<b>B Perhitungan kebutuhan air</b>															
1	1	Jumlah penduduk	jiwa	83074	83872	84670	85468	86266	87064	87863	88661	89459	90257	91055	91853
2	2	Penduduk yang dilayani	%	78	78.5	79	79.5	80	80.5	81	81.5	82	82.5	83	83.5
3	3	Luas wilayah yang termasuk perumahan	%	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
4	4	Jumlah penduduk yang dilayani	jiwa	31,103	31,603	32,107	32,615	33,126	33,642	34,161	34,684	35,211	35,742	36,276	36,815
5	5	Kebutuhan air domestik													
a	a	Sambungan rumah tangga													
		pemakaian air prosentase	l/orang/hari	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
		prosentase pelayanan SR	%	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
		jumlah penduduk yang dilayani	jiwa	23,638	24,334	25,043	25,766	26,501	27,250	28,012	28,788	29,577	30,380	31,198	32,029
		jumlah sambungan	unit	4,728	4,867	5,009	5,153	5,300	5,450	5,602	5,758	5,915	6,076	6,240	6,406
		Kebutuhan air	m <sup>3</sup> /hari	3,073	3,163	3,256	3,350	3,445	3,542	3,642	3,742	3,845	3,949	4,056	4,164
b	b	Sambungan kran umum													
		pemakaian air prosentase	l/orang/hari	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		prosentase pelayanan	%	24	24	23	23	23	22	22	21	21	21	20	20
		jumlah penduduk yang dilayani	jiwa	7,465	7,468	7,468	7,466	7,460	7,452	7,440	7,426	7,408	7,388	7,364	7,337
		jumlah sambungan	unit	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
		Kebutuhan air	m <sup>3</sup> /hari	224	224	224	224	224	224	223	223	222	222	221	220
c	c	Total kebutuhan domestik	m <sup>3</sup> /hari	3,297	3,387	3,480	3,573	3,669	3,766	3,865	3,965	4,067	4,171	4,277	4,384
6	6	Kebutuhan air non domestik	m <sup>3</sup> /hari	165	169	174	179	183	188	193	198	203	209	214	219
7	7	Total kebutuhan air	m <sup>3</sup> /hari	3,462	3,557	3,654	3,752	3,852	3,954	4,058	4,163	4,271	4,380	4,490	4,603
8	8	Kehilangan air	m <sup>3</sup> /hari	1,039	1,067	1,096	1,126	1,156	1,186	1,217	1,249	1,281	1,314	1,347	1,381
9	9	Kebutuhan air rata-rata	m <sup>3</sup> /hari	4,500	4,624	4,750	4,878	5,008	5,141	5,275	5,412	5,552	5,694	5,838	5,984
		Kebutuhan harian	l/dt	52	54	55	56	58	59	61	63	64	66	68	69
10	10	Kebutuhan maksimum	l/dt	60	62	63	65	67	68	70	72	74	76	78	80
11	11	Kebutuhan jam puncak	l/dt	81	83	86	88	90	93	95	98	100	103	105	108

Sumber : Perhitungan

### 3.3 Ketersediaan Air Bersih

Perhitungan ketersediaan air bersih diperlukan untuk mengetahui kapasitas sumber air yang ada apakah telah mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air yang diperlukan sehingga dapat dilakukan Simulasi sumber lain apabila sumber air belum mencukupi. Adapun perhitungan ketersediaan air sebagai berikut:

$$Q_{\text{sumber air}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{puncak}} = 108 \text{ l/detik} = 0,108 \text{ m}^3/\text{dt}$$

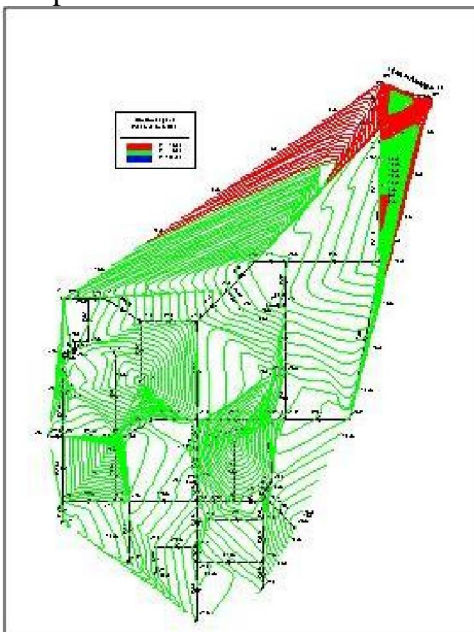
(Diambil  $Q$  kebutuhan air bersih pada jam puncak terbesar dengan 83,5% penduduk terlayani dan kehilangan air sebesar 30%)

$$Q_{\text{sumber air}} - Q_{\text{kebutuhan air bersih}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{dt} - 0,108 \text{ m}^3/\text{dt} = 0,192 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa ketersediaan sumber air dapat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada Perumnas Kota Baru Driyorejo Gresik sehingga tidak diperlukan Simulasi sumber air yang lain.

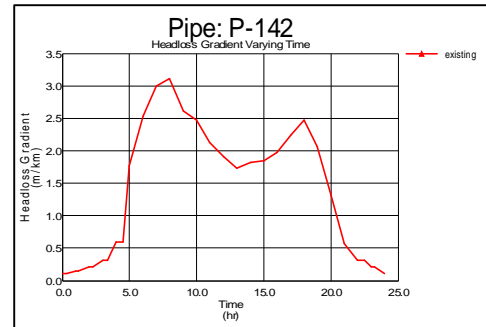
### 3.4 Evaluasi Simulasi Kondisi Tidak Permanen pada Jaringan Pipa eksisting

- Evaluasi Tekanan Sisa pada Titik Simpul



Gambar 3 Kontur Tekanan Kondisi Eksisting saat Jam Puncak

- Evaluasi Kondisi Aliran pada Pipa Distribusi



Gambar 4 Kehilangan Tinggi Tekan pada Pipa Distribusi Utama

### 3.5 Perencanaan Jaringan Pipa

Pengembangan jaringan pipa distribusi direncanakan memakai jaringan yang telah ada dan sambungan baru yang telah direncanakan.

Tabel 4 Penambahan Sambungan

Blok	Unit Sambungan (SR)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
12C	289	1445
11D	1126	5630
Jumlah	1415	7075

Tabel 5 Pemasangan Pipa Rencana

No. Pipa	Dari node	Ke node	Length (m)	Diameter (in)
P-145	J-1	J-127	210	6.0
P-143	J-128	J-12	140	6.0
P-144	J-128	J-15	50	3.0
P-146	J-130	J-128	400	6.0
P-148	J-127	J-130	120	6.0
P-147	J-39	J-131	105	8.0
P-149	J-131	J-44	100	3.0
P-150	J-35	J-131	330	6.0
P-152	J-50	J-133	90	6.0
P-151	J-131	J-132	120	3.0
P-154	J-132	J-135	170	3.0
P-156	J-135	J-136	100	4.0
P-157	J-135	J-137	100	3.0
P-158	J-138	J-135	240	6.0
P-159	J-133	J-138	90	6.0
P-160	J-138	J-139	100	4.0
P-161	J-138	J-140	100	3.0
P-162	J-1	J-129	100	3.0

**Tabel 6 Penggantian Diameter**

No. Pipa	Dari Node	Ke Node	Length (m)	Diameter (in)		Tekanan saat Jam Puncak (mH <sub>2</sub> O)	
				Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
P-10	J-47	J-42	165	4	8	13,42	14,11
P-12	J-41	J-39	90	4	8	10,65	11,29
P-59	J-42	J-43	200	3	4	7,66	12,69
P-49	J-21	J-30	220	3	4	7,87	13,96
P-58	J-4	J-5	200	3	4	7,76	13,63
P-64	J-31	J-40	200	3	4	9,69	12,48
P-11	J-42	J-41	135	4	8	11,34	12,00

**Tabel 7 Penaikan Tinggi Muka Air Tandon**

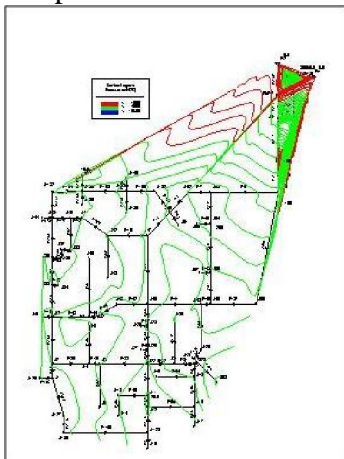
Node	Muka Air Tandon (m)		Tekanan saat Jam Puncak (mH <sub>2</sub> O)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
J-43	6	10	7,66	10,23
J-30	6	10	7,87	10,45
J-5	6	10	7,76	10,33
J-40	6	10	9,69	12,27

**Tabel 8 Penambahan Pompa**

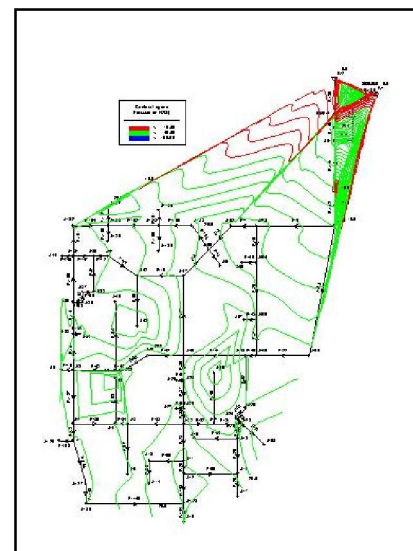
Node	Daya Pompa (watt)		Tekanan saat Jam Puncak (mH <sub>2</sub> O)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
J-43	0	1200	7,66	10,07
J-30	0	1200	7,87	10,29
J-5	0	1200	7,76	10,17
J-40	0	1200	9,69	12,11

### 3.6 Evaluasi Simulasi Kondisi Tidak Permanen pada Jaringan Pipa Rencana

- Evaluasi Tekanan Sisa pada Titik Simpul

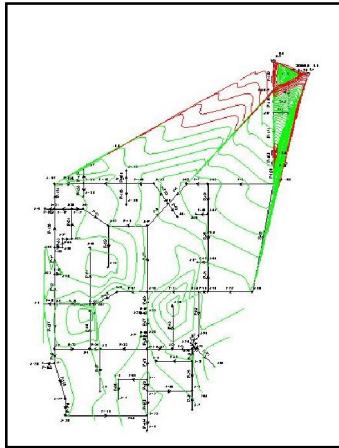


Gambar 4 Kontur Tekanan Kondisi rencana dengan penggantian diameter pipa saat Jam



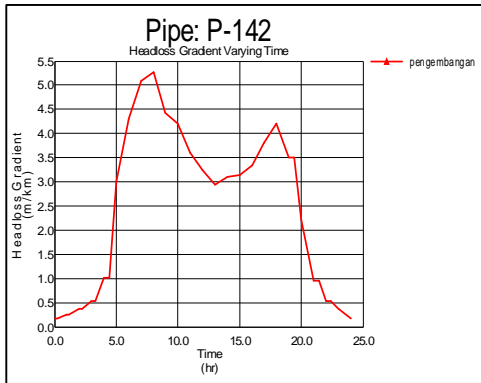
Puncak

Gambar 5 Kontur Tekanan Kondisi rencana dengan Peninggian Muka Air Tandon saat Jam Puncak

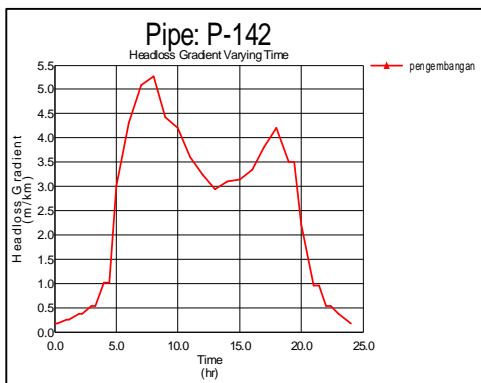


Gambar 6 Kontur Tekanan Kondisi rencana dengan Penambahan Pompa saat Jam Puncak

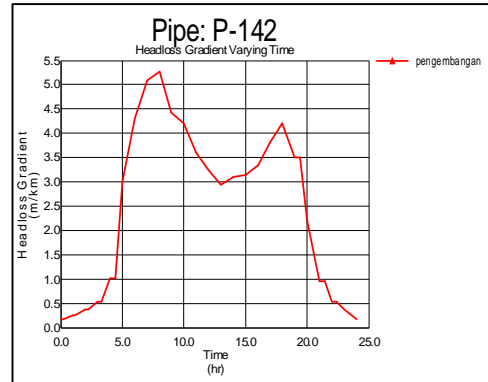
b. Evaluasi Kondisi Aliran pada Pipa Distribusi



Gambar 7 Kehilangan Tinggi Tekan pada Pipa Distribusi Utama (penggantian diameter)



Gambar 8 Kehilangan Tinggi Tekan pada Pipa Distribusi Utama (Peninggian Muka Air Tandon)



Gambar 8 Kehilangan Tinggi Tekan pada Pipa Distribusi Utama (Penambahan Pompa)

#### IV PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk dihitung berdasarkan metode aritmatik di Kecamatan Driyorejo Kabupaten Gresik sampai dengan tahun 2020 sebesar 91.853 jiwa dan jumlah penghuni Perumnas Kota Baru Driyorejo yang dilayani sampai dengan tahun 2020 sebesar 36.276 jiwa.
2. Jumlah penduduk Perumnas Kota Baru Driyorejo Gresik terlayani pada tahun 2009, sambungan rumah adalah sebesar 23.638 jiwa, kran umum sebesar 7.465 jiwa sedangkan kebutuhan air bersih penduduk rata-rata adalah sebesar 52 l/dt dan kebutuhan air bersih penduduk jam puncak sebesar 81 l/dt. Jumlah penduduk Perumnas Kota Baru Driyorejo Gresik terlayani pada tahun 2020, sambungan rumah adalah sebesar 32.029 jiwa, kran umum sebesar 7.337 jiwa sedangkan kebutuhan air bersih penduduk rata-rata adalah sebesar 69 l/dt dan

- kebutuhan air bersih penduduk jam puncak sebesar 108 l/dt.
3. Penambahan pipa rencana pengembangan dengan total panjang pipa distribusi mencapai 2.665 m sedangkan penambahan sambungan yang dilakukan PDAM Gresik hingga tahun 2020 dan penambahan penduduk terlayani yaitu pada blok 12C sebanyak 289 unit sambungan dengan jumlah penduduk sebesar 1.445 jiwa dan pada blok 11D sebanyak 1.126 unit sambungan dengan jumlah penduduk sebesar 5.630 jiwa. Jadi total penambahan sambungan rumah sebanyak 1.415 dengan jumlah penduduk sebesar 7.075 jiwa.
  4. Dari hasil proses penerapan simulasi tidak permanen dengan paket program Watercad 4.5 untuk simulasi dengan penggantian diameter didapatkan tekanan sisa minimum sebesar 10,53 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul J-44 pada pukul 08.00 dan tekanan sisa maksimum sebesar 37,12 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul J-61 pada pukul 18.00. Untuk simulasi dengan peninggian muka air tandon didapatkan tekanan sisa minimum sebesar 10,23 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul J-43 pada pukul 08.00 dan tekanan sisa maksimum sebesar 39,09 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul J-61 pada pukul 01.00. Untuk simulasi dengan penambahan pompa didapatkan tekanan sisa minimum sebesar 10,7 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul J-43 pada pukul 08.00 dan tekanan sisa maksimum sebesar 38,36 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul J-60 pada pukul 24.00. Secara umum seluruh komponen sistem jaringan distribusi yang direncanakan mampu untuk beroperasi secara optimum dan telah memenuhi kriteria perencanaan.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil studi, untuk mendapatkan hasil yang baik

dalam suatu perencanaan sistem jaringan pipa, maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kualitas dari suatu perencanaan ditentukan oleh akurasi data-data pendukung yang diperlukan. Guna mendapatkan hasil yang lebih baik, maka harus dilakukan pencatatan dan pendataan oleh PDAM Kota Gresik tentang penyambungan SR dan titik pengambilannya juga intensitas dan fluktuasi pemakaian air harian setiap jam oleh pelanggan secara berkala yang selanjutnya dipakai untuk perencanaan dan pola operasi.
2. Dalam perencanaan suatu sistem jaringan distribusi air bersih sepatutnya mempertimbangkan adanya suatu penerapan model simulasi kondisi tidak permanen, agar didapatkan hasil yang optimal.
3. Sejalan dengan semakin pesatnya perkembangan penduduk di Kota Gresik maka disarankan PDAM Kota Gresik secepatnya mencari alternatif sumber-sumber air baru sehingga kebutuhan air penduduk dapat terlayani dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dajan, Anto. 1998. *Pengantar Metode Statistik Jilid 1*. Jakarta : LP3ES.
- DPU Ditjen Cipta Karya. 1987. *Buku Utama Sistem Jaringan Pipa. Diktat Kursus Perpipaan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih.
- DPU Ditjen Cipta Karya. 1994. *Pedoman Kebijakan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT)*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya



- Haestad Methods. 2001. *User Guide WaterCAD v 4.5 for Windows*. Waterbury CT, USA : Haestad Press.
- Jumarwan.-. *Modul Pelatihan Sistem Penyelesaian Air Minum*. Malang : PDAM Kabupaten Malang.
- Kasi Bangdal Distribusi. 2007. *Pengendalian Jaringan Distribusi*. PDAM Kabupaten Malang. Malang.
- Linsey, RK dan Franzini, JB. 1996. *Teknik Sumber Daya Air jilid I*. Jakarta : Erlangga.
- Maryono, Agus. 2003. *Hidrolika Terapan*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Muliakumumah, Sutarsih. 1998. *Proyeksi Penduduk*. Jakarta : Fakultas Ekonomi UI.
- PDAM.-. *Tugas Pokok dan Fungsi Bagian Perencanaan*. Malang : PDAM Kabupaten Malang.
- Priyantoro, Dwi. 1991. *Hidrolika Saluran Tertutup*. Malang : Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Rusli, Said. 1996. *Pengantar Ilmu Kependudukan*. Jakarta : LP3ES.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Webber, NB. 1971. *Fluid Mechanics for Civil Engineers*. London : William Colowes & Sons Ltd.
- [www.vinilon.com](http://www.vinilon.com) (13 Juni 2008).