

# 24

*by*

---

**Submission date:** 23-Aug-2019 11:18AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1162576654

**File name:** LIS\_DALAM\_PERENCANAAN\_SISTEM\_DISTRIBUSI\_JARINGAN\_AIR\_BERSIH.docx (76.44K)

**Word count:** 3054

**Character count:** 18781

# STRATEGI PEMANFAATAN MODEL HIDRAULIS DALAM PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI JARINGAN AIR BERSIH

Kustamar

## ABSTRAK

Sistem distribusi jaringan air bersih berfungsi mengalirkan air dari tandon sampai ke pelanggan. Sistem distribusi jaringan air bersih yang baik akan mampu mendukung pengkondisian terkontrolnya: kualitas, tekanan, dan besar kehilangan air, serta kontinuitas layanan. Kontrol kualitas jaringan harus dilakukan sejak dari tahap pemilihan jenis pipa dan aksesorisnya, perencanaan hidraulik, hingga pelaksanaan di lapangan. Dalam tahap perencanaan, pemilihan model jaringan harus memperhatikan varian elevasi topografi daerah pelanggan, jumlah dan sebaran penduduk, lokasi sumber, serta berorientasi pada prediksi perkembangan jumlah dan sebaran calon pelanggan di masa yang akan datang. Model zonasi daerah layanan merupakan usaha penyederhanaan bentuk jaringan yang pada umumnya cocok untuk mengantisipasi sulitnya mengontrol besarnya kehilangan air. Simulasi terhadap rencana jaringan menggunakan model hidraulik akan memberikan gambaran besar dan sebaran tekanan air di pelanggan. Berbagai model hidraulik untuk jaringan pipa telah banyak berkembang, namun dalam penggunaannya diperlukan strategi yang tepat serta dukungan data yang akurat. Strategi dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi yang tergabung dengan sistem lama diawali dengan memodelkan sistem yang telah ada. Untuk menjamin kesesuaian model yang tinggi diperlukan tahap kalibrasi dan verifikasi. Tahap berikutnya menggabungkan model yang telah terbangun dengan sistem jaringan baru, untuk merencanakan dimensi yang optimal. Dalam perencanaan pengembangan sistem distribusi daerah layanan Tandon Buring, digunakan Model EPANET. Hingga tahun 2018, dari 3 alternatif rencana pengembangan yang telah memenuhi syarat hidraulik, selanjutnya dipilih alternatif II sebagai rencana optimal berdasarkan jumlah harga pipa.

**Kata kunci:** jaringan distribusi air bersih, model hidraulik

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi jaringan air bersih merupakan bagian dari sistem jaringan air bersih yang berfungsi mengalirkan air dari tandon sampai ke pelanggan. Pada umumnya Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) selain mengemban tugas sosial, juga diharuskan berorientasi bisnis. Agar mendapat apresiasi dari pelanggan, sehingga pelanggan bersedia dengan senang hati memenuhi kewajibannya membayar rekening air maka harus mendapat layanan yang prima. Untuk mendukung tercapainya kondisi tersebut, maka sistem distribusi jaringan air bersih harus mampu mengalirkan air dengan kualitas yang baik, tekanan cukup dan merata,

kontinu selama 24 jam, serta kehilangan air sekecil mungkin.

Kontrol kualitas jaringan harus dilakukan sejak dari tahap pemilihan jenis pipa dan aksesorisnya, perencanaan hidraulik, hingga pelaksanaan di lapangan. Dalam tahap perencanaan, pemilihan model jaringan harus memperhatikan varian elevasi topografi daerah pelanggan, jumlah dan sebaran penduduk, lokasi sumber, serta berorientasi pada prediksi perkembangan jumlah dan sebaran calon pelanggan di masa yang akan datang.

Zonasi daerah layanan sangat sesuai pada daerah layanan yang memiliki perbedaan elevasi topografi lebih dari 10 m, atau jumlah pelanggan lebih dari 5000, atau perbedaan umur fisik jaringan lebih dari 15 tahun.

Lokasi pelanggan tersebar dengan jarak dan perbedaan elevasi yang variatif dengan tandon. Fluktuasi kebutuhan air bagi pelanggan seringkali tidak sesuai dengan ketersediaan debit dari sumber, demikian juga dengan kualitasnya. Terdapat 3 (tiga) bentuk jaringan distribusi, yaitu: bercabang, melingkar, atau gabungan. Pertumbuhan jumlah penduduk dan target persentase layanan selalu meningkat, sedangkan kapasitas sumber cenderung menurun seiring dengan kondisi lingkungan.

Untuk mendapatkan dimensi dan bentuk jaringan yang optimal, dalam perencanaannya dapat dilakukan simulasi. Proses simulasi dimulai dari proyeksi jumlah pelanggan, alokasi kebocoran, dan sumber yang dieksploitasi. Dari berbagai alternatif yang secara teknis memenuhi syarat, sudah barang tentu masing-masing memiliki kebutuhan biaya konstruksi yang berbeda. Oleh karenanya pada tahap awal alternatif dapat dipilih yang memerlukan harga pipa termurah.

Berangkat dari kompleksitas permasalahan tersebut, dan tuntutan kondisi ideal dari sebuah Sistem Jaringan Air Bersih maka dalam merencanakannya perlu suatu keahlian dengan sentuhan “seni dan arsitektur” tersendiri. Sebagai kajian, dalam tulisan ini dibahas tentang optimasi pengembangan sistem distribusi jaringan air bersih Daerah Layanan Tandon Buring Kota Malang.

## 1.2. Permasalahan

Permasalahan yang teridentifikasi, dirangkum dan dinyatakan dalam bentuk kalimat sebagai berikut:

1. Bagaimana metode penggunaan model hidraulis dalam perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih?

2. Bagaimana cara mendapatkan dimensi yang optimal?
3. Bagaimana hasil aplikasi penggunaan model dalam pengembangan sistem distribusi wilayah Tandon Buring?

## 1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini ialah mengkaji perencanaan pengembangan sistem distribusi jaringan air bersih menggunakan model hidraulis. Sedangkan tujuannya ialah mendapatkan strategi pemanfaatan model hidraulis, dengan harapan bermanfaat untuk mempermudah dalam mendapatkan dimensi sistem distribusi jaringan air bersih yang optimal.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Perencanaan Jaringan Air Bersih

#### 2.1.1. Pemilihan Jenis Jaringan

Berorientasi terhadap perkembangan jumlah dan sebaran lokasi calon pelanggan pada umumnya selalu meningkat, maka jaringan distribusi utama lebih baik jika dipilih berjenis bercabang. Hal ini dimaksudkan agar dalam perkembangannya sistem distribusi akan membentuk zona-zona layanan. Dengan zona layanan yang masing-masing terpisah secara hidraulis dan dengan sebaran spasial yang berkelompok akan lebih mudah dalam pengelolaannya.

Untuk menjamin kontinuitas dan kelancaran aliran air, pada jaringan skunder lebih tepat jika dipilih jenis jaringan yang melingkar. Dengan jaringan melingkar, tidak akan ada simpul-simpul aliran yang “mati” di dalam setiap zone layanan. Dengan kondisi demikian jika terdapat kegiatan perbaikan pada suatu titik tidak akan banyak mengganggu kualitas layanan di titik lain dalam zone layanan yang sama.

#### 2.1.2. Analisa Hidraulis

keharusan untuk melakukan coba-coba. Untuk mendapatkan ketelitian yang cukup, diperlukan iterasi dalam jumlah yang banyak. Kesulitan tersebut akan semakin kompleks saat

analisa harus dilakukan pada jaringan berjenis melingkar, karena tuntutan penggunaan konsep *Hardy Cross*.

Untuk mempermudah kegiatan analisa hidraulik tersebut perlu digunakan alat bantu, yang saat ini sudah banyak berkembang dalam bentuk model hidraulik jaringan pipa.

### 2.1.3. Optimasi Sistem Jaringan Air Bersih

Arbu (2002) menyarankan bahwa pemilihan jaringan dan diameter pipa berorientasi terhadap kehilangan tinggi tekan. Jika sistem jaringan terbentuk dalam skala yang besar dan kompleks, optimasi juga perlu dilakukan dengan pendekatan sub-daerah layanan. Hal tersebut dimaksudkan akan mempermudah dalam proses perencanaan pengendalian tekanan, dan pelaksanaan pengeloaannya (Laird, 2005).

Paramitasari (2003) melakukan optimasi jaringan pipa air bersih dengan algoritma genetika, menggunakan sarana bantu EPANET sebagai alat untuk analisa hidraulik. Sebagai ukuran optimal, dipilih biaya termurah dari berbagai diameter pipa yang disimulasikan dengan batasan kriteria hidraulik (tekanan air).

## 2.2. Model Hidraulik Jaringan Pipa

### 2.2.1. Perkembangan Model Hidraulik Jaringan Pipa

Beberapa program komputer di bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di antaranya adalah program: *Loops*, *Wadiso*, *Kypipe*, *Epanet* dan *WaterCAD*.

Sebagai model yang kehadirannya di awal, model *LOOPS* tampil dalam bentuk yang relatif “sederhana” sesuai dengan kondisi sarana komputasi saat itu. Model *LOOPS* dapat digunakan sebagai saran bantu dalam analisa hidraulik jaringan pipa dengan aliran permanen, baik dalam jenis jaringan bercabang maupun melingkar. Pada Model *LOOPS* semua data diinputkan sebagai data titik, sedangkan spasial jaringan diwakili

oleh rangkaian pipa dan titik hubung yang didefinisikan berdasarkan skema jaringan nyata.

Model *Epanet* hadir pada era berikutnya, sudah dilengkapi dengan kemampuan untuk analisa aliran tidak permanen, dan mampu mengakomodasi aksesoris jaringan (klep) serta sarana pendukung (pompa dan tandon). Informasi spasial dapat diinputkan melalui peta, dan juga dilengkapi dengan sarana mencetak gambar skema jaringan. Dengan model ini dapat juga digunakan sebagai sarana bantu untuk simulasi. Analisa hidraulik untuk jaringan air bersih berdasarkan pada prinsip kontinuitas debit dan kekekalan energi. Dalam aplikasi konsep hidraulik tersebut terdapat proses pemberian zat kimia dengan konsentrasi dan titik tertentu, dan mengetahui konsentrasi pada titik lainnya.

Sedangkan pada perkembangan terakhir, muncul Model *WaterCAD* dengan keunggulan: dapat mendukung GIS data base connection pada program *ArcView*, *ArcInfo*, *ArcCAD*, *MapInfo* dan *AutoCAD* dan program *Microsoft Office*, *Microsoft Excel* dan *Microsoft Access* untuk sharing data. Model juga dilengkapi sarana pendukung sehingga dapat mengubah file jaringan pipa program *Epanet* dan *KYpipe* ke dalam bentuk file *WaterCAD*.

### 2.2.2. Penggunaan Model Hidraulik

Optimasi, merupakan suatu usaha untuk mencapai kondisi optimal, yaitu kondisi terbaik sesuai dengan standar, dengan segala batasan-batasan yang ada. Dalam proses simulasi, seringkali dilakukan menggunakan model hidraulik.

Pada umumnya langkah-langkah pada master plan distribusi air bersih adalah sebagai berikut (Sukmawan, 2003):



**Langkah 1** - Pembuatan model sistem eksisting menggunakan EPANET, ALEID, H2ONET, MIKENet, KYPIPE, WaterCAD, dan lai-lain.

**Langkah 2** - Kalibrasi model berdasarkan pengukuran lapangan.

**Langkah 3** - Tentukan kebutuhan air di masa yang akan datang yang harus dicapai, disain, dan kriteria kinerja yang harus dicapai.

**Langkah 4** - Tambahkan pipa, reservoir, pompa dan valve pada sistem dan jalankan simulasi untuk melihat apakah simulasi dapat bekerja.

**Langkah 5** - Lanjutkan penyelesaian peningkatan yang diusulkan dengan cara coba-coba sampai ditemukan solusi yang tepat (atau limit biaya terlampaui).

### 3. METODE YANG DIGUNAKAN

#### 3.2. Strategi Perencanaan

Strategi dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi yang tergabung dengan sistem lama diawali dengan memodelkan sistem yang telah ada. Untuk menjamin kesebangunan model yang tinggi diperlukan tahap kalibrasi dan verifikasi. Pada umumnya semua model hidraulis sistem perpipaan disediakan sarana berupa pemilihan koefisien kekasaran.

Tahap berikutnya menggabung model yang telah terbangun dengan sistem jaringan baru, untuk merencanakan dimensi yang optimal. Sedangkan jika sistem distribusi yang dikembangkan terpisah dengan sistem lama, atau merupakan jaringan baru maka dengan sendirinya pekerjaan akan menjadi lebih sederhana.

Tidak terdapatnya alternatif pilihan untuk mensimulasikan jalur pipa, maka simulasi dilakukan hanya dengan merubah beberapa diameter pipa.

Pipa-pipa yang merupakan simpul jaringan diyakini mempunyai peran yang sangat penting dalam melakukan kontrol tekanan. Oleh karenanya simulasi dikonsentrasikan pada pipa-pipa tersebut.

#### 3.3. Pemilihan Alternatif Optimal

Komponen ekonomis dari sebuah jaringan terdiri dari: biaya perencanaan, harga pipa dan aksesorisnya, hingga biaya pelaksanaan. Dalam kondisi dimana setiap alternatif tidak terdapat perbedaan jalur pipa dan dalam proses simulasi hanya dibedakan berdasarkan diameter pipa saja, maka alternatif optimal secara ekonomis dapat dipilih berdasarkan besarnya harga seluruh pipa.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Proyeksi Jumlah Sambungan Rumah

Dari hasil perbandingan secara grafis antara hasil hitungan proyeksi jumlah penduduk dengan berbagai metode (Aritmatik, Geometrik dan Eksponensial) dengan ekstrapolasi garis regresi yang dihasilkan dari data, diperoleh simpulan bahwa hasil hitungan dengan metode Aritmatik yang digunakan pada hitungan berikutnya.

Jumlah penduduk terlayani diprediksi dari hasil proyeksi jumlah penduduk dan target persentase layanan. Dengan anggapan tiap rumah terdiri dari 6 jiwa, dan target realisasi layanan 100% pada tahun 2018 maka pada daerah layanan dapat diketahui jumlah penduduk = 889.460 jiwa, dan sambungan rumah = 24.766 buah.

#### 4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air yang terdistribusi dihitung dari total konsumsi air dibagi dengan pengurangan presentase kehilangan air. Hasil hitungan neraca air hingga tahun 2018 ditampilkan pada Tabel 4-1.

#### 4.3. Kalibrasi Model

Kalibrasi model dilakukan dengan mencoba-coba berbagai nilai koefisien kekasaran pipa (C) pada model

eksisting. Yang dimaksud dengan jaringan kondisi eksisting ialah kondisi semula dari sistem jaringan yang terdiri dari: tandon, dan pipa distribusi utama (Gambar 2.1).

Dari berbagai uji coba nilai  $C$ , ditampilkan 2 hasil sebagai contoh yaitu nilai  $C = 110$  dan  $100$ . Perbandingan nilai tekanan air hasil model dan hasil pengukuran pada beberapa titik kontrol disajikan pada Tabel 4 - 2.

Besarnya persentase selisih antara tekanan hasil pengukuran dengan hasil model ( $\Delta P$ ) pada penggunaan nilai  $C = 100$  berkisar antara 33,83% (-) pada titik 21, hingga 15,30% (+) pada titik 34. Sedangkan penggunaan nilai  $C = 110$  diperoleh hasil  $\Delta P$  antara 19, 05% (-) pada titik 21 hingga 22,29% (+) pada titik 20. Melihat mayoritas nilai  $\Delta P$  pada penggunaan  $C = 100$  lebih kecil dibandingkan jika menggunakan  $C=110$ , maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan nilai  $C = 100$  lebih tepat. Karena model dapat dianggap telah mewakili kondisi sebenarnya.

*Strategi Pemanfaatan Model Hidraulis  
Dalam Perencanaan Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih*

TABEL 1  
NERACA AIR HINGGA TAHUN 2018

KELURAHAN/DESA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
TOTAL SR	(A)	18,547	19,065	19,584	20,102	20,620	21,138	21,657	22,175	22,693	23,211	23,730	24,248
Konsumsi Air (m <sup>3</sup> /bl/sr)	(B)	25	26	27	28	29	30	30	30	30	30	30	30
Total Konsumsi Air (m <sup>3</sup> /bl) C		463,681	495,702	528,760	562,854	597,984	634,152	649,698	665,245	680,792	696,339	711,886	727,433
(l/dt)		179	191	204	217	231	245	251	257	263	269	275	281
Kehilangan Air (%)	(D)	34	32	30	28	27	26	25	25	25	25	25	25
Air Terdistribusi (l/dt)	(E)	271	281	291	302	316	331	334	342	350	358	366	374
Q produksi (l/dt)	(F)	285	295	306	317	332	347	351	359	368	376	385	393
													401

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan :

(A) → Total SR = Jml. SR + ( Jml.RT x 2500 / Total RT)

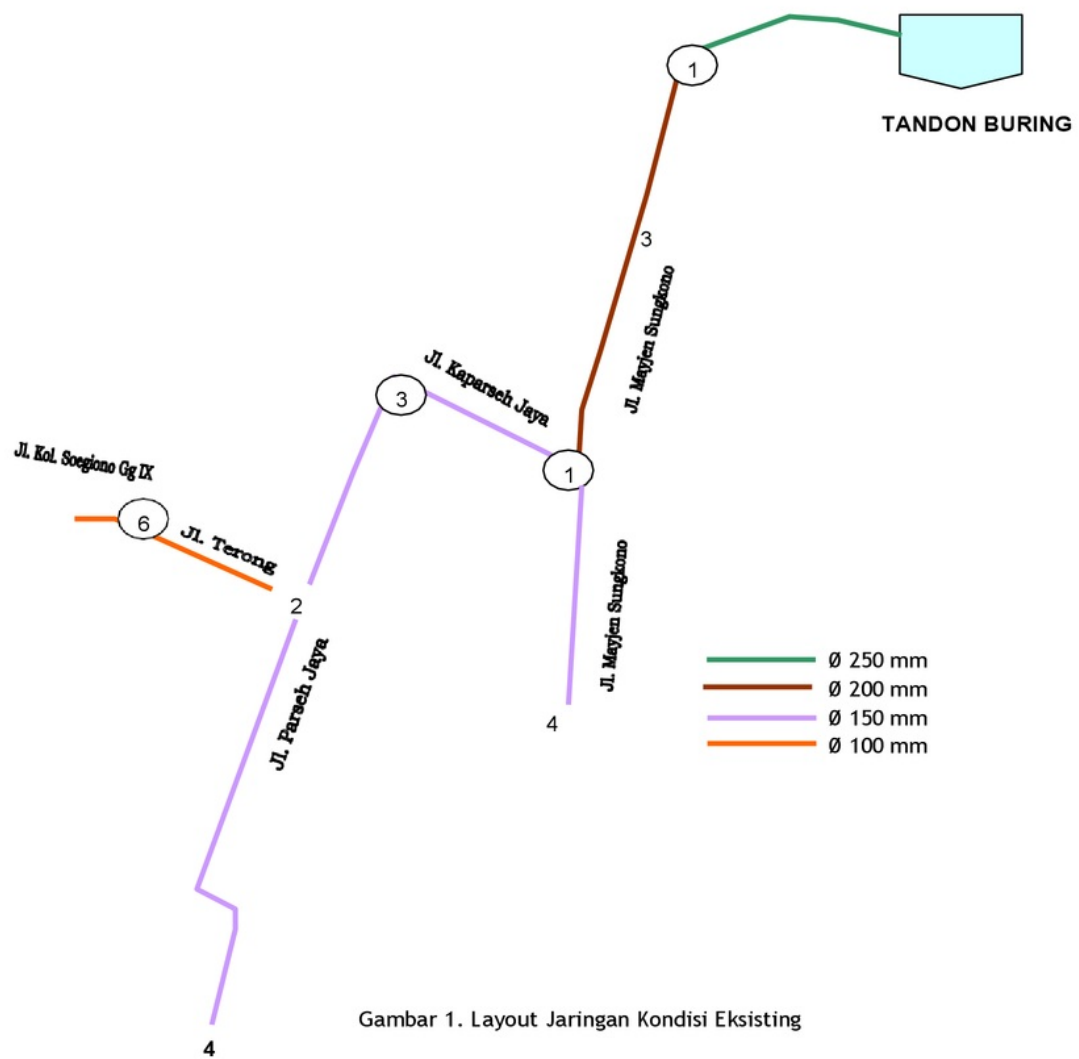
(B) → Estimasi pemakaian rata-rata / bln / SR berdasarkan kondisi eksisting pemakaian dari tahun 2003 s/d 2005 adalah = 24.53

(C) → (A) x (B)

(D) → Estimasi target kehilangan air pada PDAM

(E) → (C dlm l/dt) / (1- (D))

(F) → 1,05 x (E)



Gambar 1. Layout Jaringan Kondisi Eksisting



*Strategi Pemanfaatan Model Hidraulis  
Dalam Perencanaan Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih*

TABEL 2  
TEKANAN AIR HASIL KALIBRASI

Node	Titik Kontrol	P Hasil Pengukuran (m)	Contoh I			Contoh II		
			Koef. C	P (m)	$\Delta P$ (%)	Koef. C	P (m)	$\Delta P$ (%)
18	Jl. Mayjend Sungkono	50	110	56.11	12.22	100	55.74	11.48
33	Jl. Mayjend Sungkono	50	110	53.85	7.70	100	53.05	6.10
19	Jl. Mayjend Sungkono	50	110	54.88	9.76	100	53.70	7.40
34	Jl. Kaparseh jaya	43	110	51.59	19.98	100	49.58	15.30
43	Jl. Mayjend Sungkono	50	110	56.71	13.42	100	55.49	10.98
20	Jl. Terong	41	110	50.14	22.29	100	47.27	15.29
60	Jl. Terusan Terong	50	110	57.63	15.26	100	52.73	5.46
21	Jl. . Terusan Terong	40	110	32.38	-19.05	100	26.47	-33.83
48	Jl. Kaparseh jaya	43	110	49.89	16.02	100	46.98	9.26

*Sumber : hasil perhitungan*

**4.4. Hasil Analisa Hidraulis Jaringan Pengembangan Dengan Model**

Diameter pipa yang digunakan pada masing-masing alternatif dalam pengembangan jaringan (Gambar 1) ditampilkan pada Tabel 3, sedangkan tekanan air yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa perubahan diameter pada pipa nomor: 1, 23, 35, 44, 45, 46, 47, 22, 60, 64, 66, 15 dan 48. Sedangkan Tabel 4-4 memperlihatkan bahwa alternatif I cenderung mempunyai tekanan yang

paling besar, kemudian disusul alternatif II, dan alternatif III.

Dari ketiga alternatif, baik tekanan maksimum maupun minimum sudah sesuai dengan batasan yang diharapkan yaitu antara 10 m hingga 100 m. Dengan demikian ketiga alternatif rencana jaringan tersebut secara teknis dari tinjauan hidraulis telah memenuhi syarat. Untuk memilih jaringan terbaik selanjutnya digunakan tinjauan ekonomi.

TABEL 3  
DIAMETER PIPA PADA PENGEMBANGAN JARINGAN

Pipa	Panjang Pipa	Diameter (mm)		
		Alt I	Alt II	Alt III
2	500	300	300	300
3	400	150	150	150
4	450	150	150	150
5	500	250	250	250
6	480	250	250	250
9	1020	300	300	300
1	2500	500	400	500
11	900	200	200	200
12	1200	200	200	200
13	1017	250	250	200
18	20	200	200	200
19	1020	100	100	100
20	20	100	100	100
21	1020	100	100	100
23	30	350	250	200
24	1400	150	150	150
25	900	150	150	150
26	30	200	200	200
27	2300	200	200	200
7	360	250	250	250
28	720	250	250	250
29	500	150	150	150
30	100	150	150	150
31	160	150	150	150
32	320	150	150	150
33	500	150	150	150
34	1800	150	150	150
35	1400	250	200	250
36	500	200	200	200
37	550	200	200	200
38	660	150	150	150
39	900	150	150	150
40	700	200	200	200
41	500	200	200	200

Pipa	Panjang Pipa	Diameter (mm)		
		Alt I	Alt II	Alt III
42	600	200	200	200
43	800	150	150	150
44	500	500	400	350
45	550	500	400	350
46	660	500	400	350
47	900	500	400	350
49	700	350	250	300
50	500	350	250	300
51	600	350	250	300
52	20	350	250	300
10	360	150	150	150
14	500	200	200	200
8	320	150	150	150
17	400	150	150	150
54	2000	300	300	300
55	600	300	300	300
56	300	300	300	300
57	900	200	200	200
58	240	200	200	200
59	1500	150	150	150
22	1200	300	250	300
60	1000	300	250	300
63	600	100	100	100
64	600	500	400	350
65	300	100	100	100
66	300	500	400	350
15	1017	500	400	350
16	1020	300	200	200
48	100	300	250	300
53	900	100	100	100
61	1400	100	100	100
62	1400	150	150	150
67	800	150	150	150
68	1000	200	200	200

*Strategi Pemanfaatan Model Hidraulis  
Dalam Perencanaan Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih*

TABEL 4  
TEKANAN AIR (M) PADA RENCANA PENGEMBANGAN JARINGAN PIPA

Titik	Alternatif I		Alternatif II		Alternatif III	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
10	41,42	49,39	30,30	46,71	45.34	50.88
11	31,85	46,40	23,96	44,96	39.01	49.12
12	29,31	45,61	22,11	44,44	37.33	48.66
13	24,37	44,06	18,30	43,39	34.07	47.76
14	25,00	44,26	18,86	43,54	34.48	47.87
15	22,47	43,47	17,17	43,07	32.84	47.42
16	22,17	43,37	16,96	43,02	32.64	47.36
31	33,51	48,98	26,08	47,71	41.12	51.88
17	36,03	53,20	29,43	52,26	44.48	56.42
18	54,91	57,04	52,87	56,58	49.51	55.65
19	54,60	59,00	50,01	57,95	42.24	55.80
20	54.96	61.87	47.36	60.11	34.85	56.65
21	51.05	59.27	41.68	57.09	25.91	52.72
22	50.33	59.04	40.85	56.86	25.56	52.63
23	48.85	59.27	35.22	56.03	23.01	52.65
24	48.83	59.27	35.20	56.02	23.00	52.64
25	52.02	63.01	36.98	59.41	24.78	56.03
26	51.13	62.73	36.50	59.28	24.30	55.90
27	36.92	58.30	23.65	55.72	17.22	53.93
28	36.91	58.30	23.65	55.71	17.22	53.93
32	32.65	53.53	18.93	50.79	13.08	49.17
29	34.02	49.83	18.59	46.36	12.73	44.74
30	34.33	49.92	18.78	46.41	12.95	44.80
37	23.86	43.90	18,11	43,34	33.76	47.67
42	23.46	43.78	17,76	43,24	33.48	47.59
39	22.37	43.44	17,57	43,05	32.77	47.40
38	22.09	43.35	16,90	43,00	32.59	47.35
40	23.63	43.83	16,34	42,85	33.58	47.62
41	25.56	44.43	16,18	42.10	34.85	47.97
33	53.3	56.53	50.02	55.79	44.51	54.26
34	54.03	59.51	48.14	58.16	38.32	55.44
35	49.34	58.74	37.71	55.99	23.83	52.15
36	49.50	59.47	36.74	56.45	23.80	52.86
43	48.24	58.39	44.47	57.87	35.51	55.38

LANJUTAN TABEL 5  
TEKANAN AIR (M) PADA RENCANA PENGEMBANGAN JARINGAN PIPA

Titik	Alternatif I		Alternatif II		Alternatif III	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
44	47.05	58.02	43.53	57.61	34.06	54.98
45	47.86	58.96	44.37	58.56	34.78	55.91
46	47.84	58.96	44.35	58.56	34.73	55.89
47	48.82	59.95	45.27	59.54	35.17	56.74
48	49.37	60.12	45.37	59.56	34.88	56.66
51	43.15	56.12	29.92	53.11	20.48	50.5
60	71.69	79.47	62.91	77.43	48.22	73.37
70	71.69	79.47	62.91	77.43	48.22	73.37
Jumlah Tekanan Rata-rata	1354.85	1760.78	1060.22	1699.89	1345.21	2217.72
	32.258	41.923	25.243	40.474	32.029	52.803

Sumber: Hasil perhitungan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. a. Dalam perencanaan jaringan pipa diperlukan model hidraulis untuk mempercepat dan mempermudah, serta mencapai ketelitian yang tinggi.
- b. Dalam penggunaan model perlu dilakukan kalibrasi, terutama untuk menjamin terwakilinya kondisi jaringan eksisting. Hasil kalibrasi digunakan dalam proses analisa jaringan pengembangan.
2. a. Untuk mendapatkan jaringan yang optimal dilakukan dengan simulasi diameter pipa, hingga mendapatkan beberapa alternatif dengan tekanan yang memenuhi syarat.
- b. Pemilihan alternatif optimal dari beberapa alternatif yang secara hidraulis telah memenuhi syarat dapat digunakan ekonomis.
3. Dengan prediksi jumlah pada tahun 2018 sebanyak 889.460 jiwa dan target realisasi layanan 100%, dengan bantuan model dapat direncanakan sistem jaringan distribusi yang optimal. Dari simulasi dengan perlakuan merubah diameter beberapa pipa, dipilih tiga alternatif yang memenuhi syarat hidraulis.

Berdasarkan jumlah harga pipa yang termurah, dipilih alternatif II sebagai rencana pengembangan jaringan distribusi yang optimal.

### Saran

Sebagai sarana kalibrasi, pengukuran tekanan air sebaiknya dilakukan secara serentak (jam yang sama) untuk mengantisipasi perubahan tinggi tekanan dalam distribusi waktu.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Arbu, I.S., and F.K. Almar. 2002. *Optimization of Looped Water Supply Networks*. The "Politehnica University of Timisoara".  
[http://www.pp.bme.hu/me/2002\\_1/pdf/me2002\\_1\\_07.pdf](http://www.pp.bme.hu/me/2002_1/pdf/me2002_1_07.pdf). (15 Nop 2005).
- Laird, C.D., L.T. Biegler, and B.G. van B. Waanders. *Real-Time, Large Scale Optimization of water Network System using a Subdomain Approach*.  
<http://dynopt.cheme.cmu.edu/papers/preprint/paper10.pdf> (15 Nop 2005).

- Paramitasari, A.H. 2003. OPTIMASI JARINGAN PIPA AIR BERSIH MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA. Makalah Seminar. <http://tapa-i.stttelkom.ac.id/seminar/index.php/113020060>
- Sukmawan, B.2003. Sekilas Tentang Algoritma Genetika dan Aplikasinya pada Optimasi Jaringan Pipa Air Bersih. <http://bdg.certrin.net.id-budskman/ga.htm>
- Water Supply & Water Resources. 2002. EPANET 2.0 Environmental Protection Agency , U.S. [http://www.//66.102.7.4/search?q=cache:uh2VslYSM68J:www.pp.bme.hu/me/2002\\_1/pdf/me2002\\_1\\_07.pdf+water+distribution+system+pipes+network+loop+journal&hl=id](http://www.//66.102.7.4/search?q=cache:uh2VslYSM68J:www.pp.bme.hu/me/2002_1/pdf/me2002_1_07.pdf+water+distribution+system+pipes+network+loop+journal&hl=id). (15 Nopember 2005).
- Wali Kota Malang. 2001. Kedudukan, Susunan Organisasi, Uraian Tugas, Fungsi Dan Tata Kerja Pdam Kota Malang (Sk.Wali Kota Malang No. 447 Tahun 2001). Pemerintah Daerah Kota Malang.

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

21%

★ www.itn.ac.id

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches Off