

ENERGY LOSS ANALYSIS FOR DISTRIBUTION PIPE NETWORK SYSTEM IN SABAK AUH DISTRICT

Riyan Irawan¹⁾, Siswanto²⁾, Manyuk Fauzi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : riyanirawan123@gmail.com

Abstract

Having cleaning water service is a public right. To date, however, clean water is a scarce for people of Sabak Auk District. Therefore, in order to meet the public demand, the Siak District administrator is required to increase the drinking water supplying system for district capital (SPAM IKK) in Sabak Auh. The primary water resource used by Regional Water Utility Company (PDAM) in Sabak Auh District comes from raw water originated from Parit Belading/Sudetan Siak Kecil which is transferred to water treatment plant in Sabak Auh District. Following processing, the water is transported through the transmission pipeline to the reservoir where the water is subsequently distributed to the consumers by means of distribution pipeline. The method used in this study is by performing Epanet 2.0, a computerized simulation model, approach by way of predicting the amount of water demand for the next few years till 2035. By using the consumer water demand data and the area map of Sabak Auh District, the clean water distribution service area is subsequently created. Total distribution pipe length is 20,320.84 m by means one pump of 10 l/s in capacity with 50 m head height. This clean water distribution system simulation of Sabak Auh District area is expected be to guidance in distribution pipeline plan of Regional Water Utility Company in Sabak Auh in the future.

Keywords: Epanet, distribution system, clean water, Regional Water Utility Company (PDAM).

I. PENDAHULUAN

Mendapatkan pelayanan air bersih merupakan hak bagi masyarakat. Air bersih merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang paling utama dan diperlukan dalam hampir segala aktifitas kehidupan sehari-hari. Air merupakan kebutuhan pokok bagi makhluk hidup terutama manusia, manusia tidak dapat hidup tanpa air. Oleh karena itu manusia sangat

memerlukan air bersih dimanapun mereka tinggal. Sehubungan dengan perkembangan suatu kota dan pertumbuhan penduduk yang semakin padat maka kebutuhan akan air bersih semakin bertambah banyak pula. (Soemarto, 1987)

Namun sampai saat ini, air bersih yang didapatkan oleh masyarakat kecamatan Sabak Auh masih sangat

minim. Hal ini tentunya disebabkan oleh banyak faktor, salah satu faktor yang menghambat suplai air ke masyarakat adalah belum adanya sistem jaringan distribusi air bersih di daerah tersebut.

Berkeenaan dengan meningkatnya kebutuhan air bersih di masa mendatang, PDAM Kabupaten Siak dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan air bersih dengan menambah SPAM IKK di Kecamatan Sabak Auh. Sumber utama PDAM Sabak Auh ini berasal dari air baku parit Belading / sudetan Siak Kecil yang dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air di Kecamatan Sabak Auh. Setelah di proses air tersebut dialirkan melalui pipa transmisi ke *reservoir* selanjutnya air dialirkan ke rumah warga melalui pipa distribusi.

Sistem distribusi air bersih ini sangatlah erat kaitannya dengan sistem perpipaan, karena proses pendistribusian air bersih ke masyarakat secara umum dilakukan melalui saluran pipa dengan memanfaatkan aliran dalam pipa tersebut. Oleh sebab itu di perlukan kajian terhadap kondisi daerah yang dilayani, spesifikasi pipa, besarnya aliran dan tekanan pada masing-masing pipa, nilai dan kapasitas *head* pompa serta *headloss* (kehilangan energi) air selama melawati pipa agar dapat terpenuhi sesuai dengan kebutuhan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Bersih

Air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Air bersih juga

merupakan air yang dapat diminum apabila dimasak.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, didapat beberapa pengertian mengenai :

1. Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.
2. Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
3. Air limbah adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia dari lingkungan permukiman.

B. Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan faktor yang paling penting dalam perencanaan kebutuhan air bersih. Perkiraan jumlah penduduk di suatu daerah pada masa akan datang dapat ditentukan dengan beberapa metode berikut:

1. Metode geometrik.

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata-rata pertahun. Persentase pertumbuhan penduduk rata-rata dapat dihitung dari sensus tahun sebelumnya. Persamaan yang digunakan untuk metode geometri ini adalah:

$$P_n = P (1 + r)^n$$

Keterangan:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n

P = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

n = jumlah interval

Metode ini akan menghasilkan nilai yang lebih tinggi, karena persentase pertambahan sesungguhnya tidak pernah tetap. Akan tetapi, persentase tersebut akan menurun jika suatu daerah mencapai batas optimum sehingga metode ini sangat sesuai untuk daerah yang mempunyai pertumbuhan penduduk yang tetap.

2. Metode aritmatik.

Metode perhitungan dengan cara aritmatik didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan penambahan jumlah penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut:

$$P_n = P + Ka (\Delta t)$$

$$Ka = \frac{P_2 - P_1}{\Delta t}$$

Keterangan:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n

P = jumlah penduduk pada tahun dasar

Ka = Konstanta aritmatik

P₁ = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke 1

P₂ = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir

Δt = selisih tahun yang diketahui

Metode ini sangat sesuai digunakan untuk daerah yang mempunyai angka pertumbuhan penduduk yang rendah atau pada daerah-daerah dengan derajat

pertumbuhan penduduk tetap apabila jumlah dan kepadatan penduduk menjadi maksimum.

3. Metode *least square*.

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertumbuhan penduduknya cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah:

$$Y = a.X + b$$

Keterangan:

Y = nilai variabel berdasarkan garis regresi

X = variabel independen

a = konstanta

b = koefisien arah regresi linier

Untuk menentukan pilihan rumus proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan menghitung standar deviasi atau koefisien korelasi. Berikut ini merupakan persamaan standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n-1}} \text{ untuk } n > 20$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}} \text{ untuk } n = 20$$

Metode perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang paling tepat adalah metode yang memberika harga standar deviasi terkecil.

C. Kehilangan Tekanan

1. Persamaan Hazzen William

Persamaan Hazen William cocok untuk menghitung kehilangan tekanan

untuk pipa dengan diameter besar yaitu di atas 100 mm. Selain itu persamaan ini sering digunakan karena mudah dipakai. Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir di dalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan hidrolis (S) yang dinyatakan sebagai ratio antara kehilangan tekanan (h_L) terhadap panjang pipa (L) atau S= (h_L/L).

Faktor C yang menggambarkan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis dan umur pipa. Secara umum rumus *Hazen William* adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,2785.C.d^{2,63}.S^{0,54}$$

Dimana :

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

$$H_L = \left[\frac{Q}{0,2785.C.d^{2,63}} \right]^{1,85} .L$$

Keterangan:

d = Diameter pipa dalam (m)

S = Kemiringan lahan

h_L = *Headloss* mayor (m)

L = Panjang pipa (m)

C = Koefisien Hazen William

Koefisien Hazen William berbeda untuk berbagai jenis pipa, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Hazen William

No.	Jenis (material) Pipa	Nilai C
1.	Asbes Cement	120
2.	Poly Vinil Chloride (PVC)	120-140
3.	High Density Poly Ethylene (HDPE)	130
4.	Medium Density Poly Ethylene (MDPE)	130
6.	Besi tuang, Cast Iron (CIP)	110
7.	Galvanized Iron Pipe (GIP)	110
8.	Steel Pipe (Pipa Baja)	110

Sumber : Dharmasetiawan, 2004

C. Program EPANET 2.0

EPANET 2.0 adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari pipa, *node* (titik koneksi pipa), pompa, katup, dan tangki air atau *reservoir*.

EPANET 2.0 menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran.

Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

EPANET 2.0 didesain sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Juga dapat digunakan untuk berbagai analisa berbagai aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan desain, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa khlor, dan analisa pelanggan.

EPANET 2.0 dapat membantu dalam mengatur strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu sistem. Semua itu mencakup hal sebagai berikut:

1. Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu sistem.
2. Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian / pengosongan tangki.
3. Penggunaan treatment, misal klorinasi pada tangki penyimpanan.
4. Pen-target-an pembersihan pipa dan pengantiannya.

Untuk menganalisa suatu jaringan pipa yang kompleks kita harus melakukan tahapan-tahapan iterasi hingga beberapa kali dengan menggunakan metode yang telah umum dikenal dengan nama metode Hardy-Cross. Akan tetapi seiring dengan perkembangan teknologi, pada saat ini kita dapat menganalisa jaringan perpipaan yang kompleks sekalipun dengan mudah menggunakan software distribusi

seperti software EPANET 2.0.

Epanet 2.0 didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang terkandung dalam air di pipa yang dapat digunakan untuk analisa berbagai macam sistem distribusi, detail desain, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Umum

Lokasi penelitian meliputi wilayah Kecamatan Bunga Raya dan Kecamatan Sabak Auh Kabupaten Siak dan sekitarnya karena pipa distribusi terletak di Kecamatan Sabak Auh oleh sebab itu perhitungan proyeksi dan data penduduk serta keadaan wilayah penelitian di uraikan berdasarkan kondisi wilayah tersebut. Kecamatan Sabak Auh memiliki luas wilayah sebesar 39.838,20 Ha sama dengan 39,8382 Km² yang terdiri dari 8 kelurahan atau desa. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber : Anonim)

B. Perhitungan Kebutuhan Air

Data kebutuhan air yang diperoleh dianalisa menggunakan *software Microsoft Excel* untuk mendapatkan kebutuhan air 20 tahun yang akan datang melalui 3 (tiga) metode perkiraan yaitu metode geometrik, metode aritmatik, metode least square.

Parameter-parameter penting untuk memperkirakan dan menganalisa kebutuhan akan air bersih dimasa yang akan datang diantaranya sebagai berikut:

- Jumlah penduduk pada tahun sekarang sebagai acuan untuk proyeksi kebutuhan air rumah tangga hingga tahun 2035.
- Dalam tugas akhir ini, persentase pelayanan air bersih direncanakan sesuai dengan debit yang telah ditentukan dari jumlah penduduk Kecamatan Sabak Auh.
- Konsumsi air tiap orang dan non rumah tangga dimana dalam tugas akhir ini diasumsikan konsumsi air sebesar 120 liter/orang/hari. Pengambilan nilai ini didasarkan pada buku panduan air minum (Rencana Investasi jangka menengah bidang PU/Cipta Karya).

C. Pembuatan Pipa Transmisi

Proses simulasi tekanan adalah sebagai berikut:

- Penggambaran jaringan.

- Memberikan nomor pada node-node (simpul pipa).
- Penentuan arah aliran jaringan.
- Memasukkan karakteristik jaringan seperti pipa, node, aliran debit, pompa dan asesoris.
- Running Model.
- Hasil simulasi

Adapun kriteria yang digunakan untuk perhitungan jaringan distribusi adalah sebagai berikut:

- Satuan aliran rencana dalam Liter/Detik (LPS)
- Koefisien gesekan = 130
- Viskositas relatif = 1
- Specific Gravity = 1
- Pompa menggunakan kapasitas 10 liter/detik dengan head 50 m.
- Reservoir berkapasitas 1000 m³ dengan head sebesar 6 m.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proyeksi Kebutuhan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di tahun 2016 hingga 2035, diperlukan terlebih dahulu proyeksi pertumbuhan penduduk melalui 3 (tiga) metode yang telah dibahas sebelumnya

Dari hasil perhitungan standar deviasi untuk perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode *least square*. Hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air Sabak Auh tahun 2016 – 2035 dari metode tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Proyeksi Kebutuhan Air

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Domestik (L/dtk)	Kebutuhan Air Non-Domestik (L/dtk)	Kebutuhan Air Total (L/dtk)	Persentase Terlayani (L/dt)
2016	11.838	16,442	3,288	19,731	11,84
2020	12.751	17,710	3,542	21,251	12,75
2025	13.891	19,294	3,859	23,152	13,89

2030	15.032	20,878	4,176	25,053	15,03
2035	16.173	22,462	4,492	26,954	16,17

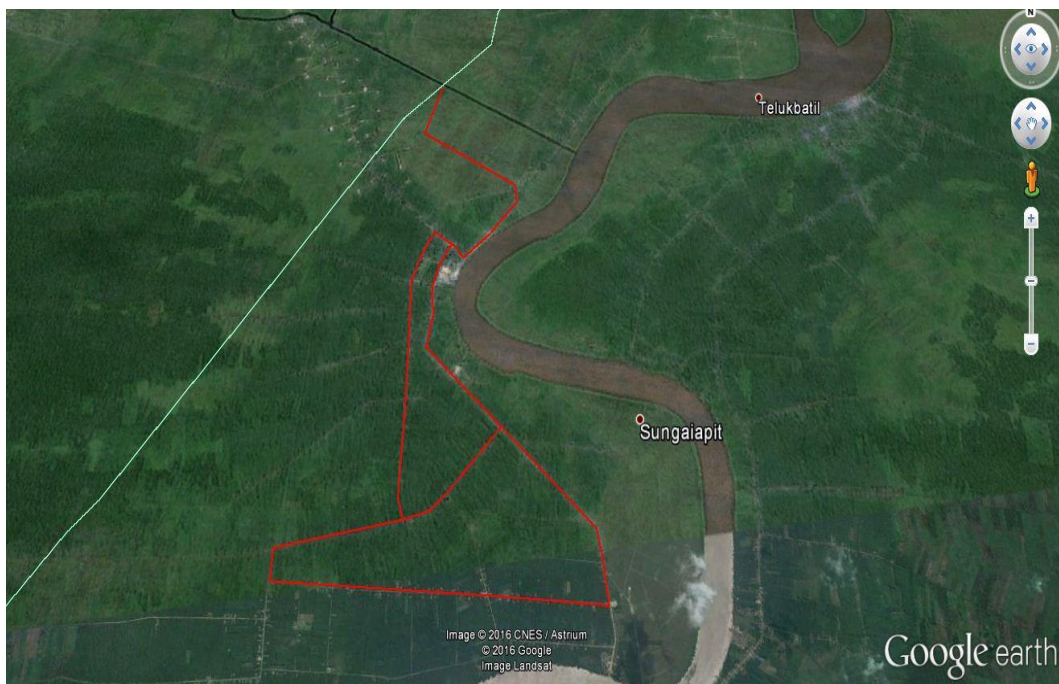
Sumber: Hasil analisa, 2016

Berdasarkan Tabel 4.9 di atas, kebutuhan air bersih total Kecamatan Sabak Auh dari sektor domestik dan non-domestik dalam rentang tahun 2016-2035 mengalami peningkatan. Pada tahun 2016 kebutuhan air total berjumlah 12 liter/detik dan pada tahun 2035 kebutuhan air total berjumlah 16,17 liter/detik.

B. Rencana Sistem Jaringan Distribusi Air Sabak Auh

Pada penelitian ini rencana sistem jaringan distribusi terbatas pada jaringan distribusi utama (JDU) dengan menggunakan skenario yang mengkonsentrasikan pada daerah yang dilewati oleh ruas jalan utama yang ada di daerah kecamatan Sabak Auh.

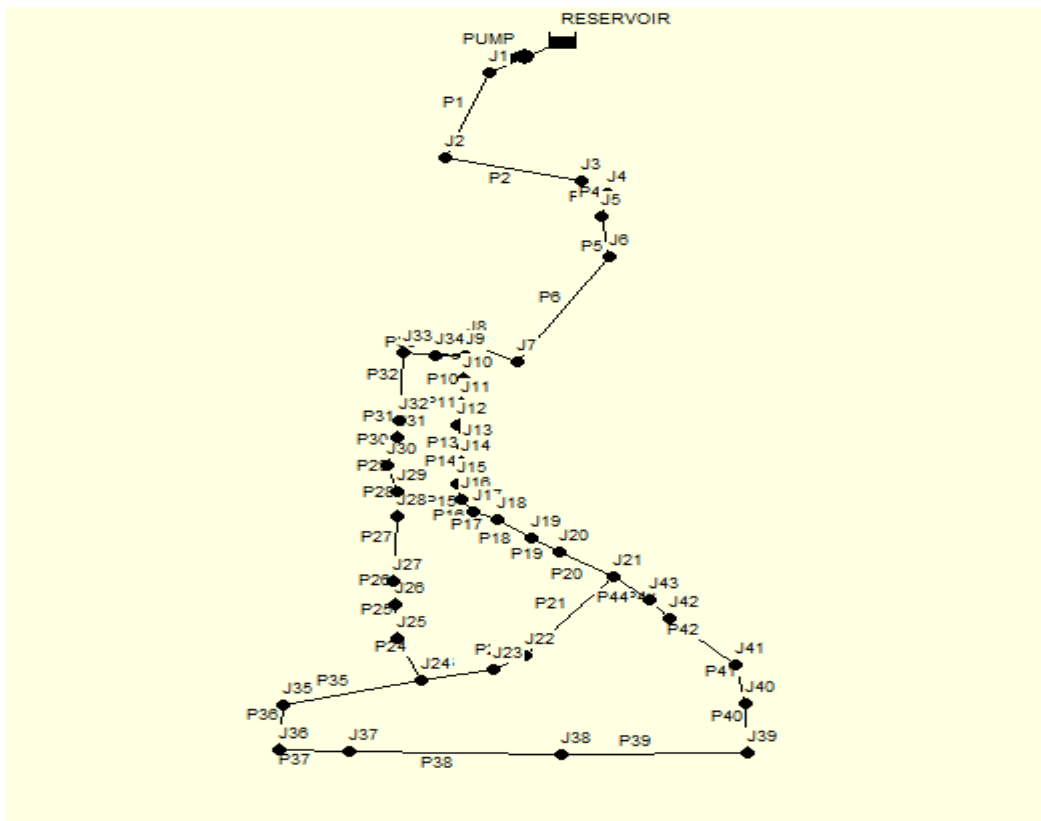
Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta wilayah layanan jaringan distribusi utama (JDU) Sabak Auh dibawah ini:



Gambar 2 Peta Sabak Auh

Gambar diatas menunjukkan wilayah yang menjadi target daerah distribusi dengan mengikuti ruas jalan utama pada peta Sabak Auh diatas sebagai pedoman maka dirancang

sebuah sistem jaringan distribusi utama (JDU) menggunakan program EPANET 2.0 yang dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Jaringan distribusi utama Sabak Auh

Gambar diatas adalah sistem jaringan distribusi yang digunakan jaringan distribusi utama (JDU) pada sistem tersebut sebagai berikut:

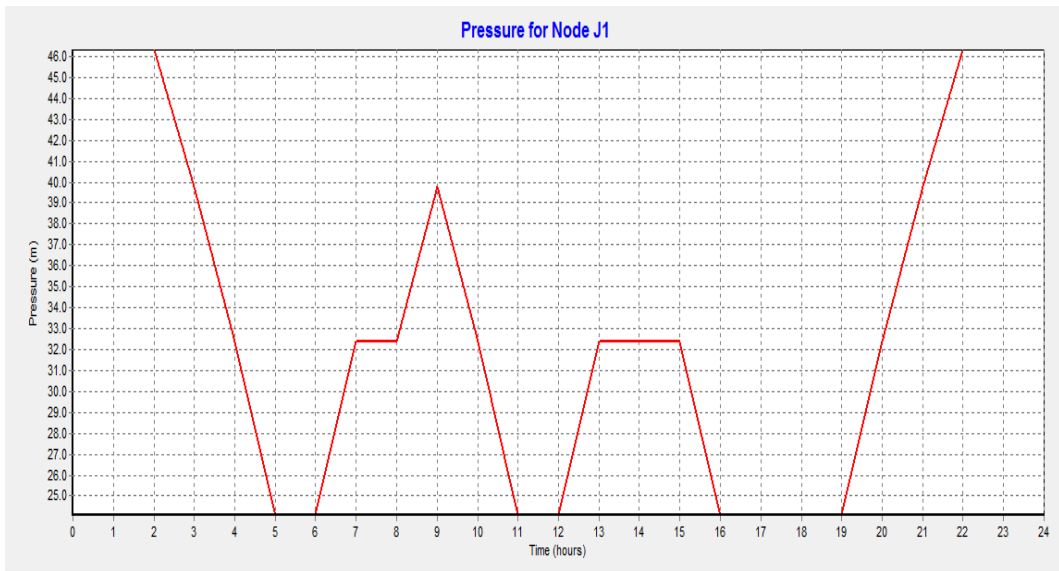
Kecamatan Sabak Auh. Kriteria sistem

Tabel 3. Kriteria Sistem Jaringan Distribusi Utama Sabak Auh

Properties	Jumlah/Jenis	Keterangan
Jumlah <i>Junctions</i>	43	-
Jumlah <i>pumps</i>	1	-
Jumlah <i>Reservoirs</i>	1	1000 m ³
Jumlah <i>Pipes D 250</i>	8	2975,59 m
Jumlah <i>Pipes D 200</i>	26	8713,52 m
Jumlah <i>Pipes D 150</i>	10	8631,73 m
Jumlah <i>Valves</i>	-	-
<i>Flow Units</i>	LPS	<i>Liter Per Second</i>
<i>Headloss Formula</i>	H-W	Hazen-William
<i>Jenis Pipa</i>	HDPE	Kekasaran 130

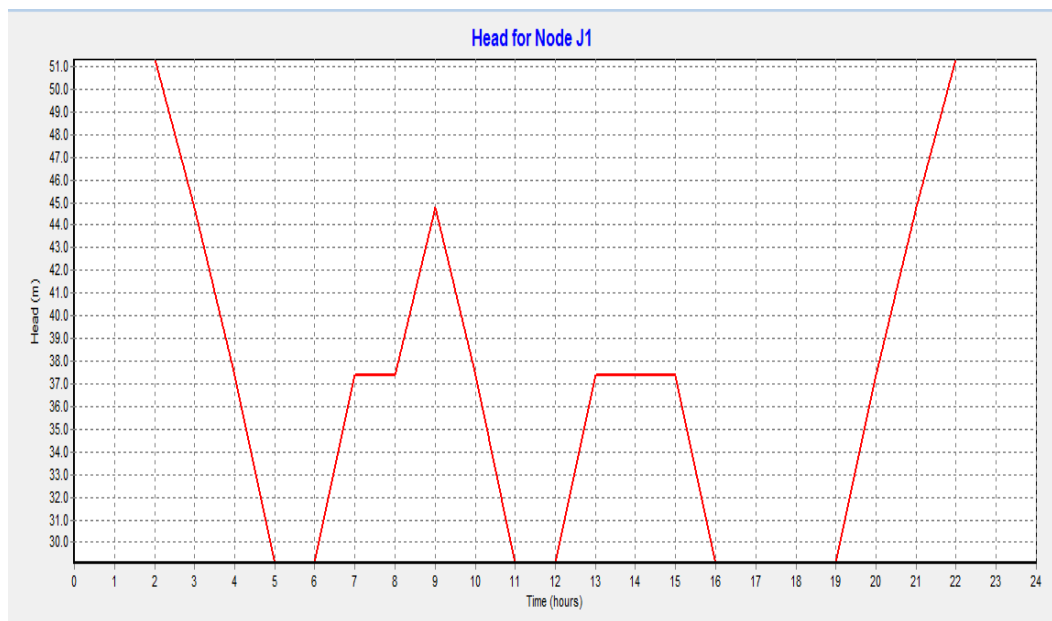
Sumber: Hasil analisa, 2016

Sedangkan besarnya nilai tekanan 20,62 m pada jam puncak simulasi pada jaringan distribusi ini adalah seperti pada gambar 6 dibawah ini 43,07 m pada jam normal dan sebesar



Gambar 6 Grafik Tekanan pada Junction J1

Untuk hasil simulasi kehilangan energi (*Headloss*) nilai simulais pada 19,78 m seperti yang ditunjukkan oleh jam normal adalah sebesar 51,07 m dan gambar 5 berikut ini:



Gambar 7 Grafik Head pada Junction J1

Berdasarkan grafik di atas, dapat ditentukan pompa yang sesuai dan ada di pasaran untuk mengoperasikan jaringan pipa distribusi dengan membandingkan antara debit aliran yang digunakan terhadap *head* pompa yang akan digunakan dalam penyaluran air termasuk dalam pompa dinamik, yaitu pompa sentrifugal.

Pompa yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pompa dengan kapasitas 10 liter/detik dan memiliki tinggi head sebesar 50 m.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir dengan judul “Analisis Kehilangan Energi pada Sistem Pipa Distribusi di Kecamatan Sabak Auh” didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan pertumbuhan penduduk Kecamatan Sabak Auh menggunakan metode least square dengan jumlah penduduk 20 tahun yang akan datang yaitu pada tahun 2035 adalah sebesar 16.173 jiwa.
2. Kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Sabak Auh pada tahun 2015 adalah sebesar 11,84 liter/detik, sedangkan pada tahun akhir proyeksi tahun 2035 adalah sebesar 16,17 liter/detik
3. Pompa yang digunakan adalah pompa berjenis sentrifugal dengan kapasitas 10 liter/detik dan memiliki tinggi head sebesar 50 m.
4. Hasil simulasi sistem jaringan pipa distribusi menggunakan *software* EPANET 2.0 menghasilkan nilai untuk *flow*, tekanan, kehilangan energi dan kondisi *head*.

- a. Nilai *flow* maksimum terjadi pada *link junction* P1 disaat jam puncak sebesar 16,17 liter/detik sedangkan hasil simulasi untuk *flow* minimum terjadi pada *link junction* P39 disaat jam normal sebesar 0,10 liter/detik.
- b. Besarnya nilai tekanan maksimum pada jaringan distribusi ini dari hasil simulasi adalah 50,11 m yang terjadi pada *node junction* J43 disaat jam normal sedangkan untuk hasil simulasi tekanan minimum terjadi pada *node junction* J36 saat jam puncak sebesar 18,70 m.
- c. Untuk hasil simulasi nilai tinggi *head* maksimum adalah sebesar 51,31 m yang terjadi saat jam normal pada *node junction* J1 sedangkan hasil simulasi nilai tinggi *head* minimum yang terjadi adalah sebesar 26,68 m saat jam puncak pada *node junction* J36.
- d. Hasil simulasi untuk nilai kehilangan energi (*headloss*) maksimum terjadi pada *link junction* P1 saat jam puncak sebesar 0,53 m/1000 sedangkan hasil simulasi untuk nilai kehilangan energi (*headloss*) minimum adalah sebesar 0 m/1000 atau tidak terjadi kehilangan energi (*headloss*) pada *link junction* P21 selama 24 jam sepanjang waktu simulasi.

B. Saran

Ada beberapa saran penting yang harus diperhatikan yaitu:

1. Untuk pengembangan yang lebih tepat, perlu diperhitungkan kondisi jaringan pipa *existing*.
2. Perencanaan ekonomi perlu dilakukan agar ada gambaran bagi investor yang ingin memberikan investasi jangka panjang untuk dalam menunjang pemenuhan suplai air yang terbatas, sehingga tiap tahap mampu mencukupi *demand* yang ada.
3. Perlu adanya skenario alternatif lain selain alternatif menggunakan ruas jalan utama sebagai dasar perencanaan pembuatan sistem jaringan pipa distribusi untuk dapat dibandingkan hasilnya.
4. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui sistem distribusi pada pipa sekunder, tersier maupun pada sambungan rumah.
5. Peta pelayanan untuk pengembangan di masa depan perlu di buat yang lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

Dharmasetiawan, Martin.2004.*Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*.Jakarta: Eka Mitra Engineering.

Kodoatie, J.R. dan Sugiyanto.2002.Banjir, Beberapa Masalah dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan.Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Linsley, R.K. and J.B. Frazini.1996.*Teknik Sumber Daya Air Jilid I*. Jakarta: Erlangga.

McGhee, Terence.1991.*Water Supply and Sewerage*.New York: McGraw Hill,Inc

Soemarto, C.D.1987.Hidrologi Teknik.Surabaya: Usaha Nasional.

Sudarti, S. and R. Triadmadja.2003.Kajian Jaringan Pipa PDAM.Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Triatmojdo, Bambang.2003.*Hidraulika II Edisi kedua*.Yogyakarta: Beta Offset.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

Peraturan Pemerintah No. 14 Tahun1987 tentang Desentralisasi Tanggung Jawab Pemerintah Pusat Disebutkan Bahwa Tanggung Jawab Untuk Menyediakan Suplai Air Bersih Adalah Pada Pemerintah Daerah.

Rizki R, Husaini.2012.*Strategi Pelayanan Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus : Kota Dumai)*.Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil S-1. Pekanbaru: Universitas Riau.