

# ANALISIS KEHILANGAN ENERGI PADA PIPA TRANSMISI SPAM KECAMATAN MEMPURA

(Studi Kasus: Kecamatan Mempura Dalam Kabupaten Siak)

**Renold Almadya<sup>1)</sup> Siswanto<sup>2)</sup> Manyuk Fauzi<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil <sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5  
Pekanbaru, Kode Pos 28293

email : [renold.almadya@student.unri.ac.id](mailto:renold.almadya@student.unri.ac.id)<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

*Clean water obtained by the community District Mempura is still minimal. This is of course caused by many factors such as reservoir and flow in pipes. Water Supply System (WSS) District Mempura using EPANET 2.0 software with 3 (three) alternative transmission pipes each diameter 6 inch, 8 inch and 10 inch. Projection of population of District Mempura using Geometric method until 2035 is 27.262 soul and requirement of clean water equal to 37 liter / second. From 3 (alternative), 10 inch pipe transmission line is used with flow rate 0,79 m / s, head at node A1 equal to 16,13 meter, pressure value 4,25 meter and headloss 2,31 / 1000 meter.*

*Keywords: Head loss, transmission pipes, SPAM, clean water*

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang tinggi pada suatu daerah mempunyai dampak yang besar terhadap kebutuhan air bersih. Permasalahan yang timbul dalam memenuhi kebutuhan air bersih adalah ketersediaan air baku air minum beserta kualitasnya. Air bersih yang didapatkan oleh masyarakat Kecamatan Mempura sampai saat ini masih minim. Hal ini tentu saja disebabkan oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang menghambat proses transmisi air baku ke *reservoir* adalah sistem transmisi air tersebut. Sistem transmisi air baku ini sangatlah erat kaitannya dengan sistem perpipaan, karena proses transmisi air baku ke *reservoir* secara umum dilakukan melalui saluran pipa dengan memanfaatkan aliran dalam pipa tersebut.

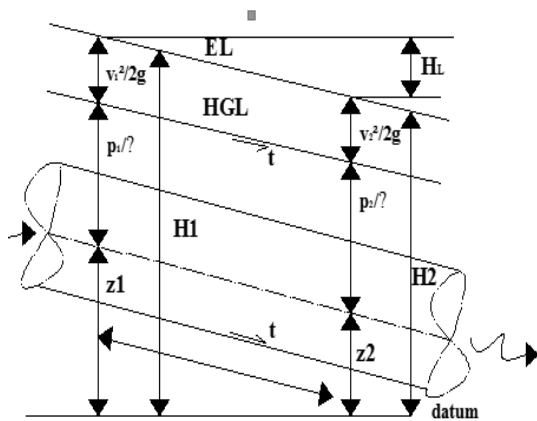
Air bersih yang didapatkan oleh masyarakat Kecamatan Mempura sampai saat ini masih minim. Hal ini tentu saja disebabkan oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang menghambat proses transmisi air baku ke *reservoir* adalah sistem transmisi air tersebut. Sistem transmisi air baku ini sangatlah erat kaitannya dengan sistem perpipaan, karena proses transmisi air baku ke *reservoir* secara umum dilakukan melalui saluran pipa dengan memanfaatkan aliran dalam pipa tersebut. Air baku yang diambil di Sungai Siak ini selanjutnya ditransmisikan menuju IPA yang berada di Kecamatan Mempura.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

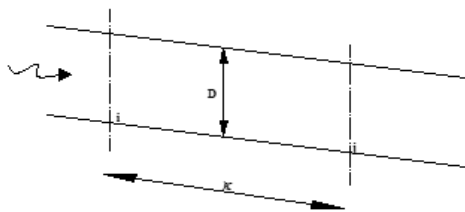
### A. Sitem Hidrolika dalam Perpipaan

Untuk satu *inflow* dan satu *outflow* dengan memakai persamaan energi

dengan kondisi seperti Gambar 1 Persamaan energi dari titik 1 dan 2 adalah sama dengan persamaan 7. Bila di lihat dari seluruh sistem suatu jaringan titik 1 dan titik 2 pada Gambar 2 merupakan bagian pertemuan node dari seluruh sistem, sehingga secara umum untuk suatu pipa K yang menghubungkan node i dan j seperti di tunjukkan pada Gambar 2



Gambar 1. Potongan memanjang pipa dengan jarak L relatif cukup jauh (sumber: Kodoatie, 2002)



Gambar 2. Satu potongan aliran dalam pipa i-j pada suatu jaringan (sumber: Kodoatie, 2002)

Berdasarkan gambar 1 maka dapat diturunkan rumus :

$$\left[ \frac{v_1^2}{2} + gz_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right] = \rho \left[ \frac{v_2^2}{2} + gz_2 + \frac{p_2}{\rho} \right] - \frac{fLv^2}{2gD}$$

## B. Saluran Tertutup

Berdasarkan bentuk salurannya, saluran dapat dibagi menjadi dua yaitu saluran terbuka dan tertutup. Saluran pipa termasuk saluran tertutup. Dilihat dari bentuk saluran, saluran tertutup tidak terpengaruh oleh tekanan atmosfer atau

nilainya tidak sama dengan tekanan atmosfer. Namun berdasarkan Prinsip Bernoulli diatas maka saluran tertutup dapat berperilaku sama dengan saluran terbuka apabila nilai tekanan dalam pipa tidak lebih besar dari 1 atmosfer.

## C. Kehilangan Tenaga (Headloss)

Salah satu faktor yang dominan untuk diperhatikan pada aliran di dalam pipa adalah tinggi hilang tekanan. Secara umum, tinggi kehilangan tekanan di atas dapat dikelompokkan menjadi kehilangan tekanan utama atau major loss akibat gesekan dengan dinding pipa dan kehilangan tekanan minor loss akibat sambungan-sambungan, belokan-belokan, valve dan aksesories lainnya (Kodoatie, 2002).

### a. Kehilangan tekanan akibat gesekan

Kehilangan tekanan ini terjadi akibat gesekan air dengan dinding pipa. Besarnya dapat ditentukan dengan rumus Chezy, rumus Hazen-William dan Darcy-Weisbach. Dalam setiap elemen pipa dari sistem jaringan, terdapat hubungan antara kehilangan tenaga dan debit (Joko, 2010). Persamaan Hazen william adalah yang paling umum dipakai, persamaan ini lebih cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu diatas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai.

$$Q = 0.2785 \times C \times d^{2.63} \times S^{0.54}$$

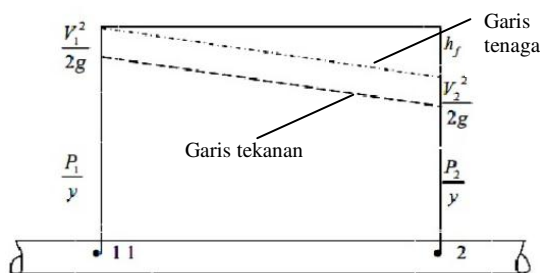
### a. Kehilangan tekanan *Minor Losses*

Kehilangan tekanan ini terjadi akibat perubahan penampang pipa, sambungan, belokan dan katup. Kehilangan tenaga akibat gesekan pada pipa panjang biasanya jauh lebih besar daripada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut biasanya kehilangan tenaga sekunder diabaikan. Pada pipa pendek kehilangan tenaga sekunder harus diperhitungkan. Apabila

kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5% dari kehilangan tenaga akibat gesekan maka kehilangan tenaga tersebut dapat diabaikan. Untuk memperkecil kehilangan tenaga sekunder, perubahan penampang atau belokan jangan dibuat mendadak tapi berangsur-angsur (Joko, 2010).

#### D. Garis Tenaga dan Garis Tekanan

Berdasarkan prinsip Bernoulli tinggi tenaga total pada setiap titik pada setiap saluran pipa adalah jumlah tinggi elevasi, tinggi tekanan, dan tinggi kecepatan. Garis yang menghubungkan titik-titik tersebut dinamakan garis tenaga. Garis tekanan terletak dibawah garis tenaga sebesar tinggi kecepatan dalam pipa. Jika tinggi kecepatan sangat kecil dibanding dengan tinggi tekanan maka biasanya tinggi kecepatan diabaikan dan garis tekanan dan garis tenaga akan berimpit menjadi satu. Apabila garis tekanan berimpit dengan pipa hal ini menunjukkan bahwa tekanan didalam pipa adalah tekanan atmosfer.



Gambar 3. Garis tenaga dan garis tekanan

Berdasarkan gambar 3 maka dapat diturunkan rumus :

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + hf$$

#### E. 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 sebagai berikut:

a. 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 penambahan 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.

b. 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:

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

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

Keterangan:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke n

$P$  = Jumlah penduduk pada tahun ke n

$K_a$  = Konstanta aritmatik

$P_1$  = Jumlah penduduk yang diketahui Pada tahun ke 1

$P_2$  = Jumlah penduduk yang diketahui Pada tahun terakhir

$\Delta t$  = 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.

c. Metode *least square*

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

$$P_n = a + b \cdot x$$

Keterangan:

$P_n$  = Jumlah penduduk tahun ke-n

$X$  = 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 proyeksi penduduk yang menghasilkan nilai standar deviasi yang terkecil adalah metode yang akan digunakan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Perhitungan Kebutuhan Air

Data kebutuhan air yang dianalisa menggunakan *software Microsoft Excel* untuk mendapatkan kebutuhan air yang akan datang melalui 3 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:

- a. Jumlah penduduk pada tahun sekarang sebagai acuan untuk proyeksi kebutuhan air rumah tangga hingga tahun berikutnya.
- b. Dalam tugas akhir ini, perentase pelayanan air bersih dengan debit yang telah ditentukan dari jumlah penduduk Kecamatan Mempura.
- c. Konsumsi air tiap orang dan non rumah tangga dimana dalam tugas akhir ini diasumsikan konsumsi air sebesar 150 liter/orang/hari. Pengambilan ini berdasarkan pada buku panduan air minum ( Rencana Investasi Jangka Menengah Bidang PU/Cipta Karya).

Tabel 1. Jumlah Penduduk Kecamatan Mempura

No	Tahun	Total Penduduk
1	2010	12.450
2	2011	12.756
3	2012	13.015
4	2013	13.337
5	2014	13.525
6	2015	13.863

Sumber : Badan Pusat Statistik 2016

Data penduduk diatas diproyeksikan menggunakan 3 metode. Metode geometrik, metode aritmatik, dan metode *least square*.

Tabel 2. Proyeksi Penduduk

No.	Tahun	Metode Proyeksi		
		<i>Least Square</i>	Aritmatik	Geometrik
1	2010	12.465	12.450	12.450
2	2011	12.742	12.756	12.715
3	2012	13.019	13.015	12.985
4	2013	13.296	13.337	13.261
5	2014	13.573	13.525	13.543
6	2015	13.850	13.863	13.831

Sumber : Hasil Analisa 2017

Dari data Tabel 2 dihitung kembali nilai standar deviasi, diketahui dari hasil perhitungan bahwa metode geometrik memiliki standar deviasi terkecil. Maka metode yang digunakan adalah metode geometrik.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2016	16.306
2	2018	17.212
3	2020	18.169
4	2022	19.179
5	2024	19.705
6	2026	21.371
7	2028	22.559
8	2030	23.813
9	2032	25.137
10	2035	27.262

Sumber : Hasil Analisa 2017

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi Penduduk Kecamatan Mempura untuk tahun 2016-2035 menggunakan metode geometrik, maka dapat perkiraan kebutuhan air bersih.

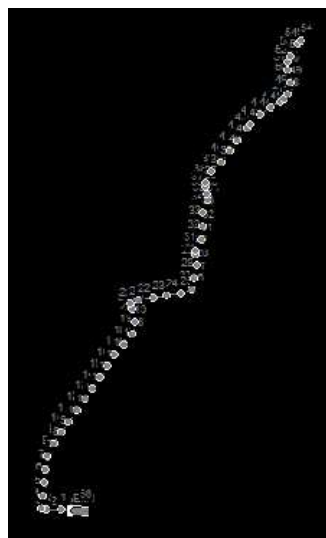
Tabel 4. Proyeksi Kebutuhan Air

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/detik)
1	2016	16.306	29
2	2020	18.169	33
3	2025	20.801	38
4	2030	23.813	43
5	2035	27.262	49

Sumber : Hasil Analisa 2017

##### B. Rencana Sistem Pipa Transmisi Air Baku

Pada penelitian ini, rencana pipa transmisi air baku terbagi atas 3 alternatif simulasi. Adapun kriteria dalam simulasi yang menggunakan Epanet 2.0 dapat dilihat pada Tabel 5 Kriteria Simulasi Pipa Transmisi. Gambar simulasi jaringan pipa transmisi dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Jaringan Pipa Transmisi

### C. Hasil Simulasi 3 Alternatif Transmisi

Setelah melakukan simulasi pada software EPANET 2.0 maka didapat hasil yang tertera pada Tabel 5.

menggunakan pipa dengan diameter 10 inchi dengan debit 40 liter/detik, yang memenuhi persyaratan kriteria pipa transmisi.

Tabel 5. Hasil Simulasi 3 Alternatif Transmisi

No	Simulasi	Diameter (Inchi)	Debit (Liter/dtk)	Kecepatan (m/s)	Tekanan (m)	Kehilangan Tekanan (m/1km)
1	Alternatif 1	6	40	2,19	17,58	27,8
2	Alternatif 2	8	40	1,23	16,39	6,85
3	Alternatif 3	10	40	0,79	16,13	2,31

Sumber : Hasil Analisa 2017

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan *running program* EPANET 2.0 untuk skripsi dengan judul “ANALISIS KEHILANGAN ENERGI PADA PIPA TRANSMISI SPAM KECAMATAN MEMPURA KABUPATEN SIAK” dapat disimpulkan bahwa:

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk Kecamatan Mempura dengan menggunakan metode *Geometrik* mendapatkan hasil 27.262 jiwa pada tahun 2035.
2. Kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Mempura pada tahun 2035 adalah sebesar 49 liter/detik.
3. Berdasarkan tingkat air yang dapat dipenuhi sebesar 20 liter per detik diketahui bahwa hanya 40% kebutuhan yang dapat terlayani.
4. Jaringan transmisi yang dianalisis merupakan jaringan lama yang akan dirancang menggunakan pipa HDPE sepanjang 2079,56 meter yang dihubungkan dengan 56 titik simpul dengan 1 unit tangki IPA dan 1 unit pompa.
5. Dari hasil simulasi diperoleh alternatif jaringan dengan

6. Pompa yang digunakan adalah pompa NBG/NKG *2-pole* untuk debit aliran 40 liter/detik.

### B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir ini maka diberikan saran yaitu:

1. Tingkat headloss rendah dan kecepatan tinggi adalah pilihan terbaik untuk membangun sistem distribusi wilayah yang cukup luas namun memerlukan biaya tinggi.
2. Sensus tingkat konsumen perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai pertumbuhan yang lebih akurat.
3. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui sistem transmisi air baku yang juga meninjau tentang kualitas air yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Air (IPA)
4. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui alternatif pelayanan distribusi air untuk memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Mempura.

## DAFTAR PUSTAKA

Dharmasetiawan, Martin.2004. Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum. Jakarta: Ekamitra Engineering.

Badan Pusat Statistik Provinsi Riau 2015.  
Laporan Tahunan jumlah Penduduk  
Kecamatan Mempura  
Peraturan Menteri Pekerjaan  
Umum Nomor 18 tahun 2007.  
Penyelenggaraan Pengembangan  
Sistem Penyediaan Air Minum.  
Peraturan Pemerintah Republik Indonesia  
Nomor 16 Tahun 2005. Sumber  
Daya Air.  
Peraturan Pemerintah Republik Indonesia  
Nomor 82 Tahun 2011. Pengelolaan  
Kualitas Air dan Pengendalian  
Pencemaran Air.  
Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi  
Terapan. Yogyakarta : Beta Offse