

## PROYEKSI KETERSEDIAAN AIR TAHUN 2036 TERHADAP SUMBER AIR JUNREJO PADA HIPAM KELURAHAN DADAPREJA KECAMATAN JUNREJO KOTA BATU

SUTIKNO

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Malang  
E mail : sutikno.civil@gmail.com*

---

### ABSTRACT

With the government of the Batu city in 2014, budgeted used source to tandon, the following tandon temporary shelter who are in the way of Dr. Sutomo with a capacity of 72 meters cubic, be distributed to four a ham let which each hamlet have tub shelter wiht dimensions in accordance needs. Existing souarce possess the capacity discharge 24 liters/seconds, with survey the population of water users in 2014 until 2016. It is expected that population growth and capacity discharge there would be can satisfy the needs of water in kelurahan Dadaprejo up until the 2036

**Keyword:** *Dicsharge, population growth*

---

### PENDAHULUAN

Amanat dari Undang-undang Dasar Tahun 1945 pasal 33 ayat 3 berbunyi sebagai berikut, Bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung didalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Pertumbuhan penduduk dan tingkat kesejahteraan ekonomi pada suatu daerah berdampak langsung terhadap besarnya kebutuhan air bersih.

Kebutuhan air bersih di daerah kelurahan Dadaprejo selama ini mengandalkan air dari sumber air Junrejo. Hal ini dilakukan karena di wilayah ini termasuk tergolong kecamatan yang rawan air. Saat ini sistem jaringan perpipaan yang terdapat di kecamatan Junrejo belum memenuhi akan kebutuhan air bersih mengingat semakin pesat pertumbuhan penduduknya.

Di lokasi ini masyarakatnya menggunakan air dari kelompok HIPAM (Himpunan Pengguna Air Masyarakat) dengan memanfaatkan jaringan yang ada atas usaha bersama. Sehingga perlu adanya pengembangan sistem jaringan pipa yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakatnya. Sehingga perlu dilakukan pengembangan sistem jaringan pipa guna mencukupi permintaan masyarakat akan air bersih.

Analisa dari segi teknik diperlukan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air dan sistem jaringan distribusi air bersih secara detail, sehingga bisa diproyeksikan ke tahun 2036 masih tercukupi apa tidak dengan mengandalkan sumber yang ada.

Pengembangan sistem jaringan dis-tribusi pipa yang baik adalah sistem yang mampu memenuhi kebutuhan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah tersebut. Pada studi perencanaan

pengembangan sebuah sistem jaringan air bersih perlu dilakukan optimasi baik dari segi teknis maupun ekonomi agar mendapatkan gambaran secara nyata, layak atau tidak untuk dikembangkan jaringan tersebut.

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung pelayanan air minum yang diterima oleh masyarakat. Perkiraan jumlah penduduk di suatu daerah pada masa yang akan datang dapat ditentukan dengan metode Geometrik, Aritmatik, dan Ekspo-nensial.

Pemilihan metode proyeksi pertum-buhan penduduk di atas berdasarkan cara peng-ujian statistik yakni berdasarkan pada nilai koefisien korelasi terbesar mendekati angka +1.

Adapun rumusan untuk menentukan besarnya koefisien korelasi adalah sebagai berikut (Dajan, 1986) :

Koefisien korelasi :

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (1)$$

Dimana :

r = koefisien korelasi

X = jumlah penduduk data (jiwa)

Y = jumlah penduduk hasil proyeksi

### Metode Aritmatik

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan : (Muliakusumah, 2000 dalam Natalia, 2004 )

$$P_n = P_0(1 + rn) \quad (2)$$

dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk per-tahun (%)

### Metode Geometrik

Dengan menggunakan metode geometrik, maka perkembangan penduduk suatu daerah dapat dihitung dengan formula sebagai berikut (Rusli, 1996). Metode ini dapat di-rumuskan sebagai berikut :

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (3)$$

dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

### Metode Eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk berda-sarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut (Rusli, 1996) :

$$P_n = P_0 + e^{r \cdot n} \dots\dots (4)$$

dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertumbuhan penduduk (%)

n = periode tahun yang ditinjau (tahun)

e = bilangan logaritma natural (2,7182)

### Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pokok manusia

akan air domestik dan kegi atan-kegiatan lainnya yang memerlukan air (non domestik).

Secara umum kehilangan air atau kebocoran yang terjadi pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih dapat dibedakan menjadi dua faktor yaitu :

1. Kehilangan air akibat faktor teknis  
Adanya lubang atau celah pada pipa dan sambungannya; Pipa pada jaringan distribusi pecah; Meter yang dipasang pada pipa konsumen kurang baik; Pemasangan pipa di rumah konsumen yang kurang baik.
2. Kehilangan air akibat faktor non teknis. Kesalahan membaca meter air; Kesalahan pencatatan hasil pembacaan meter air; Kesalahan pemindahan atau pembuatan rekening air; Angka yang ditunjukkan oleh meter air berkurang, berkurang akibat adanya aliran udara dari pipa distribusi ke rumah konsumen melalui meter air tersebut.

### Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

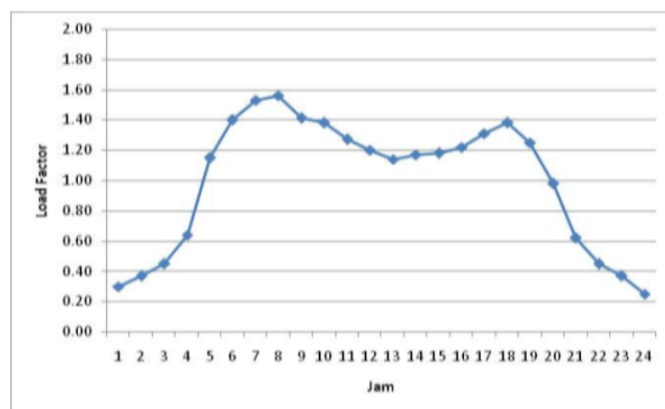
Pemakaian air bersih oleh masyarakat pada suatu wilayah tidak konstan, akan tetapi terjadi fluktuasi pada jam-jam tertentu ter-gantung dari aktivitas keseharian masyarakat pada daerah tersebut. Hal diatas berlangsung tiap hari dan membentuk pola yang relatif sama. Pada jam-jam tertentu terjadi pening-katan aktivitas menggunakan air diban dingkan pada saat kondisi normal. Tetapi pada saat tertentu pula tidak ada aktivitas yang memerlukan air.

Adapun kriteria tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air rata-rata, yaitu penjumlahan kebutuhan total (domestik dan non domestik) ditambah dengan kehilangan air;
2. Kebutuhan harian maksimum, yaitu kebutuhan air terbesar dan kebutuhan rata-rata harian dalam satu minggu;
3. Kebutuhan air pada jam puncak, yaitu pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode 1 hari.

Tabel 1 : Faktor beban atau pengali (*Loadfactor*) terhadap kebutuhan air bersih. Sumber : Dinas Cipta Karya

Jam Ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Load Factor	0,3	0,37	0,45	0,64	1,15	1,4	1,53	1,56	1,41	1,38	1,27	1,2
Jam Ke	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Load Factor	1,14	1,17	1,18	1,22	1,31	1,38	1,25	0,98	0,62	0,45	0,37	0,25



**Gambar 1 : Grafik Load Factor terhadap kebutuhan air bersih**

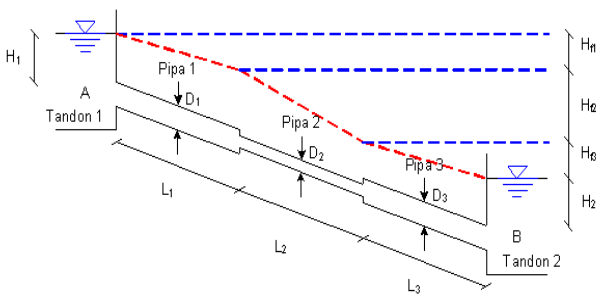
Kebutuhan harian maksimum dan jam puncak sangat diperlukan dalam perhitungan besarnya kebutuhan air baku, karena hal ini menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak pelayanan. Sehingga penting mempertimbangkan suatu nilai koefisien untuk keperluan tersebut Dalam peren canaannya. PDAM kecamatan Junrejo, kota Batu

menggunakan pendekatan angka koefisien sebagai berikut.

- Kebutuhan harian maksimum =  $1,15 \times$  kebutuhan air rata-rata.....(5)
- Kebutuhan jam puncak =  $1,56 \times$  kebutuhan air maksimum..... (6)

**Sistem Pengaliran dalam Pipa**

Sistem pengaliran dalam pipa pada jaringan distribusi air bersih dapat dibagi menjadi dua yaitu hubungan seri dan hubungan paralel.



**Gambar 2. Pipa Seri**  
Sumber : Triatmojo, 1996

**a. Pipa Hubungan Seri**

Pada hubungan seri, debit aliran di semua titik adalah sama sedangkan kehilangan tekanan di semua titik berbeda. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Adapun persamaan kontinuitasnya dapat dituliskan sebagai berikut (Triatmojo,1996)

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 \dots\dots (7)$$

Sedangkan untuk total kehilangan tekanan pada pipa yang terpasang secara seri dirumuskan sebagai berikut (Triatmojo, 1996) :

$$H = H_{f1} + H_{f2} + H_{f3} \dots\dots(8)$$

dimana :

- Q = total debit pada pipa yang terpasang secara seri ( $m^3/det$ )
- $Q_1, Q_2, Q_3$  =debit pada tiap pipa ( $m^3/det$ )

H = total kehilangan tekan pada pipa yang terpasang secara seri (m)  
 $H_{f1}, H_{f2}, H_{f3}$  = kehilangan tekan pada tiap pipa (m)

**b. Pipa Hubungan Paralel**

Pada keadaan dimana aliran melalui dua atau lebih pipa dihubungkan secara paralel seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. maka persamaan kontinuitasnya dapat dituliskan sebagai berikut (Triatmojo, 1996) :

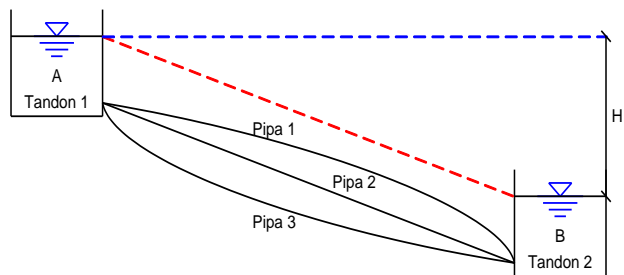
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots (9)$$

Persamaan energi untuk pipa sambungan paralel :

$$H = H_{f1} = H_{f2} = H_{f3} \dots\dots (10)$$

dimana :

- Q = total debit pada pipa yang terpasang secara paralel ( $m^3/det$ )
- $Q_1, Q_2, Q_3$  =debit pada tiap pipa ( $m^3/det$ )
- H =total kehilangan tekan pada pipa yang terpasang secara paralel (m)
- $H_{f1}, H_{f2}, H_{f3}$  = kehilangan tekan pada tiap pipa (m)



**Gambar 3. Pipa Paralel**  
Sumber : Triatmojo, 1996

Berdasarkan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari DPUD Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih didapatkan nilai *load factor* sebagai berikut :

**Pengukuran Debit Sumber Air**

Dengan pertimbangan kondisi lapangan, pengukuran debit pada

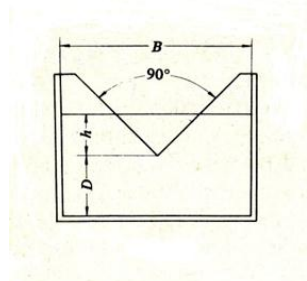
sumber Urip Kali Dadaprejo dilakukan dengan alat ukur debit Thomson sebagai berikut :

$$Q = Kh^{\frac{5}{2}} \dots\dots\dots (11)$$

Q : debit (m<sup>3</sup>/menit)  
 h : tinggi air (m)  
 K : Koefisien debit

$$81,2 + \frac{0,24}{h} + \left( 8,4 + \frac{12}{\sqrt{D}} \right) \left( \frac{h}{B} - 0,09 \right)^2 \dots\dots\dots (12)$$

B : lebar saluran (m)  
 D : tinggi dan dasar saluran ke titik terendah dari bendung (m)



Interval penterapan rumus ini adalah,  
 B = 0,50 sampai 1,20 m  
 D = 0,10 sampai 0,75 m  
 h = 0,07 sampai 0,26 m  
 h = < B/3

Jika lebar **B** dan dalamnya **D** melampaui interval tersebut diatas, maka pengukuran ha- rus diadakan menurut syarat-sayaran sebagai berikut :

Untuk B > 1,20 m , D > 0,75 m makan 0,07 ≤ h ≤ h'

Sebagai hasil perbandingan antara H<sub>1</sub>' dan h<sub>2</sub>', maka yang lebih kecil diambil sebagai tinggi air h'.

$$h' = \frac{1}{4}(B - 0,20) \quad h_2' = \frac{1}{3}D \dots\dots\dots (13)$$

Perhitungan kesalahan-kesalahan (kesalahan kuadrat rata-rata)

$$Q = K h^{5/2} \dots\dots\dots (14)$$

Kesalahan K = ±1,00%

$$\text{Kesalahan } h = \pm \frac{100}{250} \%$$

Jadi Kesalahan h<sup>5/2</sup> adalah,

$$\left( \pm \frac{100}{250} \times \frac{5}{2} \right)^2 = 1,0 \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{Kesalahan } Q = \sqrt{1+1} = \sqrt{2} = \pm 1,4\%$$

Jadi kesalahan rumus ini dalam interval yang diterapkan adalah ±1,4%

Untuk melakukan perhitungan dengan metode *Hardy Cross* ada dua kondisi dasar yang wajib dipenuhi :

1. Hukum Kontinuitas

Menurut hukum kontinuitas, dalam tiap-tiap titik simpul aliran yang masuk harus sama dengan aliran yang ke luar (Triatmojo, 1996) :

$$\sum Q_i = 0 \dots\dots\dots (16)$$

dimana :

Q<sub>i</sub> = debit eksternal yang masuk/keluar dari titik simpul

2. Jumlah aljabar dari kehilangan energi dalam setiap jaringan pipa tertutup ha rus sama dengan nol.

$$\sum H_f = 0 \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

H<sub>f</sub> = kehilangan tinggi tekan

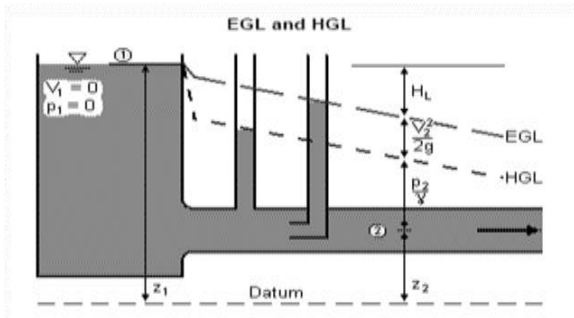
### Hukum Bernoulli

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar ke tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil.

Hal tersebut dikenal dengan prinsip *Bernoulli* yang menyatakan bahwa tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$E_{Tot} = \text{Energi ketinggian} + \text{Energi Kecepatan} + \text{Energi Tekanan}$$

$$E_{Tot} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w} \dots\dots (18)$$



Gambar 4. Diagram Energi dan Garis Tekanan.

Sumber : Haestad, 2001 : 268

Menurut teori Kekekalan Energi dari hukum Bernoulli apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada Gambar 4. berikut :

Hukum kekekalan Bernoulli pada Gambar 4. dapat ditulis sebagai berikut (Hae- stad, 2001) :

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} + H_L \dots(19)$$

dengan:

$$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g} = \text{tinggi energi di titik 1 \& 2 (m)}$$

$$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w} = \text{tinggi tekanan di titik 1 \& 2 (m)}$$

$$Z_1, Z_2 = \text{tinggi elevasi di titik 1 \& 2 (m)}$$

$$V_1, V_2 = \text{kecepatan di titik 1 \& 2 (m/det)}$$

$$p_1, p_2 = \text{tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m}^2\text{)}$$

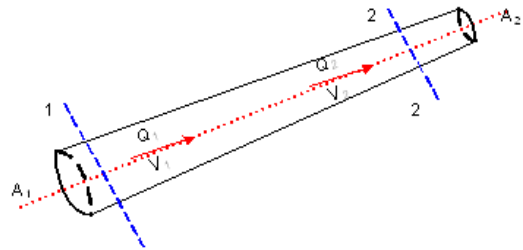
$$H_L = \text{kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)}$$

$$\gamma_w = \text{berat jenis air (kg/m}^3\text{)}$$

$$g = \text{percepatan grafitasi (m/det}^2\text{)}$$

**Hukum Kontinuitas**

Air yang mengalir sepanjang pipa pada Gambar 3.5. yang mempunyai luas penampang A m<sup>2</sup> dan kecepatan v m/det selalu memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya, hal ini dikenal sebagai hukum kontinuitas.



Gambar 5. Aliran dengan penampang pipa yang berbeda

Sumber : Moryono, 2003

Sedangkan hukum kontinuitas yang dituliskan sebagai berikut (Maryono, 2003) :

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \dots\dots\dots (20)$$

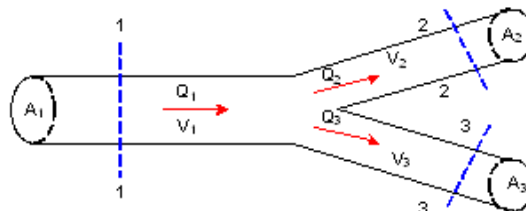
dimana :

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> = debit pada potongan 1 & 2 (m<sup>3</sup>/dt)

V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> = kecepatan potongan 1 & 2 (m<sup>3</sup>/dt)

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m<sup>2</sup>)

Pada aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Hal tersebut diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 6. Aliran Bercabang

Sumber : Triatmojo I, 1995

Sedangkan hukum kontinuitas pada pipa bercabang dapat diuraikan sebagai berikut (Triatmojo I, 1995) :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3) \dots\dots\dots (21)$$

dimana :

- Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub> = debit pada potongan 1 dan 2 (m<sup>3</sup>/det)
- V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> = kecepatan pada potongan 1 dan 2 (m/det)
- A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m<sup>2</sup>)

**Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)**

Dalam merencanakan sistem jaringan distribusi air bersih, aliran dalam pipa harus berada pada kondisi aliran turbulen. Untuk mengetahui kondisi aliran dalam pipa turbulen atau tidak, dapat dihitung dengan identifikasi bilangan *Reynold* menggunakan persamaan berikut :

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots (22)$$

dimana :

- Re = bilangan *Reynold*
- V =kecepatan aliran dalam pipa (m/det)
- D = diameter pipa (m)
- ν =kekentalan kinematik air pada suhu tertentu (m<sup>2</sup>/det)

Dari perhitungan bilangan *Reynold*, maka sifat aliran di dalam pipa dapat diketahui dengan kriteria sebagai berikut (Triatmojo II, 1993) :

- Re < 2000 → aliran bersifat laminar
- Re = 2000 – 4000 → aliran bersifat transisi
- Re > 4000 → aliran bersifat turbulen

**Tabel 2. Kekentalan Kinematik Air**

Suhu (°C)	Kekentalan kinematik	Suhu (°C)	Kekentalan Kinematik
	(m <sup>2</sup> .dt <sup>-1</sup> )		(m <sup>2</sup> .dt <sup>-1</sup> )
0	1,785 . 10 <sup>-6</sup>	40	1,658 . 10 <sup>-6</sup>
5	1,519 . 10 <sup>-6</sup>	50	1,553 . 10 <sup>-6</sup>
10	1,306 . 10 <sup>-6</sup>	60	1,474 . 10 <sup>-6</sup>
15	1,139 . 10 <sup>-6</sup>	70	1,413 . 10 <sup>-6</sup>
20	1,003 . 10 <sup>-6</sup>	80	1,364 . 10 <sup>-6</sup>
25	1,893 . 10 <sup>-6</sup>	90	1,326 . 10 <sup>-6</sup>
30	1,800 . 10 <sup>-6</sup>	100	1,294 . 10 <sup>-6</sup>

Sumber: Priyantoro, 1991

**Kehilangan Tinggi Tekan (*Major Losses*)**

Fluida yang mengalir di dalam pipa akan mengalami tegangan geser dan gradien kecepatan pada seluruh medan karena adanya kekentalan kinematik. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran (Triatmodjo II, 1993 : 25). Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa.

Dalam kajian ini digunakan persamaan *Hazen-Williams* untuk memperhitungkan besarnya kehilangan tinggi tekan mayor, yaitu (Priyantoro, 1991 : 21)

$$Q_i = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot A_i \cdot R_i^{0,63} \cdot S_f^{0,54} \dots\dots (23)$$

$$V_i = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot R_i^{0,63} \cdot S_f^{0,54} \dots\dots\dots (24)$$

dimana :

- Q<sub>i</sub> = debit aliran pada pipa i (m<sup>3</sup>/det)
- V<sub>i</sub> = kecepatan aliran dalam pipa i (m/det)

- $C_{hw}$  = koefisien kekasaran *Hazen-Williams* (tabel 5.)
- $A_i$  = luas penampang pada pipa i (m<sup>2</sup>)
- $R_i$  = jari-jari hidrolis pada pipa i (m)
- $R = \frac{1}{4} = \frac{1/4\pi D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$
- $S_f$  = kemiringan garis hidrolis (EGL)
- $Sf = H_f/L$

Persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut *Hazen-Williams* yaitu (Webber, 1997) :

$$H_f = k.Q^{1,85} \dots\dots\dots (25)$$

$$k = \frac{10,675.L}{C_{hw}^{1,85} . D^{4,87}} \dots\dots\dots (26)$$

dimana :

- $H_f$  = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- $k$  = koefisien karakteristik pipa
- $Q$  = debit aliran pada pipa (m<sup>3</sup>/det)
- $D$  = diameter pipa (m)
- $L$  = panjang pipa (m)
- $C_{hw}$  = koefisien kekasaran *Hazen-Williams* (Tabel 5)

**Kehilangan Tinggi Tekan *Minor Losses***

Faktor lain yang juga ikut menam-bah besarnya kehilangan tinggi tekan pada suatu aliran adalah kehilangan tinggi tekan minor. Adapun persamaan umum untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan minor ini dapat ditulis sebagai berikut (Linsley, 1989) :

$$h_{Lm} = k . \frac{V^2}{g} \dots\dots\dots (27)$$

dimana :

- $h_{Lm}$  = kehilangan tinggi tekan minor(m)
- $k$  = koefisien kehilangan tinggi tekan minor (Tabel 4.)

- $v$  = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)
- $g$  = percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

**Tabel 3. Koefisien Karakteristik Pipa Menurut *Hazen-Williams***

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien
		<i>Hazen-Williams</i> ( $C_{hw}$ )
1	<i>Asbestos Cemen</i>	140
2	<i>Brass</i>	130 – 140
3	<i>Brick sewer</i>	100
4	<i>Cast iron :</i>	
	- <i>New unlined</i>	130
	- <i>10 years old</i>	107 – 113
	- <i>20 years old</i>	98 – 100
	- <i>30 years old</i>	75 – 90
	- <i>40 years old</i>	64 – 83
5	<i>Concrete or Concrete lined</i>	
	- <i>Steel forms</i>	140
	- <i>Wooden forms</i>	120
	- <i>Sentrifugally spun</i>	135
6	<i>Copper</i>	130 – 140
7	<i>Galvanized iron</i>	120
8	<i>Glass</i>	140
9	<i>Lead</i>	130 – 140
10	<i>Plastic</i>	140 – 150
11	<i>PVC</i>	130 – 140
12	<i>Steel</i>	
	- <i>Coal-tarenamel lined</i>	145 – 150
	- <i>New unlined</i>	140 – 150
	- <i>Riveted</i>	110
13	<i>Tin</i>	130
14	<i>Vitrified clay (Good condition)</i>	110 – 140
15	<i>Wood stave (Average condition)</i>	120

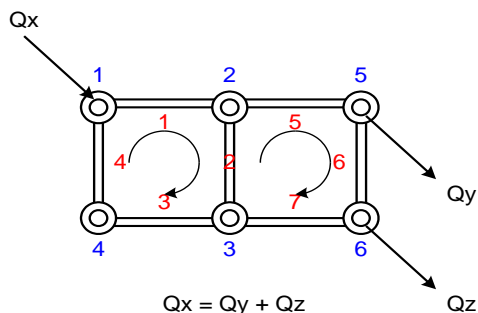
Sumber: Priyantoro, 2001: 20

**Metode Jaringan Tertutup (*Loop Method*)**

Pada gambar 7. menunjukkan suatu sistem kecil yang terdiri dari dua jaringan tertutup (*loop*). Jika di dalam sistem sudah terjadi keseimbangan maka kehilangan gesekan pipa 1 dan pipa 2 sama dengan kehilangan di pipa 3 dan pada pipa 4. Dengan perumpamaan arah jarum jam, kehilangan gesekan dinyatakan positif bila searah dengan arah jarum jam dan sebaliknya. Kemudian jaringan tersebut dapat dikatakan seimbang apabila besarnya kehilangan gesekan pada pipa sama dengan nol ( $\Sigma h_f = 0$ ), syarat tersebut berlaku untuk keseluruhan jaringan dari



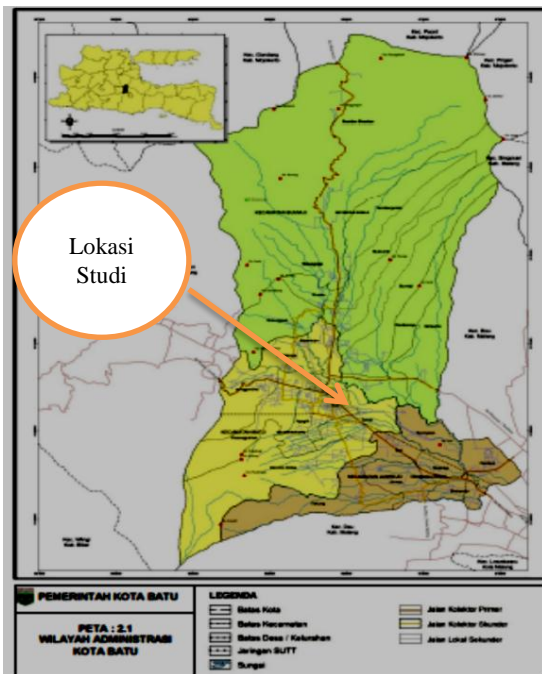
tiap-tiap pipa yang terangkai menjadi sebuah jaringan tertutup.



**Gambar 7. Ilustrasi Persamaan Kontinuitas Dalam Jaringan Tertutup**

**Lokasi Studi**

Wilayah kecamatan Junrejo terdiri dari 7 desa dengan luas wilayah 25,650 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 37.633 jiwa Registrasi Penduduk Akhir Tahun 2012. Sistem pelayanan air minum HIPAM unit kecamatan Junrejo, nantinya akan direncanakan mencakup beberapa desa, Junrejo adalah sebuah kecamatan di Kota Batu, Jawa Timur, Indonesia



**Gambar 8 : Peta Lokasi Studi Kelayakan** Dimana Topografi desa tersebut berada pada ketinggian muka tanah dengan elevasi + 600 m hingga + 1.000 m diatas permukaan laut.

**METODE PENELITIAN**  
**Analisa Pertumbuhan Penduduk**

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Proyeksi Metode		
			Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
1	2012	6.196	6.196	6.196	6.196
2	2013	6257	6.266	6.266	6.266
3	2014	6337	6.336	6.337	6.338
4	2015		6.406	6.408	6.410
5	2016		6.476	6.481	6.482
6	2017		6.546	6.554	6.556
7	2018		6.616	6.628	6.631
8	2019		6.686	6.703	6.706
9	2020		6.756	6.779	6.782
10	2021		6.826	6.855	6.859
11	2022		6.896	6.933	6.937
12	2023		6.966	7.011	7.016
13	2024		7.036	7.090	7.096
14	2025		7.106	7.171	7.176
15	2026		7.176	7.252	7.258
16	2027		7.246	7.334	7.340
17	2028		7.316	7.416	7.424
18	2029		7.386	7.500	7.508
19	2030		7.456	7.585	7.594
20	2031		7.526	7.671	7.680
21	2032		7.596	7.757	7.767
22	2033		7.666	7.845	7.855
23	2034		7.736	7.934	7.945
24	2035		7.806	8.023	8.035
25	2036		7.876	8.114	8.126

Sumber : Perhitungan

Penyediaan air bersih pada suatu daerah perlu diketahui terlebih dahulu kon-disi jumlah penduduk saat ini dan proyeksi pertumbuhan penduduk yang akan datang, sehingga hasil perhitungan dapat diguna-kan untuk memperhitungkan kebutuhan air yang maksimal serta memprediksi perkembangan sistem penyediaan air bersih pada tahun proyeksi.

Pertumbuhan dan laju jumlah penduduk serta kepadatan penduduk di Kelurahan Dadaprejo kecamatan Junrejo kota Batu, dapat disajikan pada tabel 5. Berda-sarkan hasil perhitungan diketahui bahwa laju pertumbuhan penduduk pertahun di ke-lurahan Dadaprejo rata-rata sebesar 1,13 % pertahun dengan kepadatan penduduk yang merata dimasing-masing Dusun Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Dadaprejo ( 2012 – 2014)

Proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode Aritmatik

- Proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2012 adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_o (1 + r.n)$$

- Proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2036 pada kelurahan Dadap-rejo dengan metode Aritmatik

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

- Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode Eksponensial

$$P_n = P_o * e^{r*n}$$

Dimana :

$P_n$  = Jumlah jiwa tahun ke-n

$P_o$  = 6.196 jiwa (tahun 2012)

$n$  = 2 (proyeksi tahun k -n)

$r$  = 1,13 (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)

Tabel 5. Pola Operasi Tandon

Jam	Debit Sumber	Operasi Tandon	Faktor Beban	Faktor Beban	Prosentase F. Beban
			konsumen Standart	konsumen Terkoreksi	konsumen terkoreksi
1	0	0	0.3	0	0
2	0	0	0.37	0	0
3	0	0	0.45	0	0
4	1	0	0.64	0	0
5	1	0	1.15	0	0
6	1	1	1.4	1.4	0.1
7	1	1	1.53	1.53	0.1
8	1	1	1.56	1.56	0.09
9	1	1	1.42	1.42	0.09
10	1	1	1.38	1.38	0.08
11	1	1	1.27	1.27	0.08
12	1	1	1.2	1.2	0.07
13	1	1	1.14	1.14	0.07
14	1	1	1.17	1.17	0.07
15	1	1	1.18	1.18	0.08
16	1	1	1.22	1.22	0.08
17	1	1	1.31	1.31	0
18	1	0	1.38	0	0
19	1	0	1.25	0	0
20	0	0	0.98	0	0
21	0	0	0.62	0	0
22	0	0	0.45	0	0
23	0	0	0.37	0	0
24	0	0	0.26	0	0
Jumlah ( $\Sigma$ ) =			15.78		0

Sumber : Faktor Beban Konsumen Standar Cipta Karya

### Analisa Volume Efektif, Dimensi Tandon dan Simulasi Tandon Air

Perhitungan kapasitas tandon dilaku-kan dengan menggunakan kurva massa. Pada sistem jaringan distribusi air bersih kelurahan Dadaprejo, tandon yang akan direncanakan berjumlah satu tandon berbentuk kubus

### Analisa Sistem Jaringan Pipa

Sesuai dengan kapasitas debit sumber yang ada sebesar 24 ltr/detik, kapasitas volume tandon efektif, kondisi topografi wilayah daerah studi serta penyebaran lokasi pemukiman, jaringan pipa tranmisi pada unit Hipam Kelurahan Dadaprejo ini dimulai dari sumber Urip Junrejo dengan diameter pipa tranmisi 100 mm (4 Inchi) dengan jenis pipa Galvanis panjang tranmisi 2,815 km

### KESIMPULAN

Berdasarkan optimasi dan simulasi sistem penyediaan air bersih yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi dalam peng-embangan jaringan HIPAM untuk dibangun dapat dirumuskan disimpulkan sebagai berikut:

Dari data penduduk kelurahan Dadap-rejo tahun 2012 sejumlah 6.196 jiwa, tahun 2013 sejumlah 6.257 jiwa dan tahun 2014 sejumlah 6.337 jiwa maka pertumbuhan rata-rata penduduknya adalah 1,13% diasumsikan setiap 4 jiwa satu rumah (SR) dan cakupan sambungan 94 % maka pada tahun 2036 se-jumlah 1.604 sambungan rumah (SR).

Diameter pipa yang sesuai dengan parameter hidrolisik pipa transmisi pada sistem jaringan air bersih

Hipam Dadaprejo ini setelah dilakukan simulasi dan optimasi adalah :

- a. Diameter distribusi  $\varnothing$  4” untuk jaringan dari sumber ke Tandon Dr. Sutomo sepanjang 2.185 meter dengan debit sumber 24 liter/detik,
- b. Diameter pipa 2,5” jaringan tandon Dr. Sutomo ke distribusi dusun Dadap tulis Utara sepanjang 1.990 meter dengan debit air 10 liter/detik
- c. Diameter 2,5” jaringan tandon Dr. Sutomo ke distribusi dusun Dadaptulis Dalam sepanjang 1,254 meter, dengan debit air 6 liter/detik.
- d. Diameter 3” jaringan tandon Dr. Sutomo ke distribusi dusun Areng-areng sepanjang 1.944 meter, dengan debit air 10 liter/detik
- e. Diameter 2” tandon ke dusun Karang Mloko sepanjang 1.668 meter. Dengan debit air 7 liter/detik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. DPU Ditjen Cipta Karya. 1987. **Buku Utama Sistem JaringanPipa. Diktat Kursus Perpetaan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih.** Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih.
- Anonim. Peraturan Menteri.
- Dajan, Anto. 2009, **Pengantar Metode Statistika Jilid 1.** Jakarta : LP3ES
- Haestad Methods. 2001. **User Guide Water-CAD v 4.5 for Windows. Waterbury CT, USA : Haestad Press.**
- Jumarwan.-. Modul Pelatihan Sistem Penyediaan Air Minum.** Malang : PDAM Kabupaten Malang
- Linsley, Ray K. & Joseph B. Franzini.1996. **Teknik Sumber Daya Air Jilid I dan II, Edisi Ketiga,** Terjemahan Ir. Djoko Sasongko, M.Sc., Jakarta : Erlangga.
- Muliakusumah. 1981. **“Proyeksi Penduduk”:** Jakarta
- Maryono, Agus, Dr. Ing. Ir. W. Muth, Prof. Dipl. Ing. & N. Eisenhauer, Prof. Dr. Ing. 2003. **Hidrolika Terapan,** Jakarta : Pradnya Paramita.
- Priyantoro, Dwi. 1991. **Catatan Perkuliahan Hidrolika,** Malang : Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. (Tidak dipublikasikan).
- Triadmodjo, B. 1995. **Hidrolika I.** Yogyakarta: Beta Offset.
- Triadmodjo, B. 1993. **Hidrolika II.** Yogyakarta: Beta Offset.
- Triadmodjo, B. 1996. **Hidrolika II.** Yogyakarta: Beta Offset.
- Webber, N, B. 1997. Fluids Mechanics For Engineering S-I Edition London Chapman And Hallman Ltd.