

## **PENGEMBANGAN SISTEM PELAYANAN AIR BERSIH DI KELURAHAN GURABUNGA KOTA TIDORE KEPULAUAN**

**A. Rauf Abd. Kadir**

**Fuad Halim, Alex Binilang, M. I. Jasin**

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [raufkadir@yahoo.co.id](mailto:raufkadir@yahoo.co.id)

### **ABSTRAK**

*Sistem jaringan air bersih adalah suatu sistem suplai air bersih yang meliputi sistem transmisi, dan reservoir serta sistem distribusi atau perpipaan yang dioperasikan sedemikian rupa sehingga mendapat tekanan yang cukup setiap saat pada seluruh bagian sistem perpipaan dan dapat digunakan untuk pemakaian setiap saat. Kelurahan Gurabunga terletak di Kecamatan Tidore Kota Tidore Kepulauan. Saat ini belum ada sistem jaringan untuk kebutuhan air bersih oleh PDAM di kelurahan Gurabunga, disebabkan karena wilayah tersebut berada pada daerah ketinggian yang secara teknis sulit dilayani dari sumber air yang ada, disamping itu wilayah tersebut juga terpisah dari pusat kota, sehingga perlu direncanakan sistem jaringan baru agar pendistribusian air bersih di daerah tersebut dapat terlayani.*

*Sistem jaringan air bersih direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah studi sampai tahun 2032. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisis dengan menggunakan analisa eksponensial. Sumber air akan dimanfaatkan melalui sumur milik PDAM yang ada pada dataran rendah, awalnya air akan ditampung terlebih dahulu pada bak penampung 1, yang kemudian dipompa melalui pipa transmisi menuju pada bak penampung 2, selanjutnya air dipompa menuju reservoir, dan melalui pipa distribusi air akan dialiri secara gravitasi menuju ke hidran umum yang tersebar di daerah layanan.*

*Dari hasil perhitungan analisis kebutuhan air bersih di Kelurahan Gurabunga pada tahun 2032 dengan jumlah penduduk 704 jiwa mencapai 0,381 liter/detik. Reservoir bertipe ground reservoir dengan ukuran 3 m x 2,5 m x 2 m. Sistem distribusi menggunakan sistem kombinasi antara sistem pemompaan dan gravitasi, dengan hasil perhitungan diameter pipa transmisi adalah 75 mm dan pipa distribusi bervariasi antara 15 mm – 25 mm. Untuk mendesain sistem penyediaan air bersih digunakan software EPANET 2.0.*

*Kata kunci : Air bersih, Perpipaan, Sistem Penyediaan.*

### **PENDAHULUAN**

Air bersih merupakan salah satu bagian yang sangat penting dari seluruh kebutuhan dasar kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Kebutuhan terhadap air bersih pada suatu daerah akan semakin bertambah dengan adanya peningkatan jumlah penduduk serta kemajuan pembangunan.

Kelurahan Gurabunga adalah suatu daerah yang berada di Kota Tidore Kepulauan tepatnya di Kecamatan Tidore merupakan salah satu daerah yang termasuk dalam pengembangan wilayah oleh pemerintah.

Saat ini belum ada sistem jaringan untuk kebutuhan air bersih oleh PDAM di kelurahan Gurabunga, disebabkan karena wilayah tersebut berada pada daerah ketinggian yang secara teknis sulit dilayani dari sumber air yang ada, disamping itu wilayah tersebut juga terpisah dari pusat kota. Sehingga perlu direncanakan system jaringan baru agar pendistribusian air bersih di daerah tersebut dapat terlayani.

Oleh karena itu selayaknya kelurahan Gurabunga mendapat perhatian dari pemerintah dalam hal pengembangan system pelayanan air bersih untuk beberapa tahun kedepan.

**Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari studi ini adalah:

1. Menganalisa kebutuhan air bersih di kelurahan Gurabunga sampai tahun 2032.
2. Merencanakan pengembangan sistem pelayanan air bersih kelurahan Gurabunga Kota Tidore Kepulauan

**Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat menjadi bahan pertimbangan buat pihak-pihak yang berkepentingan mengenai kebutuhan air bersih di kelurahan Gurabunga, dan dapat berguna sebagai bahan pembelajaran sehubungan dengan pengembangan ilmu pengetahuan.

**LANDASAN TEORI**

**Sumber Air**

Sumber air adalah tempat atau wadah air dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun dibawah permukaan tanah. Sumber-sumber air yang ada di seluruh bumi merupakan bagian yang berasal dari siklus hidrologi. Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup.

Sumber-sumber air yang digunakan sebagai air bersih adalah sebagai berikut :

1. Air hujan  
 Pada umumnya air hujan jarang digunakan sebagai sumber air secara langsung. Tetapi besarnya curah hujan sangat berpengaruh terhadap sumber air permukaan ataupun air tanah.
2. Air Permukaan  
 Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan terbagi atas dua bagian yaitu: sungai dan danau.
3. Air Tanah  
 Air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Air tanah terbagi atas 2 bagian yaitu: Air tanah dangkal dan Mata air.

**Ketersediaan Air**

Didalam perencanaan sistem pelayanan air bersih sangat diperlukan informasi mengenai sumber air. Dimana nantinya sumber air tersebut memiliki debit yang

cukup untuk mengalirkan air kepada konsumen. Selain informasi mengenai debit yang tersedia dari suatu sumber air, sangat diperlukan juga data-data atau informasi lainnya, seperti: kualitas air, jarak antara sumber air dengan konsumen, keadaan topografi dilokasi sumber air, yang mana nantinya data-data tersebut bisa membantu didalam pengembangan sistem pelayanan air bersih yang baru

**Menghitung pertumbuhan jumlah penduduk**

1. Analisis Regresi Linier

$$Y = a + bX$$

$$a = \frac{n(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

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

dimana :

Y = Jumlah Penduduk

X = Jumlah Tahun

a,b = Koefesien regresi

n = Jumlah data

r = Koefesien korelasi

2. Analisis Regresi Logaritma

$$Y = a + b \ln X$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum \ln X}{n}$$

$$b = \frac{n \sum (\ln X)Y - \sum (\ln X) \sum Y}{n \sum \ln X^2 - (\sum \ln X)^2}$$

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

dimana :

Y = Jumlah Penduduk

X = Jumlah Tahun

a,b = Koefesien regresi

n = Jumlah data

r = Koefesien korelasi

3. Analisis Regresi Eksponensial

$$Y = ae^{bx}$$

$$b = \left( \frac{n \sum X \ln Y - \sum X \sum \ln Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \right)$$

$$a = \text{Exp} \frac{\sum \ln Y - b \sum \ln X}{n}$$

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

Dimana :

- Y = Jumlah penduduk
- a,b = Koefisien regresi
- X = Tahun yang ditinjau
- n = Jumlah data
- r = Koefisien korelasi
- r<sup>2</sup> = Koefisien determinasi

Dalam memilih trend mana yang paling cocok untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki standar error (Se) yang paling kecil.

$$Se = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - a \sum Y - b \sum XY}{n - 2}}$$

dimana :

- Se = Standar error
- Y = Jumlah penduduk
- X = Tahun yang ditinjau
- n = Jumlah data
- a,b = Koefisien regresi

### **Kebutuhan air domestik**

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Yang termasuk dalam kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, minum, mencuci serta kebutuhan sehari-hari. Besarnya kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan besarnya pertumbuhan penduduk dan konsumsi air orang/Ltr/hari berdasarkan kategori kota.

### **Kebutuhan Air Non Domestik**

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk kepentingan sosial/umum seperti untuk rumah sakit, pendidikan, tempat ibadah, dll, dan juga untuk keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan, dll. Menurut standar yang ditetapkan oleh Dirjen Cipta Karya kebutuhan air untuk industri dan Sosial berkisar antara 15%-30% dari kebutuhan domestik.

### **Kehilangan Air**

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan

dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran/kehilangan air dilakukan dengan asumsi yaitu sebesar 15% dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non-domestik.

### **Kebutuhan Total Air Bersih**

Kebutuhan air total merupakan penjumlahan dari kebutuhan air domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

### **Kebutuhan Air Harian Maksimum Dan Jam Puncak**

Kebutuhan air harian maksimum (*max day*) adalah kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan, dan tahun dimana kebutuhan airnya sangat tinggi. Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali dengan faktor pengali yaitu 1.15 – 1.25.

Kebutuhan air jam puncak (*peak*) adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali dengan faktor pengali yaitu 1.65 – 2.00.

### **Unit-unit Sistem Pelayanan Air Bersih**

#### ***Bangunan Penangkap Air atau Intake***

Bangunan penangkap air merupakan suatu bangunan untuk menangkap/mengumpulkan air dari suatu sumber asal air untuk dapat dimanfaatkan. Fungsi dari bangunan ini sangat penting untuk menjaga kontinuitas pengaliran.

Bronkaptering adalah salah satu contoh bangunan penangkap air yang digunakan untuk menampung atau menangkap air dari mata air. Bangunan ini berbentuk bak, dan dari situ air dapat dialirkan ke reservoir-reservoir yang ada.

#### ***Sistem Distribusi atau pelayanan air bersih.***

Sistem distribusi air diklasifikasikan sebagai berikut:

##### Sistem Gravitasi (*Gravity system*),

Keadaan tempat dari sumber air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pendistribusiannya adalah sangat cocok untuk sistem ini.

##### Sistem Pemompaan (*pumping system*)

Pada sistem ini air dari bak penampung langsung dipompa ke dalam pipa distribusi. Cara ini digunakan jika daerah yang akan

dialiri berada lebih tinggi dari pada sumber air.

**Sistem Kombinasi (*dual system*)**

Sistem kombinasi yaitu gabungan antara sistem gravitasi dan sistem pompa. Pada sistem ini, pompa dihubungkan ke pipa distribusi dan juga ke bak penampungan yang lebih tinggi. Ketika kebutuhan air sedikit, air disimpan atau mengalir ke bak penampung, dan ketika kebutuhan air bertambah aliran air di dalam sistem distribusi ini disuplai dari pompa dan bak penampung.

Jadi, air disuplai dari dua sumber, pertama dari pemompaan dan kedua dari bak penampung itu sendiri dengan memanfaatkan ketinggian tempat (dengan gravitasi) sehingga sistem ini disebut dengan *dual system*.

**Reservoir**

Reservoir merupakan bangunan penampungan air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat, yang dapat ditempatkan dibawah tanah atau di atas tanah dalam bentuk menara atau tower.

**Kebutuhan Keran Umum/Hidran Umum**

Kebutuhan keran umum atau hidran umum dihitung berdasarkan jumlah penduduk hasil proyeksi dibagikan dengan kapasitas pelayanan dari keran umum itu sendiri.

**Jaringan Pipa**

Jaringan perpipaan yang dimaksud dalam bagian ini adalah perpipaan transmisi dan distribusi. Jaringan pipa transmisi merupakan jaringan pipa dimana air yang di distribusikan dimulai dari unit pengolahan sampai reservoir pembagi. Jaringan pipa distribusi merupakan jaringan dimana air yang distribusikan dimulai dari reservoir pembagi ke konsumen.

Pipa yang digunakan dalam jaringan berbagai macam jenisnya, misalnya pipa tanah liat bakar, bambu, pipa PVC, besi galvanisir (*Galvanized Iron*), baja, beton dan sebagainya. (Triatmadja, 2008)

**Pompa**

Kehilangan tenaga adalah ekivalen dengan penambahan tinggi elevasi, sehingga

efeknya sama dengan jika pompa menaikkan zat cair setinggi:

$$H = H_s + \sum H_f \tag{1}$$

**Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

**Geografi**

Daerah yang termasuk dalam lingkup wilayah studi adalah kelurahan Gurabunga Kecamatan Tidore Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara. Berdasarkan letak geografis Kelurahan Gurabunga berada antara 00°39.152’–00°41.722’LU dan 127°25.590’–127°24.660’BT.

Luas Kelurahan Gurabunga 384,54 Ha., dengan jumlah Kepala Keluarga 168 dan jumlah penduduk saat ini 624 jiwa.

Secara Geografis wilayah Gurabunga berbatasan langsung dengan :

- Sebelah utara : Kelurahan Kalaodi  
Kecamatan Tidore Timur
- Sebelah Selatan : Kelurahan Topo  
Kecamatan Tidore
- Sebelah Timur : Kelurahan Folarora  
Kecamatan Tidore
- Sebelah Barat : Kelurahan Jaya  
Kecamatan Tidore Utara

**Kondisi Sumber Air Bersih**

Sumber Air Bersih terletak di dataran rendah tepatnya di zona satu kelurahan Indonesiana, sumber air ini milik PDAM berupa sumur yang berjumlah 6 buah

**Kependudukan/Demografi**

Berdasarkan data dari badan Pusat Statistik Tidore, jumlah penduduk di Kelurahan Gurabunga Kota Tidore pada tahun 2003 sampai pada tahun 2012 adalah seperti dalam table berikut.

Tabel 1. Jumlah Penduduk Kelurahan Gurabunga dari tahun 2003-2012.

| No | Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) |
|----|-------|------------------------|
| 1  | 2003  | 596                    |
| 2  | 2004  | 598                    |
| 3  | 2005  | 597                    |
| 4  | 2006  | 599                    |
| 5  | 2007  | 601                    |
| 6  | 2008  | 602                    |
| 7  | 2009  | 603                    |
| 8  | 2010  | 606                    |
| 9  | 2011  | 625                    |
| 10 | 2012  | 624                    |

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Tidore Kepulauan

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Analisa Regresi

| ^ | Trend        | Y                             | r      | r <sup>2</sup> | Se     |
|---|--------------|-------------------------------|--------|----------------|--------|
| 1 | Linier       | 3,024x + 588,467              | 0.8597 | 0.739          | 5.7701 |
| 2 | Logaritma    | 10,63 ln(x) + 589,463         | 0.7201 | 0.5185         | 7.853  |
| 3 | Eksponensial | 588,728.e <sup>0,00598x</sup> | 0.8657 | 0.7494         | 5.7231 |

**Kondisi Eksisting Jaringan Air Bersih**

Kelurahan Gurabunga belum terpasang jaringan PDAM. Hal ini disebabkan karena wilayah tersebut berada pada daerah ketinggian yang secara teknis sulit dilayani dari sumber air yang ada, disamping itu wilayah tersebut juga terpisah dari pusat kota.

Untuk mengatasi masalah tersebut makaperlu direncanakan sistem jaringan baru agar kebutuhan air bersih di wilayah tersebut dapat terpenuhi untuk beberapa tahun kedepan, dengan cara memanfaatkan sumber air milik PDAM yang ada di dataran rendah dimana air akan ditampung terlebih dahulu pada bak penampung kemudian dipompa keatas menuju reservoir yang selanjutnya akan disalurkan kedaerah layanan secara gravitasi.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Prosedur Penelitian**

1. Survey lokasi dan pengambilan data, baik data primer maupun data sekunder.
2. Analisis data
  - a. Analisis pertumbuhan penduduk dengan metode regresi.
  - b. Analisis kebutuhan air bersih
3. Desain pengembangan system penyediaan air bersih dengan menggunakan *software* Epanet 2.0.
4. Analisis hasil / pembahasan.
5. Kesimpulan dan Saran
6. Selesai.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Pertumbuhan Penduduk**

Dalam perencanaan analisa kebutuhan air bersih diperlukan adanya analisa proyeksi jumlah penduduk karena kebutuhan air domestik di masa datang dihitung berdasarkan jumlah penduduk. Sistem jaringan air bersih yang akan dibangun dalam perencanaan ini ditetapkan memiliki umur

pemakaian selama 20 tahun.

Hasil analisa regresi pada Tabel 2. menunjukkan kesesuaian trend terbaik data pengamatan di wilayah studi terhadap tiga model trend yaitu analisa regresi linier, analisa regresi logaritma dan analisa regresi eksponensial.

Berdasarkan hasil analisa diatas diketahui trend regresi terbaik dengan r<sup>2</sup> terbesar dan Se terkecil adalah analisa regresi eksponensial dengan y = 588,728.e<sup>0,00598x</sup>, maka jumlah penduduk untuk proyeksi di Kelurahan Gurabunga dalam kurun 2013-2032 adalah sebagai berikut.

Tabel 3 Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Gurabunga

| Tahun | X  | Jumlah Penduduk (jiwa) |
|-------|----|------------------------|
| 2013  | 11 | 628.633                |
| 2014  | 12 | 632.393                |
| 2015  | 13 | 636.174                |
| 2016  | 14 | 639.979                |
| 2017  | 15 | 643.806                |
| 2018  | 16 | 647.655                |
| 2019  | 17 | 651.528                |
| 2020  | 18 | 655.425                |
| 2021  | 19 | 659.344                |
| 2022  | 20 | 663.287                |
| 2023  | 21 | 667.253                |
| 2024  | 22 | 671.243                |
| 2025  | 23 | 675.257                |
| 2026  | 24 | 679.296                |
| 2027  | 25 | 683.358                |
| 2028  | 26 | 687.444                |
| 2029  | 27 | 691.555                |
| 2030  | 28 | 695.691                |
| 2031  | 29 | 699.851                |
| 2032  | 30 | 704.036                |

**Analisa Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air rumah tangga didasarkan pada jumlah penduduk dan standar pemakaian air bersih dalam liter/orang/hari. Proyeksi kebutuhan air bersih di masa datang didasarkan pada hasil proyeksi jumlah penduduk yang ada di wilayah studi. Untuk kelurahan Gurabunga dengan jumlah penduduk 624 jiwa termasuk kota pusat pertumbuhan. Berdasarkan pada SK-SNI Air

Bersih, maka tingkat kebutuhan air minum rata-rata rumah tangga adalah sebesar 30 l/orang/hari untuk kota pusat pertumbuhan.

Tabel 4. Kebutuhan Air Domestik Kelurahan Gurabunga

| Tahun | Debit kebutuhan air domestik L/det<br>( $Q_d = (\text{Jumlah Penduduk} \times 30)$ ) |
|-------|--|
| 2013  | 0.218  |
| 2014  | 0.219  |
| 2015  | 0.221  |
| 2016  | 0.222  |
| 2017  | 0.224  |
| 2018  | 0.225  |
| 2019  | 0.226  |
| 2020  | 0.228  |
| 2021  | 0.229  |
| 2022  | 0.23   |
| 2023  | 0.232  |
| 2024  | 0.233  |
| 2025  | 0.234  |
| 2026  | 0.236  |
| 2027  | 0.238  |
| 2028  | 0.239  |
| 2029  | 0.24   |
| 2030  | 0.242  |
| 2031  | 0.243  |
| 2032  | 0.244  |

Tabel 5. Kebutuhan Air Non Domestik Kelurahan Gurabunga

| Tahun | Debit kebutuhan air non-domestik<br>( $Q_n = Q_d \times 30\%$ ) |
|-------|---|
| 2013  | 0.066   |
| 2014  | 0.066   |
| 2015  | 0.066   |
| 2016  | 0.067   |
| 2017  | 0.067   |
| 2018  | 0.068   |
| 2019  | 0.068   |
| 2020  | 0.068   |
| 2021  | 0.069   |
| 2022  | 0.069   |
| 2023  | 0.069   |
| 2024  | 0.07  |
| 2025  | 0.07  |
| 2026  | 0.071   |
| 2027  | 0.071   |
| 2028  | 0.072   |
| 2029  | 0.072   |
| 2030  | 0.073   |
| 2031  | 0.073   |
| 2032  | 0.073   |

### Analisa Kebutuhan Air Non Domestik

Berdasarkan pada Standard Dirjen Cipta karya, angka persentase yang dipakai untuk kebutuhan air non-domestik berdasarkan Tabel 5. adalah sebesar 30%.

### Analisa Kehilangan Air

Menurut standar penyediaan Air Bersih, penentuan kebocoran/kehilangan air dilakukan dengan asumsi yaitu sebesar 20% ( $r_a$ ) dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 6. Kehilangan Air Kelurahan Gurabunga

| Tahun | Kehilangan air<br>( $Q_a = Q_d + Q_n$ ) |
|-------|---|
| 2013  | 0.057                                   |
| 2014  | 0.057                                   |
| 2015  | 0.057                                   |
| 2016  | 0.058                                   |
| 2017  | 0.058                                   |
| 2018  | 0.059                                   |
| 2019  | 0.059                                   |
| 2020  | 0.059                                   |
| 2021  | 0.06                                    |
| 2022  | 0.06                                    |
| 2023  | 0.06                                    |
| 2024  | 0.061                                   |
| 2025  | 0.061                                   |
| 2026  | 0.061                                   |
| 2027  | 0.062                                   |
| 2028  | 0.062                                   |
| 2029  | 0.062                                   |
| 2030  | 0.063                                   |
| 2031  | 0.063                                   |
| 2032  | 0.064                                   |

### Analisa Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total pada Tabel 7. adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

### Analisa Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum (max day) adalah kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan, dan tahun dimana kebutuhan airnya sangat tinggi. kebutuhan air harian maksimum dihitung dengan rumus .

$$Q_m = 1,25 \times Q_t \quad (2)$$

Kebutuhan air jam puncak (peak) adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung dengan rumus.

$$Q_p = 1,75 \times Q_t \quad (3)$$

Tabel 7. Kebutuhan Air Total Kelurahan Gurabunga

| Tahun | Debit Total (Qt)<br>Qt = Qd + Qn + Qa |
|-------|---------------------------------------|
| 2013  | 0.341                                 |
| 2014  | 0.342                                 |
| 2015  | 0.345                                 |
| 2016  | 0.347                                 |
| 2017  | 0.349                                 |
| 2018  | 0.351                                 |
| 2019  | 0.353                                 |
| 2020  | 0.355                                 |
| 2021  | 0.358                                 |
| 2022  | 0.359                                 |
| 2023  | 0.361                                 |
| 2024  | 0.363                                 |
| 2025  | 0.366                                 |
| 2026  | 0.368                                 |
| 2027  | 0.371                                 |
| 2028  | 0.373                                 |
| 2029  | 0.375                                 |
| 2030  | 0.377                                 |
| 2031  | 0.379                                 |
| 2032  | 0.381                                 |

**Desain Sistem Jaringan Air Bersih**

Sumber air akan dimanfaatkan melalui sumur milik PDAM yang ada pada dataran rendah, awalnya air akan ditampung terlebih dahulu pada bak penampung 1 pada elevasi +39 m dari atas permukaan laut.

Kemudian air dipompa melalui pipa transmisi menuju pada bak penampung 2 dengan elevasi +107 m, selanjutnya air dipompa menuju reservoir induk pada daerah yang letak elevasinya lebih tinggi dari daerah layanan, yaitu pada elevasi +672 m.

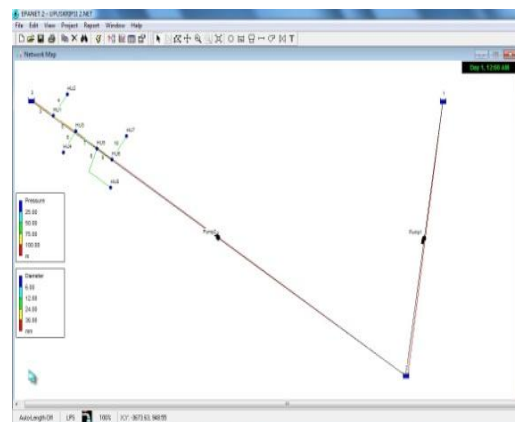
Setelah itu air akan didistribusikan secara sistem gravitasi melalui pipa distribusi menuju ke hidran-hidran umum yang direncanakan pada daerah layanan.

Tabel 8. Kebutuhan Air Harian Maksimum, dan Jam Puncak

| Tahun | Debit Total (Qt) | Debit Harian Max (Qm) | Debit Jam Puncak (Qp) |
|-------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| [1]   | [2]              | [3] = 1.25 x [2]      | [4] = 1.75 x [2]      |
| 2013  | 0.341            | 0.426                 | 0.596                 |
| 2014  | 0.342            | 0.428                 | 0.599                 |
| 2015  | 0.345            | 0.431                 | 0.603                 |
| 2016  | 0.347            | 0.433                 | 0.607                 |
| 2017  | 0.349            | 0.436                 | 0.61                  |
| 2018  | 0.351            | 0.439                 | 0.614                 |
| 2019  | 0.353            | 0.441                 | 0.618                 |
| 2020  | 0.355            | 0.444                 | 0.622                 |
| 2021  | 0.358            | 0.447                 | 0.626                 |
| 2022  | 0.359            | 0.449                 | 0.628                 |
| 2023  | 0.361            | 0.452                 | 0.632                 |
| 2024  | 0.363            | 0.454                 | 0.636                 |
| 2025  | 0.366            | 0.457                 | 0.64                  |
| 2026  | 0.368            | 0.46                  | 0.645                 |
| 2027  | 0.371            | 0.463                 | 0.648                 |
| 2028  | 0.373            | 0.466                 | 0.652                 |
| 2029  | 0.373            | 0.466                 | 0.652                 |
| 2030  | 0.377            | 0.471                 | 0.66                  |
| 2031  | 0.379            | 0.474                 | 0.664                 |
| 2032  | 0.381            | 0.477                 | 0.667                 |

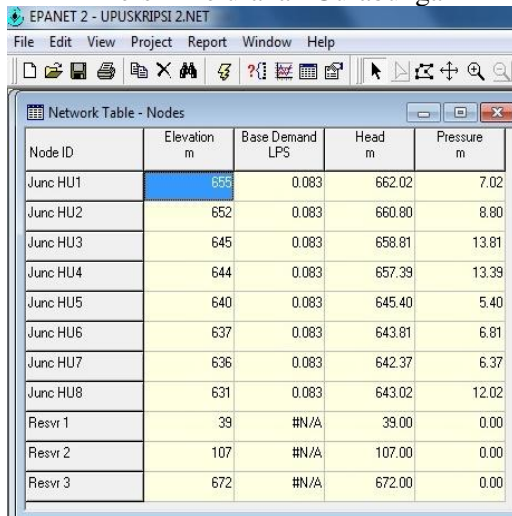
**Desain Jaringan Perpipaan**

Berikut ini disajikan hasil modeling dari jaringan-jaringan yang direncanakan dengan menggunakan Epanet berupa parameter-parameter “link” (pipa) dan “node” pada saat kebutuhan air maksimum dalam bentuk tabel dan juga disajikan dalam skema jaringan.



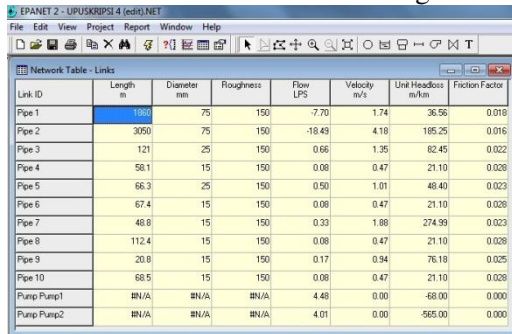
Gambar 1. Model Jaringan Air Bersih Kelurahan Gurabunga dengan Program Epanet 2.0

Tabel 9. “Node Parameter” Jaringan Air Bersih Kelurahan Gurabunga



| Node ID  | Elevation m | Base Demand LPS | Head m | Pressure m |
|----------|-------------|-----------------|--------|------------|
| Junc HU1 | 655         | 0.083           | 662.02 | 7.02       |
| Junc HU2 | 652         | 0.083           | 660.80 | 8.80       |
| Junc HU3 | 645         | 0.083           | 658.81 | 13.81      |
| Junc HU4 | 644         | 0.083           | 657.39 | 13.39      |
| Junc HU5 | 640         | 0.083           | 645.40 | 5.40       |
| Junc HU6 | 637         | 0.083           | 643.81 | 6.81       |
| Junc HU7 | 636         | 0.083           | 642.37 | 6.37       |
| Junc HU8 | 631         | 0.083           | 643.02 | 12.02      |
| Resvr 1  | 39          | #N/A            | 39.00  | 0.00       |
| Resvr 2  | 107         | #N/A            | 107.00 | 0.00       |
| Resvr 3  | 672         | #N/A            | 672.00 | 0.00       |

Tabel 10. “Link Parameter” Jaringan Air Bersih Kelurahan Gurabunga



| Link ID    | Length m | Diameter mm | Roughness | Flow LPS | Velocity m/s | Unit Headloss m/h | Friction Factor |
|------------|----------|-------------|-----------|----------|--------------|-------------------|-----------------|
| Pipe 1     | 190      | 75          | 150       | -7.70    | 1.74         | 36.56             | 0.018           |
| Pipe 2     | 3050     | 75          | 150       | -18.49   | 4.18         | 185.25            | 0.016           |
| Pipe 3     | 121      | 25          | 190       | 0.66     | 1.35         | 82.45             | 0.022           |
| Pipe 4     | 58.1     | 15          | 190       | 0.08     | 0.47         | 21.10             | 0.028           |
| Pipe 5     | 66.3     | 25          | 190       | 0.50     | 1.01         | 48.40             | 0.023           |
| Pipe 6     | 67.4     | 15          | 190       | 0.08     | 0.47         | 21.10             | 0.028           |
| Pipe 7     | 48.8     | 15          | 190       | 0.32     | 1.88         | 274.99            | 0.023           |
| Pipe 8     | 112.4    | 15          | 190       | 0.08     | 0.47         | 21.10             | 0.028           |
| Pipe 9     | 20.8     | 15          | 190       | 0.17     | 0.94         | 76.18             | 0.025           |
| Pipe 10    | 68.5     | 15          | 190       | 0.08     | 0.47         | 21.10             | 0.028           |
| Pump Pump1 | #N/A     | #N/A        | #N/A      | 4.48     | 0.00         | -58.00            | 0.000           |
| Pump Pump2 | #N/A     | #N/A        | #N/A      | 4.01     | 0.00         | -565.00           | 0.000           |

**Desain Bak Penampung Air**

Bronkaptering atau bangunan penampung air dibangun untuk menampung air dari jaringan PDAM yang ada. Volume bak penampung dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Volume bak penampung} = \text{Waktu detensi (td)} \times \text{Debit (Qt)} = P \times L \times T$$

$$\text{Waktu detensi} = 3 \text{ jam} = 10800 \text{ detik}$$

$$\text{Debit pemompaan rencana} = 3 \text{ liter/detik}$$

$$\text{Volume bak pengumpul} = 10800 \times 3 = 32400 \text{ liter} = 32,4 \text{ m}^3$$

$$\text{dengan dimensi: } P = 5 \text{ meter} \quad L = 3,5 \text{ meter} \quad T = 2 \text{ meter}$$

$$\text{volume bak penampung} = 5 \times 3,5 \times 2 = 35 \text{ m}^3 > 32,4 \text{ m}^3 \dots\text{OK!}$$

**Desain Hidrolis Reservoir**

Perhitungan ukuran reservoir sebagai berikut.

Kapasitas reservoir diambil sebesar 20% dari total kebutuhan harian maksimum yaitu 0,477liter/detik atau 0,000477 m<sup>3</sup>/detik.

$$\text{Kapasitas reservoir} = 0,20 \times 0,000477$$

$$\text{m}^3/\text{detik} \times (24 \times 3600) = 8,243\text{m}^3$$

Ukuran reservoir ditetapkan sebagai berikut:

$$\text{Panjang} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Air} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Dinding} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi Reservoir} = (4 \times 3 \times (1,5 - 0,25)) \text{ m} >$$

Kapasitas reservoir

$$= 15 \text{ m}^3 > 8,243\text{m}^3 \dots\text{OK!}$$

**Desain Hidrolis Hidran Umum**

Sesuai standar Dirjen Cipta Karya Dinas PU, 1998. jumlah jiwa per hidran umum (HU) untuk daerah perkotaan adalah 100 jiwa. Jumlah hidran umum dihitung sebagai berikut :

- Jumlah penduduk = 704 jiwa
- Jumlah hidran = 704 / 100 = 7,04 ≈ 8 hidran
- Kebutuhan air jam puncak = 0,667 liter/detik
- Kebutuhan air tiap hidran = 0,667/ 8 = 0,083 liter/detik/HU

Dengan demikian, setiap hidran direncanakan dapat melayani 100 jiwa dengan kebutuhan rata-rata air di tiap hidran sebesar 0,083 liter/detik dan kapasitas setiap hidran sebesar 2 m<sup>3</sup>.

**Debit Kebutuhan Air Periode Per Jam**

Kebutuhan air per jam daerah layanan Kelurahan Gurabunga dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 11. Perhitungan Debit Kebutuhan Air Per Jam Kelurahan Gurabunga**

| Jam          | Debit Kebutuhan (liter/detik) | Kebutuhan Air (liter) |
|--------------|-------------------------------|-----------------------|
| 00.00-01.00  | 0                             | 0                     |
| 01.00-02.00  | 0                             | 0                     |
| 02.00-03.00  | 0                             | 0                     |
| 03.00-04.00  | 0                             | 0                     |
| 04.00-05.00  | 0.381                         | 1372                  |
| 05.00-06.00  | 0.667                         | 2402                  |
| 06.00-07.00  | 0.667                         | 2402                  |
| 07.00-08.00  | 0.667                         | 2402                  |
| 08.00-09.00  | 0.667                         | 2402                  |
| 09.00-10.00  | 0.667                         | 2402                  |
| 10.00-11.00  | 0.667                         | 2402                  |
| 11.00.-12.00 | 0.381                         | 1372                  |



|             |       |      |
|-------------|-------|------|
| 12.00-13.00 | 0.381 | 1372 |
| 14.00-15.00 | 0.381 | 1372 |
| 15.00-16.00 | 0.381 | 1372 |
| 16.00-17.00 | 0.667 | 2402 |
| 17.00-18.00 | 0.667 | 2402 |
| 18.00-19.00 | 0.667 | 2402 |
| 19.00-20.00 | 0.381 | 1372 |
| 20.00-21.00 | 0.381 | 1372 |
| 21.00-22.00 | 0.381 | 1372 |
| 22.00-23.00 | 0.381 | 1372 |
| 23.00-24.00 | 0     | 0    |

## Pembahasan

### Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk di Kelurahan Gurabunga dihitung menggunakan tiga metode regresi yaitu metode regresi linier, regresi logaritma, dan regresi eksponensial. Namun yang dipakai untuk mencari perkiraan pertumbuhan untuk 20 tahun kedepan menggunakan metode regresi Eksponensial, karena metode tersebut mempunyai standar error yang lebih kecil dibanding kedua metode regresi yang lain. Maka dengan itu kita dapat melihat perkembangan pertumbuhan penduduk di Kelurahan Guarabunga sampai dengan 20 tahun kedepan yaitu pada tahun 2032 sebesar 704 jiwa.

### Kebutuhan dan Kehilangan Air

Untuk kebutuhan air domestik pada tahun 2013 adalah 18870 liter/ hari dan pada tahun 2032 adalah 21120 liter/hari. Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik pada tahun 2013 adalah 5661 liter/hari dan pada tahun 2032 adalah 6336 liter/hari.

Untuk kehilangan air pada tahun 2013 terjadi kehilangan air sebanyak 0,057 liter/detik dan pada tahun 2032 terjadi kehilangan air sebanyak 0,064 liter/detik. Sehingga jumlah kebutuhan air total yaitu kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air dapat yaitu pada tahun 2013 adalah 0,341 liter/detik dan pada tahun 2032 adalah sebesar 0,381 liter/detik.

Untuk kebutuhan air harian maksimum debit total dikalikan dengan faktor pengali yaitu 1,25 maka pada tahun 2013 didapat sebesar 0,426 liter/detik dan pada tahun 2032

sebesar 0,477 liter/detik, sedangkan kebutuhan air jam puncak debit total dikalikan dengan factor pengali yaitu 1,75 sehingga pada tahun 2013 didapat sebesar 0,596 liter/detik dan pada tahun 2032 sebesar 0,667 liter/detik.

### Desain Sistem Jaringan Air Bersih

- a. Bak penampung (Bronkaptering)  
Volume dari bak penampung adalah 35 m<sup>3</sup>, dan dimensi dari bak penampung adalah : P = 5 meter, L = 3,5 meter, dan T = 2 meter.
- b. Pipa transmisi  
Dalam mendesain sistem jaringan air bersih digunakan software Epanet 2.0 di mana dari program tersebut didapat diameter untuk pipa transmisi yaitu 75 mm yang menghubungkan dari bak penampung 1 ke bak penampung 2 dengan panjang 1860 m, dan dari bak penampung 2 ke reservoir panjangnya 3050 m.
- c. Pipa distribusi  
Diameter untuk pipa distribusi yaitu antara 15 mm dan 25 mm dengan jumlah panjang keseluruhan pipa distribusi yaitu 563,3 m.
- d. Reservoir  
Ukuran reservoir diambil 20% dari kebutuhan harian maksimum berdasarkan ketentuan perencanaan dari Dirjen Cipta Karya untuk kategori kota kecil, sehingga Kapasitas dari reservoir 8,243 m<sup>3</sup> dengan dimensi P = 4 meter, L = 3 meter, Tinggi = 2 meter.
- e. Hidran umum  
Jumlah hidran umum yang tersebar di daerah pelayanan ada 8 hidran umum dengan mengikuti pola penyebaran rumah penduduk. dan kebutuhan air tiap hidran 0,083 liter/detik dan kapasitas tiap hidran sebesar 2 m<sup>3</sup>.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis kebutuhan air bersih penduduk Kelurahan Gurabunga pada tahun 2032 mencapai 46,759 liter/orang/hari.
2. Perencanaan sistem penyediaan air bersih direncanakan berdasarkan debit jam puncak kebutuhan penduduk Kelurahan

- Gurabunga. Dengan kebutuhan jam puncak sebesar 0,667 liter/detik pada tahun 2032.
3. Sistem distribusi yang dipakai untuk pengembangan sistem pelayanan air bersih di kelurahan Gurabunga dengan cara gabungan (pompa dan gravitasi). Sistem ini terdiri dari bak penampung, pipa transmisi, reservoir dengan tipe *ground reservoir*, pipa distribusi, dan hidran umum yang tersebar di daerah layanan
  4. Kapasitas reservoir = 8,243 m<sup>3</sup>, dengan dimensi reservoir (3 m x 2,5 m x 2 m). Jumlah Hidran umum ada 8 buah, kapasitas tiap hidran umum 2 m<sup>3</sup>, dengan kebutuhan air tiap hidran 0,083 liter/detik, Analisis sistem jaringan air bersih di Kelurahan Gurabunga menggunakan program Epanet 2.0. Diameter pipa transmisi 75 mm, yang menghubungkan dari bak penampung 1 ke bak penampung 2 dengan panjang pipa 1860 meter, dan dari bak penampung 2 ke reservoir panjang pipa 3050 meter. Sedangkan diameter pipa distribusinya antara 15 mm dan 25 mm, dengan jumlah panjang keseluruhan pipa distribusi 563,3 meter.
- Saran**
1. Untuk mengantisipasi pemakaian air di daerah yang dilayani oleh sumur 3 dan sumur 5 maka perlu disiapkan pengadaan sumur baru untuk melayani di daerah tersebut.
  2. Apabila sistem pelayanan air bersih telah dioperasikan, maka sebaiknya perlu dibentuk organisasi pengelola, dan pengoperasianya diserahkan kepada meraka untuk mengatur pendistribusian air ke pelanggan dan untuk pemeliharanya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Birdi, G.S., 1979, *Water Supply and Sanitary Engineering*, Dhanpat Rai and Sons, Nai Sarah Delhi.
- Haested, B., 2001. *Pemodelan Sistem Penyediaan Air Bersih*, Erlangga, Jakarta.
- KIMPRASWIL, 2002. *Pedoman/Petunjuk dan Manual Bagian: 6 Air Minum Perkotaan*, Jakarta.
- KSK Kota Tidore, 2006., *Kota Tidore dalam angka 2006*, BPS Kota Tidore Kepulauan, Kota Tidore.
- KSK Kota Tidore, 2012. *Kota Tidore dalam angka 2012*, BPS Kota Tidore Kepulauan, Kota Tidore.
- Triatmadja, Radiana., 2008. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 1993. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.