

# ANALISIS JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMAHAN GOLDEN VIENNA 1 DAN 2 KOTA TANGERANG SELATAN

## PIPE DISTRIBUTION NETWORK ANALYSIS OF GOLDEN VIENNA 1 AND 2, SOUTH TANGERANG

<sup>1</sup>Retno Dwi W, <sup>2</sup>Budi Santosa

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma

<sup>1</sup> retnordw18@gmail.com; <sup>2</sup> bsantosa@staff.gunadarma.ac.id

### Abstrak

Jaringan pipa distribusi air eksisting di perumahan Golden Vienna 1 dan 2 dikatakan belum optimal dikarenakan faktor tekanan dan kecepatan air di dalam pipa yang rendah pada waktu tertentu. Serta kebutuhan debit air yang lebih besar dibandingkan suplai yang tersedia. Penelitian ini bertujuan mengetahui kebutuhan air bersih harian pelanggan serta menganalisis jaringan pipa distribusi air bersih di perumahan Golden Vienna 1 dan 2, Kota Tangerang Selatan. Analisis jaringan pipa distribusi ini menggunakan perangkat lunak EPANET 2.0. Hasil simulasi EPANET 2.0 kemudian dibandingkan dengan hasil analisis manual menggunakan perhitungan hidraulika (Hazen-William). Dari hasil penelitian, diketahui kebutuhan debit harian yang harus dipenuhi sebesar 209.547 liter/hari dan total fluktuasi debit sebesar 210.359 liter/hari. Sebanyak 15 pipa yang nilai headloss nya tidak memenuhi standar sebesar 10m/km . Sebanyak 2 pipa tekanan airnya tidak sesuai kriteria sebesar 1-5 atm, serta sebanyak 28 pipa yang nilai kecepatan aliran airnya tidak sesuai kriteria sebesar 0,3-3 m/s. Rekomendasi perbaikan dari segi manajerial pada jaringan perpipaan distribusi air bersih perumahan Golden Vienna 1 dan 2, yakni melakukan perubahan diameter pipa eksisting sehingga tekanan dan kecepatan pada jaringan pipa dapat optimal . Terdapat perbedaan nilai tekanan air yang cukup signifikan antara hasil simulasi model EPANET dengan hasil analisis manual menggunakan hidraulika (Hazen-Williams) dikarenakan penambahan beberapa item pada EPANET 2.0 yang tidak ada pada jaringan eksisting. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kondisi untuk running.

**Kata kunci:** EPANET 2.0, Jaringan Pipa Distribusi, Tekanan Air, Hazen-Williams.

### Abstract

Existing water distribution network in Golden Vienna 1 and 2 are not optimal due to the pressure factor and low velocity in the pipelines at certain times. This study aims to determine the needed of daily clean water and analyze water distribution network in Golden Vienna 1 and 2, South Tangerang. Analysis of this distribution network uses EPANET 2.0 and manual calculations using the Hazen William formula. From the results of the study, it is known that the daily discharge requirements is 209,547 liter/day and the total fluctuation of discharge is 210,359 liter/day. Head loss values of 15 pipes do not meet the standard of 10 m/km. 2 pipes pressure do not meet the criteria of 1-5 atm, and 28 pipes do not meet velocities criteria of 0.3-3 m /s. Based on EPANET 2.0 simulation it is known that for 07.00 WIB the highest pressure is 98 m at node 4 and the lowest pressure is -16.30 m at node 42. The highest velocity is 7.15 m /sec on the pipe 1 and the lowest is 5.15 m/sec in pipe 7. As for the lowest hour 02.00 WIB, the highest pressure is 75.56 m and the lowest pressure is 51.50 m. The highest velocity is 6.04 m /sec and the lowest speed is 0.001 m / sec. Recommendations for managerial improvement in the Golden Vienna 1 and 2 by changing the diameter of the existing pipes.

**Keywords:** EPANET 2.0, Hazen Williams, Water Distribution Network, Water Pressure.

## PENDAHULUAN

Penyediaan dan pelayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk pada suatu daerah. Hal ini terkadang tidak diimbangi oleh kinerja yang memadai (Hidayat, 2015 dan Nurprabowo, dkk, 2016). Kebutuhan air yang terus meningkat, jika tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi air bersih akan menimbulkan masalah, di mana air bersih yang tersedia tidak akan cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat pada wilayah tersebut (Andika, 2010). Kinerja sistem penyediaan air bersih pun tidak hanya ditentukan oleh besarnya kapasitas produksi atau pun sumber, namun volume air tersebut juga harus sampai pada simpul-simpul layanan dengan aliran dan tinggi tekanan yang memadai sesuai kebutuhan (Maindoka dkk, 2011, dan Ramadhan, 2014). Kinerja jaringan yang kurang dalam memenuhi distribusi air dapat diakibatkan oleh adanya faktor-faktor dalam desain eksisting sebuah jaringan distribusi air yang tidak begitu optimal dalam menyalurkan air. Kondisi ideal untuk semua node jaringan distribusi air pada pelanggan adalah tidak adanya ketimpangan mengenai aliran air, yang dapat ditunjukkan melalui tekanan pada node. Tekanan di semua node harus memenuhi persyaratan tekanan minimum dan konstan di setiap jamnya. Salah satu kasus nya terjadi pada perumahan Golden Vienna 1 dan 2 di Bumi Serpong Damai (BSD) Sektor 12. Berdasarkan hasil pencatatan debit air pada tiap node, terlihat bahwa ketersediaan air yang ada pada tandon milik BSD tidak dapat memenuhi kebutuhan air pelanggan. Hal tersebut diakibatkan oleh parameter *headloss* dan kecepatan pada saat jam puncak menunjukkan angka yang belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri PU no. 18 Tahun 2007 dan Departemen PU Cipta Karya, 1998. Oleh karena itu tingkat energi relatif pada tiap simpul pipa menunjukkan perbedaan yang

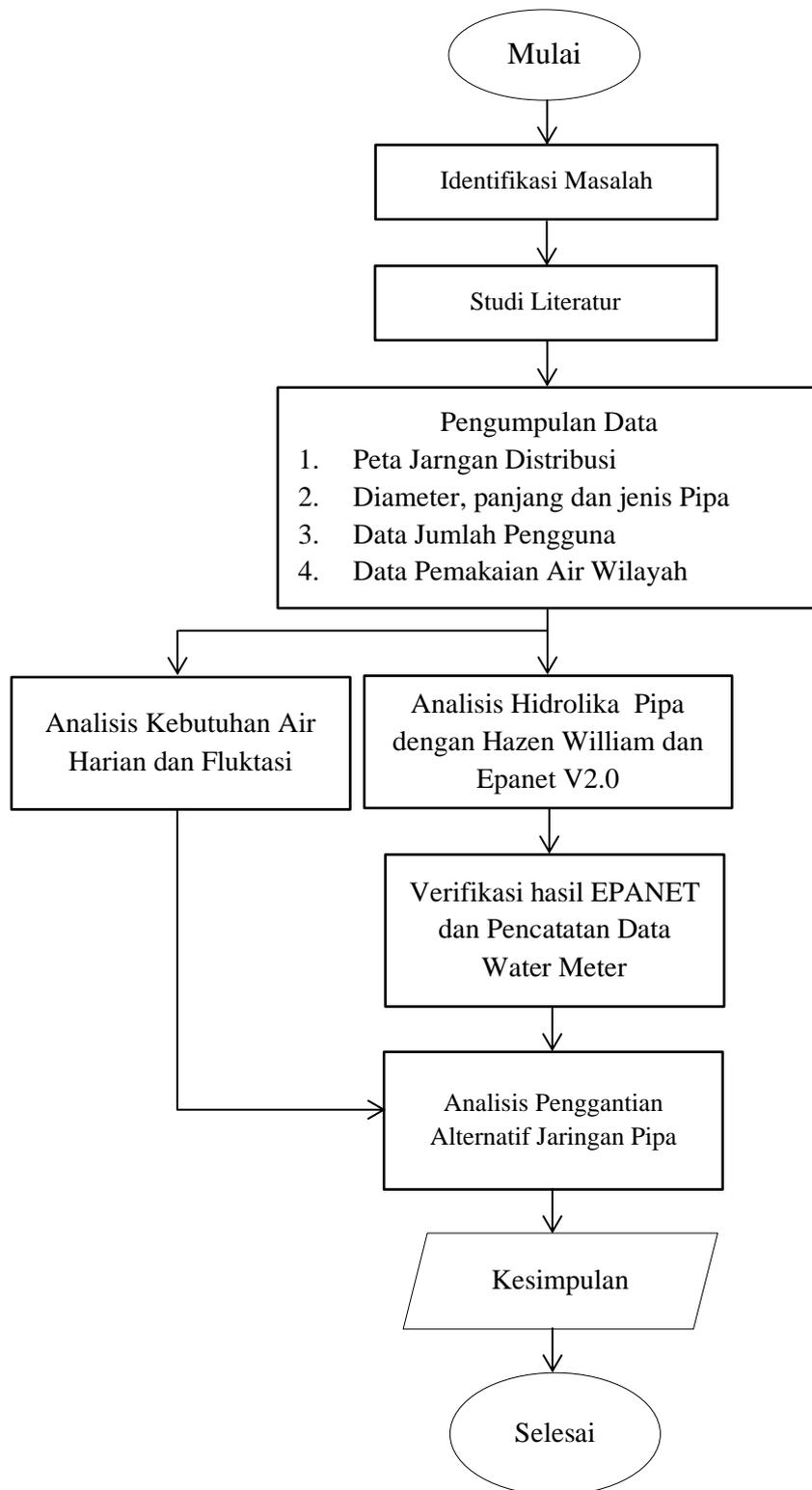
sangat besar. Hal ini menunjukkan bahwa, terdapat permasalahan pada jaringan distribusi di BSD Sektor 12 yang tidak sesuai/melebihi dari standarnya, yang akan menyebabkan kekurangan air bagi pengguna air bersih pada saat jam puncak. Berbagai permasalahan inilah yang menyebabkan perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut yang bertujuan untuk mengetahui besaran kebutuhan debit harian dan pola aliran air pada jaringan pipa distribusi air bersih yang berkerja dalam kurun waktu 24 Jam. Sehingga dapat diketahui apakah kapasitas produksi dan jaringan distribusi yang ada dapat memenuhi kebutuhan pada tiap titik sambungan rumah. Serta dapat dilakukan tindakan perbaikan untuk menghasilkan sistem jaringan dan kebutuhan air yang optimal. Dalam melakukan analisa jaringan perpipaan distribusi air bersih, dibutuhkan perangkat bantuan untuk mempermudah dalam melakukan analisa. Penulis menggunakan *software* EPANET 2.0 dan perhitungan manual menggunakan rumus hidraulika Hazen Williams.

## METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian ilmiah ini berada di perumahan golden vienna 1 dan 2 Bumi Serpong Damai (BSD) Sektor 12, Tangerang Selatan.

Penelitian ini berfokus dalam analisis pola kebutuhan air dan sistem jaringan distribusi air yang berada pada lokasi tersebut. Langkah – langkah yang dilakukan pada penelitian ini diawali dengan melakukan pendefinisian masalah, studi literatur untuk menentukan tujuan akhir dari penelitian, dilanjutkan dengan pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, serta pengambilan kesimpulan. Semua data yang dikumpulkan berupa data sekunder yang diperlukan dalam pemodelan jaringan distribusi air bersih di perumahan Golden Vienna 1 dan 2. Data-data tersebut meliputi, data jaringan perpipaan, data pemakaian air oleh pelanggan, data pengukuran meter induk,

dan data pola pemakaian air. Analisis debit dan tekanan dilakukan berdasarkan perhitungan hidraulika dan hasil simulasi menggunakan aplikasi EPANET 2.0.



**Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kebutuhan Air Harian

#### a) Jumlah Pengguna

Dalam perhitungan jumlah pengguna, penulis membuat beberapa asumsi yaitu mengasumsikan bahwa dalam satu rumah dihuni oleh 5 orang (*Juklak - Operasional Tingkat Desa WSLIC-2*).

Berdasarkan Tabel 1 maka total jumlah asumsi pengguna adalah 1075 dengan total SR sebanyak 215.

#### b) Kebutuhan Air Domestik, Non-Domestik dan Sosial

Perhitungan debit tidak mempertimbangkan kebutuhan non domestik dikarenakan jaringan pipa distribusi diperuntukan untuk perumahan yang tidak memiliki fasilitas seperti sekolah maupun rumah sakit. Menggunakan persamaan sebagai berikut:

Kebutuhan Domestik

$$Q_d = \text{jumlah jiwa} \times \text{rata-rata kebutuhan air}$$

$$= 1075 \text{ jiwa} \times 189 \text{ liter/orang/hari} \\ = 0,00235 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ atau } 2,3547 \text{ liter/detik}$$

Kebutuhan Sosial

$$Q_s = 3\% \times Q_d \\ = 6103,2 \text{ liter/hari}$$

Hasil perhitungan Kebutuhan air domestik ( $Q_d$ ) sebesar 203.444 liter/hari, Kebutuhan

air non domestik ( $Q_{nd}$ ) 0 liter/hari. Kebutuhan air sosial ( $Q_s$ ) 6103,2 liter/hari dengan debit maksimum dalam 1 hari ( $Q_{max}$ ) sebesar 235112,1 liter/hari.

#### c) Kebutuhan Debit Puncak ( $Q_{peak}$ )

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum (1994) faktor jam puncak adalah 1,5, nilai  $C_1 = 1,5$  di ambil nilai konstanta maksimum untuk kemungkinan terburuk pada saat jaringan pipa beroperasi. Faktor fluktuasi kebutuhan air jam puncak dapat dilihat pada persamaan 3 (Rosadi 2011), yaitu :

$$Q_{peak} = C_1 \times Q_r \\ Q_{peak} = 1,5 \times 213738,3 \text{ liter/hari} \\ = 320607,4 \text{ liter/hari} = \\ 0,00514 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ atau } 5,14 \text{ liter/detik}$$

sedangkan faktor harian maksimum adalah sebesar 1,1. Maka kebutuhan debit jam puncak adalah 320.607,4 liter/ hari.

#### d) Fluktuasi Pemakaian Air

Menurut perhitungan kebutuhan air yang dilakukan pada Tabel 2 didapat perhitungan fluktuasi kebutuhan air daerah layanan WTP XII untuk perumahan Golden Vienna 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 2,

**Tabel 1. Pembagian Area dan Jumlah pelanggan**

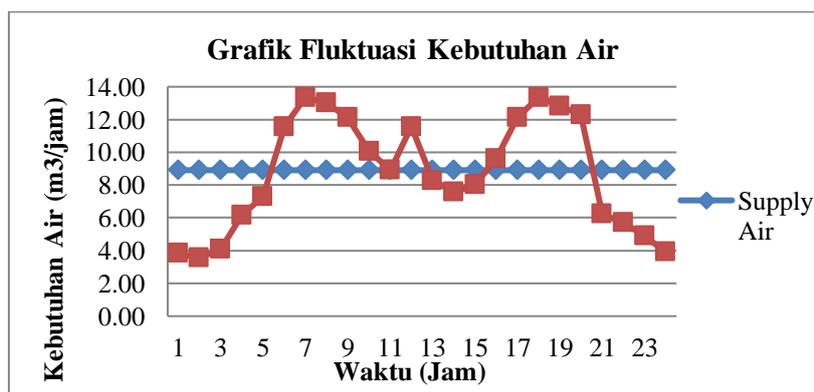
| No.                   | Wilayah BSD Sektor XII | Jumlah Sambungan (Rumah Huni) | Asumsi Jumlah Pengguna |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| C                     | MA Distribusi 3        |                               |                        |
| CI                    | Distrik 1              |                               |                        |
|                       | XII.3.Golden Vienna 1  | 99                            | 495                    |
| CI.A                  | Distrik 1A             |                               |                        |
|                       | XII.3.Golden Vienna 2  | 116                           | 580                    |
| <b>TOTAL PENGGUNA</b> |                        | <b>215</b>                    | <b>1075</b>            |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

**Tabel 2. Fluktuasi Kebutuhan Air dan Suplai Air dalam 1 Hari**

| Waktu         | Suplai air m <sup>3</sup> /jam | Load Factor | Kebutuhan air m <sup>3</sup> /jam | Selisih |
|---------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------|
| 24.00 - 01.00 | 8,91                           | 0,43        | 3,830                             | 5,076   |
| 01.00 - 02.00 | 8,91                           | 0,4         | 3,562                             | 5,344   |
| 02.00 - 03.00 | 8,91                           | 0,46        | 4,097                             | 4,809   |
| 03.00 - 04.00 | 8,91                           | 0,69        | 6,145                             | 2,761   |
| 04.00 - 05.00 | 8,91                           | 0,82        | 7,303                             | 1,603   |
| 05.00 - 06.00 | 8,91                           | 1,3         | 11,578                            | (2,672) |
| 06.00 - 07.00 | 8,91                           | 1,5         | 13,359                            | (4,453) |
| 07.00 - 08.00 | 8,91                           | 1,46        | 13,003                            | (4,097) |
| 08.00 - 09.00 | 8,91                           | 1,36        | 12,112                            | (3,206) |
| 09.00 - 10.00 | 8,91                           | 1,13        | 10,064                            | (1,158) |
| 10.00 - 11.00 | 8,91                           | 1           | 8,906                             | -       |
| 11.00 - 12.00 | 8,91                           | 1,3         | 11,578                            | (2,672) |
| 12.00 - 13.00 | 8,91                           | 0,93        | 8,283                             | 0,623   |
| 13.00 - 14.00 | 8,91                           | 0,85        | 7,570                             | 1,336   |
| 14.00 - 15.00 | 8,91                           | 0,9         | 8,015                             | 0,891   |
| 15.00 - 16.00 | 8,91                           | 1,08        | 9,618                             | (0,712) |
| 16.00 - 17.00 | 8,91                           | 1,36        | 12,112                            | (3,206) |
| 17.00 - 18.00 | 8,91                           | 1,5         | 13,359                            | (4,453) |
| 18.00 - 19.00 | 8,91                           | 1,44        | 12,825                            | (3,919) |
| 19.00 - 20.00 | 8,91                           | 1,38        | 12,290                            | (3,384) |
| 20.00 - 21.00 | 8,91                           | 0,7         | 6,234                             | 2,672   |
| 21.00 - 22.00 | 8,91                           | 0,64        | 5,700                             | 3,206   |
| 22.00 - 23.00 | 8,91                           | 0,55        | 4,898                             | 4,008   |
| 23.00 - 24.00 | 8,91                           | 0,44        | 3,919                             | 4,987   |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.



**Gambar 2. Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air 24 Jam**

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

Terlihat pada Gambar 2 bahwa suplai kebutuhan air belum dapat mencukupi pada pukul 06.00 - 10.00 pagi dan 16.00 - 20.00.

Maka, kapasitas sumber WTP 12 Debit yang ada dianggap belum mencukupi karena

kebutuhan debit/ jam nya lebih besar dari suplai air yang ada.

### Analisis Hidraulika Sistem Jaringan Pipa

Pembebanan jaringan yang dimaksud adalah kebutuhan air (debit) setiap simpul layanan .Analisis ini juga dimaksudkan untuk meninjau dimensi pipa terpasang sehingga dapat diketahui layak tidaknya dimensi pipa yang terpasang dalam mendistribusikan air dari resevoir ke perumahan Golden Vienna 1 dan 2.

#### a. Debit Aliran Jaringan Pipa

Menurut Apriadi (2008), air baku untuk air bersih adalah air yang harus dapat digunakan secara terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap. Mengambil asumsi aliran turbulen (Triatmodjo 2003) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Q = -0,965 \times D^2 \times a \times \ln \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \times D} + \frac{1,78 \times v}{D \times a} \right)$$

$$Q = -0,965 \times 0,3^2 \times 0,05 \times \ln \left( \frac{0,00015}{3,7 \times 0,3} + \frac{1,78 \times 0,0000008}{0,3 \times 0,05} \right)$$

$$= 0,016 \text{ m}^3/\text{det}$$

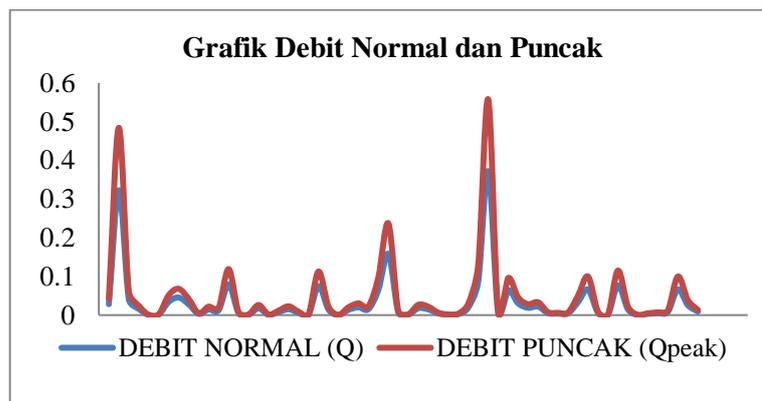
Berdasarkan hasil perhitungan bahwa total kebutuhan debit menggunakan perhitungan hidraulika pada jaringan pipa sebesar 2,041 liter/detik, nilai ini masih lebih kecil dibandingkan dengan total kebutuhan harian maksimum yang dihasilkan sebesar 2,721 liter/detik. Sedangkan total debit maksimum jaringan pipa pada jam puncak dengan perhitungan hidraulika sebesar 3,061 dengan total perhitungan kebutuhan debit dalam satu hari sebesar 5,07 liter/detik perbandingan debit dapat dilihat pada Gambar 3.

#### b. Kecepatan Aliran Jaringan Pipa

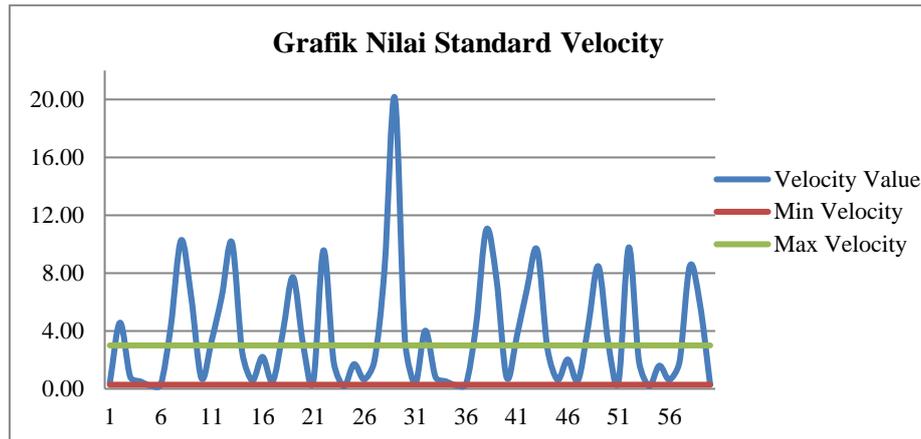
Setelah debit desain diketahui, diameter pipa diasumsikan sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran dalam pipa tetap antara 0,6 hingga 3 m/s. Jaringan perpipaan akan lebih mudah dihitung dengan persamaan empiris yang tidak memerlukan tabel maupun diagram moody untuk menentukan nilai koefisien geseknya. Persamaan empiris yang paling banyak digunakan adalah persamaan berikut :

$$V = \frac{Q}{A}$$

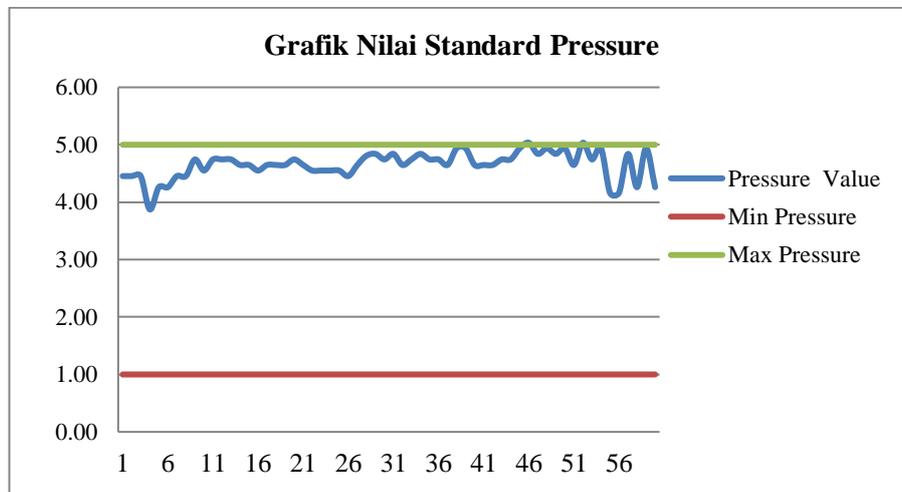
$$V = \frac{0,016}{0,0314} = 0,51 \text{ m/det}$$



Gambar 3. Grafik Debit Normal dan Debit Puncak pada Tiap Pipa  
Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.



**Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai dan Standard Velocity**  
 Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.



**Gambar 5. Grafik perbandingan Nilai dan Standard Pressure**  
 Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

Berdasarkan hasil perhitungan penulis dan Gambar 4 diatas, bahwa jaringan pipa eksisting pada perumahan golden vienna 1 dan 2 belum maksimal, ditunjukkan dengan angka yang ditandai dengan warna merah. Bahwa kecepatan aliran pipa masih belum optimal dengan standar kecepatan aliran dalam pipa tetap antara 0,3 hingga 3 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa diameter pipa yang dilalui air terlalu kecil atau terlalu besar.

**c. Tekanan Air Jaringan Pipa**

Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan, maka hal wajib yang harus diperhatikan

adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 5 mka (meter kolom air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m) dan paling tinggi adalah 5 atm atau setara dengan 50 m (Anonim 2007). Menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = \rho \times g \times H$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 40$$

$$P = 392,400 \text{ N/m}^2 = 3,87 \text{ atm} = 38,7 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan penulis, dapat dikatakan jaringan pipa eksisting pada perumahan golden vienna 1 dan 2 belum maksimal,. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3. 4 dan 5. Pada Gambar 3 terdapat beberapa nilai *velocity* pipa yang jauh dibawah *standard* (ditunjukkan dengan garis hijau pada grafik)

yaitu sebanyak 28 pipa tidak memenuhi *standard velocity* sebesar 0,3-3 m/s. Sedangkan untuk nilai *pressure* sebanyak 2 pipa melebihi *standard* 1-5 atm dan pada gambar 5 terdapat 15 buah pipa yang tidak memenuhi *standard headloss* sebesar 10m/km.

#### d. Kehilangan Tinggi Mayor (*Mayor Headloss*)

Fluida yang mengalir ke dalam pipa akan mengalami tegangan geser dan gradient kecepatan pada seluruh medan karena adanya kekentalan kinematik. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran (TriatmodjoII, 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. Nilai kekasaran pipa berbeda menyesuaikan dengan berikut adalah contoh perhitungan kecepatan pipa nomer 5 menggunakan persamaan berikut :

$$H_f = K \times Q^{1,85}$$

$$H_f = 912,62 \times 0,016^{1,85}$$

$$H_f = 0,43 \text{ m/km} < 10 \text{ m/km (OK)}$$

Dikarenakan nilai K (koefisien) belum diketahui, maka harus dicari terlebih dahulu dengan persamaan 8

$$K = \frac{10,675 \times L}{C_{hw}^{1,85} \times D^{4,87}}$$

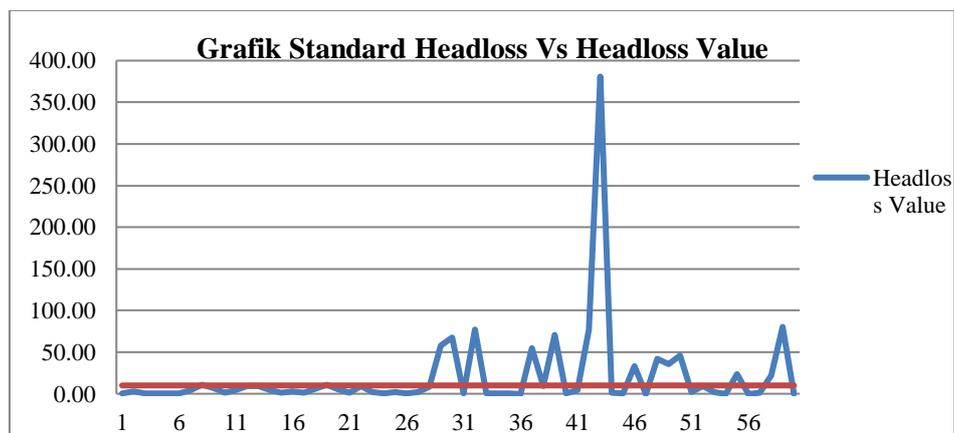
$$K = \frac{10,675 \times 169,02}{100^{1,85} \times 0,2^{4,87}}$$

$$K = 912,62$$

Dari hasil perhitungan *headloss* pipa diketahui bahwa beberapa diameter pipa yang terpasang tidak mampu mengalirkan air dari reservoir. Hal ini ini dapat dilihat pada Gambar 6 dengan mengambil contoh pipa nomor 44. Nilai *headloss* yang dihasilkan sangat besar yaitu 380 m/km jauh melebihi standar *headloss* pipa sebesar 10m/km. Hal ini dikarenakan diameter pipa terpasang terlalu kecil dibandingkan dengan debit yang melaluinya dan jarak tempuh air (panjang pipa) sangat besar menyebabkan kehilangan tinggi yang besar. Rekomendasi yang diberikan yaitu perlu dilakukan perbaikan dengan memperbesar dimensi pipa.

#### ANALISIS PROGRAM EPANET 2.0

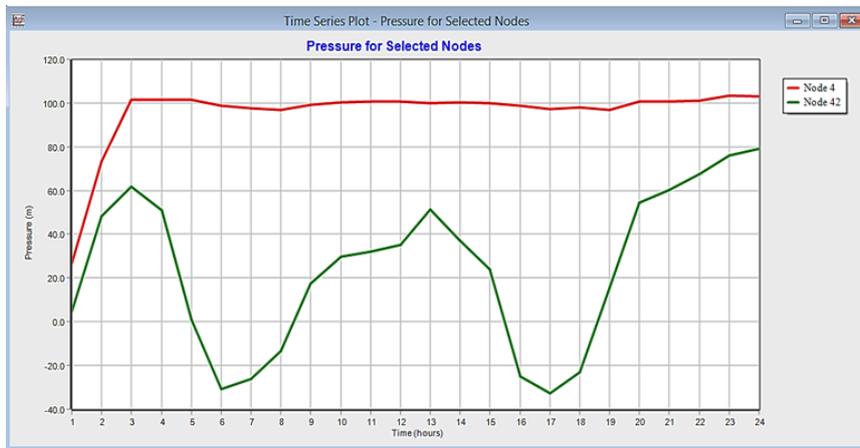
Model jaringan akan disimulasikan dalam dua tahap untuk memberikan gambaran secara jelas bagaimana simulasi ini bisa digunakan untuk mendeteksi pembebanan jaringan pada pemakaian air tertinggi yaitu pukul 07.00 WIB dan pemakaian air terendah pada pukul 02.00 WIB.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai dan *Standard Headloss*

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

**b. Simulasi EPANET Pukul 07.00 WIB**



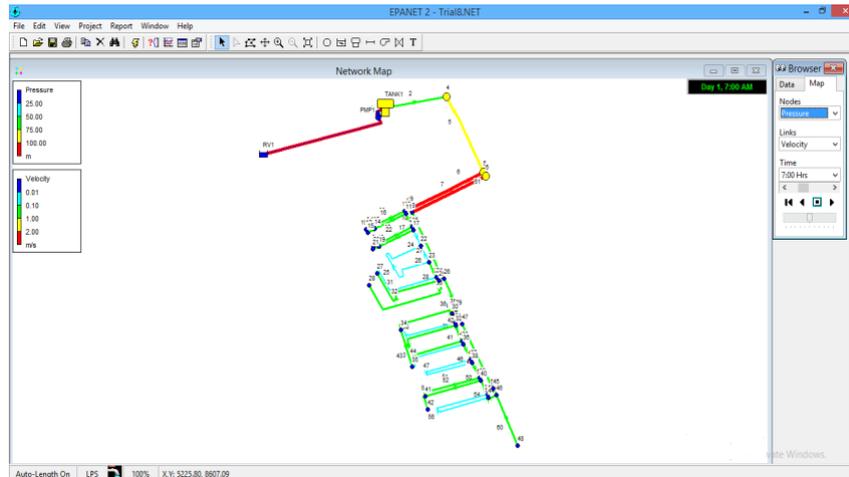
**Gambar 7. Grafik Pressure pukul 07.00 WIB**  
Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.



**Gambar 8. Grafik Velocity pukul 07.00 WIB**  
Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

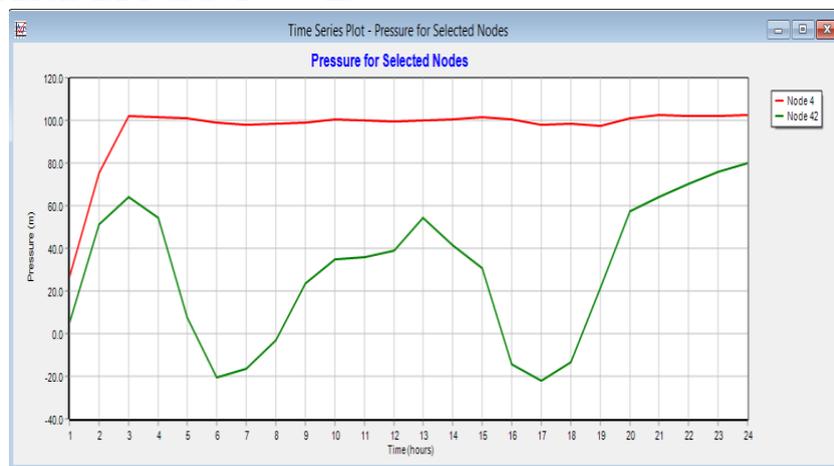
Pada Gambar 7 hasil simulasi untuk jam puncak pemakaian air terjadi pada pukul 07.00 yaitu *pressure* tertinggi 98 m pada node 4 dengan elevasi +40 m dan terendah sebesar -16.30 m pada node 42 dengan elevasi +52 m. Tekanan yang rendah pada node ini disebabkan node ini berjarak jauh dari tank dan pompa. Selain itu, node 42 memiliki elevasi yang lebih tinggi dibandingkan bagian hulu jaringan yaitu elevasi +52 m. Nilai negatif pada node ini dikarenakan debit tidak dapat mencapai simpul-simpul pipa karena ketinggian elevasi yang cukup besar dari bagian reservoir ke bagian akhir jaringan

analisis yang menyebabkan terjadi negatif, juga karena *headloss* yang terlalu besar. Semakin besarnya kehilangan tekanan/*headloss*, maka sisa tekan (*pressure*) juga akan semakin kecil. Adapun untuk kecepatan tertinggi untuk simulasi jam puncak pemakaian air pada Gambar 8 terdapat pada pipa 1 sebesar 7.15 m/detik. kecepatan terendah sebesar 0,001 pada pipa 20. Rendahnya aliran pada pipa ini disebabkan karena pipa terpasang pada topografi yang datar dan letaknya sendiripun terbagi bagi ke dalam jaringan paralel.



**Gambar 9. Tampilan Jaringan Pukul 07.00 WIB**  
 Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

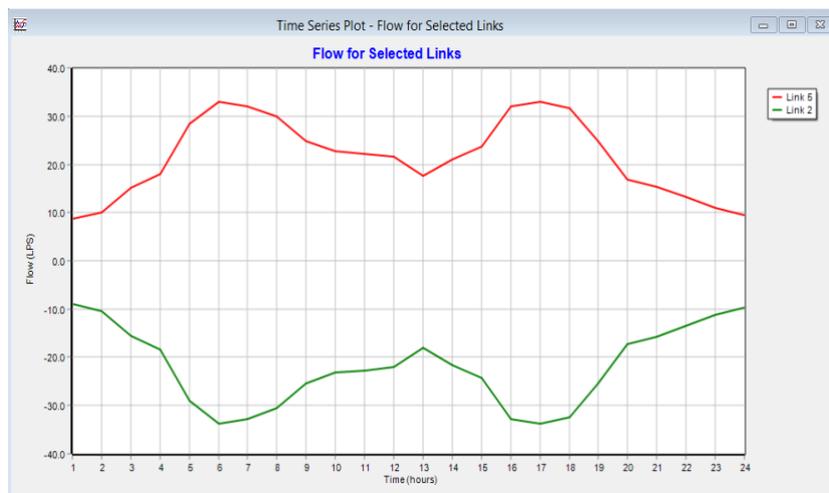
**c. Simulasi EPANET Pukul 02.00 WIB**



**Gambar 10. Grafik Pressure pukul 02.00 WIB**  
 Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

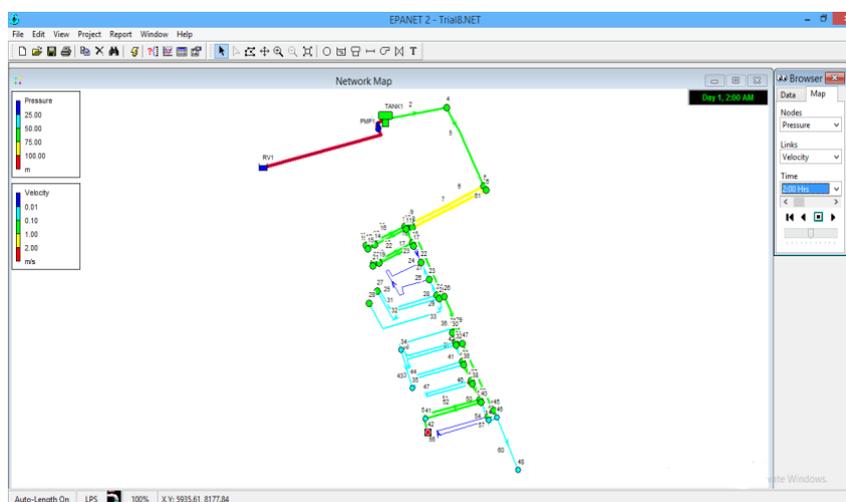
Pada Gambar 9 adalah simulasi jaringan untuk pukul 07.00 WIB diketahui aliran air bervariasi antara 0 – 55 LPS, pada jam ini adalah jam-jam saat pemakaian padat. Sedangkan pada *junctions*, variasi warna menunjukkan adanya variasi tekanan pada masing-masing *junction*. Adapun nilai tekanan

tertinggi untuk jam terendah pemakaian air yang ditunjukkan pada Gambar 10 sebesar 75,56 m pada node 4 dengan ketinggian elevasi +40 m. Sementara tekanan terendah untuk pemakaian air terendah pukul 02.00 WIB sebesar 51.50 m pada *node* 42 dengan ketinggian elevasi +52 m.



**Gambar 11. Grafik Velocity pukul 02.00 WIB**

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.



**Gambar 12. Tampilan Jaringan Pukul 02.00 WIB**

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

Pada Gambar 11 simulasi untuk pukul 02.00 WIB kecepatan tertinggi terdapat pada pipa 1 sebesar 6.04 m/detik sedangkan kecepatan terendah berada pada pipa 20 dan 24 sebesar 0,001 m/detik. Dari Gambar 12 diketahui bahwa debit yang mengalir pada pipa pada jam 02.00 cenderung rendah. Dapat diketahui dengan tampilan warna yang cenderung berwarna biru muda yang mengindikasikan kecepatan berada pada range 0,01 - 0,10 m/detik.

## ANALISIS OPTIMASI JARINGAN PIPA

Pokok permasalahan jaringan pipa dalam sistem penyediaan air bersih di perumahan Golden Vienna 1 dan 2 adalah kehilangan energi akibat gesekan. Berdasarkan hal tersebut maka penulis merekomendasikan pengoptimalan pada jaringan eksisting dengan cara mengganti diameter pipa yang menyebabkan nilai gesekan terlalu tinggi atau rendah.

**Tabel 2. Pergantian Diameter Pipa Eksisting dengan Alternatif Pipa**

| No. Pipa | Diameter Pipa (Inch) |           | No. Pipa | Diameter Pipa (Inch) |           |
|----------|----------------------|-----------|----------|----------------------|-----------|
|          | Eksisting            | Aternatif |          | Eksisting            | Aternatif |
| 1        | 12                   | 6         | 32       | 3                    | 2         |
| 2        | 12                   | 10        | 33       | 3                    | 6         |
| 4        | 10                   | 6         | 34       | 6                    | 4         |
| 5        | 8                    | 4         | 35       | 4                    | 2         |
| 6        | 2                    | 2         | 36       | 3                    | 2         |
| 7        | 3                    | 2         | 37       | 4                    | 2         |
| 8        | 4                    | 4         | 38       | 3                    | 4         |
| 9        | 3                    | 3         | 39       | 4                    | 4         |
| 10       | 3                    | 3         | 40       | 10                   | 14        |
| 11       | 3                    | 2         | 41       | 4                    | 2         |
| 12       | 3                    | 3         | 42       | 6                    | 6         |
| 13       | 2                    | 2         | 43       | 3                    | 6         |
| 14       | 4                    | 4         | 44       | 2                    | 4         |
| 15       | 2                    | 2         | 45       | 4                    | 3         |
| 16       | 2                    | 2         | 46       | 4                    | 2         |
| 17       | 4                    | 3         | 47       | 2                    | 3         |
| 18       | 2                    | 2         | 48       | 4                    | 2         |
| 19       | 2                    | 2         | 49       | 4                    | 6         |
| 20       | 2                    | 3         | 50       | 4                    | 6         |
| 21       | 2                    | 2         | 51       | 2                    | 3         |
| 22       | 2                    | 2         | 52       | 2                    | 2         |
| 23       | 4                    | 4         | 53       | 4                    | 4         |
| 24       | 4                    | 3         | 54       | 4                    | 3         |
| 25       | 2                    | 2         | 55       | 2                    | 2         |
| 26       | 4                    | 3         | 56       | 2                    | 3         |
| 27       | 8                    | 6         | 57       | 4                    | 2         |
| 28       | 4                    | 3         | 58       | 3                    | 2         |
| 29       | 4                    | 4         | 59       | 4                    | 6         |
| 30       | 4                    | 6         | 60       | 3                    | 6         |
| 31       | 2                    | 3         | 61       | 8                    | 2         |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis, 2019.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dibahas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar kebutuhan debit harian yang harus dipenuhi pada perumahan Golden Vienna 1 dan 2 adalah sebesar 209.547,32 liter/hari, dengan total kebutuhan air rerata setelah

peningkatan 20% sebesar 213.738,3 liter/hari dan kebutuhan maksimum dalam satu hari sebesar 235.112 liter/hari. Sedangkan total kebutuhan air flukstasi (dikalikan *load factor*) sebesar 210.359,72 liter/hari.

2. Terdapat beberapa kondisi perpipaan sistem jaringan distribusi air pada

perumahan Golden Vienna 1 dan 2 yang belum memenuhi *standard* yaitu 28 pipa tidak memenuhi *standard velocity* sebesar 0,3-3 m/s, 2 pipa tidak memenuhi *standard head* sebesar 1-5 atm dan 15 buah pipa yang tidak memenuhi *mayor standard headloss* (Hazen Williams) sebesar 10 m/km.

3. Dari hasil simulasi EPANET 2.0 diketahui bahwa untuk jam puncak (07.00 WIB) pemakaian air, *pressure* tertinggi yaitu 98 m pada *node* 4. sedangkan *pressure* terendah yaitu -16.30 m pada *node* 42. Kecepatan tertinggi yaitu 7,15 m/detik pada pipa 1 dan terendah 5,15 m/detik pada pipa 7. Adapun untuk jam terendah pemakaian air (02.00 WIB), *pressure* tertinggi yaitu 75,56 m sedangkan *pressure* terendah yaitu 51,50 m. Kecepatan tertinggi 6,04 m/detik dan kecepatan terendah yaitu 0,001 m/detik.
4. Alternatif dalam mengatasi permasalahan jaringan pipa yaitu mengganti diameter jaringan pipa yang tidak memenuhi standar dengan diameter pipa 2", 3", 4", 6", 8" 10" dan 14". Berdasarkan pipa eksisting yang telah digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Armanto, Ricki N., dan Hariwiko I. 2016. "*Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum di PDAM Unit Plosowahyu Kabupaten Lamongan*". Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Solo.
- Fathony, Hendra H. 2012. "*Analisis Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Karangayar*". Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ibrahim, Mochammad. Aniek M., dan Very Dermawan. 2016. "*Analisa Hidrolis Pada Komponen Sistem Distribusi Air Bersih dengan Waternet dan Watercad Versi 8 (Studi Kasus Kampung Digiouwa, Kampung Mawa dan Kampung Ikebo, Distrik Kamu, Kabupaten Dogiyai)*". Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
- Nugroho, Searphin. Ali Masduki., Bowo D M. Ika M., dan Juli N. 2018. "*Analisa Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)*". Jurnal Teknik, vol 39 (1), 2018, 62-66. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Pardosi, Samuel Mangihut. 2018. "*Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum di Perumahan Karyawan PTPN IV Pabatu*". Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Purba, Saur M F. Syahrizal., dan Ivan I. 2012. "*Analisis Jaringan Sistem Distribusi Air Bersih Pada Kecamatan Sidikalang Kabupaten Dairi*". Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Radja Udju, Jemri. 2014. "*Evaluasi Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Daerah Layanan Kamelimabu Kecamatan Katikutana Selatan Kabupaten Sumba Tengah*". Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Rivai, Yuliana. Ali Masduki., dan Bowo D M. 2006. "*Evaluasi Sistem Distribusi dan Rencana Peningkatan Pelayanan Air Bersih PDAM Kota Gorontalo*". Jurnal SMARTek vol. 4, No: 2, Mei 2006: 126-134.
- Sudirman, Andri. 2012. "*Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih di Kabupaten Maros dengan Menggunakan Software Epanet 2.0*". Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hassanudin, Makassar.
- Susanto, Deki. 2007. "*Analisa Distribusi Air Pada Pipa Jaringan Distribusi di Sub-Zone Sondakan PDAM Kota Surakarta*".

*dengan Simultaneous Loop Equation Method*". Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Wigati, Restu. Andi M., dan Irvan K. 2015. *"Studi Analisis Kebutuhan Air Bersih Pedesaan Sistem Gravitasi Menggunakan Software Epanet 2.0"*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.