

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/316780987>

EVALUASI PENGALIRAN AIR PADA JARINGAN PIPA SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) KOTA MENGWI KABUPATEN BADUNG

Preprint · October 2012

DOI: 10.13140/RG.2.2.19948.51847

CITATIONS

0

READS

5,777

2 authors, including:



Putu Doddy Heka Ardana
Universitas Ngurah Rai

19 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)

EVALUASI PENGALIRAN AIR PADA JARINGAN PIPA SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) KOTA MENGWI KABUPATEN BADUNG

Oleh:
Putu Doddy Heka Ardana¹, Erdi²

ABSTRAK

Bagi manusia air bersih merupakan sesuatu yang paling dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Dewasa ini pemenuhan kebutuhan akan air bersih belum sepenuhnya dapat diakomodasi oleh pemerintah. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Badung khususnya kota Mengwi telah melakukan beberapa usaha dan upaya memenuhi pelayanan air minum penduduk perkotaan yang memenuhi kualitas, kuantitas, kontinuitas dan tekanan (K3T).

Saat ini seluruh wilayah pelayanan telah terpenuhi secara kualitas dan kuantitas namun tekanan minimum (Jam puncak pemakaian) pipa distribusi di daerah Gulingan dan Mengwi menunjukkan 3,6 bar dan 2,8 bar dimana sering terjadi gangguan pelayanan. Tekanan ini tidak sesuai dengan perbedaan tinggi elevasi dari reservoir Sayan terhadap hilir pipa pelayanan Desa Mengwi dan Desa Gulingan. Maka perlu dilakukan evaluasi jaringan untuk mengetahui penyebab tekanan air yang tidak merata dan penyebabnya.

Dari data primer dan sekunder dilakukan pengolahan data sesuai kebutuhan analisa, data dimasukkan ke dalam input editor Epanet guna pemodelan dan simulasi hidrolis jaringan pipa. Dari 5 segmen pipa, pada segmen C-D (Desa Mengwi) dan D-E (Desa Gulingan) simulasi menunjukkan penurunan tekanan setinggi 70,40 m pada jam puncak dan 27,59 m pada jam malam minimum.

Penurunan ini akibat debit kebocoran sebesar 21,25 Lt/dt atau 66,61% dari besaran suplai 31,92 Lt/dt. Kebocoran diakibatkan faktor tekanan statis yang melebihi tekanan kerja pipa (*working pressure*) di hilir daerah pelayanan Desa Mengwitani.

Kata Kunci: *Supply* dan *demand*, Elevasi dan Tekanan air.

¹ Pengajar pada PS Teknik Sipil UNR

² Alumni PS Teknik Sipil UNR

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bagi manusia air bersih merupakan sesuatu yang paling dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Dewasa ini pemenuhan kebutuhan akan air bersih belum sepenuhnya dapat diakomodasi oleh pemerintah. Perusahaan Dalam segi pelayanan, PDAM Kabupaten Badung berusaha meningkatkan pelayanan melalui pengaturan pendistribusian air yang merata, dengan tekanan yang cukup dan berkeseimbangan selama 24 (dua puluh empat) jam. Saat ini seluruh wilayah pelayanan telah terpenuhi secara kualitas dan kuantitas namun tekanan minimum (Jam puncak pemakaian) pipa distribusi di daerah Gulingan dan Mengwi menunjukkan 3,6 bar dan 2,8 bar. Tekanan ini tidak sesuai dengan perbedaan tinggi elevasi dari reservoir Sayan terhadap hilir pipa pelayanan Desa Mengwi setinggi 78 m (7,8 bar) dan hilir jaringan pipa pelayanan Desa Gulingan setinggi 63 m (6,3 bar).

1.2 Permasalahan dan Tujuan Studi

Melihat pemaparan yang disampaikan pada latar belakang di atas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Mengapa tinggi tekanan meter kolom air di wilayah pelayanan Desa Gulingan dan Desa Mengwi tidak sesuai dengan tekanan minimum pada pipa distribusi ?
2. Faktor apa yang menyebabkan tingkat kebocoran air begitu besar melebihi dari yang disyaratkan ?

Tujuan studi adalah untuk mengetahui penyebab tekanan yang tidak merata dan penyebab terjadinya kebocoran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Saluran Tertutup (Pipa)

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dapat dilakukan melalui jaringan terbuka dan jaringan tertutup. Saluran tertutup umumnya menggunakan pipa untuk air baku maupun air minum. SPAM pada umumnya jaringan yang berada dibawah HGL sehingga sifatnya bertekanan dengan air yang memenuhi penampang saluran. SPAM sederhana terdiri atas sistem

transmisi, distribusi dan *reservoir*. Sistem tersebut dapat menggunakan sistem gravitasi, pemompaan atau gabungan kedua sistem.

Berdasarkan pola pengaliran sistem distribusi ada dua, yaitu sistem cabang (*branch*) dan sistem lingkaran (*loop*) dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya.

2.2 Kapasitas Pengaliran (*Supply*) dan Kebutuhan Air Penduduk (*Demand*)

Kapasitas pengaliran atau debit pengaliran (Q) adalah volume air yang mengalir pada suatu saluran (pipa) rata-rata per satuan waktu, misal (Lt/dt) atau (m³/jam).

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

Q = Debit (Lt/dt)

A = Luas penampang pipa (A m²)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

Kebutuhan air penduduk dibagi atas dua, kebutuhan air rata-rata yaitu kebutuhan air yang dikonsumsi penduduk (liter/hr/jiwa). Dihitung melalui data konsumsi pelanggan dibagi jumlah SR/jiwa. Kebutuhan jam puncak adalah kebutuhan pada jam-jam tertentu dalam satu hari. Sehingga dipertimbangkan suatu nilai koefisien kebutuhan jam puncak ialah 1,75 – 2 x kebutuhan air rata-rata.

2.3 Kehilangan Air (*Non Revenue Water, NRW*)

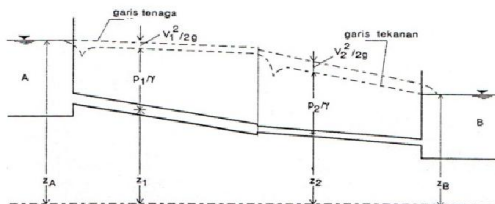
Kehilangan air sering juga disebut Air Tak Berekening (ATR), *Non Revenue Water* (NRW), adalah perbedaan antara volume air yang didistribusikan dengan volume air yang dikonsumsi yang tercatat. Dalam hal ini sama dengan jumlah air yang tidak terbayar yang besarnya dihitung dari jumlah air yang didistribusikan dikurangi jumlah air yang terbayar/terjual dan terjadi dalam jangka waktu lama sebagai hasil dan analisa laporan.

2.4 Sistem Pemipaan

a. Kekekalan Energi

Sesuai prinsip Bernoulli, tinggi tenaga total di setiap titik (*node*) pada saluran pipa adalah jumlah dari tinggi

elevasi, tinggi tekanan, dan tinggi kecepatan. Garis yang menghubungkan titik-titik tersebut dinamakan garis tenaga, garis tenaga selalu menurun secara teratur ke arah aliran yang digambarkan di atas tampak memanjang pipa seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12 (Triatmojo, 2003).



Gambar 2.1 Garis tenaga dan Tekanan

b. Tekanan Air

Tekanan sebagai mana kita artikan sama besar dengan 1 kg/cm² adalah tekanan yang disertakan dengan penampang atau bidang bawah kolom air tersebut seluas satu sentimeter persegi.

Dalam suatu sistem perpipaan kita mengenal adanya tekanan statis dan tekanan dinamis atau tekanan hidrolis. Tekanan statis (*static pressure*) adalah tekanan air pada saat zat cair tidak mengalir dan tekanan dinamis (*dynamic pressure*) tekanan pada saat zat cair mengalir.

c. Kehilangan Tekanan

Kehilangan tekanan air ada dua, yaitu kehilangan *mayor* akibat kekasaran dinding pipa dimana formula *Hanzem-Williams* adalah sebagai berikut.

$$H_f = 10,666 \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times Q^{1,85} \times L \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- H_f = kehilangan Tekanan (m)
- C = koefisien kekasaran Chw
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)

Kehilangan minor adalah kehilangan akibat perubahan bentuk pipa (katup, *bend*, reduser dll), dapat dihitung menggunakan rumus:

$$H_L = K \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- H_L = Kehilangan *minor* (m)
- K = Koefisien kehilangan *minor*
- v = Kecepatan alirana (m/dt)
- g = Gravitasi bumi 9,81

3. METODE PENELITIAN

Secara umum data yang diperoleh dikelompokkan menjadi 2 bagian.

Data primer merupakan hasil pengamatan langsung ke lokasi survei, dimana kita melakukan pengukuran (*measurement*) dan memberi nilai (*numerik*) terhadap data yang kita cari sesuai dengan kebutuhan untuk perhitungan hidrolis jaringan pipa. Adapun data primer yang diperoleh di lapangan adalah ; Elevasi *node* jaringan pipa, Diameter pipa, Panjang pipa dan Tekanan air mutlak.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang terkait; dengan melakukan wawancara atau memperoleh langsung data dari arsip data instansi terkait. Adapun data sekunder meliputi; Gambar *as built drawing* jaringan pipa *existing*, Kapasitas Produksi, dan Konsumsi air pelanggan.

Data tersebut diolah sesuai kebutuhan dan tingkat urgensinya. Selanjutnya dimasukan ke input editor program Epanet untuk disimulasikan.

4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Kapasitas Produksi (*Supply*)

SPAM Mengwi di suplai dari tiga Sumur Bor (SB), masing-masing SB tersebut untuk mengisi reservoir Sayan dengan kapasitas 200 m³. Gabungan dari ketiga sumber tersebut merupakan besaran kapasitas produksi sebesar 82.734 m³/bulan atau 31,92 Lt/dt dengan rata-rata jam operasional pompa (JOP) 726 jam/bulan.

Tabel 4.1
Kapasitas Produksi SPAM Mengwi

| No | Sumber Air | JOP (Jam) | Kapasitas (Lt/dt) | | Produksi (m ³) |
|---------------|------------|------------|-------------------|--------------|----------------------------|
| | | | Terpasang | Produksi | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | SB Binong | 718 | 14.38 | 14.34 | 37.161 |
| 2 | SB Sayan | 718 | 5.35 | 5.34 | 13.832 |
| 3 | SB Baha | 742 | 11.89 | 12.25 | 31.741 |
| Jumlah | | 726 | 35.62 | 31.92 | 82.734 |

Sumber: Laporan Produksi PDAM Unit Mengwi, 2010

4.1.2 Konsumsi Air (Demand)

Daerah yang dilayani SPAM Mengwi terdiri dari 5 desa, dengan jumlah pelanggan mencapai 1.857 SR. Konsumsi air pelanggan rata-rata 37.530 m³/bulan atau 14,479 Lt/dt, dimana kebutuhan air setiap pelanggan per desa sangat berfluktuasi dengan rata-rata 0,0086 Lt/dt/SR atau 22,30 m³/SR. Konsumsi air pelanggan SPAM Mengwi lebih jelasnya sesuai tabel di bawah ini.

Tabel 4.2
Konsumsi Air Pelanggan SPAM Mengwi

| No | Daerah Pelayanan | Pelang (SR) | Rerata Konsumsi | |
|---------------|-------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| | | | (Lt/dt/SR) | (m ³ /SR) |
| 1 | Desa Baha | 180 | 0.0069 | 17.96 |
| 2 | Desa Werdhi Buana | 212 | 0.0078 | 20.20 |
| 3 | Desa Mengwi | 816 | 0.0076 | 19.82 |
| 4 | Desa Gulingan | 533 | 0.0071 | 18.30 |
| 5 | Desa Mengwi Tani | 116 | 0.0136 | 35.23 |
| Jumlah | | 1857 | 0.0086 | 22.30 |

Sumber: Laporan PDAM Badung Unit Mengwi, 2010

4.1.3 Jaringan Pipa Distribusi

Jaringan pipa distribusi SPAM Mengwi menggunakan sistem gravitasi, yang merupakan gabungan dua pola sistem cabang (*branch*) dan sistem lingkaran (*Loop*). Jaringan pipa distribusi untuk melayani 5 desa, total panjang jaringan 58.009 m. Jumlah *tapping* pelanggan sebanyak 1.857 SR dan kebutuhan air (*demand*) sebesar 13,92 Lt/dt.

Tabel 4.5
Data Jaringan Pipa Distribusi

| No | Daerah Pelayanan | Panjang Pipa (m) | Tapping (SR) | Demand (Lt/dt) | h (m) |
|---------------|-------------------|------------------|--------------|----------------|-------|
| 1 | Desa Werdhi Buana | 10.769 | 212 | 1.6536 | 57 |
| 2 | Desa Baha | 4.645 | 180 | 1.4040 | 21 |
| 3 | Desa Mengwi | 15.518 | 816 | 6.2016 | 97 |
| 4 | Desa Gulingan | 13.875 | 533 | 3.7843 | 63 |
| 5 | Desa Mengwitani | 13.202 | 116 | 0.8816 | 128 |
| Jumlah | | 58.009 | 1.857 | 13.9251 | |

Sumber: hasil survei

4.2 Analisa

4.2.1 Hidrolika Jaringan Pipa

Untuk memudahkan analisis jaringan pipa distribusi, dilakukan segmentasi pemetaan jaringan menjadi 5 (lima) segmen utama yaitu segmen jaringan pipa A-B, B-C, C-D, D-E dan D-F. Masing-masing segmen tersebut dianalisis hidrolis secara bertahap menggunakan simulasi program Epanet.

a. Segmen A-B (Desa Werdhi Buana)

Segmen A-B berawal dari outlet reservoir dengan panjang pipa 2.410 m dan selisih elevasi 42 m. Debit suplai awal (Q_s) sebesar 20 Lt/dt, kecepatan alir 0,41 m/dt dan rerata tekanan air jam puncak pada jaringan pipa rerata 0,28 bar tekanan jam malam minimum menunjukkan rerata 4,21 bar. Untuk selengkapnya data hidrolis jaringan pipa segmen A-B sesuai tabel berikut ini.

b. Segmen B-C (Desa Werdhi Buana)

Segmen B-C dimulai dari titik N_{12} sampai N_{27} dengan panjang pipa 1.181 m dan selisih elevasi 22 m. Pada awal segmen titik (N_{12}) merupakan pipa cabang untuk mengaliri air ke Desa Baha dimana debit sebesar 2,64 Lt/dt, maka debit yang mengalir pada segmen B-C melalui pipa L_{10} sebesar 16,40 Lt/dt. Hasil simulasi menunjukkan tekanan 5,62 bar dan hasil pencatatan manometer menunjukkan 2,9 bar.

c. Segmen C-D (Desa Mengwi)

Segmen jaringan pipa ini mengaliri air pelanggan wilayah Desa Mengwi, dengan panjang pipa 1.528 m dan elevasi 21 m. Debit pada pipa L_{13} sebesar 14,49 Lt/dt, debit ini merupakan sisa dari segmen

B-C. Setelah melewati 7 tapping pipa-pipa cabang (N₂₇, N₃₈, N₃₉, N₄₈, N₅₃, N₅₄, dan N₅₉) debit ujung segmen C-D pada pipa L₁₉ sebesar 8,09 Lt/dt. Tekanan air pada jam puncak rerata mencapai 7,03 Bar dan tekanan air pada jam malam minum rerata 7,40 Bar. Selengkapnya data hidrolis pipa segmen C-D sesuai tabel berikut ini.

d. Segmen D-E (Desa Gulingan)

Jaringan pipa segmen D-E untuk mengalir air pelayanan wilayah sebagian Desa Mengwi dan sebagian Desa Gulingan dengan panjang pipa 2.374 m dan selisih elevasi titik N₇₂-N₁₅₆ hanya 5 m. Pada titik N₇₂ merupakan pipa cabang, debit pada pipa L₂₀ sebesar 3,92 Lt/dt (pelayanan daerah selatan), maka debit yang masuk pada segmen ini sebesar 7,64 – 3,92 = 3,71 Lt/dt. Tekanan hasil simulasi pada ujung segmen di titik N₁₅₆ mencapai 7,71 bar dan tekanan manometer menunjukkan 2,8 bar. Data hidrolis segmen D-E selengkapnya sesuai tabel berikut ini.

e. Segmen E-F (Desa Gulingan)

Panjang jaringan segmen ini 3.049 m, pada segmen ini untuk mengalirkan air ke ujung pipa N₁₇₈ dibutuhkan energi tekanan karena elevasi yang tersedia -20 m. Hasil simulasi menunjukkan debit pengaliran jam puncak pada pipa L₅₄ sebesar rerata 0,43 Lt/dt, kecepatan aliran rerata 0,05 m/dt. Tekanan air jam puncak rerata 6,37 Bar dan tekanan jam malam minimum sebesar 7,18 bar.

f. Tenaga (Head) dan Tekanan (Pressure)

Tekanan air dinamis merupakan gabungan dari energi ketinggian (*heigh*) dan energi kinetik (*flow*). Energi ketinggian disebabkan oleh faktor elevasi daerah pelayanan (*Ground Level*) dan debit pengaliran dipengaruhi oleh diameter pipa dan debit konsumsi. Kalibrasi tekanan dinamis dan statis selengkapnya sesuai tabel 4.6 dan tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.6
Energi dan Penurunan Tekanan Statis (Simulasi Jam Puncak)

| Segmen | Node | Pipa | Jarak (m) | GL (Dpl) | Tekanan (m) | | Head (m) | | Penurunan (m) |
|--------|---------|------|-----------|----------|-------------|------|----------|--------|---------------|
| | | | | | Simulasi | Man | Simulasi | Man | |
| A-B | R1 | | - | 221 | 0.97 | 0.97 | 221.97 | 221.97 | 0.00 |
| | R1-6 | L8 | 10 | 220 | 2.85 | 1 | 222.85 | 221.00 | 1.85 |
| | 6-12 | L9 | 2.410 | 179 | 42.19 | 29 | 221.19 | 208.00 | 13.19 |
| B-C | 12-20 | L10 | 2.981 | 179 | 48.92 | 29 | 220.92 | 201.00 | 19.92 |
| | 20-22 | L11 | 3.234 | 170 | 50.79 | 29 | 220.79 | 199.00 | 21.79 |
| | 22-27 | L12 | 3.591 | 164 | 56.27 | 29 | 220.27 | 193.00 | 27.27 |
| C-D | 27-38 | L13 | 3.874 | 157 | 62.90 | 29 | 219.90 | 186.00 | 33.90 |
| | 38-39 | L14 | 4.240 | 154 | 65.54 | 30 | 219.54 | 184.00 | 35.54 |
| | 39-49 | L15 | 4.731 | 147 | 72.02 | 31 | 219.02 | 178.00 | 41.02 |
| | 49-53 | L16 | 4.797 | 146 | 72.85 | 32 | 218.85 | 178.00 | 40.85 |
| | 53-54 | L17 | 4.907 | 145 | 73.61 | 33 | 218.61 | 178.00 | 40.61 |
| | 54-59 | L18 | 5.069 | 143 | 73.95 | 34 | 216.95 | 177.00 | 39.95 |
| | 59-72 | L19 | 5.119 | 143 | 75.17 | 35 | 218.17 | 178.00 | 40.17 |
| D-E | 72-73 | L49 | 5.210 | 143 | 75.13 | 36 | 218.13 | 179.00 | 39.13 |
| | 73-106 | L50 | 6.210 | 142 | 75.76 | 34 | 217.76 | 176.00 | 41.76 |
| | 106-107 | L51 | 6.536 | 142 | 74.21 | 32 | 216.21 | 174.00 | 42.21 |
| | 107-110 | L52 | 6.641 | 141 | 74.89 | 30 | 215.89 | 171.00 | 44.89 |
| | 110-176 | L69 | 6.968 | 138 | 77.30 | 28 | 215.30 | 166.00 | 49.30 |
| | 176-156 | L68 | 7.493 | 138 | 77.16 | 28 | 215.16 | 166.00 | 49.16 |
| E-F | 156-113 | L55 | 7.567 | 136 | 79.15 | 29 | 217.15 | 167.00 | 50.15 |
| | 113-114 | L54 | 9.867 | 158 | 57.02 | 30 | 215.02 | 188.00 | 27.02 |
| | 114-178 | L71 | 10.542 | 158 | 56.99 | 23 | 214.99 | 181.00 | 33.99 |

Sumber: Hasil analisis

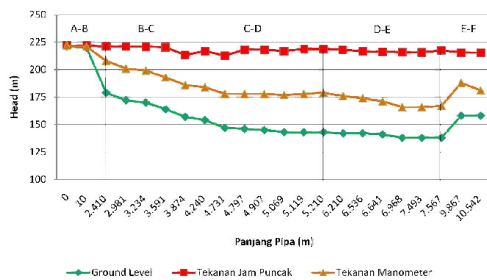
Tabel 4.7
Energi dan Penurunan Tekanan Statis (Simulasi Jam Malam)

| Segmen | Node | Pipa | Jarak (m) | GL (Dpl) | Tekanan (m) | | Head (m) | | Penurunan Tekanan (m) | |
|--------|---------|---------|-----------|----------|-------------|-----------|----------|--------|-----------------------|-------|
| | | | | | Simulasi | Man | Simulasi | Man | | |
| A-B | R1 | | - | 221 | 1,59 | 1,59 | 222,59 | 222,59 | 0,00 | |
| | R1-6 | L8 | 10 | 220 | 2,59 | 3 | 222,59 | 223,00 | -0,41 | |
| B-C | 6-12 | L9 | 2.410 | 179 | 43,59 | 34 | 222,59 | 213,00 | 9,59 | |
| | 12-20 | L10 | 2.981 | 179 | 50,59 | 34 | 222,59 | 206,00 | 16,59 | |
| | 20-22 | L11 | 3.234 | 170 | 52,59 | 35 | 222,59 | 205,00 | 17,59 | |
| | 22-27 | L12 | 3.591 | 164 | 58,59 | 35 | 222,59 | 199,00 | 23,59 | |
| C-D | 27-38 | L13 | 3.874 | 157 | 65,59 | 36 | 222,59 | 193,00 | 29,59 | |
| | 38-39 | L14 | 4.240 | 154 | 68,59 | 38 | 222,59 | 192,00 | 30,59 | |
| | 39-49 | L15 | 4.731 | 147 | 75,59 | 40 | 222,59 | 187,00 | 35,59 | |
| | 49-53 | L16 | 4.797 | 146 | 76,59 | 44 | 222,59 | 190,00 | 32,59 | |
| | 53-54 | L17 | 4.907 | 145 | 77,57 | 44 | 222,57 | 189,00 | 33,57 | |
| | 54-59 | L18 | 5.069 | 143 | 77,59 | 48 | 220,59 | 191,00 | 29,59 | |
| | 59-72 | L19 | 5.119 | 143 | 79,59 | 52 | 222,59 | 195,00 | 27,59 | |
| D-E | 72-73 | L49 | 5.210 | 143 | 79,59 | 56 | 222,59 | 199,00 | 23,59 | |
| | 73-106 | L50 | 6.210 | 142 | 80,59 | 54 | 222,59 | 196,00 | 26,59 | |
| | 106-107 | L51 | 6.536 | 142 | 80,59 | 50 | 222,59 | 192,00 | 30,59 | |
| | 107-110 | L52 | 6.641 | 141 | 81,59 | 47 | 222,59 | 188,00 | 34,59 | |
| | 110-176 | L69 | 6.968 | 138 | 84,59 | 44 | 222,59 | 182,00 | 40,59 | |
| | 176-156 | L68 | 7.493 | 138 | 84,59 | 43 | 222,59 | 181,00 | 41,59 | |
| | E-F | 156-113 | L55 | 7.567 | 136 | 86,59 | 42 | 224,59 | 180,00 | 44,59 |
| | 113-114 | L54 | 9.867 | 158 | 64,59 | 42 | 222,59 | 200,00 | 22,59 | |
| | 114-178 | L71 | 10.542 | 158 | 57,43 | 32 | 215,43 | 190,00 | 25,43 | |

Sumber: Hasil analisis

HGL Jam Puncak (07.00)

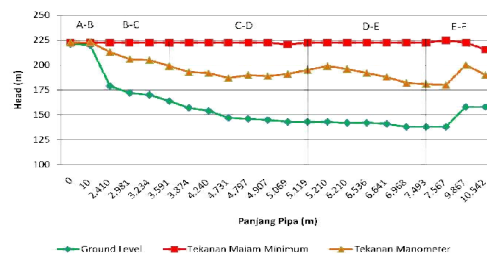
Sesuai tabel 4.6, menunjukkan terjadinya penurunan tekanan air jam puncak jalur segmen A-B sebesar 13,19 m (33,33%), segmen B-C 27,27 m (44,12%), segmen C-D 40,17 m (53,59%), segmen D-E 49,16 m (58,65%) dan segmen E-F 33,99 m (57,14%). Dimana semakin ke hilir prosentase penurunan tekanan air semakin besar. Hal ini karena semakin besar tekanan air mempengaruhi besarnya debit kebocoran pipa (keregangan pipa). Adapun HGL tekanan dinamis dan tekanan mutlak pada jam puncak adalah:



Gambar 4.1
Grafik HGL Jam Puncak (07.00)

HGL Jam Malam Minimum (24.00)

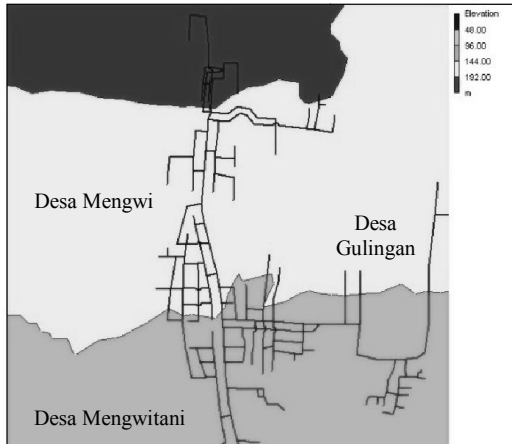
Sesuai tabel 4.7 hasil simulasi dan data tekanan manometer pada jam malam minimum (tekanan statis) menunjukkan penurunan tekanan pada segmen A-B sebesar 9,59 m (22%), segmen B-C 23,59 m (40,26%), segmen C-D 27,59 m (34,36%), segmen D-E 41,59 m (49,16%) dan segmen E-F 25,43 m (44,27%). Prosentase penurunan tekanan statis ke hilir pelayanan semakin besar tetapi prosentasenya lebih kecil terhadap tekanan dinamis. Penurunan tekanan pada jam malam mengisaratkan hanya terjadi debit kebocoran pada pipa tanpa debit konsumsi.



Gambar 4.2
Grafik HGL Jam Malam (24.00)

4.2.2 Rehabilitasi Jaringan

Berdasarkan kontur daerah pelayanan, sesuai analisa hidrolika menunjukkan tekanan air melebihi tekanan syarat teknik (di atas 10 bar) yaitu jaringan pipa pelayanan Desa Mengwitani dimana tekanan air mencapai 12,59 bar dengan selisih elevasi dari reservoir Sayan ke ujung jaringan pipa N₁₂₇ setinggi 128 m.



Gambar 4.3
Kontur Daerah Pelayanan

Untuk meredam tinggi tekanan dan melokalisir pendeteksian kehilangan air, pada titik tertentu dipasang Bak Pelepas Tekanan (BPT) dan perancangan Distrik Meter Area (DMA). Adapun hasil simulasi setelah penempatan BPT pada titik N₇₆-N₇₇ sesuai tabel berikut ini.

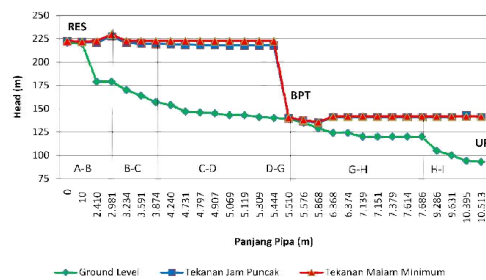
Tabel 4.8
Tekanan Air Setelah Pemasangan BPT

| Segmen | Node | Pipa | L (m) | GL (Dpl) | Tekanan (m) | | Head (m) | |
|--------|------|------|-------|----------|-------------|--------|----------|--------|
| | | | | | 07.00 | 24.00 | 07.00 | 24.00 |
| A-B | R1 | 0 | 221 | 1.56 | 222.56 | 222.66 | | |
| | 6 | L8 | 10 | 220 | 1.55 | 221.55 | 221.66 | |
| | 12 | L9 | 2400 | 179 | 41.82 | 43.62 | 220.82 | 222.62 |
| | 20 | L10 | 571 | 179 | 48.53 | 50.62 | 227.53 | 229.62 |
| B-C | 22 | L11 | 253 | 170 | 50.40 | 52.61 | 220.40 | 222.61 |
| | 27 | L12 | 357 | 164 | 55.85 | 58.60 | 219.85 | 222.60 |
| | 38 | L13 | 283 | 157 | 62.47 | 65.58 | 219.47 | 222.58 |
| C-D | 39 | L14 | 366 | 154 | 65.09 | 68.57 | 219.09 | 222.57 |
| | 49 | L15 | 491 | 147 | 71.61 | 75.56 | 218.61 | 222.56 |
| | 53 | L16 | 66 | 146 | 72.43 | 76.54 | 218.43 | 222.54 |
| | 54 | L17 | 110 | 145 | 73.2 | 77.52 | 218.20 | 222.52 |
| | 59 | L18 | 162 | 143 | 74.9 | 79.50 | 217.90 | 222.50 |
| | 72 | L19 | 50 | 143 | 74.83 | 79.49 | 217.83 | 222.49 |
| D-G | 74 | L20 | 190 | 141 | 76.77 | 81.45 | 217.77 | 222.45 |
| | 76 | L21 | 135 | 140 | 77.73 | 82.42 | 217.73 | 222.42 |
| G-H | BPT | L22 | 66 | 139 | 0.93 | 1.64 | 139.93 | 140.64 |
| | | L34 | 66 | 135 | 1.92 | 2.64 | 136.92 | 137.64 |
| | | L74 | 292 | 129 | 5.89 | 6.64 | 134.89 | 135.64 |
| | | L75 | 500 | 124 | 16.84 | 17.64 | 140.84 | 141.64 |
| | | L26 | 6 | 124 | 16.84 | 17.64 | 140.84 | 141.64 |
| | | L27 | 765 | 120 | 20.81 | 21.64 | 140.81 | 141.64 |
| | | L28 | 12 | 120 | 20.81 | 21.64 | 140.81 | 141.64 |
| H-I | 134 | 19 | 228 | 120 | 20.81 | 21.64 | 140.81 | 141.64 |
| | 130 | 18 | 235 | 120 | 20.81 | 21.64 | 140.81 | 141.64 |
| | 123 | 16 | 72 | 120 | 20.81 | 21.64 | 140.81 | 141.64 |
| | 124 | 8 | 1600 | 105 | 35.81 | 36.64 | 140.81 | 141.64 |
| | 125 | 9 | 345 | 100 | 40.81 | 41.64 | 140.81 | 141.64 |
| | 126 | 10 | 764 | 94 | 48.81 | 47.64 | 142.81 | 141.64 |
| | 127 | 11 | 118 | 93 | 47.81 | 48.64 | 140.81 | 141.64 |

Sumber: Hasil analisis

Rencana volume Bak Pelepas Tekanan (BPT) 50 m³ pada titik ketinggian 140 Dibawah Permukaan Laut (DPL), tipe BPT tertanam (*ground tank*) sebagai alternatif bila kesulitan dalam pembebasan lahan. Sesuai tabel 5.7 tersebut di atas, penempatan BPT mampu mempertahankan tekanan pada titik N₇₆ setinggi 8,2 bar dan di hilir daerah pelayanan (N₁₂₇) diturunkan dari tekanan 12,95 bar turun menjadi 4,8 bar.

Pada jaringan pipa L. Ø 50 mm sepanjang 1.295 m pelayanan Br. Pengiasan (18 SR) sesungguhnya masih terdapat tekanan 9,5 bar, maka koneksi (*tapping*) sebelumnya di titik N₈₄ dipindahkan ke titik N₇₇ (pipa setelah BPT) sehingga tekanan turun menjadi 1,7 bar. Untuk mengatur tinggi rendahnya tekanan di pipa pelayanan Br. Lebah Pangkung, Desa Mengwi sesuai kebutuhan, pada titik N₈₂-N₇₆ dapat dipasang Katup (*Gate Valve*). Selengkapnya tinggi tekanan setelah pemasangan BPT sesuai gambar grafik HGL dibawah ini.



Gambar 4.3
Grafik HGL Setelah Pemasangan BPT

Dari gambar 4.6 tersebut diatas seluruh tekanan pada masing-masing ujung segmen D-G dan segmen H-I telah memenuhi syarat teknik, yaitu tekanan statis (*Static Pressure*) pada ujung segmen D-G dari 9,8 bar turun menjadi 8,5 bar dan pada hilir jaringan segmen H-I dari 12,9 bar turun menjadi 4,8 bar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai pengolahan data dan analisa hidrolika jaringan pipa distribusi SPAM Mengwi kota, dapat disimpulkan:

1. Penurunan tinggi tekanan air pada jam puncak (tekanan dinamis) dan jam malam (tekanan statis) jaringan pipa SPAM Mengwi terindikasi disebabkan oleh kebocoran pipa pada jalur pelayanan Desa Gulingan dan Desa Mengwitani
2. Kebocoran jaringan pipa disebabkan oleh faktor tekanan air yang melebihi tekanan kerja pipa (*working pressure*) yaitu diatas 10 Bar terutama di daerah Mengwitani.
3. Hasil perhitungan hidrolika secara manual dengan hasil simulasi Epanet pada Segmen A-B pipa L₉ node N₁₂ yaitu; debit (Q_s) sebesar 20 Lt/dt, kecepatan aliran (V) sebesar 0,41 m/dt, dan tekanan air (P) 42,21 m atau 4,21 Bar. Hasil perhitungan manual tersebut sudah sesuai dengan hasil simulasi program Epanet.

5.2 Saran

Menurut kesimpulan tersebut maka dapat disampaikan beberapa saran sehingga tingkat kebocoran dapat diturunkan dan peningkatan pelayanan secara optimal, yaitu;

1. Pemasangan Bak Pelepas Tekanan (BPT) pada titik pipa diantara N₇₆ – N₇₇ wilayah Br. Dlod Bale Agung (Lihat lampiran 5-11).
2. Pembentukan Distrik Meter Area (DMA) sebanyak 3 zona pelayanan sesuai kontur daerah pelayanan, untuk mempermudah lokalisir kebocoran.
3. Melakukan pendeteksian kebocoran jaringan pipa dengan metode *Hidrolic Grade Line* (HGL) dan tekanan manometer.
4. Pemasangan instrumentasi tekanan air (manometer) dibeberapa titik jaringan pipa.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2002. *Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Air Minum Perkotaan Bagian 6*, Jakarta, Departemen

Pemukiman Dan Prasarana Wilayah Kementrian Pekerjaan Umum.

Anonim, 2002. *Pelatihan Pengelolaan Air Minum Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Lingkungan*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Anonim, 2003. *Pelatiham Perpipaian Transmisi dan Distribusi*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Pegawai Balai Pelatihan Air Bersih dan PLP Surabaya, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Kementrian PU.

Anonim, 2005. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*, Jakarta.

Anonim, 2006. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2006 Tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (KSNP-SPAM)*, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim, 2009. *Pedoman Operasi Dan Pemeliharaan Unit Distribusi*, Jakarta, BPPSPAM, Kementrian Pekerjaan Umum.

Anonim, 2009. *Pedoman Operasi Dan Pemeliharaan Unit Produksi*, Jakarta, BPPSPAM, Kementrian Pekerjaan Umum.

Bambang Triatmojo, 1993. *Hidraulika II*, Jakarta, Beta Offset.

Cahyana, Gede H. 2006. *Distribusi, "Pembuluh Darah" PDAM*, Dalam Majalah Air Minum Edisi 125, Jakarta.

Cahyana, Gede H. 2010. *Sistem Transmisi*, Dalam Majalah Air Minum Edisi 178, Jakarta.

Cahyana, Gede H. 2010. *Sistem Transmisi*, Dalam Majalah Air Minum Edisi 178, Jakarta.

Lowis A. Rosman, 2000. *Epanet 2 User Manual*, Water Suply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinati, OH 45268 US

Raswari, 1986. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*, Jakarta, Universitas Indonesia – Press.

Radiana Triatmaja, 2009. *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*, Jakarta, Beta Offset.

Sri Widharto. 2008. *Buku Pedoman Ahli Pemasangan Pipa*, Jakarta, Pradnya Paramita.
