

JURNAL TEKNIK  
**GRADIEN**



UNIVERSITAS NGURAH RAI

**Evaluasi Pengaliran Air Pada Jaringan Pipa Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Mengwi Kabupaten Badung**  
(Putu Doddy Heka Ardana, Erdi)

**Perbandingan Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Ditinjau Dari Aspek Teknis Dan Pembiayaan**  
(Gede Sumarda)

**Efisiensi Manfaat Air Irigasi Pada Budidaya Padi Metode Sri (*System Of Rice Intensification*) Di Laboratorium Lapangan (*Pot Trial*)**  
(I Made Sudiarsa)

**Analisa Karakteristik Kayu Lokal Sebagai Alternatif Bahan Konstruksi**  
(I Wayan Pasir)

**Evaluasi Penggunaan Sistem Groin dan Breakwater Dalam Penanggulangan Erosi Pantai (Studi Kasus Pantai Kuta)**  
(I Gusti Made Sudika, Bambang Kardono)

# Daftar Isi

## Jurnal Teknik GRADIEN

- 57  
**Evaluasi Pengaliran Air Pada Jaringan Pipa  
Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Mengwi Kabupaten  
Badung**  
(Putu Doddy Heka Ardana, Erdi)
- 67  
**Perbandingan Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Ditinjau  
Dari Aspek Teknis Dan Pembiayaan**  
(Gede Sumarda)
- 81  
**Efisiensi Manfaat Air Irigasi  
Pada Budidaya Padi Metode Sri (*System Of Rice Intensification*)  
Di Laboratorium Lapangan (*Pot Trial*)**  
(I Made Sudiarsa)
- 99  
**Analisa Karakteristik Kayu Lokal Sebagai  
Alternatif Bahan Konstruksi**  
(I Wayan Pasir)
- 131  
**Evaluasi Penggunaan Sistem Groin dan Breakwater Dalam  
Penanggulangan Erosi Pantai  
(Studi Kasus Pantai Kuta)**  
(I Gusti Made Sudika, Bambang Kardono)

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

Oleh:

Putu Doddy Heka Ardana<sup>1</sup>, Erdi<sup>2</sup>

## 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. 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 :

<sup>1</sup> Pengajar pada PS Teknik Sipil UNR

<sup>2</sup> Alumni PS Teknik Sipil UNR

1. Mengapa tinggi tekanan meter kolom air di wilayah pelayanan Desa Gulungan 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 (m<sup>3</sup>/jam).

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

Dimana:

$$Q = \text{Debit (Lt/dt)}$$

$$A = \text{Luas penampang pipa (A m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/dt)}$$

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.

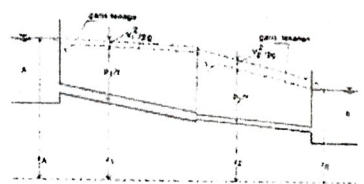
### 2.3 Kehilangan Air (*Non Revenue Water, NRW*)

Kehilangan air sering juga disebut Air Tak Berekoning (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 kearah aliran yang digambarkan di atas tampang 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/cm<sup>2</sup> 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 (*dinamic pressure*) tekanan pada saat zat cait mengalir.

**c. Kehilangan Tekanan**

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

$$H_f = 10,666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.75} \times Q^{1.85} \times L \quad (2.3)$$

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:

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

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 m<sup>3</sup>. Gabungan dari ketiga sumber tersebut merupakan besaran kapasitas produksi sebesar 82.734 m<sup>3</sup>/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)	Kapsitas (Lt/dt)		Produksi (m <sup>3</sup> )
			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
<b>Jumlah</b>		<b>726</b>	<b>35.62</b>	<b>31.92</b>	<b>82.734</b>

Sumber: Laporan Produksi PDAM Unti 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/SR. Konsumsi air pelanggan SPAM Mengwi lebih jelasnya sesuai tabel di bawah ini.

Tabel 4.2

Konsumsi Air Pelanggan SPAM Mengwi

No	Derah Pelayanan	Pelang (SR)	Rerata Konsumsi	
			(L/dt/SR)	(m <sup>3</sup> /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
<b>Jumlah</b>		<b>1857</b>	<b>0.0086</b>	<b>22.30</b>

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 (L/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
<b>Jumlah</b>		<b>58.009</b>	<b>1.857</b>	<b>13.9251</b>	

Sumber: hasil survei

## 4.2 Analisa

### 4.2.1 Hidrolika Jaringan Pipa

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

#### a. Segmen A-B (Desa Werdhi Buana)

Segmen A-B berawal dari outlet reservoar 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 0,28 bar jam puncak pada jaringan pipa rerata 0,28 bar tekanan jam malam minimum menunjukkan rerata 4,21 bar. Untuk selengkapnya data hidrolika 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 mengalir 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 mengalir 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 ( $N_{27}$ ,  $N_{30}$ ,  $N_{39}$ ,  $N_{48}$ ,  $N_{53}$ ,  $N_{54}$ , dan  $N_{59}$ ) debit ujung segmen C-D pada pipa  $L_{19}$  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 mengaliri air pelayanan wilayah sebagian Desa Mengwi dan sebagian Desa Gulingan dengan panjang pipa 2.374 m dan selisih elevasi titik  $N_{72}$ - $N_{156}$  hanya 5 m. Pada titik  $N_{72}$  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  $N_{156}$  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  $N_{178}$  dibutuhkan energi tekanan karena elevasi yang tersedia -20 m. Hasil simulasi menunjukkan debit pengaliran jam puncak pada pipa  $L_{54}$  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 (*height*) 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
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

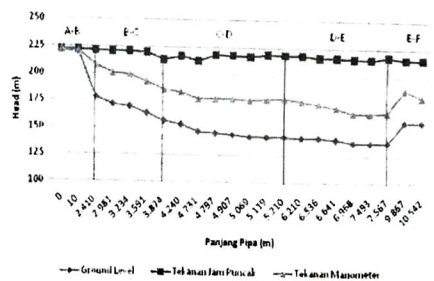
**Tabel 4.7**  
Energi dan Penurunan Tekanan Statis (Simulasi Jam Malam)

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
	6-12	L9	2.410	179	43,59	34	222,59	213,00	9,59
B-C	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
	27-38	L13	3.874	157	65,59	36	222,59	193,00	29,59
C-D	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
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**

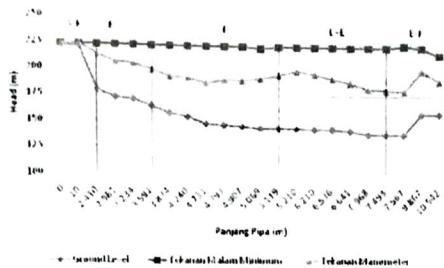
Grafik HGL Jam Puncak (07.00)

**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)

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  $N_{76}$ - $N_{77}$  sesuai tabel berikut ini.

**Tabel 4.8**

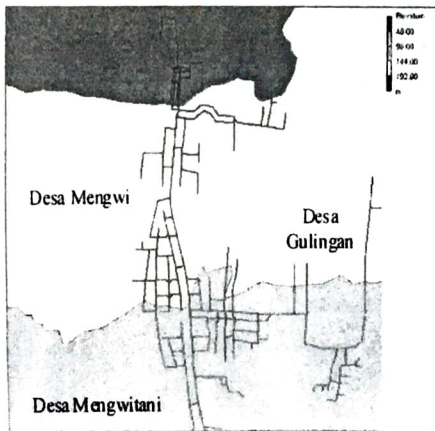
Tekanan Air Setelah Pemasangan BPT

Seg men	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	1.66	222.56	222.66	
	6	L8	10	220	1.55	1.66	221.55	221.66
	12	L9	2400	179	41.82	43.62	220.82	222.62
B-C	20	L10	571	179	48.53	50.62	227.53	229.62
	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	68.37	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
	77	L34	66	135	1.92	2.64	136.92	137.64
	183	L74	292	129	5.89	6.64	134.89	135.64
H-I	88	L75	500	124	16.84	17.64	140.84	141.64
	89	L26	0	124	16.84	17.64	140.84	141.64
	95	L27	765	120	20.81	21.64	140.81	141.64
	96	L28	12	120	20.81	21.64	140.81	141.64
	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

#### 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  $N_{127}$  setinggi 128 m.

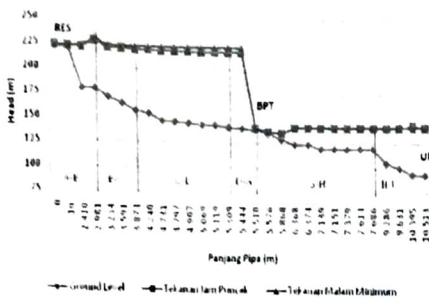


**Gambar 4.3**  
Kontur Daerah Pelayanan

Rencana volume Bak Pelepas Tekanan (BPT) 50 m<sup>3</sup> 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  $N_{76}$  setinggi 8,2 bar dan di hilir daerah pelayanan ( $N_{127}$ ) diturunkan dari tekanan 12,95 bar turun menjadi 4,8 bar.

Pada jaringan pipa L. Ø 50 mm sepanjang 1.295 m pelayanan Br. Pengisian (18 SR) sesungguhnya masih terdapat tekanan 9,5 bar, maka koneksi (*tapping*) sebelumnya di titik  $N_{84}$  dipindahkan ke titik  $N_{77}$  (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  $N_{82}$ - $N_{76}$  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  $L_9$ , node  $N_{12}$  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  $N_{76}$  -  $N_{77}$  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) di beberapa titik jaringan pipa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Air Minum Perkotaan Bagian 6*, Jakarta, Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah Kementerian Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2002. *Pelatihan Pengelolaan Air Minum Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Lingkungan*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anonim, 2003. *Pelatiham Perpipaan 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. *Hidrolika 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. *Hidrolika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*, Jakarta, Beta Offset.
- Sri Widharto. 2008. *Buku Pedoman Ahli Pemasangan Pipa*, Jakarta, Pradnya Paramita.