

## EVALUASI JARINGAN PERPIPAAN TRANSMISI AIR BAKU DI KABUPATEN KARANGASEM

Agus Adi Putra <sup>1)</sup>, Ainul Ghurri <sup>2)</sup>, I Gusti Ngurah Priambadi <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>S2 Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362  
Email: [agusadiputra1986.ap@gmail.com](mailto:agusadiputra1986.ap@gmail.com)  
<sup>2,3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362  
Email: [a.ghurri@gmail.com](mailto:a.ghurri@gmail.com), [priambadi.ngurah@yahoo.com](mailto:priambadi.ngurah@yahoo.com)

### Abstrak

Kebutuhan manusia terhadap air pada saat ini sangatlah besar baik untuk dikonsumsi maupun untuk menunjang kehidupan manusia. Pemerintah telah melakukan perencanaan dan melaksanakan pembangunan sarana dan prasarana jaringan transmisi pipa air baku di tahun anggaran 2006 sampai tahun anggaran 2014. Sejak selesainya konstruksi, muncul beberapa masalah seperti, tingkat kebocoran - kebocoran air yang dialami pipa, oleh karena itu jaringan pipa yang ada di Kabupaten Karangasem yang berfungsi mentransmisikan air bersih yang memenuhi kebutuhan masyarakat perlu untuk di evaluasi kembali terhadap jaringan pipa sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat dalam menyelesaikan masalah tersebut. Penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu pengukuran secara langsung dan tidak langsung dilapangan. Persiapan tidak langsung dilakukan dengan melihat data awal dari asbuilt drawing, pengukuran langsung dilakukan dengan cara survey lokasi yaitu dengan pencatatan fitting persegmen yang ada di jaringan transmisi pipa dan pengukuran elevasi pada masing – masing diameter pipa dan jarak stasioner. Tahap berikutnya adalah menganalisa tekanan hanya berdasarkan beda tinggi dan menganalisa tekanan dengan adanya fitting. Pengukuran langsung dilapangan dan analisa dalam menentukan tekanan pada jaringan transmisi pipa air baku telah dilakukan dengan cara pengukuran elevasi akhir pipa dari segmen A (pipa GIP Ø 700 mm) di elevasi 914,428 dengan panjang pipa 5.869 m ; akhir pipa segmen B (pipa HDPE Ø 710 mm) pada elevasi 924,907 m dengan panjang pipa 3.810 m; akhir pipa segmen C (pipa HDPE Ø 630 mm) pada elevasi 819,61 m dengan panjang pipa 2.376 m dan akhir pipa segmen D (pipa HDPE Ø 560 mm) pada elevasi 929 m dengan panjang pipa 3.314 m. Jaringan transmisi pipa air baku di Kabupaten Karangasem menunjukkan bahwa secara analisis perhitungan penyetingan pada gate valve, tekanan pada perpipaan yang sudah terpasang masih dalam keadaan aman dari tekanan berlebih yang melebihi tekanan nominal pipa dan jika masih diperlukan untuk menurunkan tekanan di jaringan transmisi air baku maka secara operasional bisa dilakukan yaitu dengan membuka setengah gate valve, yang akan mampu menurunkan tekanan air dalam pipa, sehingga sistem penyediaan air baku dapat berfungsi dengan baik.

**Kata Kunci :** Jaringan Perpipaan Transmisi, Elevasi, Tekanan.

### Abstract

*The human need for water at this point is great both for consumption and to support human life. The government has been planning and implementing infrastructure development for the raw water pipeline transmission network in fiscal year 2006 to 2014. Since the completion of the construction, there were some problems such as, water leakage rate experienced pipe, therefore pipelines that exist in Karangasem regency which serves to transmit clean water that meets the needs of people in need for re-evaluation of the pipeline so you can find the right solution to solve the problem. This research was conducted several stages of measurement directly and indirectly in the field. Preparation indirect done by looking at the preliminary data from drawing asbuilt. Direct measurement is done by survey with recording location is fitting persegmen existing transmission pipeline network and elevation measurements on each - each stationary pipe diameter and distance. The next step is to analyze the pressure only on the height difference and analyze pressure with their fittings. Measurement directly in the field and analysis in determining the pressure on the raw water pipeline transmission network has been done by the end of the pipe elevation measurement of segment A (GIP pipe Ø 700 mm) in elevation 914,428 with a length of 5.869 m of pipe; the end of the pipe segment B (HDPE pipe Ø 710 mm) at an elevation of 924,907 m to 3,810 m long pipe; the end of the pipe segment C*

(HDPE pipe Ø 630 mm) at an elevation of 819,61 m with a 2.376 m long pipe and pipe end segment D (HDPE pipe Ø 560 mm) at an elevation of 929 m to 3.314 m long pipe. Transmission network pipe raw water in Karangasem shows that the analysis of the calculation of the setup on the gate valve, the pressure in the piping already installed is in a safe state of excess pressure that exceeds the nominal pressure pipe and if it is still needed to reduce the pressure on the transmission network raw water then the operations can be done is to open half a gate valve, which will be able to lower the water pressure in the pipe, so that the raw water supply system to function properly.

**Keywords:** Transmission Pipeline Network, Elevation, Pressure.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia terhadap air pada saat ini sangatlah besar baik untuk dikonsumsi maupun untuk menunjang kehidupan manusia. Kebutuhan air untuk manusia melakukan berbagai cara baik secara tradisional maupun modern. Pada zaman dahulu orang menimba air di sumur atau mengambil air di sumber mata air dengan ember. Cara tradisional ini tentu saja sangat menyita tenaga dan waktu, yang seharusnya dapat digunakan untuk melakukan kegiatan produktif lainnya.

Masyarakat agar tidak menyita waktu dan tenaga untuk mendistribusikan air dari hulu ke hilir akan menggunakan pipa dalam sistem perpipaan. Pipa memiliki peranan yang penting dalam suatu sistem *transfer fluida*. Pipa memiliki berbagai macam ukuran dan bentuk penampang serta material yang bervariasi. Material pipa bermacam-macam, seperti *Polyethylene*, PVC, logam, *acrylic*, dan lain-lain. Ukuran dan kemampuan menerima tekanan pada pipa juga bervariasi. Pipa diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti untuk penelitian, kebutuhan masyarakat, bangunan gedung, industri manufaktur bahkan pada bidang industri minyak dan gas. Air bersih sebagai infrastruktur kota sangat berperan dalam menunjang perkembangan kota. Kota modern maupun pedesaan membutuhkan sistem air bersih yang baik, sehingga mampu memenuhi kebutuhan pertumbuhan penduduknya. Pengelolaan sistem penyediaan air bersih yang layak serta memenuhi kebutuhan masyarakat dan aktivitas perkotaan maupun pedesaan secara keseluruhan akan meningkatkan produktivitas kota dan desa serta menurunkan kemiskinan (Shabbir, 1993).

Pemerintah Pusat dibawah Kementerian Pekerjaan Umum yaitu Balai Wilayah Sungai Bali – Penida salah satu menggunakan pipa HDPE (*high density polyethylene*) pada tahun 2006 sampai dengan 2014. Pipa HDPE atau *high density polyethylene* adalah pipa plastik bertekanan yang mulai banyak digunakan untuk pipa air dan pipa gas rumah tangga. Melihat kenyataan di lapangan khususnya di Kabupaten Karangasem perlu adanya peningkatan pelayanan akan air bersih. Sistem perpipaan sangatlah berperan penting dalam menunjang program pelayanan air bersih yang dilakukan pemerintah saat ini. Pemerintah hingga telah merealisasikan pembangunan sarana prasarana penyediaan air baku secara bertahap mulai dari tahun anggaran 2006 sampai tahun anggaran 2014.

Sejak selesainya konstruksi sampai tahun 2014, muncul beberapa masalah seperti, tingkat kebocoran - kebocoran air yang dialami pipa, oleh karena itu jaringan pipa yang ada di Kabupaten Karangasem yang berfungsi mentransmisikan air bersih yang memenuhi kebutuhan masyarakat perlu untuk di evaluasi kembali terhadap perencanaan semula sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat dalam menyelesaikan masalah tersebut.

Menurut penelitian **Yosi Ramadhan, Ramelan dan Wirawan Sumbodo 2014**, variasi penutupan gate valve sangat berpengaruh terhadap kerugian aliran fluida, semakin gate valve menutup maka kerugian aliran fluida cair yang melewati pipa semakin mengecil dan tekanan yang terjadi semakin rendah. Penelitian ini diharapkan mampu mengamankan pipa dari kebocoran – keboran yang dialami pipa transmisi di Kabupaten Karangasem

Proses evaluasi jalur pipa transmisi air baku ini akan mengukur elevasi dilapangan di seluruh jalur pipa transmisi air baku di Kabupaten Karangasem. Proses perencanaan ini akan

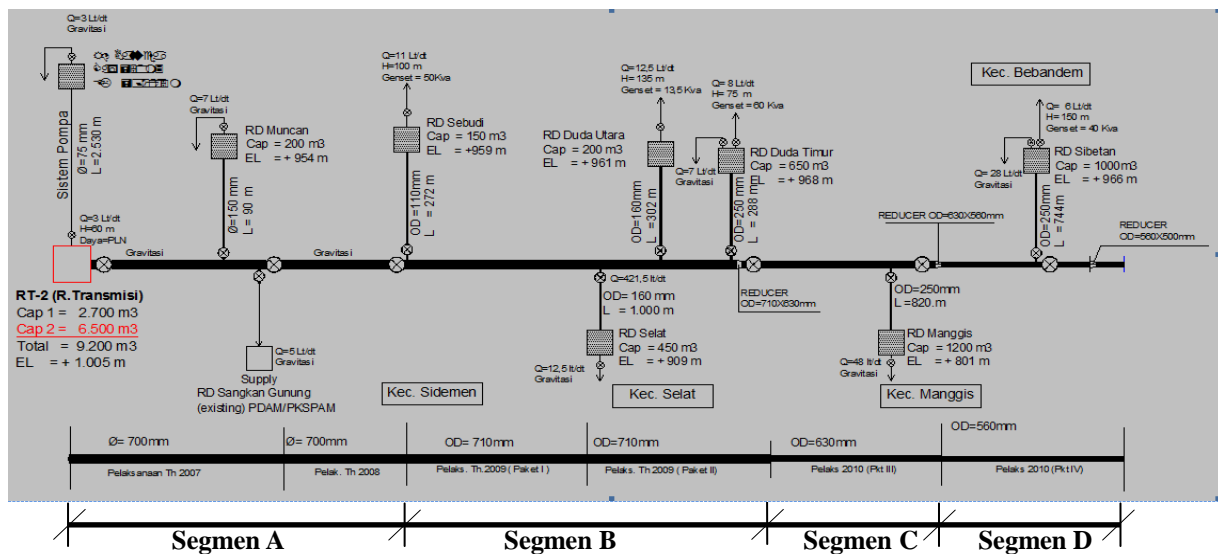
melakukan pengukuran awal sehingga memperoleh hasil pencatatan data elevasi pipa, jarak pipa per segmen pipa, *accessories* yang terpasang dan yang terpenting adalah data tekanan nominal yang dimiliki pipa itu sendiri, sehingga diperoleh data titik-titik stasiun yang melebihi tekanan maksimum pipa.

Mengacu dari hal tersebut di atas, maka dilakukan cara pengukuran elevasi langsung di lapangan serta mengukur jalur transmisi persegmen pipa sesuai dengan kemampuan dalam menerima tekanan sehingga penyediaan air baku dapat berfungsi dengan baik.

## 2. METODE

### 2.1. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi jaringan perpipaan transmisi air bakudi kabupaten karangasem dengan cara pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ETS sehingga di dapat elevasi yang ekstrim dan untuk menentukan titik lokasi yang dianggap bertekanan lebih yang tidak sesuai dengan kemampuan pipa dalam menerima tekanan sehingga penyediaan air baku dapat berfungsi dengan baik berikut lampiran rancangan konsep penelitiannya akan ditampilkan pada Gambar 1. Skema Jaringan Perpipaan Transmisi Air Baku di Kabupaten Karangasem.

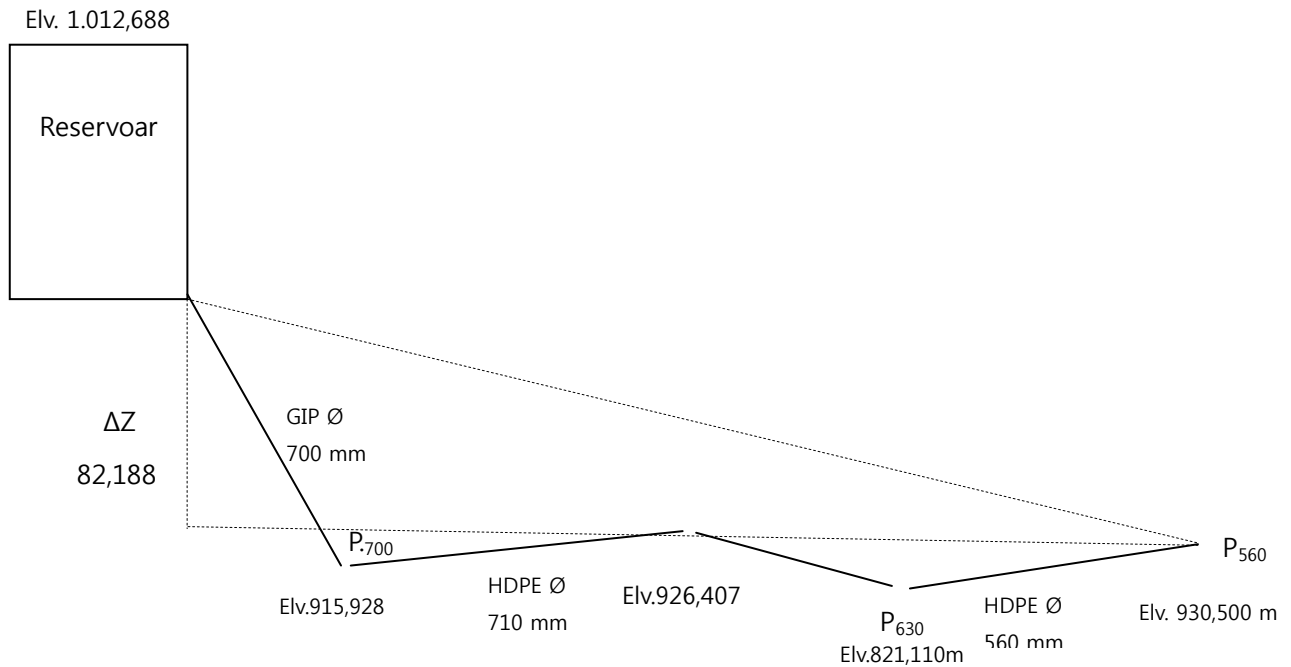


Gambar 1. Skema jaringan perpipaan transmisi air baku

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Hasil Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian, secara garis besar tahapan proses penelitian dilakukan seperti pada diagram alir, sehingga diperoleh hasil penelitian titik-titik stasiun yang akan di evaluasi dan dilakukan penggantian pipa.



Gambar 2. Skema Beda Tinggi Jaringan Air Baku

#### 3.2. Perhitungan Tekanan Berdasarkan Elevasi

Perhitungan tekanan berdasarkan elevasi akan di asumsikan, misalnya dengan beda tinggi 10 m sama dengan tekanan 1 bar.

Tabel 1. Data hasil analisa tekanan pengukuran di lapangan berdasarkan elevasi

Jenis PIPA-PN dan Diameter	Elevasi	Stasiun	Panjang Pipa (m)	Perhitungan Pressure Yang Terjadi	Beda Tinggi
				(Bar)	(Meter)
Reservoir	1.012,688	0 +000		-	-
Steel Pipe Dia 700 mm	915,928	5 +869	5.869,00	9,676	96,760
HDPE PN 16 Dia 710 mm	926,407	10 +803	3.810,00	8,628	86,281
HDPE PN 16 Dia 630 mm	821,110	14 +209	2.376,00	19.158	191,578
HDPE PN 16 Dia 560 mm	930,500	17 +548	3.314,00	8.219	82,188

Ket.



: Tanda kuning menyatakan bahwa tekanan yang terjadi melebihi tekanan nominal pipa sehingga perlu tindakan atau modifikasi untuk menurunkan tekanan sampai di bawah tekanan nominal pipa.

Asumsi

Diketahui :

$$\rho = \text{Massa jenis Air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{Gaya gravitasi bumi} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$h = \text{Ketinggian} = 10 \text{ m}$$

$$P = \rho \times g \times h$$

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 10 \text{ m}$$

$$P = 98000 \text{ kgmm/m}^3\text{s}^2$$

$$P = 98000 \text{ kgm/m}^2\text{s}^2$$

$$P = 98000 \text{ N/m}^2 \text{ (pascal)}$$

$$P = 98 \text{ kilopascal} = 14.213 \text{ psi}$$

$$0.999 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ Bar}$$

$$1 \text{ kilopascal} = 0.145 \text{ psi}$$

$$1 \text{ kilopascal} = 0.010 \text{ kg/cm}^2.$$

### 3.2.1 Perhitungan Head Losse Pada Segmen A (Pipa GIP dia. 700 mm)

$$\text{Roughnes : } r = \quad (1)$$

$$\text{Reynolds Number : } Re = \quad (2)$$

$$\text{Kecepatan : } V = \quad (3)$$

- Head losses Mayor pada segmen A :

$$H_l = f. \quad (4)$$

### 3.2.2 Perhitungan head losses minor segmen A (Pipa GIP dia. 700 mm)

$$H_{Lmi} = K. \quad (5)$$

- Kehilangan tenaga yang mengalami pembesaran penampang.

$$h_e : \quad (6)$$

$$K = \zeta^2 \quad (7)$$

- Kehilangan tenaga yang mengalami pengecilan penampang.

$$h_e = K_c \quad (8)$$

Nilai “K” asesoris :

$$\text{Nilai K, untuk gate valve full open} = 0,2$$

$$\text{Nilai K, untuk gate valve } \frac{1}{2} \text{ open} = 5,6$$

$$\text{Nilai K, untuk } 90^\circ = 0,98$$

$$\text{Nilai K, untuk } 45^\circ = 0,14$$

Nilai K, untuk Tee = 1,5  
(sumber : Hidraulika II, Bambang Triadmodjo)

- Perhitungan Head Losses Total :

$$Hl_{tot} = Hl_{mayor} + Hl_{minor} \quad (9)$$

### 3.2.3 Perhitungan HGL Pada Segmen A (pipa GIP 700 mm)

$$HGL_{hilir} = HGL_{hulu} - h_{l\ tot\ hulu} \quad (10)$$

### 3.2.4 Tekanan Pada Segmen A (pipa GIP dia. 700 mm)

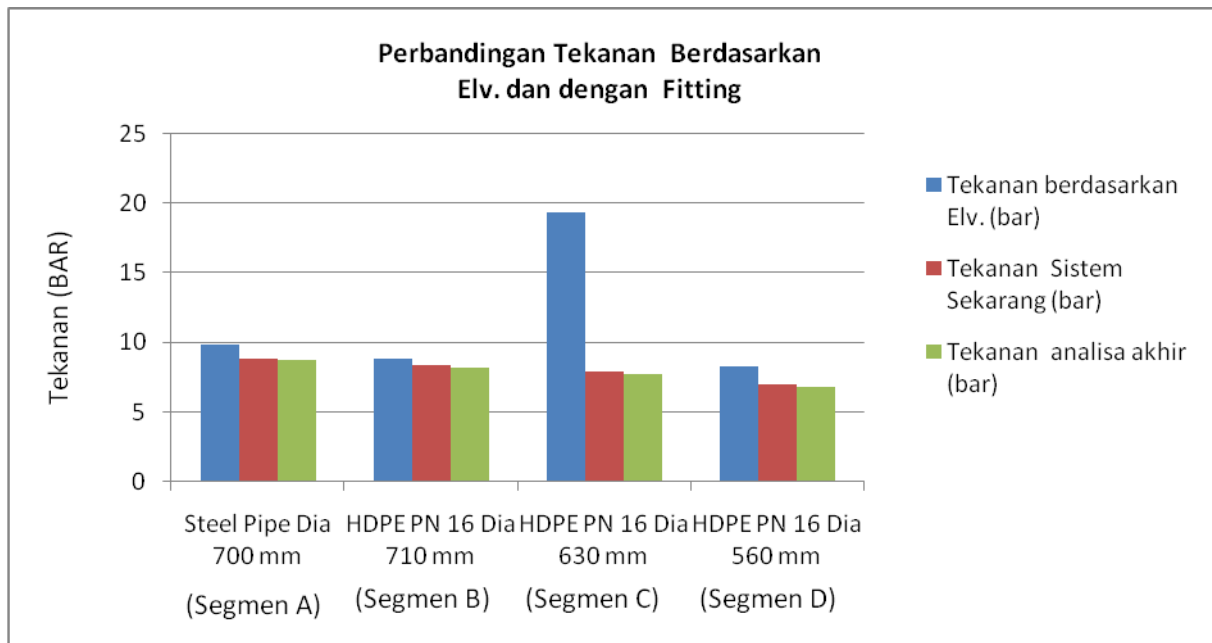
$$P_{700} = \rho \cdot g \cdot HGL_1 \quad (11)$$

Tabel 2. Hasil analisa tekanan

Jenis PIPA- PN dan Diameter	Analisa Tekanan Berdasarkan Elevasi				Accessories	Gate Valve Terbuka Penuh					Gate Valve Terbuka setengah		
	Elevasi	Beda Tinggi (m)	Panjang Pipa (m)	Tekanan berdasarkan Elv. (bar)		Debit Dalam Pipa ( Q ) m <sup>3</sup> /dt	Kecepatan Aliran Air (v) M/DT	Total Head sekarang (m)	HGL sekarang (m)	Tekanan sekarang (bar)	Total Head Losses akhir (m)	HGL akhir (m)	Tekanan analisa akhir (bar)
Steel Pipe Dia 700 mm	915,928	96,760	5.869	9,7	-Gate valve dia 700 PN 16 ( 3 Buah ) -Elbow 45° (30 buah ) -Elbow 90° (12 buah ) -Tapping ke reservoar (2 buah)	0,416	1,08	8,62	88,14	8,6	9,57	87,19	8,5
HDPE PN 16 Dia 710 mm	926,407	86,281	3.810	8,6	-Gate valve -Tapping (4 buah) -Reducer -Air Valve -Elbow 45° (27 buah) -Elbow 90° (8 buah)	0,416	1,05	4,58	83,56	8,2	4,58	82,61	8,1
HDPE PN 16 Dia 630 mm	821,110	191,578	2.376	19,2	-Gate valve (2 buah) -Tapping (1 buah) -Reducer -Air Valve -Elbow 45° (25 buah) -Elbow 90° (8buah)	0,416	1,34	4,9	78,66	7,7	4,9	77,71	7,6
HDPE PN 16 Dia 560 mm	930,500	82,118	3.314	8,2	-Gate valve -Tapping -Air Valve -Elbow 45° (20 buah) -Elbow 90° (5buah)	0,416	1,69	9,64	69,02	6,7	9,64	68,07	6,60

Melihat hasil dari Tabel 2. analisa tekanan pada masing masing segmen pipa transmisi pada data hasil analisa di peroleh tekanan yang berbeda. Evaluasi jaringan pipa secara analisa hidroulika, proses perbandingan tekanan dilakukan secara persegmen pipa yaitu dari pipa diameter dengan segmen A dengan jenis pipa *steel* dia. 700 mm, segmen B jenis pipa HDPE dengan diameter 710 mm, segmen C jenis pipa HDPE diameter 630 mm dan segmen D jenis pipa HDPE diameter 560 mm.

Data hasil analisa tekanan akhir dengan cara membuka setengah pada gate valve menunjukkan bahwa hasilnya mampu menurunkan tekanan berlebih dari tekanan pipa yang mempunyai batas standar tekanan nominal pipa dan mampu mengamankan pipa dari tekanan yang melebihi tekanan nominal pipa tersebut. Dampak dari pembukaan gate valve setengah tersebut memungkinkan komponen dari gate valve tersebut rusak atau kendur dan memungkinkan terjadinya kebocoran pada sambungan gate valve.



Grafik 3. Perbandingan tekanan berdasarkan elevasi dan tekanan sekarang (gate valve terbuka penuh) serta tekanan bukaan gate valve setengah

#### 4. KESIMPULAN

Pengukuran langsung dilapangan dan analisa dalam menentukan tekanan pada jaringan transmisi pipa air baku telah dilakukan dengan cara pengukuran elevasi akhir pipa dari segmen A (pipa GIP Ø 700 mm) di elevasi 914,430 meter dengan panjang pipa 5.869 meter ; akhir pipa segmen B (pipa HDPE Ø 710 mm) pada elevasi 924,909 meter dengan panjang pipa 3.810 meter; akhir pipa segmen C (pipa HDPE Ø 630 mm) pada elevasi 819,612 meter dengan panjang pipa 2.376 meter dan akhir pipa segmen D (pipa HDPE Ø 560 mm) pada elevasi 929,002 meter dengan panjang pipa 3.314 meter.

Jaringan transmisi pipa air baku di Kabupaten Karangasem menunjukkan bahwa secara analisis perhitungan penyetingan pada gate valve, tekanan pada perpipaan yang sudah terpasang masih dalam keadaan aman dari tekanan berlebih yang melebihi tekanan nominal pipa dan jika masih diperlukan untuk menurunkan tekanan di jaringan transmisi air baku maka secara operasional bisa dilakukan yaitu dengan membuka setengah gate valve, yang akan mampu menurunkan tekanan air dalam pipa, sehingga sistem penyediaan air baku dapat berfungsi dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affan, B.S.. *Kaji eksperimental rugi tekan (head loss) dan faktor gesekan yang terjadi pada pipa lurus dan belokan pipa (bend)*. Semarang: Universitas Diponegoro. 2010.
- [2] Aida dan Terunajaya , *Analisa perhitungan debit dan kehilangan tinggi tekanan (head loss) pada sistem jaringan pipa daerah layanan pdam tirtanadi cabang sunggal*. Sumut. Universitas Sumatera Utara, 2012.
- [3] Anonim.. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*. Jakarta: Sekretaris Negara RI, 2004.
- [4] Aqfa, Ikhwanul, *Analisa Sistem Jaringan Pendistribusian Pipa Air Bersih Di PDAM Tirta Bulian Tebing Tinggi*, Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [5] BE, Larock, RW Jepsson, GZ Watters, 1999, *Hydraulics of pipeline systems books*. Cheema, G Shabbir. *Urban Management. Westport Connection*, London, 1993.



- [6] Dake, J.M.K., Endang P.Tachyan dan Y.P. Pangaribuan, *Hidrolika Teknik Edisi II*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.
- [7] Djunaedi, *Penentuan Kehilangan Energi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih Nun Baun Sabu Kupang*, Jurnal Studia Tenologia, No. 2, 167-169, 2008.
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 9 Tahun 2015 Tentang Sumber Daya Air
- [9] Rajput, R.K, *A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*, S1 Version, S. Chad and Company Ltd. New Delhi, 2002.
- [10] Soenarno. *Implementasi Kebijakan KIMPRASWIL dalam pengelolaan dan Pelestarian Sumber Daya Air*, Surakarta, UNS, 2003.
- [11] Tatiana, K. *Pengantar Dasar - dasar Perencanaan Pengadaan Air Bersih pedesaan*, WALHI, YPMD, IRJA, Jakarta : Yayasan Mandiri, 1991.
- [12] Torishima, *Torishima Pump and Book*, Torishima Pump MFG. Co., Ltd, 1968.
- [13] White. M., *Mekanika Fluida*, Jilid 2 Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [14] Yosi Ramadhan, Ramelan, Wirawan Sumbodo, *Pengembangan Media Pembelajaran Pengukuran Rugi Aliran Fluida Cair Dalam Pipa Venturi Untuk Menunjang Perkuliahan Mekanika Fluida*. Semarang, Universitas Negeri Semarang, 2014
- [15] Young, B., *Design of Homologoud ram pump*, *journal of Fluids Engineering, Transaction of the ASME*, Vol. 119, June 1997, pp. 360 – 365, 1997