EVALUASI TEKANAN JARINGAN DISTRIBUSI ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) PDAM INTAN BANJAR MENGGUNAKAN EPANET 2.0

PRESSURE EVALUATION OF ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) NETWORK DISTRIBUTION IN PDAM INTAN BANJAR USING EPANET 2.0

Rony Riduan, Muhammad Firmansyah dan Shelda Fadhilah
Program Studi Teknik Lingkugan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A Yani KM. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia
E-mail: sheldafadhilah@gmail.com

ABSTRAK

PDAM Intan Banjar melakukan sebuah program untuk meningkatkan kualitas Air Minum yang disebut Zona Air Minum Prima (ZAMP). Dimana ZAMP adalah wilayah khusus yang jaringan distribusi terisolasi dan dirancang sebagai wilayah air siap minum. ZAMP merupakan wilayah yang diutamakan pelayanannya oleh PDAM Intan Banjar selama 24 jam. Tingkat kehilangan air ZAMP hingga April 2016 sebesar 31%, yang dimana telah melebihi standar tingkat kehilangan air minimum yaitu 20%. Beraasarkan data Hubungan Langganan, adanya pengaduan pelanggan masalah pipa bocor dan masalah kurangnya tekanan pada jam puncak yang tercatat dari hasil data pressure recorder yang dipasang oleh pihak PDAM pada beberapa titik pantau ZAMP. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi sistem jaringan distribusi air minum, kemudian mengevaluasi dan memetakan pola sebaran tekanan pada jaringan distribusi ZAMP serta membandingan hasil simulasi dengan kondisi eksisting. Berdasarkan hasil pengolahan data, jam puncak ZAMP terjadi pukul 07.00 dan jam terendah terjadi pada pukul 04.00. Berdasarkan hasil simulasi Epanet 2.0, terdapat 3 node yang memiliki tekanan <10 m. Hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan elevasi, jarak yang semkin menjauhi sumber air, dan ketidaksesuaian dimensi pipa.

Kata kunci: *Epanet 2.0*, sistem jaringan distribusi, tekanan, ZAMP.

ABSTRACT

PDAM Intan Banjar has a program to improve the water quality, which is called as Zona Air Minum Prima (ZAMP), where ZAMP is a special isolated distribution network area designed as a potable water. ZAMP is an area served priority by PDAM Intan Banjar for 24 hours. ZAMP's water loss rate in April 2016 was 31%, it exceeded the minimum standard rate of water loss, 20%. The existence of customer complaints about leaking pipes and lack of pressure at peak hours were recorded from pressure recorder data result that was set at some ZMAP critical points. The purpose of this study is to identify the system of water distribution networks, evaluate and map the distribution pattern of the pressure of water distribution networks, as well as to compare the simulation results with today's condition. Besade on data processing result, ZAMP's peak hour occurred at 07.00 and its lowest occurred at 04.00 o'clock. Based on Epanet 2.0's simulation results, there existed 3 nodes that have

pressure <10m. These can be due to the differences in elevation, increasing distance from the source water, and the mismatching in pipe dimensions.

Keywords:, distribution network system, Epanet 2.0, pressure, ZAMP.

1. PENDAHULUAN

Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (PERPAMSI) bekerja sama dengan US-AID untuk untuk membantu PDAM-PDAM melakukan inovasi dalam rangka meningkatkan (*Inmprovement*) pelayanan air minum untuk pelanggan serta mewujudkan visi-misi penyediaan air yang berkualitas (Pasaribu, 2005). Dimana program tersebut adalah ZAMP (Zona Air Minum Prima) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air minum melalui program sertifikat serta pelatihan untuk perbaikan jaringan perpipaan PDAM (Haq & Masduqi, 2014). Berdasarkan data PDAM Intan Banjar hingga April 2016 diketahui bahwa PDAM telah melayani 64.923 Sambungan Langganan (SL) dengan total penduduk yang terlayani adalah 772.897 jiwa atau menacapai 41,70% dari jumlah penduduk di Kota Banjarbaru. Pada wilayah ZAMP, PDAM sudah melayani 1.230 SL atau sekitar 1,89 % dari jumlah SL yang dilayani PDAM Intan Banjar. Berdasarkan data rekapan kehilangan air ZAMP PDAM Intan Banjar, hingga April 2016 tingkat kehilangan air masih 31%. Hal ini berarti telah melebihi standar minimum tingkat kehilangan air yaitu sekitar 20% (Rivai, Masduki, & Marsono, 2006).

ZAMP merupakan wilayah yang diutamakan pelayanannya oleh PDAM Intan Banjar selama 24 jam. Harga airnya pun lebih mahal dan kualitasnya lebih baik. ZAMP Intan Banjar mulai dioperasikan tahun 2006 dan terus berkembang hingga sekarang. Dari hasil wawancara dengan salah satu staff bagian Trandis (Transmisi Distribusi) PDAM Intan Banjar, pada Mei 2013 bagian trandis pernah melakukan *Step Test* untuk melakukan pencarian kebocoran pada Sub ZAMP 1, namun belum pernah melakukan evaluasi jaringan distribusi secara kseseluruhan. Pada bulan Januari-April 2016 dari data hubungan langganan, adanya pengaduan pipa bocor oleh pelanggan ZAMP Intan Banjar Dan dilihat dari data bagian hubungan langganan adanya pengaduan pipa bocor. Serta berdasarkan hasil pencatatan *pressure recorder,* masih adanya kurangn tekanan pada jam puncak di beberapa titik pantau ZAMP.

Berdasakan latar belakang tersebut, perlu dilakukan evaluasi pada sistem jaringan distribusi ZAMP dengan menggunakan software *Epanet 2.0*. Dimana pada penelitian ini, evaluasi yang dilakukan adalah mengukur pola sebaran tekanan pada jaringan distribusi yang kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi jaringan distribusi kondisi eksisting saat ini.

ZAMP adalah wilayah khusus yang dirancang sebagai wilayah air siap minum atau air yang disalurkan ke pelanggan tersebut sudah memenuhi syarat untuk bisa diminum langsung tanpa harus dimasak lebih dulu. Lokasi ZAMP harus sudah sesuai dengan standar kesehatan KEPMENKES No. 907/MENKES/VII/2002 (Natalia, Mardiyono, & Said, 2012). Berikutbeberapa kriteria untuk pemilihan lokasi ZAMP, yaitu:

1. Jaringan pipa distribusi PDAM pada zona tersebut relatif baru, kondisi sangat baik, dan terpisah dari jaringan pipa lain untuk mempermudah pengawasan. Pengaliran selama 24 jam, ada *alternative supply* dan tekanan harus cukup baik.

2. Air baku yang diolah berasal dari mata air, sehingga kualitas yang dihasilkan sehat dan aman.
3. Pelanggan ZAMP bersedia membayar lebih mahal (Pasaribu, 2005).

Sistem distribusi air minum merupakan sistem pipa air minum yang mengalirkan air bertekanan, pipa distribusi terletak mulai dari *reservoir* distribusi, menara distribusi atau pompa distribusi untuk penyediaan air minum atau air yang telah diolah ketitik pemakai air dalam daerah pelayanan, sehingga terdapat didalamnya adalah pipa, *valve*, *hydrant*, *washout*, meter air, *reservoir* pelayanan dan lain-lain yang membantu dalam mengalirkan aliran yang terdapat dalam jaringan pipa. Debit aliran air di dalam saluran tertutup mempunyai dua bentuk energi potensial pertama yang di akibatkan oleh elevasinya dan yang kedua diakibatkan oleh tekanannya (Suyitno, 2008).

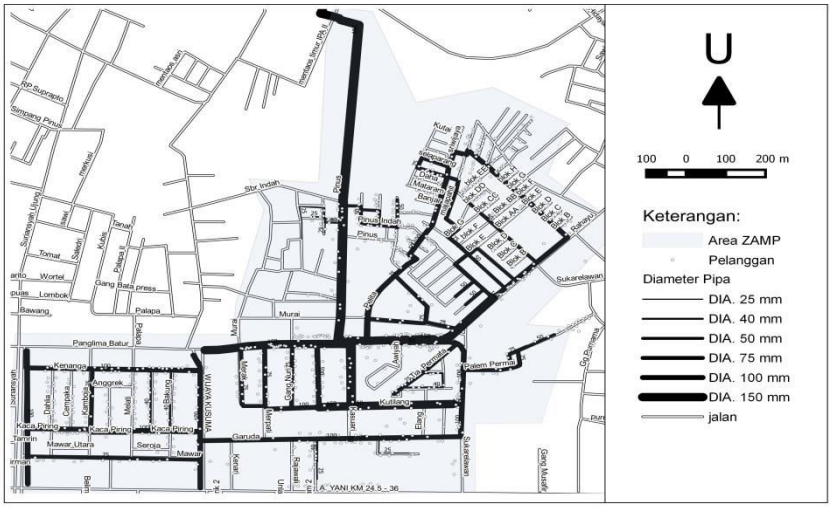
Sisa tekanan minimm 1 bar atau 10 meter kolom air (mka), berlaku pada pipa sekunder atau tersier. Sisa tekanan minimum diujung terjau pada jalur pipa induk harus lebih besar dari 10 meter. Hal ini dimaskudkan agar setiap pelanggan bisa mendapatkan air yang cukup. Sedangkan tekanan kerja maksimum tidak boleh melampaui batas yang diijinkan untuk masing-masing jenis pipa (Suyitno, 2008). Konsep pengaliran pada sistem perpipaan bertekanan menyatakan bahwa jumlah energi di sepanjang pipa antara titik satu dengan titik kedua adalah sama, tekanan energi ini akan berkurang karena adanya gesekan antara zat cair dan dinding pipa yang disebut kehilangan sisa tekanan. Tekanan juga harus dijaga agar tidak terlalu rendah, karena tekanan yang terlalu rendah akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi (Safii, 2012).

Sostware Epanet 2.0 adalah sebuah program yang dapat mensimulasikan sistem distribusi air minum pada wilayah tertentu untuk dianalisa an dievaluasi kembali. Data yang dibutuhkan dalam simulasi Epanet 2.0 berupa data pipa, data pelangan, elevasi, debit, dan tekanan. Output yang dihasilkandiantaranya adalah pola sebaran debit yang mengalir pada pipa dan tekanan air pada pipa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sistem jaringan distribusi air minum pada ZAMP PDAM Intan Banjar, khsusnya mengevaluasi dan memetakan pola sebaran tekanan pada jaringan distribusi air minum pada ZAMP PDAM Intan Banjar yang kemudian membandingan hasil simulasi dengan kondisi eksisting saat ini sehingga dapat ditemukan penyebab masalah dan solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan pada ZAMP PDAM Intan Banjar Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Data yang diperlukan dala penelitian ini adalah data tekanan, data debit, jumlah pelanggan, peta jaringan , data pipa (panjang, diameter, jenis dan umur pipa), data elevasi, serta data pemakaian air. Selanjutnya membuat model jaringan dengan menggunakan software Epanet 2.0 yang kemudian dilakukan input data dan selanjutnya model disimulasikan. Setelah itu, dilakukan kalibrasi dan validasi data untuk membandingkan data observasi dengan hasil simulasi jaringan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. berikut:



Sumber: PDAM Intan Banjar Bagian Perencanaan dan Pengembangan, 2016

Gambar 1. Lokasi Penelitian ZAMP PDAM Intan Banjar Kota Banjarbaru

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

ZAMP memiliki jaringan pipa yang terisolasi atau terpisah dari jaringan pipa wilayah lainnya. Pasokan air Intalasi Pengelolahan Air (IPA) ZAMP Intan Banjar berasal dari *Intake* Irigasi Riam Kanan. IPA ZAMP terdiri dari bangunan *Intake*, *bar screen,* bak prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, aerasi, bak sedimentasi, filtrasi 1, filtrasi 2, reservoir dan desinfeksi serta dilengkapi, fasilitas gas klor, pompa air baku, pompa distribusi, *genset,* gudang kimia, laboratorium dan ruang HMI/SCADA. Pipa yang digunakan pada lokasi ZAMP adalah pipa berjenis PVC dan HDPE dengan diameter dari Ø25 mm – Ø150 mm. Sistem pengaliran menggunakan pompa 20 L/det sedangkan sistem jaringan perpipaan adalah sistem cabang. ZAMP memiliki 2 buah *reservoir* dengan total kapasitasnya adalah 500 m^3.

Tekanan diukur pada beberapa lokasi yang dianggap mewakili sebagai titik – titik kritis, adapun alat yang dipergunakan adalah *pressure recorder*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tekanan

Pukul	Tekanan (mka)				
	Pada Elevasi m. dpl				
	± 22	± 22	± 28	± 35	± 37
00:00	30,9	25	25,9	5,5	8,7
01:00	29,6	25	25,4	5,1	8,5
02:00	30	24,7	25,1	4,7	7,9
03:00	29,7	24,8	25	4,5	7,6

Pukul	Tekanan (mka)				
	Pada Elevasi m. dpl				
	± 22	± 22	± 28	± 35	± 37
04:00	30,6	24,2	25,5	4,6	7,7
05:00	35,8	31,3	31,4	9,9	13
06:00	35,7	29,5	26,5	7,5	10,3
07:00	34,9	25,8	17,4	3,3	4,4
08:00	36	26,2	22,3	3,5	4,4
09:00	34,8	25,4	21,2	2,8	3,8
10:00	35	24,2	23,8	3,8	4,4
11:00	35,1	27,5	23,9	4,7	6,3
12:00	35,9	26,8	20,6	3,6	4,9
13:00	35,4	28,3	27,4	6,8	8,7
14:00	36,2	28,7	28,1	7,3	9,3
15:00	35,5	30,2	29	8,7	10,4
16:00	36	28,7	27,3	6,1	8,4
17:00	35,1	27,2	27,3	5,7	7,5
18:00	20,8	27,1	24,2	4,9	6,3
19:00	36,2	27,4	24,8	5,8	8,3
20:00	36,4	30	28,6	9,3	11,4
21:00	36,2	29,9	29,6	8,7	12,6
22:00	30,3	24,5	24,8	3,8	7,1
23:00	29,5	25	24,5	4,2	7,3

Sumber: PDAM Intan Banjar Bagian Transmisi Distribusi , 2016

Berdasarkan pada Tabel 1. Diatas dapat dilihat tekanan pada 5 titik ZAMP memiliki nilai yang berbeda tergantung dari jarak dekat jauhnya lokasi dengan sumber utama. Selain itu terlihat pula dari data *pressure recoder* masih ada yang memiliki nilai sisa tekan di bawah kriteria sisa tekanan minimum yaitu <10 m. Titik pantau 1 yang memiliki elevasi ±22 m.dpl merupakan lokasi yang paling dekat dengan reservoir sehingga memiliki tekanan yang paling tinggi. Dan pada titik pantau 4 dan 5 yang memiliki elevasi ±35 m.dpl dan ±37 m.dpl merupakan lokasi yang paling jauh dari reservoir yaitu berada di Jl. Garuda dan Jl. P Suriansya. Pada lokasi tersebut memiliki nilai tekanan di bawah 10 m hingga mencapai 2,8 m.

3.1 Kalibrasi Data

3.1.1 Kalibrasi Tekanan

Hasil pembacaan *pressure recorder* pada Gambar 2. menunjukkan setelah dilakukan kalibrasi dengan pengambilan sampel tekanan pada 5 titik daerah ZAMP didapatkan nilai korelasi 98.4%. Parameter yang dijadikan variabel untuk kalibrasi adalah *head* pompa. Dalam hasil perhitungan *Epanet 2.0* dengan data yang terukur di lapangan perbandingannya sudah mendekati. Ada beberapa faktor yang membuat nilai korelasi belum 100% diantaranya dikarenakan umur dari jaringan perpipaan yang digunakan akan berpengaruh pada koefisien Hazen William semakin tua umur pipa maka kekasaran

pipa akan bertambah. Kemudian disebabkan adanya kebocoran pada pipa jaringan distribusi yang dapat menyebabkan pengurangan sisa tekan, kurangnya kelengkapan pengisian data-data seperti *valve*, meter air, kebocoran pada pipa jaringan.

Calibration Statistics for Pressure

Location	Num Obs	Observed Mean	Computed Mean	Mean Error	RMS Error
4	24	33.40	37.82	4.947	6.282
22	24	26.98	33.25	6.271	6.699
23	24	25.40	33.25	7.851	8.573
78	24	5.62	19.45	13.831	13.999
93	24	7.88	16.63	8.748	9.049
Network	120	19.86	28.08	8.330	9.335

Correlation Between Means: 0.984

Gambar 2. Hasil Kalibrasi Tekanan

3.1.2 Validasi Debit

Pengukuran debit aliran secara langsung di lapangan pada beberapa titik yang dianggap mewakili kondisi seluruh jaringan, perlu juga dibuktikan dengan cara validasi data hasil perhitungan *Epanet 2.0* dengan pengukuran dilapangan untuk diperoleh hasil mendekati keadaan sebenarnya di lapangan. Hasil validasi dari simulasi model *Epanet 2.0* dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil simulasi *Epanet 2.0* dengan data yang terukur dilapangan.

Calibration Statistics for Flow

Location	Num Obs	Observed Mean	Computed Mean	Mean Error	RMS Error
4	1	3.55	0.82	2.733	2.733
21	1	2.92	0.59	2.328	2.328
24	1	3.64	1.02	2.622	2.622
70	1	3.41	0.20	3.208	3.208
62	1	5.45	6.75	1.302	1.302
39	1	2.83	0.00	2.826	2.826
44	1	3.32	0.17	3.152	3.152
98	1	2.94	1.09	1.846	1.846
19	1	2.55	0.35	2.202	2.202
85	1	3.83	4.74	0.911	0.911
Network	10	3.44	1.57	2.313	2.424

Correlation Between Means: 0.867

Gambar 3. Hasil Kalibrasi Flow

3.2 Simulasi Pola Sebaran Tekanan

Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 6. terdapat beberapa node yang tidak memenuhi standar tekanan. Semua node yang letaknya berjarak dekat dengan IPA II Pinus akan memiliki tekanan yang besar dikarenakan besarnya *head* pada pompa distribusi yang terpasang sebesar 35 - 40 m. Besarnya tekanan pada node dipengaruhi oleh *head* air yang dikirim dari sumber utama. Dengan semakin menjauhi sumber air maka tekanan akan semakin kecil karena adanya energi friksi (pengurangan energi karena adanya gesekan) antara air dengan pipa.

Beberapa node yang mengalami penurunan tekanan secara sigifikan seperti pada node 23 memiliki nilai tekanan sebesar 30,44 m dan menurun menjadi 26,77 m pada node 23, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan elevasi pada lokasi tersebut. Node 23 memiliki elevasi lebih rendah dibandingkan node 24. Pada model jaringan memiliki peningkatan elevasi dari reservoir hingga titik terjauh, hal ini dapat menyebabkan penurunan tekanan secara signifikan. Terlihat pada lokasi terjauh terdapat 3 node yang memiliki nilai tekanan dibawah 10 m hingga mencapai 8,60 m yaitu terdapat pada node 93. Tingginya tekanan juga dipengaruhi oleh diameter pipa, semakin kecil diameter pipa maka tekanan juga akan tinggi. Dapat dilihat pada node 62, apabila dilihat letaknya berada diujung dan jauh dari reservoir namun memiliki nilai tekanan lebih tinggi dibandingkan dengan node sebelumnya. Hal ini disebabkan adanya perubahan diameter pipa dari diameter Ø75 mm menjadi Ø50 mm.

Gambar 4. Simulasi Tekanan Pada Jam Puncak

3.3 Evaluasi Tekanan Simulasi Epanet 2.0 dengan Kondisi Eksisting

Hasil pembacaan *pressure recorder* pada 5 titik lokasi pantau, yaitu pada Jl. Pinus Indah, Jl. Pelita, Komp Meranti Griya Asri 2, Jl. Garuda dan Jl. P. Suriansyah, menunjukan tekanan kerja selama 24 jam berada pada kisaran 36,4 m – 2,8 m, hal ini menunjukan jaringan tidak aman karena ada tekanan yang kurang dari 10 m. Tekanan terendah terjadi pada node 78 dan 93 atau terjadi di JL. Garuda (Gg. Tinjau) dan Jl. P Suriansyah. Lokasi bertekanan rendah tersebut, merupakan lokasi yang letaknya jauh dari *reservoir* dan yang memiliki elevasi tertinggi mencapai ±37 mdpl. Tekanan tertinggi terjadi pada node 4 dan node 22 atau terletak di Jl. Pinus Indah dan Komplek Griya Meranti 2. Peta lokasi pemasangan pressure recorder pada ZAMP dapat dilihat pada Lampiran A.

Berdasarkan hasil simulasi tekanan di ZAMP pada keseluruhan node berkisar 8,60 m – 48,49 m pada jam puncak yaitu pukul 07.00. Menurut Krisnayanti dkk (2013), tekanan yang relatif tinggi dapat diturunkan dengan menggunakan PRV, namun pada lokasi ZAMP sendiri belum ada dilakukan pemasangan PRV. Tingginya tekanan relative sangat menguntungkan dalam pengembangan jaringan, namun perlu diperhatikan karena tekanan relative tinggi dapat membuat jaringan rusak seperti sambungan pipa yang lepas atau pipa menjadi pecah (Syahputra, 2005).

Walaupun berdasarkan hasil *Epanet 2.0* mememilikisi sisa tekanan yang cukup baik, namun kenyataannya di lapangan masih terdapat daerah yang diwakili oleh node-node (bertekanan rendah hasil simulasi) sering tidak mendapat air terutama pada jam puncak. Tekanan pada sistem perpipaan sangat tergantung pada debit produksi, elevasi lokasi pelanggan serta jarak lokasi pelanggan. Elevasi tempat tingal pelangan lebih tinggi dari pelangan lainnya akan mendapat tekanan lebih rendah (Paryono & Susilo, 2014).

Adanya pelanggan yang tidak mendapatkan air ini dapat disebabkan oleh tingginya tingkat kebocoran, serta berdasarkan dari data bagian Hubungan Langganan PDAM Intan Banjar adanya pengaduan pipa bocor dibeberapa titik dari pelanggan ZAMP pada Januari-April 2016. Serta masih ada tekanan yang memiliki nilai dibawah kriteria batas minimum tekanan pipa menurut Departemen Pekerja Umum (DPU) yaitu <10 meter di beberapa titik pantau ZAMP dari data *pressure recorder* sebagaimana dapat dilihat pada Lampiran B. Tekanan air yang relative kecil dapat terjadi karena adanya kebocoran pipa, penggunaan pompa yang berlebihan, dan penyambungan pipa secara illegal (Idris, Azmeri, & Ziana, 2012).

Untuk mengatasi masalah tekanan yang kurang adalah dengan cara menambah tekanan pada pompa, kemudian dapat mengevaluasi kembali diameter pipa yang mungkin masih belum sesuai dengan kriteria desainnya serta pada jaringan distribusi ditambahkan *looping* sehingga tidak ada titik mati lagi, karena masih adanya titik mati juga akan berpengaruh terhadap proses distribusi air minumnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Sistem pengaliran menggunakan pompa 20 L/det dengan sistem cabang melalui pipa jenis HDPE dan PVC dengan diameter pipa dari Ø150 mm – Ø25 mm. Intake IPA II diambil dari Irigasi Riam Kanan.
2. Tekanan tertinggi mencapai 48,49 m. Dan terdapat 3 node yang memiliki nilai tekanan < 10 meter. Tekanan terendah terjadi di JL. Garuda (Gg. Tinjau) dan Jl. P Suriansyah. Tekanan tertinggi di Jl. Pinus Indah dan Komplek Griya Meranti 2.
3. Nilai tekanan sangat berpengaruh pada tinggi elevasi, jarak reservoir ke pelanggan dan kebutuhan air pada pelanggan.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pipa berjenis PVC sebaiknya segera diganti menjadi pipa jenis HDPE karena pipa berjenis PVC masih kurang baik untuk pendistribusian air minum.
2. Untuk meminimalisir besarnya tekanan yang ada maka perlu dilakukan pemasangan *Preasure Reducing Valve (PRV)* sebelum meter induk diawal jaringan.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan agar bisa memasukkan aksesoris seperti *valve*, *VCD* dan *PRV* pada model jaringan distribusi pada *Epanet 2.0* agar hasil simulasi bisa lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, Departemen Pekerja Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007. *Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.* Departemen Pekeja Umum: Jakarta.

Anonim, PDAM Intan Banjar Bagian Perencanaan dan Pengembangan. (2016). *Peta Lokasi Produksi Air Minum IPA II Pinus PDAM Intan Banjar.* Banjarbaru.

Anonim, PDAM Intan Banjar Bagian Transimisi Distribusi. (2016). *Rekapan Kehilangan Air Per Jumlah Pelanggan dan Pemakaian PElanggan Intan Banjar.* Banjarbaru.

Ardiansyah, Juwono, P. T., & Ismoyo, M. J. (2012). Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih Pada PDAM di Kota Ternate. *Jurnal Teknik Pengaliran, 3*(2), 211-220. Mahasiswa Program Magister Teknik Pengaliran. Universitas Brawijaya.

Haq, B., & Masduqi, A. (2014). Sistem Distribusi Air Siap Minum PDAM Kota Malang: Studi Kasus Kecamatan Blimbing. *Jurnal Teknik Pomits, 3(2)*, 2337-3539.

Idris, F., Azmeri, & Ziana. (2012). Analisa Kinerja Jaringan Distribusi Air Bersih di Perumnas Lingke Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. *Jurnal Teknik Sipil, 1(1)*, 122.

Krisnayanti, D. S., Udiana, I. M., & Benu, J. H. (2013). Studi Perencanaan Pengembangan Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil, II(1), Jurusan Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Nusa Cendana.*

Natalia, B. M., Mardiyono, & Said, A. (2012). Implementasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum Masyarakat (Studi pada PDAM Kota Malang). *Jurnal Administrasi Publik (JAP), 2(1)*, 11-15.

Paryono, & Susilo, H. (2014). Analisa Jaringan Distribusi Air PDAM Giri Tirta Sari (Studi Kasus Perumahan Griya Bulusulur Permai Wonogiri). *Jurnal Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Mercu Buana Jakarta.

Pasaribu, S. E. (2005). Zona Air Minum Prima (ZAMP). *Jurnal Sistem Teknik Industri, 6(2)*.

Pekuwali, U. L., Indaryanto, H. W., & Masduqi, A. (2005). Evaluasi Dan Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Kecamatan Kota Waingapu Kabupatenn Sumba Timur. *Jurnal Purifikasi, 6(2)*, 109-114.

Rivai, Y., Masduki, A., & Marsono, B. D. (2006). Evaluasi Sistem Distribusi dan Rencana Peningkatan Pelayanan Air Bersih PDAM Kota Gorontalo. *Jurnal SMARTek, 4(2)*, 126-134.

Safii, A. (2012). Evaluasi Jaringan Sistem Penyediaan Air Bersih di PDAM Kota Lubuk Pakam. *Tugas Akhir Fakultas Teknik*, Universitas Sumatera Utara.

Suyitno, B. (2008). Evaluasi Hidrolis dan Sisa Klor Pada Jaringan Pipa Eksisting Zona Air Minum Prima Dengan Simulasi Epanet 2.0 Di PDAM Kota Malang. *Laporan Kerja Praktik Lapangan*, Program Studi Teknik Lingkungan Akademi Teknik Tirta Wiyata Magelang.

Syahputra, B. (2005). Pengaruh Penambahan Debit Kebutuhan pada Zona Pelayanan Air Bersih di PDAM Tirta Meulaboh. *Jurnal Pondasi, 11(1)*.