

**SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DISTRIBUSI AIR BERSIH
PDAM TIRTA DAROY BANDA ACEH MENGGUNAKAN ArcGIS 10.3 SERTA EVALUASI
SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI MENGGUNAKAN EPANET 2.0**

Niko Oktafianto⁽¹⁾, M. Bayu Wibawa⁽²⁾

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Ubudiyah Indonesia⁽¹⁾ Dosen

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Ubudiyah Indonesia⁽²⁾ Banda
Aceh, Indonesia

Email : niko.oktafianto@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan air bersih untuk masyarakat yang semakin hari terus meningkat harus diikuti dengan ketersediaan air yang mencukupi. Suplai air bersih di permukiman harus tersedia dengan kualitas memenuhi standar kesehatan, jumlah yang cukup, tersedia secara berkesinambungan dan cara mendapatnya mudah serta terjangkau. Upaya peningkatan pelayanan air bersih khususnya kepada para pelanggan PDAM Tirta Daroy di dusun Kutaran dan Podiamat Alue Naga Kota Banda Aceh berhubungan dengan metode *supply and demand*. Metode penelitian yang dilakukan dengan mengevaluasi sistem pendistribusian (*supply*) dan jumlah pengguna (*demand*) air bersih. Penelitian ini berupa pengolahan data hasil survei yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.3 dan Epanet 2.0. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun *database* jaringan distribusi dan pelanggan berbasis geografis serta menganalisa kemampuan jaringan distribusi terhadap kebutuhan air bersih kepada pelanggan. Hasil penelitian ini adalah terbangunnya *database* jaringan distribusi dan pelanggan air bersih berbasis geografis dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.3. Analisa jaringan distribusi terpasang terhadap jumlah kebutuhan air dilakukan dengan menggunakan *software* Epanet 2.0. Obyek yang digunakan pada penelitian ini adalah 152 junction, 1 reservoir, 173 pipes, dan 1 pump dengan nilai flow pada curve pump sebesar 1,64 liter/detik disesuaikan dengan tingkat kebutuhan pelanggan di dusun Kutaran dan Podiamat sebesar 1,453 liter/orang/detik untuk kebutuhan rata-rata 150 orang/liter/hari. Tekanan pada simulasi relatif stabil dengan nilai terkecil sebesar 2,840 bar, akan tetapi tingkat *supply* air kepada pelanggan kurang dari 50% dari jumlah air yang dibutuhkan pelanggan. Nilai *flow* terbesar pada pipes 150 dengan kecepatan 0,2965 liter/detik. Pada pipes 308 dan pipes 206 tidak terdapat aliran air dikarenakan tidak terdapat *demand* pada junction dan ujung aliran.

Kata kunci: *supply, demand, ArcGIS 10.3, Epanet2.0*

ABSTRACT

Clean water demands in the community that is increasingly rising must be followed by the availability of adequate water. Supply of clean water in the settlements must be provided with the quality that meets the health standards, sufficient quantities, sustainable as well as easy to get and affordable. Efforts to improve water service especially to customers of PDAM Tirta Daroy in Kutaran and Podiamat, Alue Naga Village Banda Aceh is related with supply and demand method. The research method performed by evaluating the distribution system (supply) and the customers (demand) of the clean water. This research is in the form of data processing of a survey that conducted by adopting ArcGIS 10.3 and Epanet 2.0 software. The purpose of this research is to create a database of distribution network and customer geographically based, evaluation of distribution system and also to analyze the capacity of the distribution towards the distribution of clean water to customers. The results of the study are creation of distribution network and customers of clean water geographically database by adopting software ArcGIS 10.3. The evaluation of distribution network installed toward the amount of water demand is evaluated by using software Epanet 2.0. Objects used in this research is 152 junction, 1 reservoir, 173 pipes, and one pump rated flow at the pump curve by 1.64 litre/second tailored to the needs of customers in Kutaran and Podiamat of 1,453 litre/person/second for needs an average of 150 people/litre/day. Pressure on the simulation relatively stable with the smallest value of 2,840 bar, but the level of water supply to customers less than 50% of the amount of water needed by the customer. The flow value of the pipes 150 with a speed of 0.2965 litre/second. On pipes 308 and 206 pipes there is no flow of water because there is no demand at the junction and the upstream end.

Keywords: *supply, demand, ArcGIS 10.3, Epanet 2.0*

1. Pendahuluan

Daya dukung sumber daya air pada suatu wilayah merupakan potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup yang berada pada wilayah tersebut. Secara umum sumber air yang dapat digunakan sebagai alternatif sumber air bersih adalah air tanah dan air bawah tanah (Delinom dan Marganingrum, 2007). Dalam sistem pendistribusian air bersih, sangat dibutuhkan data jumlah ketersediaan air (*supply*) dan data jumlah yang membutuhkannya (*demand*) untuk menjaga kontinuitas sistem pendistribusian. Sistem pendistribusian yang dilakukan dari hasil produksi air yang dikelola oleh PDAM akan menghasilkan kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang berbeda pada wilayah pelayanan dari satu daerah dengan daerah yang lainnya.

kebutuhan air baku dalam suatu kota diklasifikasikan sebagai berikut (Safii, 2012) :

1. Kebutuhan domestik
 Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman dan pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Tabel 1 menunjukkan standar kebutuhan air bersih.
2. Kebutuhan non domestik
 Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air baku yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti untuk kebutuhan nasional, komersial, industri dan fasilitas umum.
3. Kebocoran atau kehilangan air
 Besarnya kebutuhan air akibat kebocoran atau kehilangan air cukup signifikan. Kebocoran atau kehilangan air dapat dibagi menjadi kebocoran fisik dan non fisik.

Tabel 1 Kriteria Perencanaan Air Bersih

No	Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (liter)
1	I	Kota Metropolitan	> 1.000.000	190
2	II	Kota Besar	500.000 s/d 1.000.000	170
3	III	Kota Sedang	100.000 s/d 500.000	150
4	IV	Kota Kecil	20.000 s/d 100.000	130
5	V	Pedesaan	< 20.000	30

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya 1998

Sistem distribusi air bersih bertujuan untuk mengalirkan/membagikan air bersih ke seluruh daerah pelayanan dengan merata dan berjalan secara terus menerus sesuai dengan kebutuhan konsumen. Untuk kelancaran sistem pendistribusian tersebut, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut seperti tekanan pada pipa, kuantitas serta kualitas air (PDAM Tirta Daroy, 2013)

Pembuatan jaringan distribusi air pada suatu daerah harus melalui penelitian secara rinci sebagai prasyarat untuk perencanaan dan pelaksanaan untuk mengurangi tingkat kehilangan air. Untuk membuat sistem jaringan distribusi air yang baik harus memperhatikan sumber-sumber elemen yang penting seperti tangki, zona pasokan (terdiri dari pipa, hidran, dan konsumen) dan pengukuran masal yang berfungsi sebagai penghubung unsur-unsur yang didefinisikan melalui nilai-nilai pengukuran yang relevan (Knobloch. dkk, 2014).

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial

atau berkoordinat Geografis atau dengan kata lain suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Barus dan Wiradisastira, 2000). ArcGIS adalah produk sistem *software* terintegrasi yang merupakan kumpulan dari produk-produk *software* lainnya dengan tujuan untuk membangun SIG yang lengkap (Prahasta, 2011).

Adanya aplikasi SIG, memungkinkan dibuatnya sistem informasi distribusi air minum berbasis komputer yang sangat dibutuhkan oleh PDAM Tirta Daroy untuk manajemen pendataan, pengelolaan, penyajian data dan identifikasi masalah *supply and demand* di lapangan. Penggunaan SIG sangat membantu dalam memberikan kemudahan, kecepatan dan akurasi dalam melakukan identifikasi. Pada pembuatan sistem jaringan distribusi air minum oleh PDAM, survey GPS navigasi dilakukan untuk pemetaan jaringan pipa distribusi dan melengkapi *input* data *node* pada sistem pengoperasian jaringan di EPANET 2.0. Informasi dibutuhkan untuk melengkapi simulasi pemodelan jaringan pipa distribusi

yang merupakan informasi elevasi di setiap *node*. Selain itu, survei juga digunakan untuk melihat tingkat fluktuasi penggunaan air, serta tingkat kebocoran pada jalur distribusi. Umumnya kebocoran air disebabkan oleh *illegal connection*/sambungan liar, pembacaan meter yang tidak akurat, meter air yang rusak, dan kebocoran fisik pada pipa (Herlin, dkk, 2013).

SIG digunakan untuk memetakan jaringan pipa PDAM di Kabupaten Badung untuk membantu mendapatkan informasi jaringan pipa dengan mudah dan cepat. Survei dilakukan untuk mendapatkan data peta jaringan pipa, data atribut, data alur pemetaan pipa dan data aksesoris. Data spasial diperoleh dengan melihat peta jaringan pipa yang diperoleh dan mencocokkan lokasi di Google Maps untuk mendapatkan koordinat masing-masing lokasi jaringan pipa dan lokasi aksesoris. Hasil berupa data pemetaan jaringan pipa primer, pipa sekunder, reservoir, sumber air dan aksesoris yang ditampilkan dalam peta dan data tabulasi Tirta Mangutama untuk membantu dalam pendistribusian air bersih kepada masyarakat (Susila, dkk. 2014).

Pendistribusian air ke seluruh warga kabupaten Demak diperlukan penataan dan pemetaan jaringan pipa yang harus selalu update. Teknologi GPS (*Global Positioning System*) memberikan kemudahan dalam melakukan pemetaan jaringan pipa sehingga permasalahan penataan dan perbaikan jaringan akan mudah tereliminasi. Penggunaan GPS dalam SIG mempermudah untuk mengintegrasikan data hasil lapangan dengan data-data atribut dalam melengkapi informasi. Adanya teknologi SIG, penataan jaringan pipa PDAM dengan segala data atributnya dapat terealisasi dengan baik dan memudahkan penanganan-penanganan yang berkaitan dengan posisi maupun informasi dari detail jaringan pipa (Nugraha, dkk. 2013).

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dimana pengambilan data berasal dari observasi lapangan serta literatur yang berkaitan dengan penelitian. Penelitian dilakukan pada bulan April sampai dengan Juni 2016. Lokasi penelitian ini dilakukan di Dusun Utaran dan Po Diamat Gampong Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Kegiatan penelitian yang berupa persiapan dan pengumpulan data berupa survei lapangan untuk melakukan pengukuran jalur pipa distribusi (*tracking*), pendataan pelanggan PDAM Tirta Daroy Banda Aceh dan pengumpulan data yang diperlukan selama penelitian.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1 Perangkat Keras

Dalam pembuatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Distribusi Air Bersih PDAM Tirta Daroy Banda Aceh Menggunakan ArcGIS 10.3 Serta Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Epanet 2.0, perangkat keras yang penulis gunakan adalah satu unit laptop dan GPS Garmin Oregon 650.

2.2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam Rancangan Evaluasi *Supply and Demand* Air Bersih Dengan Menggunakan *Software* ArcGIS 10.3 dan Epanet 2.0 Di Gampong Alue Naga Kotamadya Banda Aceh ini adalah:

1. ArcGIS 10.3 Pada penelitian ini ArcMap merupakan aplikasi utama dalam ArcGIS yang digunakan untuk pengolahan data berupa digitasi.
2. Epanet 2.0 Hasil pengolahan data dari ArcGIS 10.3 merupakan data awal yang akan diolah oleh Epanet 2.0 untuk simulasi sistem jaringan. Pengolahan data berupa gambaran sistem jaringan distribusi air bersih di dusun Kutaran dan Podiamat yang berupa bangun, garis dan titik yang akan diberikan data tambahan berupa *junction*, *pump*, *reservoir* yang merupakan aksesoris dari sistem perpipaan.

2.3 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga tahapan utama yang dilakukan yaitu, persiapan, pengumpulan data, pengolahan dan analisa data. Tahap persiapan berupa studi literatur yang berkaitan dengan penggunaan perangkat lunak ArcGIS dan WaterGEMS. Subyek yang menjadi literatur adalah pemetaan, pendigitasian dan pengolahan data, serta simulasi jaringan perpipaan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3 dan Epanet 2.0. Hasil yang didapat adalah sebuah sistem informasi distribusi jaringan air bersih yang berisi informasi tentang jaringan pipa dan data pelanggan PDAM Tirta Daroy Banda Aceh di dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga menggunakan ArcGIS 10.3 serta simulasi model distribusi air bersih dengan menggunakan perangkat lunak Epanet 2.0.

Pengumpulan data pada SIG terdiri dari dua bentuk yaitu data spasial dan data non spasial. Data spasial berhubungan dengan kondisi geografi berupa peta citra satelit. Pengumpulan data non spasial dilakukan melalui survei dan pengambilan data di PDAM Tirta Daroy Banda Aceh. Survei yang dilakukan di dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue

Naga dengan menggunakan GPS Garmin Oregon 650.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

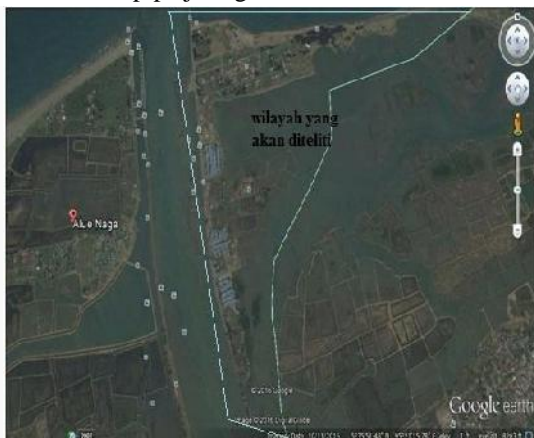
Hasil pengolahan data menggunakan ArcGIS 10.3 dan Epanet 2.0 berupa gambaran umum lokasi penelitian, keadaan umum pelanggan, digitasi sistem jaringan distribusi, kondisi jaringan eksisting, analisa kemampuan jaringan di dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga.

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pembangunan infrastruktur di Gampong Alue Naga dilakukan setelah terjadinya musibah tsunami dan sarana air bersih sebelumnya belum pernah ada. Oleh sebab itu, jaringan pendistribusian aliran air bersih di Gampong Alue Naga masih mudah untuk dilakukan identifikasi karena tidak terhubung dengan jalur perpipaan lama sehingga mudah dalam pemantauan dan mengukur jumlah air yang masuk ke kawasan yang akan dilakukan penelitian.

Gampong Alue Naga memiliki luas 329,19 hektar yang terdiri dari 80,58 hektar daratan, 155,98 hektar tambak dan 89,63 hektar sungai/saluran. Salah satu daerah yang telah mendapat pelayanan dari PDAM Tirta Daroy adalah dusun Kutaran dan Podiamat. Masyarakat dusun Kutaran dan Podiamat yang menerima pelayanan air minum PDAM Tirta Daroy adalah 210 Kepala Keluarga (KK), akan tetapi data pelanggan yang terdata pada PDAM Tirta Daroy adalah sebanyak 128 sambungan langganan.

Secara teknis, sumber air bersih untuk kawasan yang akan diteliti ini didistribusikan secara langsung dari rumah pompa (*booster pump*) sehingga dapat di atur jumlah debitnya sesuai kebutuhan untuk menghasilkan tekanan air di dalam pipa jaringan distribusi



Gambar 1. Peta Alue Naga

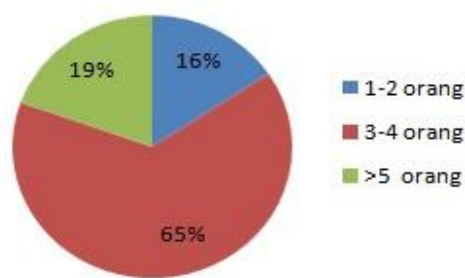
4.2 Keadaan Umum Pelanggan

Data sensus penduduk mencatat bahwa sampai dengan bulan Maret 2016 penduduk dusun Kutaran dan dusun Podiamat terdiri dari 120 Kepala Keluarga (KK) dengan jumlah penduduk 636 jiwa. Saat ini PDAM Tirta Daroy telah melayani 462 jiwa atau sekitar 72,64% dari total jumlah penduduk Dusun Kutatan dan Po.Diamat Gampong Alue Naga. Berdasarkan Tabel 1 mengenai kriteria perencanaan air bersih maka wilayah Gampong Alue Naga termasuk kota kategori III (kota sedang). Sebagai kota kategori sedang maka ditetapkan kebutuhan air untuk SR sebesar 150 ltr/org/hari. Hasil perhitungan kebutuhan air domestik untuk Dusun Kutaran dan Podiamat adalah 77.400 ltr/hari.

4.2.1 Jumlah Anggota Keluarga

Pelanggan PDAM Tirta Daroy untuk dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga terdiri dari 95 orang laki-laki dan 33 orang perempuan. Berdasarkan pada hasil survei menunjukkan bahwa jumlah anggota keluarga dalam satu rumah terdiri dari 16% berjumlah 1-2 orang, 65% berjumlah 3-4 orang dan sisanya 19% berjumlah lebih dari 5 orang dalam satu keluarga. Gambar 2 menunjukkan jumlah anggota keluarga pelanggan PDAM Tirta Daroy di Dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga

Jumlah Anggota Keluarga

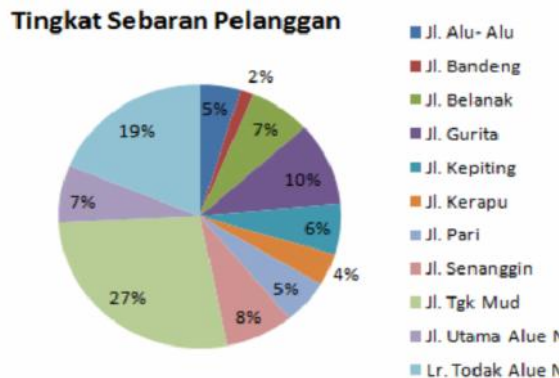


Gambar 2. Jumlah Anggota Keluarga

4.2.2 Tingkat Sebaran Pelanggan

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, PDAM Tirta Daroy telah melayani sebanyak 11 lorong di dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga. Jumlah pelanggan terbanyak berada pada Jl. Tgk. Mud yang berjumlah 35 pelanggan atau 27% dari total pelanggan. Sedangkan jumlah pelanggan terendah berada pada Jl. Bandeng yang berjumlah 2 pelanggan atau 2% dari total pelanggan. Gambar 3 menunjukkan tingkat penyebaran pelanggan PDAM Tirta Daroy di

Dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga.

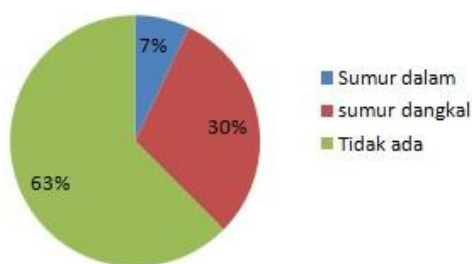


Gambar 3. Tingkat Sebaran Pelanggan PDAM Tirta Daroy

4.2.3 Sumber Air Alternatif

Selain menggunakan air bersih yang telah disalurkan oleh PDAM Tirta Daroy, masyarakat Dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga menggunakan sumber air alternatif berupa sumur untuk memenuhi kebutuhan non konsumsi seperti mandi, mencuci, dan menyiram tanaman. Hasil survei menunjukkan bahwa jumlah pelanggan yang menggunakan sumur sebagai sumber air alternatif sebanyak 37% atau 48 pelanggan. Gambar 4 menunjukkan penggunaan sumur sebagai sumber air alternatif oleh masyarakat dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga.

Penggunaan Sumber Air Alternatif



Gambar 4. Penggunaan Sumber Air Alternatif

4.2.4 Penggunaan Rata-Rata Air Bersih

Penggunaan rata-rata air bersih oleh pelanggan yang menggunakan air bersih kurang dari 15m³ dalam tiap bulannya sebesar 44,3%; sedangkan pelanggan dengan penggunaan antara 15 – 20 m³ sebesar 22,7% dan 21 – 45 m³ sebanyak 28,9 %, dan sebagian kecil 4% menggunakan lebih dari 45m³.

4.3 Digitasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Pengolahan data menggunakan ArcGIS diperlukan untuk mengetahui keadaan umum pelanggan, sistem jaringan pipa, serta informasi lain yang berkaitan dengan informasi sistem jaringan distribusi air bersih PDAM Tirta Daroy Banda Aceh. Hasil pengolahan ArcGIS berupa SIG yang menampilkan data bangunan, pipa serta data pelanggan yang masih aktif atau tidak aktif sebagai pelanggan PDAM Tirta Daroy Banda Aceh di Dusun Kutaran dan Podiamat. Pada proses digitasi data spasial setiap *feature type* akan diberikan informasi berupa atribut yang bersumber dari data-data yang berkaitan dengan penelitian. Dalam penelitian ini, beberapa *feature type* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Line/Polyline*
line/polyline merupakan representasi dari pipa-pipa yang terpasang di Dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga.
2. *Polygon*
Polygon merupakan representasi dari rumah-rumah penduduk Dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga.
3. *Point*
 Pada penelitian ini point berisi informasi lengkap tentang kondisi masyarakat Dusun Kutaran dan Podiamat Gampong Alue Naga seperti koordinat tempat tinggal, status pelanggan, jumlah keluarga, penggunaan sumber air alternatif, serta informasi lainnya



Gambar 5. Hasil Digitasi

Data spasial yang telah didigitasi akan diberikan informasi berupa data atribut melalui survei dan pengambilan data di PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Survei di dusun Kutaran dan Podiamat berupa data yang berkaitan dengan informasi penduduk. Adapun data pada instansi PDAM Tirta Daroy berkaitan

dengan informasi data pipa yang terpasang pada sistem jaringan. Hasil tampilan data atribut pelanggan berupa informasi yang berkaitan dengan titik koordinat, nama pelanggan, luas

bangunan serta informasi lain berupa *database* yang berekstensi *.dbf. Gambar 6 menunjukkan data atribut pelanggan PDAM Tirta Daroy di dusun Kutaran dan Podiamat.

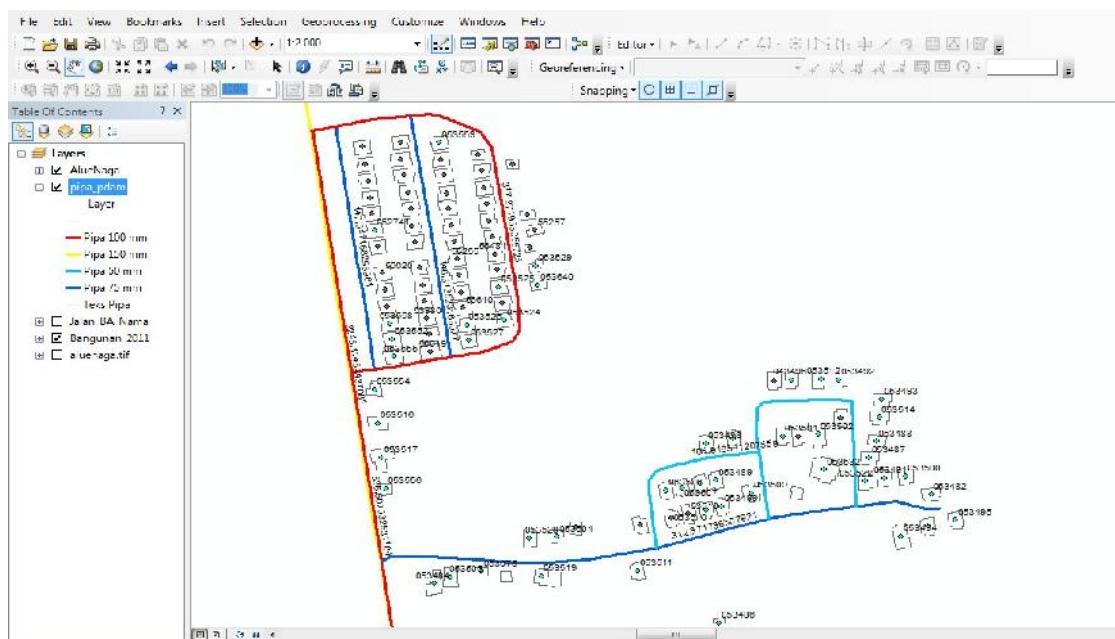
FID	Shape	NO	ID PEL	X	Y	Nama Pelar	Jen Kelmin	Alamat Pel	Jen Bar
0	Point	1	051836	760575,697348	618933,812071	MUHAMMAD IKHSAN	PRIA	JALAN KERAPU	PERMANEN
1	Point	2	053991	760604,80344	618941,874132	DIAN EDI SYAHPUTRA	PRIA	JALAN KERAPU	PERMANEN
2	Point	3	053989	760603,823106	618917,569111	CUT NLAWATI	WANITA	JALAN KERAPU	PERMANEN
3	Point	4	053990	760623,176253	618895,013434	MUKHLIS	PRIA	JALAN KERAPU	PERMANEN
4	Point	5	053547	760583,24199	618855,974293	M. NASIR	PRIA	JALAN BANDENG	PERMANEN
5	Point	6	053533	760535,52965	618883,700479	JUNAJDI RASYDIN	PRIA	JALAN BELANAK	PERMANEN
6	Point	7	053548	760545,435193	618884,300796	SUFYAN ARSYAD	PRIA	JALAN BELANAK	PERMANEN
7	Point	8	053985	760529,596934	619011,410539	HASAN BASRI	PRIA	JALAN BELANAK	PERMANEN
8	Point	9	053988	760536,903679	619013,959188	RAHMAT HIDAYAT	PRIA	JALAN BELANAK	PERMANEN
9	Point	10	053987	760563,326147	618893,742674	SUNARTO	PRIA	JALAN BELANAK	PERMANEN
10	Point	11	053986	760571,038723	619023,154872	SUCARMAN	PRIA	JALAN BELANAK	PERMANEN
11	Point	12	053563	760532,1432	619033,446376	ABU BAKAR IBRAHIM	PRIA	JALAN ALU-ALU	PERMANEN
12	Point	13	053515	760545,020976	619038,944468	RUSLI JAMIAN	PRIA	JALAN ALU-ALU	PERMANEN
13	Point	14	053982	760565,93991	619043,954484	MANAR II	WANITA	JALAN ALU-ALU	PERMANEN
14	Point	15	053551	760576,240324	619045,955177	MAWARDI	PRIA	JALAN ALU-ALU	PERMANEN
15	Point	16	053410	760576,002367	619127,021844	ZULKIFLI	PRIA	JALAN ALU-ALU	PERMANEN
16	Point	17	053520	760503,675923	619159,622461	AMZU, MUKMININ	PRIA	JALAN SENANGGIN	PERMANEN
17	Point	18	053552	760525,057748	619124,602061	ZULKIFLI	PRIA	JALAN SENANGGIN	PERMANEN
18	Point	19	053521	760483,163357	619156,954188	SAKDIAH	WANITA	JALAN SENANGGIN	PERMANEN
19	Point	20	053778	760552,369587	619170,538047	NUR FARDAH	WANITA	JALAN SENANGGIN	PERMANEN
20	Point	21	052238	760562,702467	619173,475949	TRISMANTO MS	PRIA	JALAN SENANGGIN	PERMANEN
21	Point	22	053503	760583,062374	619184,975208	SYUKRI MUHAMMAD	PRIA	JALAN SENANGGIN	PERMANEN
22	Point	23	053982	760563,581502	619194,015585	MANUR II	WANITA	JALAN PARI	PERMANEN

Gambar 6. Hasil Tampilan Atribut Pelanggan

4.4 Kondisi Jaringan Eksisting

Kondisi jaringan eksisting pipa distribusi perlu diketahui sebelum merencanakan evaluasi *supply* dan *demand* wilayah pelayanan PDAM Tirta Daroy Banda Aceh sehingga dapat dilihat sistem yang telah berjalan. Pada jaringan

distribusi air bersih dusun Kutaran dan Podiamat, pipa yang digunakan adalah jenis PVC dan HDPE dengan diameter dalam (*inside diameter*) mulai dari 50, 75 100, 150 dan 200 milimeter. Gambar 7 merupakan kondisi jaringan eksisting Dusun Kutaran dan Podiamat.



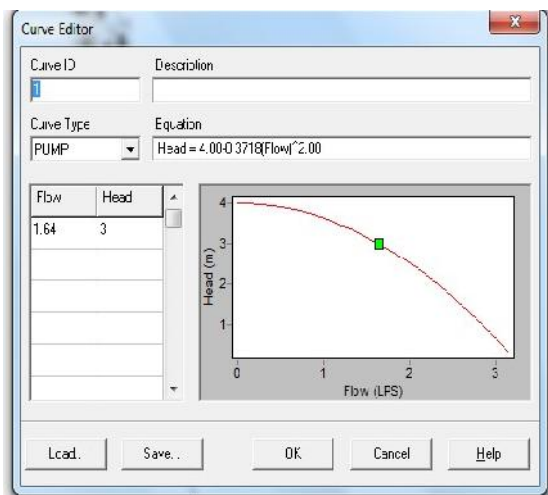
Gambar 7. Kondisi Eksisting Jaringan Pipa di Dusun Kutaran

Identifikasi diameter pipa pada jaringan dengan menggunakan warna yang berbeda untuk setiap ukuran diameter. Warna merah dan ungu merupakan pipa sekunder berdiameter 150 dan 100 milimeter. Adapun pipa tersier berwarna biru dan hijau yang merupakan pipa PVC berdiameter 75 milimeter dan pipa HDPE berdiameter 50 milimeter berfungsi sebagai penghantar air untuk pelanggan.

Gambar poligon dibuat di atas citra satelit sehingga bentuk gambar sesuai dengan kondisi rumah penduduk. Terdapat titik pada poligon yang memiliki data atribut yang berisi informasi penduduk dusun Kutaran dan Podiamat terutama yang berkaitan status sebagai pelanggan PDAM Tirta Daroy.

4.5 Analisa Kemampuan Jaringan

Simulasi distribusi air bersih di dusun Kutaran dan Podiamat menggunakan *software* Epanet 2.0. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk menganalisa kemampuan jaringan terhadap kebutuhan (*demand*) air bersih kepada pelanggan di kawasan tersebut. Adapun analisa yang dilakukan adalah kemampuan pendistribusian debit air bersih, kecepatan aliran, dan tekanan di sistem jaringan perpipaan. Gambar 8 merupakan simulasi jumlah debit air dan tekanan Pada *Curve Editor*.



Gambar 8. Simulasi Debit Air dan Tekanan Pada *Curve Editor*

Dalam simulasi ini jumlah debit yang diberikan adalah sebesar 1,64 liter/detik dengan head sebesar 3 meter. Nilai *flow* disesuaikan dengan tingkat kebutuhan pelanggan di dusun Kutaran dan Podiamat sebesar 1,453 liter/orang/detik dimana tingkat kebutuhan disesuaikan dengan standar tingkat kebutuhan

air oleh Direktorat Jendral Cipta Karya yaitu 150 liter/orang/hari.

Informasi pipa (*pipes*) dan *demand* (*junction*) terdapat pada *property editor*. Gambar 9 merupakan *input junction* pada *property editor*. *Junction* adalah titik pada jaringan dimana garis-garis bertemu serta air memasuki atau meninggalkan jaringan. Input dasar yang dibutuhkan bagi *junction* adalah elevasi, kebutuhan air, serta kualitas air.

Property	Value
*Junction ID	053410
X-Coordinate	760576.00
Y-Coordinate	619127.02
Description	
Tag	
*Elevation	1
Base Demand	0.00694
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	##N/A
Total Head	##N/A
Pressure	##N/A
Quality	##N/A

Gambar 9. Input Nilai *Demand* Pada *Property Editor*

Keadaan permukaan tanah di dusun Kutaran dan Podiamat relatif datar dengan sehingga masing-masing *junction* bernilai sama yaitu 1 *feet*. *Base demand* pada *property editor* menunjukkan besarnya tingkat kebutuhan pelanggan/detik. Pada tabel *junction* di atas jumlah 0.00694 merupakan besarnya kebutuhan air pelanggan yang berjumlah empat jiwa.

Obyek yang digunakan pada penelitian ini adalah 152 *junction*, 1 *reservoir*, 173 *pipes*, dan 1 *pump*. Pada EPANET data proyek dan hasil analisa dapat kita lihat dalam format grafik dan tabel. Adapun hasil analisa pada format tabel adalah sebagai berikut:

1. *Network Table* berisi daftar properti dan hasil untuk semua node atau link pada periode waktu tertentu.
2. *Time Series Table* berisi daftar properti dan hasil untuk node yang spesifik atau link dalam seluruh periode waktu

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 053984	1	0.00347	0.00139	3.84959	2.84959	0.00
Junc J22	0	0	0.00000	3.85212	3.85212	0.00
Junc J23	1	0.00521	0.00208	3.85206	2.85206	0.00
Junc 53991	1	0.00868	0.00347	3.85084	2.85084	0.00
Junc J26	0	0	0.00000	3.05120	3.05120	0.00
Junc 55254	0	0.00694	0.00278	3.85101	3.85101	0.00
Junc 053547	1	0.00521	0.00208	3.85083	2.85083	0.00
Junc J34	0	0	0.00000	3.85069	3.85069	0.00
Junc J27	0	0	0.00000	3.85053	3.85053	0.00
Junc J28	1	0.01910	0.00764	3.85047	2.85047	0.00
Junc J29	1	0.01041	0.00416	3.85044	2.85044	0.00
Junc J30	1	0.00868	0.00347	3.85041	2.85041	0.00
Junc J31	1	0.01042	0.00417	3.85040	2.85040	0.00
Junc J32	1	0.00694	0.00278	3.85040	2.85040	0.00
Junc J33	1	0.00694	0.00278	3.85039	2.85039	0.00
Junc J35	0	0	0.00000	3.85039	3.85039	0.00
Junc J36	0	0	0.00000	3.85015	3.85015	0.00
Junc J38	1	0.01563	0.00625	3.85002	2.85002	0.00
Junc J39	1	0.00521	0.00208	3.85003	2.85003	0.00
Junc J40	1	0.00868	0.00347	3.85005	2.85005	0.00
Junc 41	1	0.00521	0.00208	3.85008	2.85008	0.00

Gambar 10. Hasil Simulasi Pada Node

Gambar 10 menunjukkan hasil analisa berupa *Network Table* untuk *single periode* pada *node/junction*. Tingkat tekanan pada simulasi relatif stabil dengan nilai terkecil adalah 2,84047, akan tetapi tingkat *supply* air kepada pelanggan kurang dari 50% dari jumlah air yang dibutuhkan pelanggan sehingga dibutuhkan debit air serta tekanan yang lebih besar agar terdapat keseimbangan antara

jumlah *supply* dan *demand* pada sistem jaringan distribusi air bersih.

Pada Gambar 11 menunjukkan hasil analisa berupa *Network Table* untuk *single periode* pada *link/pipa*. Terdapat nilai negatif pada aliran pipa yang menandakan bahwa alirannya memiliki arah yang berlawanan dengan yang digambar sebelumnya.

Link ID	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Quality	Status
Pipe 224	50	-0.00457	0.00231	0.00	0.107	0.00	0.00	Open
Pipe 308	50	0.00363	0.00185	0.00	0.111	0.00	0.00	Open
Pipe 156	50	0.00327	0.00166	0.00	0.112	0.00	0.00	Open
Pipe 113	75	-0.00288	0.00065	0.00	0.116	0.00	0.00	Open
Pipe 263	50	-0.00189	0.00091	0.00	0.128	0.00	0.00	Open
Pipe 100	50	-0.00175	0.00099	0.00	0.122	0.00	0.00	Open
Pipe 200	50	-0.00112	0.00057	0.00	0.134	0.00	0.00	Open
Pipe 262	50	0.00046	0.00024	0.00	0.158	0.00	0.00	Open
Pipe 223	50	0.00040	0.00021	0.00	0.164	0.00	0.00	Open
Pipe 308	150	0.00000	0.00000	0.00	0.000	0.00	0.00	Open
Pipe 206	100	0.00000	0.00000	0.00	0.000	0.00	0.00	Open
Pipe 268	50	0.00061	0.00032	0.00	0.120	0.00	0.00	Open
Pipe 204	50	0.00119	0.00061	0.00	0.133	0.00	0.00	Open
Pipe 112	75	0.00120	0.00020	0.00	0.000	0.00	0.00	Open
Pipe 202	50	0.00139	0.00071	0.00	0.127	0.00	0.00	Open
Pipe 22	75	0.00147	0.00033	0.00	0.171	0.00	0.00	Open
Pipe 230	50	0.00153	0.00078	0.00	0.119	0.00	0.00	Open
Pipe 261	50	0.00162	0.00083	0.00	0.126	0.00	0.00	Open
Pipe 00	75	0.00200	0.00047	0.00	0.144	0.00	0.00	Open
Pipe 41	100	0.00210	0.00027	0.00	0.203	0.00	0.00	Open
Pipe 240	50	0.00272	0.00130	0.00	0.117	0.00	0.00	Open
Pipe 260	50	0.00301	0.00153	0.00	0.116	0.00	0.00	Open
Pipe 165	50	0.00327	0.00167	0.00	0.113	0.00	0.00	Open

Gambar 11. Hasil Simulasi Pada Link

Diameter pipa disesuaikan dengan kondisi eksisting jaringan yang terpasang di dusun Kutaran dan Podimat yaitu sebesar 50, 100, 150 dan 200 milimeter. Nilai *flow* (laju alir) terbesar pada pipe 150 dengan kecepatan 0,2965 liter/detik dikarenakan pada pipa ini aliran air berasal langsung dari pompa. Pada pipes 308 dan pipes 206 laju alir sebesar 0 liter/detik (tidak terdapat laju alir) dikarenakan tidak terdapat *demand* pada junction dan ujung aliran.

Dalam penelitian ini memungkinkan terjadinya perbedaan antara hasil pengukuran tekanan dilapangan dengan hasil dari simulasi Epanet 2.0 dikarenakan oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Asumsi perhitungan Epanet 2.0 dalam menentukan besar tekanan air dalam pipa menggunakan aliran dengan tekanan penuh. Sedangkan pada kenyataannya dilapangan tekanan air dalam pipa tidak penuh. Hal ini menyebabkan nilai tekanan hasil perhitungan Epanet 2.0 lebih besar dari sampling di lapangan.
2. Faktor umur pipa berpengaruh pada koefisien *Hazen-William*. Semakin tua pipa menyebabkan kekasaran pipa bertambah sehingga kecepatan aliran dalam pipa berkurang. Sedangkan dalam perhitungan Epanet 2.0, koefisien *Hazen-William* dianggap tetap sesuai dengan jenis pipa yang digunakan sehingga aliran dalam pipa dianggap tidak berubah
4. Perbedaan dapat juga disebabkan tikungan yang menuju lokasi pengamatan, perbedaan tinggi lokasi, kebocoran air pada jaringan pipa yang menuju lokasi pelayanan distribusi.
5. Penggunaan mesin pompa oleh pelanggan akan mempengaruhi tekanan dalam jalur perpipaan.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan berikut ini.

1. PDAM Tirta Daroy telah melayani 462 jiwa atau sekitar 72,64% dari total jumlah penduduk yang berada di dusun Kutaran dan Podimat Gampong Alue Naga.
2. Penggunaan sumur dangkal dan sumur dalam digunakan sebagai sumber air alternatif selain air bersih yang telah disalurkan oleh PDAM Tirta Daroy kota Banda Aceh
3. Pada jaringan distribusi air bersih di dusun

Kutaran dan Po Diamat Gampong Alue Naga memiliki dua dua jenis pipa yaitu pipa sekunder dengan material PVC

berdiameter 150 mm dan 100 mm dan pipa tersier yang merupakan pipa PVC berdiameter 75 mm dan pipa HDPE berdiameter 50 mm.

4. Obyek yang digunakan pada penelitian ini adalah 152 junction, 1 reservoir, 173 pipes, dan 1 pump.
5. Nilai *flow* pada *curve pump* sebesar 1,64 liter/detik disesuaikan dengan tingkat kebutuhan pelanggan di dusun Kutaran dan Podimat sebesar 1,453 liter/orang/detik dimana tingkat kebutuhan disesuaikan dengan standar tingkat kebutuhan air oleh Direktorat Jendral Cipta Karya yaitu 150 liter/orang/hari.
6. Tingkat tekanan pada simulasi relatif stabil dengan nilai terkecil adalah 2,84047, akan tetapi tingkat *supply* air kepada pelanggan kurang dari 50% dari jumlah air yang dibutuhkan pelanggan
7. Nilai *flow* (laju alir) terbesar pada pipe 150 dengan kecepatan 0,2965 liter/detik dikarenakan pada pipa ini aliran air berasal langsung dari pompa. Pada pipes 308 dan pipes 206 laju alir sebesar 0 liter/detik (tidak terdapat laju alir) dikarenakan tidak terdapat *demand* pada junction dan ujung aliran.

5.2 Saran

1. Survei dilakukan dengan pihak PDAM Tirta Daroy sehingga penentuan koordinat pelanggan, persilangan pipa, serta tracking jalur perpipaan lebih akurat.
2. Perlu adanya kesadaran masyarakat yang mendapat bantuan pemasangan Sambungan Rumah (SR) pasca bencana gempa dan tsunami untuk menjadi pelanggan resmi.
3. Perlu ditambahkan kembali besarnya debit air sehingga terdapat keseimbangan antara *supply* dan *demand* distribusi air bersih di dusun Kutaran dan Podimat Gampong Alue Naga.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 1995. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z., Jones, A. dan Kahar, J., (2002). *Survei Dengan GPS*, PT. Pradnya Pramita, Jakarta.

- GIS Konsorium Aceh Nias. 2007. *Modul Pelatihan ArcGIS Tingkat Dasar*. Banda Aceh
- Gurandi, M.F. dan Rudianto.B., 2013. *Evaluasi Spesifikasi Teknik Pada Survei GPS*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Vol. 1. Hal. 109-118
- Herlin, Rr. Y., Laila, A. dan Kahar, S., 2013. *Pemanfaatan SIG Untuk Monitoring Kebocoran Jaringan Pipa PDAM di Kabupaten Demak*. Jurnal Geodesi Undip. Vol.2. Hal. 147-161
- Knobloch, A., Guth, N., dan Klingel, P., 2014. *Automated Water Balance Calculation for Water Distribution Systems*. Procedia Engineering. Page 428-436
- Lufira, R. D., Suharjono, dan Marsudi, S., 2012. *Optimasi dan Simulasi Sistem Penyediaan Jaringan Air Bersih di Kecamatan Kademangan Kabupaten Blitar*. Jurnal Teknik Pengairan. Vol. 3. No. 1. Hal 6–14
- PDAM Tirta Daroy. 2013. *Bussines Plant PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh 2013-2017*. Banda Aceh
- Prahasta, E., 2001. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi*, Informatika, Bandung.
- Prahasta, E., 2009. *Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Penerbit Informatika, Bandung.
- Prahasta, E., 2011. *Tutorial Arc GIS Desktop*. Bandung: Informatika
- Safii, A. 2012, *Evaluasi Jaringan Sistem Penyediaan Air Bersih di PDAM Kota Lubuk Pakam*. Universitas Sumatera Utara, Medan
- Santoso,B., Darmawan,M., Anhar,R.F., Sutarga,I. dan Amhar, F., 2008. *Panduan Dasar-Dasar Kartografi dan Pembuatan Peta Dijital*. Badan Pelaksana Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (Bepel) NAD-Nias. Banda Aceh