

**PERENCANAAN AWAL JARINGAN PIPANISASI AIR BAKU
SECARA GRAVITASI (STUDI KASUS: PENGAMBILAN AIR
DARI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI KRUENG INONG
UNTUK KEPERLUAN PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM
TIRTA DAROY)**

M. Ahsan Jass^{1,*} dan Muhilda Fitri²

^{1,2)} Universitas Muhammadiyah Aceh, Jl. Muhammadiyah No. 91, Banda Aceh,
23123, Indonesia

* Email: ahsanjass@ymail.com

ABSTRAK

Air baku merupakan kebutuhan pokok manusia yang berada pada posisi pertama dalam kehidupan dan selalu meningkat setiap tahunnya. Untuk kesejahteraan penduduk Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan di Kabupaten Aceh Besar, diperlukan ketersediaan air baku yang memadai. Penduduk biasanya memperoleh air dari PDAM Tirta Daroy yang mengambil air dari hilir DAS Krueng Aceh. Pada musim hujan konsentrasi sedimen sungai sangat tinggi sehingga air yang diperoleh penduduk cenderung keruh dan persediaan air tidak mencukupi. Selama ini penduduk mengalami kendala untuk memperoleh air sebagai pemenuhan kebutuhan terutama pada musim hujan, maka menarik bagi peneliti untuk menganalisis tentang keadaan tersebut. Sub DAS Krueng Inong merupakan bagian dari DAS Krueng Aceh yang merupakan sumber air yang menjadi target perencanaan yang berada di Jalin Kabupaten Aceh Besar. Sumber air tersebut sebagai solusi dari keresahan penduduk yang memerlukan sumber air yang lebih tinggi dan jauh dari pencemaran karena letaknya yang jauh dari pemukiman, sistem yang dikembangkan adalah sistem gravitasi. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menentukan alternatif perencanaan awal jaringan pipanisasi air baku secara gravitasi dan sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam mengelola penyediaan air baku dan sumber daya air. Perhitungan penduduk dengan menggunakan persamaan aritmatik, sehingga didapat jumlah penduduk sebesar 410,689 jiwa pada tahun 2036. Sistem penyaluran air baku dilakukan melalui pipanisasi dengan sistem gravitasi berdasarkan elevasi muka tanah. Terdapat 4 (empat) potongan trase jalur pipa. Jarak dari tempat pengambilan air ke reservoir tujuan adalah Masing-masing memiliki jarak 29,99 km. Diameter pipa yang diperoleh adalah sebesar 16 inci dengan Q sebesar 0,58 m³/det dan kecepatan 1,18 m/det. Setelah dilakukan penelitian maka kebutuhan air untuk masyarakat sebesar 1,09 m³/det sedangkan debit andalan 1,18 m³/det maka dapat mencukupi.

Kata kunci: Air baku; pipanisasi; sistem gravitasi.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa H₂O yang sangat diperlukan untuk kelanjutan hidup manusia di alam semesta. Air baku merupakan air bersih yang yang dipakai untuk keperluan

segala aktivitas manusia. Adapun sumber air baku adalah air permukaan, air dari mata air dan air tanah. Sedangkan macam-macam air baku di alam adalah: air sungai, air danau/waduk, rawa, air tanah dan mata air serta air laut. Air yang tercemar baik secara fisik, kimiawi maupun mikrobiologi, apabila digunakan untuk masak, mandi dan mencuci, dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan. Semakin tinggi taraf kehidupan seseorang semakin meningkat pula kebutuhan orang tersebut akan air. Jumlah penduduk dunia selalu mengalami peningkatan, sehingga kebutuhan air pun meningkat.

Kota Banda Aceh merupakan salah satu wilayah yang berada di Aceh yang menggunakan air yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Daroy. Jumlah penduduk pada Kota Banda Aceh dan Tiga Kecamatan Aceh Besar adalah 254.904 jiwa pada tahun 2016, jumlah penduduk tersebut mendiami sembilan kecamatan yaitu Meuraxa, Jaya Baru, Banda Raya, Baiturrahman, Lueng Bata, Kuta Alam, Kuta Raja, Syiah Kuala, Ulee Kareng, dan tiga Kecamatan Aceh Besar yaitu Kuta Malaka, Ingin Jaya dan Blang Bintang. PDAM Tirta Daroy sebagai PDAM Kota Banda Aceh tidak bisa mencukupi kebutuhan penduduk disekitar dan distribusinya pun tidak tepat waktu.

Pada saat musim hujan konsentrasi sedimen pada air sungai Krueng Aceh sangat tinggi sehingga menyulitkan untuk pengolahan. Di samping itu pompa yang dipakai pada saat banjir akibat konsentrasi sedimen menjadi berat. Sumber air yang digunakan selama ini merupakan sumber air yang tidak tepat karena proses mengambil air pada hilir sungai Krueng Aceh. Berdasarkan keadaan tersebut maka Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan Aceh Besar memerlukan sumber air yang lebih tinggi elevasinya dan jauh dari pemukiman penduduk karena sumber air yang berada pada elevasi yang lebih tinggi masih asri air nya dan masih terlindung dari pencemaran limbah rumah tangga, industri dan sebagainya. sumber air yang memenuhi kriteria diatas yaitu Sub DAS Krueng Inong yang terdapat di Bukit Jalin Jantho Aceh Besar.

Wilayah Kota Banda Aceh merupakan dataran yang rentan banjir sebelum adanya pelurusan DAS Krueng Aceh. Hampir 50 % lebih wilayah Kota Banda Aceh berada pada elevasi 10 meter dari permukaan laut. Meskipun selama ini wilayah Kota Banda Aceh memiliki sumber air yang cukup memadai, namun yang menjadi kendala adalah sumber air yang digunakan berada lebih rendah dari sebagian besar pemukiman yaitu berada pada hilir DAS Krueng Aceh.

Dari permasalahan tersebut diatas maka menarik bagi peneliti untuk menganalisis tentang kondisi tersebut. Oleh karena itu perlu diterapkan system jaringan air baku yang lebih baik untuk elevasi yang lebih tinggi dan jauh dari pencemaran karena letaknya yang jauh dari pemukiman penduduk, sistem yang dikembangkan adalah sistem gravitasi. Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi masalah yang terjadi adalah bagaimana menentukan alternatif perencanaan awal jaringan pipanisasi air baku secara gravitasi untuk PDAM Tirta Daroy.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menentukan alternatif perencanaan awal jaringan pipanisasi air baku secara gravitasi untuk PDAM Tirta Daroy, penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pengelola PDAM Tirta Daroy (Pemerintah Kota Banda Aceh) untuk memakmurkan penduduk, untuk menambah wawasan peneliti dalam bidang hidroteknik khususnya pengelolaan air baku secara gravitasi serta untuk menambah khasanah keilmuan yang berhubungan dengan pengelolaan sumber daya air.

Untuk memudahkan dan terarah dalam melakukan kajian ini penulis membatasi ruang lingkup ini sebagai sumber air baku yang dikaji adalah sungai yang berasal dari Sub DAS Krueng Inong Jantho di Bukit Jalin Kabupaten Aceh Besar yaitu, kebutuhan air baku dihitung berdasarkan proyeksi kebutuhan air bersih di Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar untuk jangka waktu 20 tahun yang akan datang, perencanaan yang dilakukan adalah berupa perencanaan awal jaringan pipanisasi air baku secara gravitasi dengan menggunakan google earth. pendekatan yang dipakai untuk simulasi kondisi hidrolika aliran.

Acuan berdasarkan pada penelitian terdahulu dan literatur-literatur yang berhubungan dengan sistem gravitasi air baku. Kebutuhan air untuk penduduk diperkirakan sampai tahun 2036. Data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Aceh. Prinsip pengaliran berdasarkan aliran gravitasi dan bila ada lokasi yang tidak memungkinkan dengan aliran gravitasi akan dipakai hukum bejana berhubungan. Pengumpulan data berupa peta DAS, peta topografi dan tata guna lahan, tidak membahas detail konstruksi komponen sistem jaringan distribusi air baku, serta membahas analisa dampak terhadap lingkungan dan kualitas air sumber air.

Dalam perencanaan awal sistem pipanisasi air baku secara gravitasi diperoleh dua alternatif penyaluran air untuk menuju ke PDAM Tirta Daroy yaitu sistem gravitasi dan secara bejana berhubungan. Jumlah trase yang diperoleh ada empat trase yaitu trase pertama dengan panjang pipa 7010 m, trase kedua dengan panjang kelengkungan pipa yaitu 7330 m, trase ketiga dengan panjang pipa 7710 m dan yang keempat dengan panjang pipa 7940 m. Diameter pipa yang diperoleh adalah sebesar 16 inchi dengan Q sebesar 0,58 m³/det dan kecepatan 1,18 m/det. Alternatif yang didapat tersebut pada perencanaan awal ini akan dijadikan sebagai penelitian selanjutnya.

II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi tinjauan DAS Krueng Inong yang letak geografisnya pada 5° 16' 15.18" LU ; 95° 40' 04' 57" BT. Krueng Inong berada di Jantho yaitu di Bukit Jalin. Jalin merupakan salah satu desa yang ada di Mukim Jantho, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, Indonesia. Sub DAS Krueng Inong yang batas punggungnya adalah pegunungan bagian selatan dengan puncaknya Gunung Seukek dan berakhir di Seulimuem Aceh Besar. Data tentang Sub DAS Krueng Inong diperoleh dari buku (Husniah, 2015) yaitu sebagai berikut: Krueng Inong memiliki panjang 46 km, luas 401,1 km² dan gradiennya sebesar 0,003

III. METODE

Metodologi penelitian yang digunakan pada perencanaan air baku ini adalah dengan menentukan sumber air dan selanjutnya menentukan letak pos-pos penghubung hingga sampai pada reservoir tujuan berdasarkan pada elevasi muka tanah. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah cara mengolah data sekunder yang diperoleh dari berbagai referensi dan inventaris data dari instansiinstansi terkait. Dari analisis data tersebut akan diperoleh suatu kesimpulan untuk dijadikan acuan adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan air penduduk dari proyeksi jumlah penduduk.

Data jumlah penduduk diperoleh dari BPS Provinsi Aceh.

2. Metode penelitian ini bersifat perencanaan awal yang menjabarkan secara sistematis berkenaan dengan objek dan lokasi penelitian, sumber data, pengumpulan data, serta analisa data untuk hasil penelitian. Data pegangan berdasarkan, pada data skunder dari berbagai

sumber kepustakaan dan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

3.1 Pengumpulan Data

Data untuk merencanakan perencanaan awal jaringan PIPANISASI Air Baku dikumpulkan dari data sekunder seperti Peta Topografi, laporan dan buku referensi. Perencanaan Awal Jaringan PIPANISASI Air Baku Secara Gravitasi ini dilakukan di wilayah Aceh Besar yang titik awalnya pada Sub DAS Krueng Inong sampai ke Blang Bintang Aceh Besar, yang nantinya akan disitribusikan ke Kota Banda Aceh. Adapun data-data Perencanaan Awal Terdiri dari:

- a. Jenis model aliran : Aliran gravitasi
- b. Intake direncanakan pada : Sub DAS Krueng Inong
- c. Pipa yang digunakan adalah : Pipa HDPE

Alur penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur dari berbagai sumber yang mendukung tentang penelitian ini, yang menjadi referensi dan acuan dalam penelitian dan dilanjutkan dengan mengumpulkan data yaitu berupa data sekunder. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang nantinya digunakan untuk mendukung dan memecahkan permasalahan yang ada. Dalam pengumpulan data terlebih dahulu menetapkan sumber data. Untuk perencanaan ini data yang dikumpulkan berupa data-data sekunder yaitu:

- a. Peta topografi DAS Krueng Aceh

Peta topografi berupa peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan skala 1:50.000, peta ini digunakan untuk mengetahui tinggi elevasi muka tanah. Peta topografi diperoleh dari Dinas Pengairan Aceh.

- b. Data jumlah penduduk

Data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik Aceh, data ini digunakan untuk menghitung jumlah penduduk pada tahun 2036, agar dapat diketahui jumlah penduduk sehingga memudahkan dalam pemasokan air baku. Jumlah penduduk yang jelas dapat menjadikan patokan dalam perencanaan awal ini.

3.2 Langkah-langkah Perencanaan

Metode-metode yang akan digunakan untuk menunjang dalam merencanakan kebutuhan air baku untuk Perusahaan Air Minum Daerah Tirta Daroy adalah sebagai berikut: menentukan elevasi muka tanah dengan menggunakan software Google Earth.

Berikut ini merupakan tahap-tahap perencanaan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan sumber air yang akan dijadikan sebagai pemasok air Sumber air pada perencanaan ini adalah Sub DAS Krueng Inong yang berada di Jantho Aceh Besar.

2. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Menurut [1,2], Pemakaian air oleh penduduk tidak terbatas pada keperluan domestik, namun untuk keperluan industri dan keperluan perkotaan. Besarnya pemakaian oleh penduduk dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti tingkat hidup, pendidikan, tingkat ekonomi, dan kondisi sosial dan lain-lain sebagainya. Dengan demikian, dalam perencanaan suatu sumber air harus dengan sangat teliti karena kemungkinan penggunaan air pada suatu daerah akan sangat bervariasi tergantung pada taraf perkembangan penduduk. Faktor yang

sangat mempengaruhi kebutuhan air adalah penduduk. Dalam perencanaan pipanisasi air baku ini, proyeksi jumlah penduduk digunakan untuk menghitung tingkat kebutuhan air pada masa mendatang. Proyeksi jumlah penduduk di suatu daerah dan pada tahun tertentu dapat dilakukan apabila diketahui tingkat pertumbuhan penduduknya. Untuk mengetahui tingkat kebutuhan air, maka langkah utama yang harus dilakukan adalah melakukan perhitungan untuk proyeksi jumlah penduduk. Proyeksi jumlah penduduk di masa mendatang dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu secara aritmatika, geometric, dan eksponensial. Jumlah perkembangan penduduk secara aritmatik dirumuskan sebagai berikut [3]:

$$P_n = P_0 (1 + rn) \quad (1)$$

dimana P_n jumlah penduduk pada akhir tahun ke- n (jiwa). P_0 jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa). r angka pertambahan penduduk per tahun (%). n jumlah tahun proyeksi (tahun).

Dengan menggunakan geometrik, maka perkembangan penduduk suatu daerah dapat dihitung dengan formula sebagai berikut [5]. Metode ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (2)$$

Perkiraan jumlah penduduk dengan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut [5]:

$$P_n = P_0 e^{rn} \quad (3)$$

dimana e ialah bilangan logaritma natural (2,7182818).

3. Menentukan kebutuhan air /orang/hari.

Kota Banda Aceh merupakan suatu pemukiman yang tergolong kota sedang. Berdasarkan peraturan Dirjen Cipta Karya PU 1994, untuk kota sedang jumlah air yang dibutuhkan dalam satu hari adalah sebanyak 150 liter/orang/hari.

4. Proyeksi Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku terdiri atas kebutuhan domestik dan non domestik. Untuk lebih jelasnya akan disajikan sebagai berikut :

A. Kebutuhan Domestik

Berdasarkan kriteria Kota Banda Aceh merupakan kota sedang maka kebutuhan air rerata untuk golongan rumah tangga direncanakan sebesar 150 liter/orang/hari, dengan tingkat pelayanan 100%.

B. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan non domestik digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada fasilitas sosial, termasuk didalamnya tempat ibadah, sekolah, kantor-kantr pemerintah dan lain lain. Tingkat pelayanan air pada kebutuhan non domestic diasumsikan sebesar 5%.

C. Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan besar air yang hilang selama proses pendistribusiannya, untuk daerah studi kehilangan air ditetapkan sebesar 20%. Jarak yang ditempuh cukup jauh

untuk sampai pada reservoir tujuan, sudah pasti akan adanya kehilangan air.

D. Fluktuasi Kebutuhan Air

Besarnya pemakaian air pada daerah studi tidak sama dalam setiap jamnya, karena terjadi fluktuasi pada setiap jamnya yang dipengaruhi oleh aktifitas penduduk.

5. Analisis Ketersediaan Air Baku

Besarnya kebutuhan air, data penduduk Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan Kabupaten Aceh Besar tahun 2036 dikalikan standar kebutuhan air baku sehingga kebutuhan air baku untuk perencanaan dapat diketahui. Sistem distribusi air baku di Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan Aceh Besar sumber mata air diambil dari Sub DAS Krueng Inong dengan debit andalan terbesar 8,89 m³/det dan debit terkecil 1,18 m³/det (dalam Husniah: 2015). Dalam menduga besarnya kebutuhan air sampai dengan pada tahun 2036, data penduduk pada Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan Aceh Besar dikalikan dengan standar kebutuhan air baku.

6. Analisa Kondisi Hidraulika Komponen Sistem Jaringan Distribusi Air Baku Daerah Studi.

Langkah – langkah dalam menghitung debit air melalui pipa adalah sebagai berikut :

- Dari data elevasi jaringan pipa dicari $\Delta H = \text{elevasi akhir} - \text{elevasi awal}$.
- Mencari slope dengan rumus $\Delta H/L$
- Menghitung Q (debit)

Debit aliran dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams (Haestad, 2001) sebagai berikut:

$$Q = 0.85 C_{hw} A R^{0.63} S^{0.54} \quad (4)$$

$$S = \frac{hf}{L} \quad (5)$$

$$S = \frac{hf}{L} \quad (6)$$

dimana Q ialah debit aliran pada pipa (m³/det). A ialah luas penampang aliran (m²). ($R = \frac{D}{4}$) ialah Jari-jari hidrolis (m). ($S = \frac{hf}{L}$) ialah kemiringan garis energi. ($hf = kQ^{1.85}$) ialah kehilangan tinggi tekan mayor (m). ($k = \frac{10.675L}{C_{hw}^{1.85} D^{4.87}}$) ialah koefisien karakteristik pipa. L ialah panjang pipa (m). C_{hw} ialah koefisien kekasaran Hazen-Williams.

d. Menghitung kehilangan energi mayor pada pipa

Langkah – langkah dalam menghitung energi mayor melalui pipa adalah sebagai berikut :

- Menentukan diameter pipa dan panjang pipa (data)

Menurut [3], pipa transmisi adalah merupakan sistem pengaliran air sebelum masuk bangunan pengolahan (*treatment*), biasanya pipa ini didesain berdasarkan kebutuhan maksimum berdasarkan kebutuhan penduduk. Pengaliran dapat dilakukan dengan

menggunakan aliran secara gravitasi. Sistem transmisi ini dimulai dari sistem pengumpulan sampai bangunan pengolahan air baku atau dimulai dari sumber yang sudah memenuhi syarat kualitas atau dari bangunan penyuplai air baku sampai *reservoir* (tempat penampungan), cara penyalurannya dilakukan secara gravitasi dengan menggunakan pipa.

Jaringan pipa transmisi adalah merupakan jaringan pipa yang dipergunakan untuk mengalirkan air dari bak penampung menuju *reservoir* pembagi, baik yang berbentuk ground *reservoir* maupun yang berbentuk menara air serta baik yang dengan sistem pompanisasi maupun yang gravitasi, sistem transmisi berbentuk saluran terbuka dan saluran tertutup atau pipa. Memilih diameter pipa transmisi merupakan salah satu tahap kunci dalam tiap perencanaan kegiatan air baku, maka untuk menentukan diameter dapat kita gunakan rumus sebagai berikut:

$$D = \left(\frac{3.59 \times 10^6 \times Q}{C \times S_0^{0.54}} \right)^{0.38} \quad (7)$$

dimana D ialah diameter pipa. C ialah koefisien kekasaran pipa. S ialah slope atau persentase kemiringan pipa.

- Menentukan nilai koefisien Hazen-Williams (C) berdasar jenis pipa yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Kekasaran Pipa Menurut Hazen-Williams

No	Jenis Pipa	C_{hw}
1	Asbes Semen	140
2	Kuningan	135
3	Batu-bata	100
4	Besi Tulang Baru	130
	Beton	
5	-Di cetak dengan baja	140
6	-Dicetak dengan kayu	120
7	-Adonan Berputar	135
8	Tembaga	135
9	Logam Berombak Permukaannya	0
10	Besi Galvanis	120
11	Kaca	140
12	Timah	135
13	Plastik	150

- Menghitung luas penampang pipa $A = 0.25\pi D^2$
- Menghitung kecepatan aliran $V = \frac{Q}{A}$
- Menghitung kehilangan energi dengan persamaan.

7. Menetapkan lokasi intake dan pos-pos didalam jaringan air baku

8. Menentukan jalur pipa

Dalam menentukan jalur pipa dalam penyaluran air, maka perlu diperhatikan elevasi muka tanahnya. Pada perencanaan ini terdapat 4 (empat) trase. Trase pertama merupakan aliran gravitasi karena elevasi intake lebih tinggi dari pada pos pertama. Trase kedua merupakan sistem bejana berhubungan karena pos kedua elevasinya sama dengan pos

pertama, namun titik simpul pipa elevasinya rendah. Trase ketiga dan trase keempat merupakan aliran gravitasi.

9. Menghitung slope (kemiringan);

10. Menentukan dimensi ground reservoir.

Setelah selesai tahapan-tahapan perencanaan diatas maka berikut ini adalah skema penyaluran air baku dari sumber air hingga menuju ke reservoir, sehingga air tersebut dapat didistribusikan ke penduduk.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perhitungan-perhitungan yang akan dilakukan guna mengkaji sistem jaringan air baku dari Sub DAS Krueng Inong menuju ke reservoir Blang Bintang untuk selanjutnya akan dijadikan untuk air baku pada PDAM Tirta Daroy Banda Aceh. Perhitungan pertama yang dilakukan adalah menghitung jumlah penduduk di tahun 2036. Dengan demikian akan dapat diketahui jumlah penduduk yang memerlukan air bersih dan dapat pula dihitung kebutuhan air bersih, termasuk kebutuhan rata-rata harian maksimum.

4.1 Menentukan Sumber Air

Sumber air yang digunakan dalam perencanaan ini adalah Sub DAS Krueng Inong Jantho Kabupaten Aceh Besar. Sub DAS Krueng Inong ini merupakan Sub DAS dari DAS Krueng Aceh. Sub DAS krueng Inong merupakan sumber air yang direncanakan karena terletak pada elevasi yang lebih tinggi dari pemukiman penduduk Kota Banda Aceh. Posisi Krueng Inong jauh dari pemukiman penduduk sehingga sangat mendukung untuk dijadikan sebagai sumber air karena jauh dari pencemaran limbah masyarakat dan limbah lainnya.

4.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk pada studi ini menggunakan tiga metode, yaitu metode aritmatik, eksponensial, dan geometrik. Setelah itu digunakan metode penentuan nilai koefisien korelasi dan simpangan baku (standard deviasi) untuk menentukan metode perhitungan yang akan digunakan dalam perhitungan proyeksi kebutuhan air. Kriteria penentuan metode proyeksi penduduk yang dipilih berdasarkan pada nilai koefisien korelasi yang terbesar mendekati +1. Perhitungan laju pertumbuhan penduduk digunakan untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk. Hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode aritmatik, eksponensial, dan geometrik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel. 2 Proyeksi Penduduk Kota Banda Aceh Dan Tiga Kecamatan Di Kabupaten Aceh Besar

No	Tahun	Kota Banda Aceh dan Tiga Kecamatan di Kabupaten Aceh Besar		
		Metode Eksponensial	Metode Geometrik	Metode Aritmatika
1	2017	310,879	315,832	310,840
2	2018	315,912	326,059	320,824
3	2019	321,026	336,617	325,817

4	2020	326,223	347,516	330,809
5	2021	331,504	358,769	335,802
6	2022	336,871	370,386	340,794
7	2023	342,325	382,379	310,840
8	2024	347,867	394,761	350,779
9	2025	353,498	407,543	355,772
10	2026	359,221	420,740	310,840
11	2027	365,037	434,363	365,756
12	2028	370,946	448,428	370,749
13	2029	376,952	462,949	375,741
14	2030	383,054	477,939	380,734
15	2031	389,256	493,415	385,726
16	2032	395,557	509,392	390,719
17	2033	401,961	525,886	395,711
18	2034	408,468	542,914	400,704
19	2035	415,081	560,494	405,696
20	2036	421,801	578,643	410,689
Jumlah		7,273,439	8,695,026	7,175,341
rata-rata		363,672	434,751	358,767

Dari hasil perhitungan koefisien korelasi pada ketiga metode tersebut, diperoleh hasil bahwa metode aritmatik memiliki koefisien korelasi terbesar dan mendekati +1. Dengan demikian metode yang dipilih untuk proyeksi jumlah penduduk pada Kota Banda Aceh dan Tiga Kecamatan di Aceh Besar hingga tahun 2036 adalah metode aritmatik karena metode ini mendekati perkembangan penduduk sesungguhnya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka kebutuhan air rata-rata ialah sebagai berikut 713 (liter/det). Kebutuhan lain-lain ialah 143 (liter/det).

Tabel. 3 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Σ	Ekspensial	Aritmatik	Geometrik
x	737,565.00	737,565.00	737,565.00
y	728,704.28	761,592.10	761,665.77
xy	537,466,771,818.67	561,723,680,186.76	561,778,014,576.43
x^2	391,654,336,647,185,000.00	544,002,129,225.00	544,002,129,225.00
y^2	210,501,191,986,544,000,000,000,000	580,022,532,875.15	580,134,747,103.00
n	3	3	3
r	0.8724	0.9893	0.9889

4.3 Proyeksi Kebutuhan Air Baku

Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk, maka proyeksi kebutuhan air bersih Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan Aceh Besar tahun 2036 dengan kehilangan air sebesar 20 % ialah sebagai berikut:

1. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2036 sebesar 564.913 jiwa.
2. Kebutuhan air domestik

$$Q_{\text{domestik}} = 434.751 \times 150 \text{ l/orang/hari} = 65.212.650 \text{ l/hari}$$

3. Kebutuhan non domestik

$$Q_{\text{non domestik}} = 20\% \times 65.212.650 \text{ l/hari} = 13.042.530 \text{ l/hari}$$

4. Total kebutuhan air

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}} \\ &= 65.212.650 \text{ l/hari} + 13.042.530 \text{ l/hari} \\ &= 78.255.180 \text{ l/hari} = 905.73 \text{ l/det} \end{aligned}$$

5. Kehilangan air

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan air} &= 20\% \times (Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}}) \\ &= 20\% \times 78.255.180 \text{ l/detik} \\ &= 15.651.036 \text{ l/detik} \\ &= 181.15 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

6. Kebutuhan air rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air rata-rata} &= \text{Total kebutuhan air} + \text{Kehilangan air} \\ &= 905.73 \text{ l/detik} + 181.15 \text{ l/detik} \\ &= 1.086,88 \text{ liter/detik} \\ &= 1,09 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

4.4 Analisa Kondisi Hidraulika Komponen Sistem Jaringan Air Baku.

Di dalam menganalisa kondisi hidraulika komponen sistem jaringan pipanisasi air baku pada daerah studi adalah sebagai berikut:

4.4.1 Kondisi hidraulika pada trase pertama

Setelah dilakukan penelitian maka didapat pada trase pertama yang terdiri dari intake yang berada pada koordinat $5^{\circ}19'31.87''\text{LU}$ dan $95^{\circ}35'51.34''\text{LS}$ tepatnya berada dibukit Jalin desa Suka Tani Kabupaten Aceh Besar. Pada trase ini terdapat 17 (tujuh belas) titik elevasi dengan jarak 7,01 km. Berdasarkan jumlah penduduk maka diperoleh diameter sebesar 16 inchi dengan Q sebesar $0,158 \text{ m}^3/\text{det}$, kecepatan 1,18 m/det serta kehilangan energi mayor sebesar 0,0015 lt/det. Sistem pengaliran pada trase ini yaitu sistem gravitasi yang dimulai dari intake menuju ke Pos pertama.

4.4.2 Kondisi hidraulika pada trase kedua

Trase ini dimulai dari pos pertama yang berada pada koordinat $5^{\circ}21'53.36''\text{LU}$ dan $95^{\circ}34'09.77''\text{LS}$ dengan elevasi pada 57 m tepatnya berada pada desa Seuneubok, Seulimuem kabupaten Aceh Besar. Sistem pengaliran pada trase ini berlaku sistem bejana berhubungan. Trase ini memiliki panjang kelengkungan sepanjang 7,33 km. trase dimulai dari pos 1 menuju pos kedua yang berada pada koordinat $5^{\circ}24'16.17''\text{LU}$ dan $95^{\circ}31'44.22''\text{LS}$ tepatnya di desa Lamsie, Kuta Cot Glie Kabupaten Aceh Besar.

4.4.3 Kondisi hidraulika pada trase ketiga

Trase ketiga berada pada koordinat $5^{\circ}27'04.19''\text{LU}$ dan $95^{\circ}28'55.86''\text{LS}$ tepatnya berada Mesale, Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. Pada trase ini terdapat 6 (enam) titik elevasi dengan jarak 7,94 km. Berdasarkan jumlah penduduk maka diperoleh diameter sebesar 16 inchi dengan Q sebesar $0,162 \text{ m}^3/\text{det}$, kecepatan 0,75 m/det serta kehilangan energi mayor sebesar 0,0006 lt/det. Sistem pengaliran pada trase ini yaitu sistem gravitasi yang dimulai dari pos kedua menuju ke Pos ketiga.

4.4.4 Kondisi hidraulika pada trase keempat

Trase keempat berada pada koordinat 5029'58.91"LU dan 92026'41.85"LS tepatnya berada di Empe Awee, Blang Bintang Kabupaten Aceh Besar. Pada trase ini terdapat 11 (sebelas) titik elevasi dengan jarak 7,94 km. Berdasarkan jumlah penduduk maka diperoleh diameter sebesar 16 inchi dengan Q sebesar 0,162 m³/det, kecepatan 0,75 m/det serta kehilangan energi mayor sebesar 0,0006 lt/det. Sistem pengaliran pada trase ini yaitu sistem gravitasi yang dimulai dari pos kedua menuju ke Pos ketiga.

4.4.5 Menentukan jalur pipa

Setelah lokasi sumber air dan pos-pos rencana di tentukan maka lokasi penempatan perpipaan dapat ditentukan. Dalam hal ini slope (kemiringan) merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhatikan dan dijaga. Pemasangan pipa harus terhindar dari daerah yang cukup sulit untuk dicapai seperti menaiki bukit dan memotong sungai karena hal ini akan menghambat pada saat pemeliharaan. Faktor yang paling harus dipertimbangkan dalam pemasangan pipa adalah hindari daerah yang harus melalui izin. Penentuan jalur pipa dimulai dari bukit Jalin, Suka Tani Kabupaten Aceh Besar, ke Seuneubok, Seulimuem Kabupaten Aceh Besar, selanjutnya Lamsie, Kuta Cot Glie Aceh Besar, menuju Mesale, Indrapuri Aceh Besar sampai menuju Empee Awee Blang Bintang Kabupaten Aceh Besar.

4.4.6 Menghitung slope (kemiringan)

Kemiringan (slope) adalah keadaan dimana ada bidang atau permukaan yang tidak rata, disebabkan ada bagian yang tinggi dan ada bagian yang rendah. Besar kemiringan (slope) dapat dinyatakan kedalam tiga bentuk yakni gradien, persentase, dan derajat. Untuk menghitung slope maka, harus diketahui panjang pipa terlebih dahulu, kemudian elvasi titik pertama dan elevasi titik selanjutnya.

4.4.7 Menentukan dimensi ground reservoir

Debit sumber besar apabila dibandingkan dengan debit kebutuhan yang diperlukan, oleh karena itu debit yang akan ditampung dalam ground reservoir hanya sebatas debit untuk pemenuhan kebutuhan air baku saja. Berdasarkan hasil perhitungan maka tebal dinding reservoir sebesar 0,3 m. Berdasarkan hasil simulasi sistem jaringan pipa, pada alternatif diatas memiliki debit kebutuhan air baku sehingga akan digunakan sebagai acuan untuk mendimensi ground reservoir. Bangunan ini digunakan agar debit yang dialirkan dari pengolahan air ke saluran pipa transmisi lebih stabil. Bangunan Ground Reservoir dibutuhkan untuk menampung air setelah dari bangunan IPA sebelum disalurkan ke penduduk. Dari peta topografi diketahui elevasi sumber air +77 dan elevasi reservoir +30. Dari perbedaan elevasi dapat direncanakan dengan Ground Reservoir dengan sistem gravitasi sehingga lebih efisien dan ekonomis karena tidak perlu menggunakan pompa. Untuk lokasi Ground Reservoir di daerah Empe awe (Blang Bintang) Kecamatan Kuta Baroe Kabupaten Aceh Besar, sebab lokasi tersebut sangat strategis yaitu selain elevasi yang memungkinkan untuk system gravitasi karena berada pada elevasi yang lebih tinggi dari IPA PDAM Tirta Daroy.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2036 adalah 564.913 jiwa yang diperoleh dengan menggunakan metode aritmatika. Proyeksi kebutuhan air baku rata-rata penduduk hingga tahun 2036 (kurun waktu 20 tahun) adalah 1,09 m³/detik. Setelah dilakukan penelitian maka sistem penyaluran air berupa sistem gravitasi namun, akibat ketinggian elevasi yang sama terdapat satu trase yang digunakan sistem bejana berhubungan. Debit andalan Sub DAS Krueng Inong yang ada sebesar 1,18 m³/detik pada musim kemarau dan 8,89 m³/detik pada musim hujan, dengan demikian debit andalan mencukupi kebutuhan penduduk Kota Banda Aceh dan tiga Kecamatan di Kabupaten Aceh besar dengan kebutuhan 1,09 m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Linsley,dkk.,1996 “*Teknik Sumber Daya Air*” Jilid 2, Jakarta: Erlangga.
Linsley.dkk, 1996“ *Hidrologi untuk Insinyur*”, Jakarta:Erlangga,
Muliakusumah, Sutarsih. 2000. *Proyeksi Penduduk*. Jakarta : Erlangga.
Rusli, Said. 1996. *Pengantar Ilmu Kependudukan*. Jakarta : LP3ES.
Joko.2010. *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Jogjakarta: Graha Ilmu.