

PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA PAKUURE TINANIAN

Dennis Paul Tambingon

Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: pauldennis@yahoo.com

ABSTRAK

Desa Pakuure Tinanian terletak di Kecamatan Tenga Kabupaten Minahasa selatan. Terdiri atas 5 lingkungan yang saat ini sebagian wilayah didesa tersebut telah mendapat pelayanan air bersih dari pemanfaatan sumber mata air Lolombulan, namun untuk lingkungan 4 dan 5 belum terdistribusi air dengan baik. Suplai air bersih belum dapat memenuhi kebutuhan air di daerah layanan secara menyeluruh. Sehingga perlu direncanakan kembali sistem jaringan baru agar pendistribusian air bersih didaerah tersebut dapat terlayani.

Sumber air yang dimanfaatkan dari mata air Lolombulan. Sistem jaringan air bersih direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih 12 hidran umum diwilayah layanan sampai tahun 2035. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis dengan menggunakan analisa logaritma. Dari hasil perhitungan analisis kebutuhan air bersih di Desa Pakuure Tinanian, pada tahun 2035 dengan jumlah penduduk 1160 jiwa kebutuhan air bersih mencapai 0,973 liter/detik. Jaringan distribusi menggunakan layout DEAD END or TREE-SYSTEM dengan system gravitasi, layout ini terdiri atas Bronkaptering dengan kapasitas 1,5 m³ dengan dimensi (1,24x1,24x1,5), Pipa Transmisi dengan diameter 2", Reservoar dengan kapasitas 16 m³ dengan dimensi (2,3x,2,3x3,5), Pipa distribusi dengan diameter 1", 12 Hidran Umum yang tersebar diseluruh daerah layanan dengan kapasitas 2 m³

Kata kunci : *Kebutuhan Air Bersih, Sistem Penyediaan, Jaringan Pipa*

PENDAHULUAN

Desa Pakuure Tinanian adalah daerah pemukiman yang berada di Kecamatan Tenga yang terdiri atas 5 lingkungan dengan luas wilayah 0,36 Km², dengan letak topografi di daerah pegunungan pada ketinggian 400 m diatas permukaan laut.

Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih didaerah ini adalah berasal dari mata air Lolombulan. Daerah yang terlayani air bersih yang berasal dari sumber mata air tersebut hanya terbatas sampai pada lingkungan 1, 2 dan 3, hal ini menyebabkan masyarakat dilingkungan 4 dan 5 mengalami kesulitan air bersih sehingga mereka lebih memanfaatkan sumur gali dengan kedalaman 5-6 m.

Mengingat pentingnya peranan air bersih bagi kelangsungan hidup manusia serta adanya permasalahan-permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih, maka diadakan suatu analisis kebutuhan penduduk akan air bersih mengenai jaringan distribusi penyediaan air bersih untuk beberapa tahun kedepan

LANDASAN TEORI

Kebutuhan Air Bersih

Pertumbuhan Penduduk

Untuk dapat menghitung kebutuhan air pada masa yang akan datang, antara lain perlu diketahui jumlah penduduk pada masa yang akan datang atau dengan kata lain diperlukan:

- Jumlah penduduk saat ini sebagai dasar untuk menghitung jumlah penduduk proyeksi pada masa yang akan datang.
- Kenaikan atau pertumbuhan penduduk.

Untuk laju pertumbuhan dihitung dengan menggunakan beberapa Analisa Regresi sebagai berikut:

- a. Analisa Regresi Linier
- b. Analisa Regresi Logaritma
- c. Analisa Regresi Eksponensial

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari seperti : untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, pengangkutan

air buangan (buangan dapur dan toilet) yang dapat diketahui debitnya berdasarkan perkalian antara jumlah penduduk dan kebutuhan air setiap jiwa. Berdasarkan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk kepentingan social/umum seperti:

- a. Kebutuhan institusional
Kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan tempat pendidikan atau sekolah.
- b. Kebutuhan komersial dan industri
Kebutuhan air bersih untuk kegiatan hotel, pasar, pertokoan, restoran, dan sebagainya. Sedangkan kebutuhan air bersih untuk industri biasanya digunakan untuk air pada boiler untuk pemanas, bahan baku proses.
- c. Kebutuhan fasilitas umum
Kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi, terminal.

Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan banyaknya air yang hilang. Hilang yang diperlukan bagi penjagaan tujuan penyediaan air bersih, yaitu tercukupinya kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya dan yang disebabkan aktivitas penggunaan dan pengolahan air. Berdasarkan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan.

Kebutuhan Total untuk Air Bersih

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestic, non domestic ditambah kehilangan air. Berdasarkan Kriteria / Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan.

Sistem jaringan Air Bersih

1. Sistem Transmisi Air Bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih atau suatu jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari sumber air ke resevoir

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan sistem transmisi adalah :

- a. Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi
- b. Menentukan tempat bak pelepas tekan
- c. Menghitung panjang dan diameter pipa
- d. Jalur pipa.

2. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) kedaerah pelayanan (konsumen).

3. Jaringan Pipa

Pipa merupakan komponen utama dalam jaringan perpipaan meliputi transmisi dan distribusi. Pipa yang digunakan dalam berbagai macam jenisnya, misalnya bambu, pipa PVC, besi galvanis, baja, beton dan sebagainya.

Tabel 1. Keuntungan dan Kerugian beberapa Pipa

| No | Jenis Pipa | Keuntungan | Kerugian |
|----|---------------|---|---|
| 1 | Bambu | Murah, terdapat dipelosok | Cepat rusak, banyak bocoran |
| 2 | PVC | Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air. | Tekanan rendah |
| 3 | HDPE | Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, mencapai 100 m tanpa sambungan untuk diameter kecil | Tekanan rendah |
| 4 | Besi Galvanis | Tekanan tinggi | Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal |

Sumber : Radianta Triatmadja

Untuk menghitung kehilangan tenaga dalam pipa distribusi digunakan persamaan Hazen – Williams sebagai berikut :

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54} \tag{1}$$

$$H_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \tag{2}$$

$$D = \left[\frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times H_f} \times L \right]^{0,205} \tag{3}$$

dimana :

- V = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)
- C_{HW} = Koefisien kekasaran Hazen – Williams (tergantung jenis pipa)
- S = Gradien Hidrolik (S = H_f/L)
- H_f = Kehilangan tenaga (m)
- Q = Debit (m³/s)
- L = Panjang pipa (m)

GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN



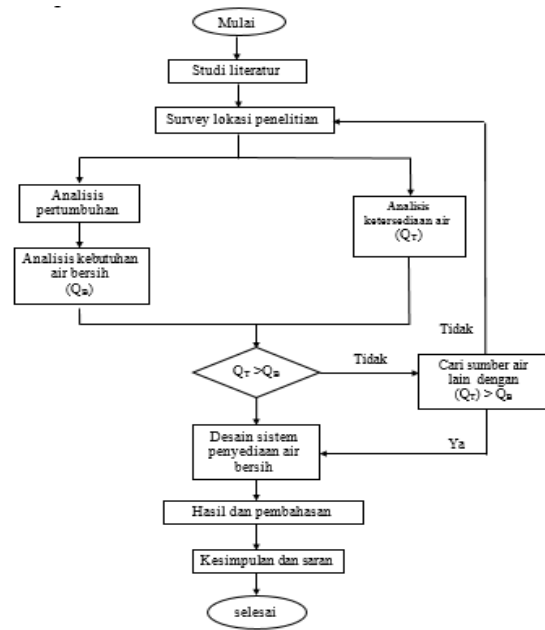
Gambar 1 ;Peta Orientasi Sekitar Lokasi Penelitian

Kondisi Eksisting Sistem Penyediaan Air

Desa Pakuure Tinanian menggunakan sumber air bersih yang berasal dari mata air yang terletak dikawasan hutan Gunung Lolombulan. Tetapi karena pemeliharaan mata air dan pengelolaan kondisi existing sudah tidak efektif untuk mendistribusikan air ke Desa Pakuure Tinanian dari lingkungan IV sampai ke lingkungan V. Masyarakat di Desa Pakuure Tinanian di lingkungan tersebut lebih cenderung mengkomsumsi air bersih dari sumur bor atau sumur gali dengan kedalaman sekitar 5-6 m yang dibuat sendiri untuk dijadikan sebagai kebutuhan sehari-hari karena tidak terjangkaunya jaringan distribusi air di kedua lingkungan ini.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu direncanakan pengembangan sistem jaringan air bersih dari eksisting yang sudah ada agar supaya kebutuhan air bersih di wilayah tersebut dapat terpenuhi untuk beberapa tahun kedepan.dengan cara memanfaatkan sumber mata air dan eksisting tersebut, Di mana air akan ditampung terlebih dahulu pada bak penampung kemudian disalurkan menuju reservoir distribusi yang selanjutnya akan disalurkan kedaerah layanan secara gravitasi.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pertumbuhan Penduduk

Maka proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan yaitu analisa regresi eksponensial dengan nilai korelasi (R) 0,902. Dimana analisa regresi eksponensial memiliki nilai korelasi yang paling mendekati 1 nilai koefisien determinasi (r²) dari regresi logaritma paling mendekati 1 yaitu 0,814 dan juga karena memiliki nilai standar error (Se) terkecil yaitu 15,154. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih domestik digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan analisa regresi eksponensial.

Tabel 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Pakuure Tinanian

| Tahun | X | Jumlah Penduduk (Jiwa) |
|-------|----|------------------------|
| 2016 | 12 | 778 |
| 2017 | 13 | 795 |
| 2018 | 14 | 812 |
| 2019 | 15 | 829 |
| 2020 | 16 | 846 |
| 2021 | 17 | 864 |
| 2022 | 18 | 882 |
| 2023 | 19 | 901 |
| 2024 | 20 | 921 |
| 2025 | 21 | 940 |
| 2026 | 22 | 960 |
| 2027 | 23 | 980 |
| 2028 | 24 | 1001 |
| 2029 | 25 | 1022 |
| 2030 | 26 | 1044 |
| 2031 | 27 | 1066 |
| 2032 | 28 | 1089 |
| 2033 | 29 | 1112 |
| 2034 | 30 | 1136 |
| 2035 | 31 | 1160 |

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Penduduk Pada Tahun 2016-2035

Analisis Kebutuhan Air

Tabel 3. Jumlah Kebutuhan Air Domestik, Non Domestik, Kehilangan Air, dan Kebutuhan Air Total

| Tahun | Debit kebutuhan air domestik (Qd) | Debit kebutuhan air non-domestik (Qn) | Kehilangan air (Qa) | Debit Total (Qt) Qt = Qd + Qn + Qa |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| | (Liter/Detik) | (Liter/Detik) | | |
| 2016 | 0.540 | 0.027 | 0.085 | 0.652 |
| 2017 | 0.552 | 0.028 | 0.087 | 0.667 |
| 2018 | 0.564 | 0.028 | 0.089 | 0.681 |
| 2019 | 0.576 | 0.029 | 0.091 | 0.695 |
| 2020 | 0.588 | 0.029 | 0.093 | 0.709 |
| 2021 | 0.600 | 0.030 | 0.095 | 0.725 |
| 2022 | 0.613 | 0.031 | 0.097 | 0.740 |
| 2023 | 0.626 | 0.031 | 0.099 | 0.756 |
| 2024 | 0.640 | 0.032 | 0.101 | 0.772 |
| 2025 | 0.653 | 0.033 | 0.103 | 0.788 |
| 2026 | 0.667 | 0.033 | 0.105 | 0.805 |
| 2027 | 0.681 | 0.034 | 0.107 | 0.822 |
| 2028 | 0.695 | 0.035 | 0.109 | 0.839 |
| 2029 | 0.710 | 0.035 | 0.112 | 0.857 |
| 2030 | 0.725 | 0.036 | 0.114 | 0.875 |
| 2031 | 0.740 | 0.037 | 0.117 | 0.894 |
| 2032 | 0.756 | 0.038 | 0.119 | 0.913 |
| 2033 | 0.772 | 0.039 | 0.122 | 0.932 |
| 2034 | 0.789 | 0.039 | 0.124 | 0.953 |
| 2035 | 0.806 | 0.040 | 0.127 | 0.973 |

RENCANA SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Sistem Perencanaan Penyediaan Air Bersih

Pengembangan sistem penyediaan air bersih Dalam perencanaan ini yang dimanfaatkan sebagai sumber air diambil dari mata air Lolombulan karena debit 4,545 l/det mampu mencukupi kebutuhan air ditahun 2032 yaitu sebesar 0,953 l/detik.

Rencana sistem penyediaan air bersih dari mata air lolombulan ke Desa Pakuure Tinanian (Lihat gambar 4) :

1. Broncaptering di mata air kuala kecil
2. Pipa transmisi dari BPT menuju ke reservoir penampung dikelurahan Batu Putih Bawah
3. Reservoir penampung
4. Pipa distribusi utama dari reservoir penampung sampai Hidran Umum
5. Beberapa Hidran umum dipinggiran jalan dikelurahan Batu Putih Bawah



Gambar 4. Sistem planning penyediaan air bersih Desa Pakuure Tinanian

Desain Kapasitas Reservoir Distribusi Dan Bak Penampung

Setelah dari Bangunan Penangkap Air (broncaptering), sebelum didistribusikan, air masuk ke dalam reservoir Perhitungan ukuran kapasitas reservoir

Tabel 4. Fluktuasi Kebutuhan Air Tiap Jam

| Jam | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Debit (l/det) | 0.540 | 0.552 | 0.564 | 0.576 | 0.588 | 0.600 | 0.613 | 0.626 | 0.640 | 0.653 | 0.667 | 0.681 |
| Qn (l/det) | 0.027 | 0.028 | 0.028 | 0.029 | 0.029 | 0.030 | 0.031 | 0.031 | 0.032 | 0.033 | 0.033 | 0.034 |
| Qa (l/det) | 0.085 | 0.087 | 0.089 | 0.091 | 0.093 | 0.095 | 0.097 | 0.099 | 0.101 | 0.103 | 0.105 | 0.107 |
| Qt (l/det) | 0.652 | 0.667 | 0.681 | 0.695 | 0.709 | 0.725 | 0.740 | 0.756 | 0.772 | 0.788 | 0.805 | 0.822 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Qt (l/det) | 0.875 | 0.894 | 0.913 | 0.932 | 0.953 | 0.973 | 0.994 | 1.015 | 1.036 | 1.057 | 1.078 | 1.100 |

Dari Perhitungan diatas, diperoleh kapasitas berguna reservoir :

$$13,451 \text{ m}^3/\text{jam} + 2,067 \text{ m}^3/\text{jam} = 15,518 \approx 16 \text{ m}^3$$

Kapasitas reservoir Desa Pakuure Tinanian

Volume yang dibutuhkan : 16 m³

Direncanakan tinggi Reservoir 2,5 m dan lantai dasar reservoir persegi

Maka dimensi reservoir :

$$V = P \times L \times t$$

$$16 \text{ m}^3 = P \times L \times 3 \text{ m}$$

$$P^2 = 5,333\text{m}^2$$

$$P = L = 2,3 \text{ m}$$

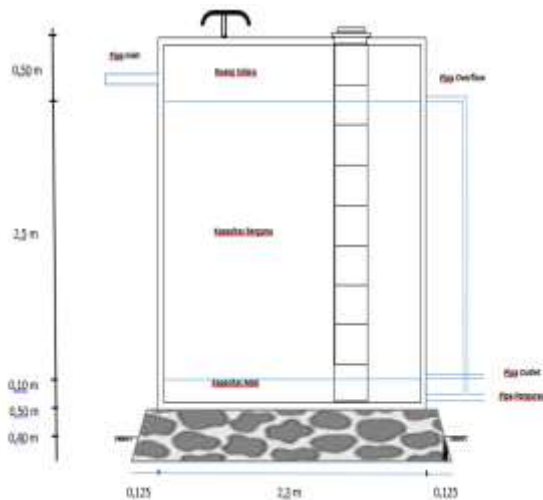
Jadi Dimensi reservoir :

$$P = 2,3 \text{ m}$$

$$L = 2,3 \text{ m}$$

$$T = 3,1 \text{ m (0,5 Freeboard + 0,1)}$$

Dengan tebal dinding rencana 20 cm



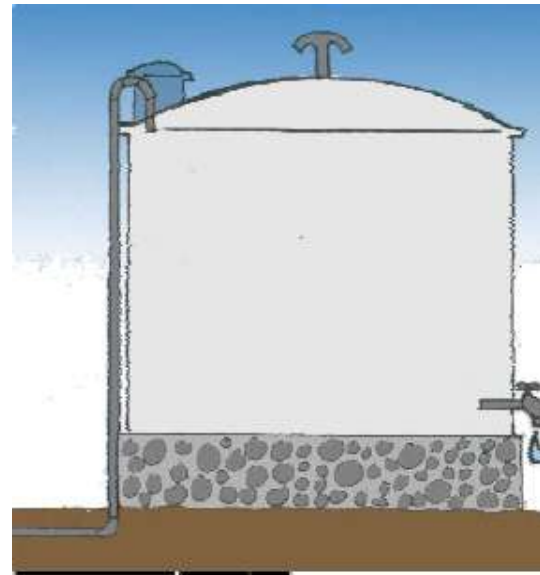
Gambar 5. Bak Penampung

Desain hidrolis Hidran Umum

Jumlah hidran umum daerah layanan istem jaringan air bersih dihitung sebagai berikut:

Jumlah penduduk : 1160 Jiwa
 Jumlah hidran : 1160/100 = 19,6 = 20 hidran
 Kebutuhan air jam puncak : 2,870 lt/det
 Kebutuhan air tiap hidran : 2,870 / 20 = 0,1435 l/det

Dengan demikian, setiap hidran direncanakan dapat melayani 100 jiwa dengan kebutuhan rata-rata air ditiap hidran sebesar 0,1435 l/detik dan kapaitas tiap hidran sebesar 2 m³.



Gambar 6. Hidran Umum

Desain Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

Pipa Transmisi

Pipa transmisi air baku mulai dari Broncaptering sampai reservoir adalah pipa jenis PVC, dengan system penyambungan Butt Welding atau Compression Fitting.

Dan perhitungan pipa transmisi dari hasil pengukuran diketahui:

Pipa transmisi air baku mulai dari Broncaptering sampai reservoir adalah pipa jenis PVC, dengan sistem penyambungan Butt Welding atau Compression Fitting.

Perhitungan Dimensi Pipa Transmisi:

Debit yang dibutuhkan = 1,702 liter/detik
 = 0,00702 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(C_{hw}) = 130

Beda Tinggi Peil Pipa = 29 m

Jarak bronkaptering – reservoir = 68,8 m

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = 0,421$$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,421^{0,54}$$

$$0,00170 = 22,733D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,00007486$$

Dengan menggunakan trial and error didapat

$$D = 2,7 \text{ cm} \approx 2 \text{ inch}$$

Kehilangan energy:

$$H_f = \frac{10,675 Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L$$

$$= 28,968 \text{ m}$$

$$= 421,046 \text{ m/km}$$

Luas:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,0005722 \text{ m}^2$$

Kecepatan:

$$V = \frac{Q}{A} = 2,97 \text{ m/s}$$

Pipa Distribusi

Perhitungan untuk Pipa distribusi air bersih disesuaikan dengan menggunakan Epanet 2.0, meliputi :

▪ Reservoir – Hidran Umum 1

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Debit yang dibutuhkan} &= 1,220 \text{ liter/detik} \\ &= 0,00122 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa(Chw)} = 130$$

$$\text{Beda Tinggi Peil Pipa} = 234 \text{ m}$$

$$\text{Jarak bronkaptering – reservoir} = 2302,3 \text{ m}$$

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = 0,101$$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,101^{0,54}$$

$$\begin{aligned} 0,00122 &= 10,516D^{2,623} \\ D^{2,623} &= 0,0001160 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan trial and error didapat

$$D = 4,4 \text{ cm} \approx 2 \text{ inch}$$

$$H_f = \frac{10,675 Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L$$

$$= 48,509 \text{ m}$$

$$= 21,070 \text{ m/km}$$

Luas:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,001519 \text{ m}^2$$

Kecepatan:

$$V = \frac{Q}{A} = 0,802 \text{ m/s}$$

▪ Hidran Umum 1 – 2

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Debit yang dibutuhkan} &= 0,142 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000142 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa(Chw)} = 130$$

$$\text{Beda Tinggi Peil Pipa} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Jarak bronkaptering – reservoir} = 71,2 \text{ m}$$

$$Q_p = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = 0,098$$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,098^{0,54}$$

$$\begin{aligned} 0,00014 &= 10,346D^{2,623} \\ D^{2,623} &= 0,0000137 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan trail and error didapat

$$D = 1,4 \text{ cm} \approx 1 \text{ inch}$$

▪ Hidran Umum 2 – 3

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Debit yang dibutuhkan} &= 0,142 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000142 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa(Chw)} = 130$$

$$\text{Beda Tinggi Peil Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Jarak bronkaptering – reservoir} = 74,4 \text{ m}$$

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = 0,013$$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,013^{0,54}$$

$$\begin{aligned} 0,00014 &= 3,475D^{2,623} \\ D^{2,623} &= 0,0000402 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan trail and error didapat

$$D = 2,2 \text{ cm} \approx 1 \text{ inch}$$

▪ Hidran Umum 3 – 4

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Debit yang dibutuhkan} &= 0,142 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000142 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa(Chw)} = 130$$

$$\text{Beda Tinggi Peil Pipa} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Jarak bronkaptering – reservoir} = 50,6 \text{ m}$$

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = 0,079$$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,079^{0,54}$$

$$\begin{aligned} 0,00014 &= 9,210D^{2,623} \\ D^{2,623} &= 0,0000154 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan trail and error didapat

$$D = 1,4 \text{ cm} \approx 1 \text{ inch}$$

▪ Hidran Umum 4 – 5

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Debit yang dibutuhkan} &= 0,142 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000142 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa(Chw)} = 130$$

$$\text{Beda Tinggi Peil Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Jarak bronkaptering – reservoir} = 48.8 \text{ m}$$

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = 0,02$$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,02^{0,54}$$

$$\begin{aligned} 0,00014 &= 4,444D^{2,623} \\ D^{2,623} &= 0,0000315 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan trail and error didapat

$$D = 2 \text{ cm} \approx 1 \text{ inch}$$

▪ Hidran Umum 5 – 6

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Debit yang dibutuhkan (Q}_{\text{md}}) &= 0,142 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000142 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa(Chw)} = 130$$

Beda Tinggi Peil Pipa = 10 m
 Jarak bronkaptering – reservoir = 125 m
 $Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,08$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,08^{0,54}$$

$$0,00014 = 9,272D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,000015$$

Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,5 cm ≈ 1 inch

▪ **Hidran Umum 6 – 7**

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:
 Debit yang dibutuhkan (Q_{md})= 0,142 liter/detik
 = 0,000142 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(Chw)= 130
 Beda Tinggi Peil Pipa= 8 m
 Jarak bronkaptering - reservoir= 95,1 m
 $Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,084$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,08^{0,54}$$

$$0,00014 = 9,527D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,0000149$$

Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,5 cm ≈ 1 inch

▪ **Hidran Umum 7 – 8**

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:
 Debit yang dibutuhkan= 0,142 liter/detik
 = 0,000142 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(Chw)= 130
 Beda Tinggi Peil Pipa= 3 m
 Jarak bronkaptering - reservoir= 85,3 m
 $Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,035$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,035^{0,54}$$

$$0,00014 = 5,949D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,00002386$$

Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,7 cm ≈ 1 inch

▪ **Hidran Umum 8 – 9**

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:
 Debit yang dibutuhkan (Q_{md})= 0,142 liter/detik
 = 0,000142 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(Chw)= 130
 Beda Tinggi Peil Pipa= 8 m
 Jarak bronkaptering - reservoir= 76 m
 $Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,105$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,105^{0,54}$$

$$0,00014 = 10,754D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,0000132$$

Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,4 cm ≈ 1 inch

▪ **Hidran Umum 9 – 10**

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:
 Debit yang dibutuhkan= 0,142 liter/detik
 = 0,000142 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(Chw)= 130
 Beda Tinggi Peil Pipa= 7 m

Jarak bronkaptering - reservoir= 78 m
 $Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,089$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,089^{0,54}$$

$$0,00014 = 9,866D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,000014$$

Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,4 cm ≈ 1 inch

▪ **Hidran Umum 10 – 11**

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:
 Debit yang dibutuhkan (Q_{md})= 0,142 liter/detik
 = 0,000142 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(Chw) = 130
 Beda Tinggi Peil Pipa = 10 m
 Jarak bronkaptering – reservoir = 71.56 m

$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,139$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,139^{0,54}$$

$$0,00014 = 12,532D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,000011$$

Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,3 ≈ 1 inch

▪ **Hidran Umum 11 – 12**

Perhitungan Dimensi Pipa Distribusi:
 Debit yang dibutuhkan = 0,142 liter/detik
 = 0,000142 m³/detik

Koefisien kekasaran pipa(Chw) = 130
 Beda Tinggi Peil Pipa = 9 m
 Jarak bronkaptering – reservoir = 79,32 m

$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times C \times D^{2,623} \times S^{0,54}$
 $S = \frac{\Delta H}{L} = 0,113$

Maka:

$$Q_{\text{pipa}} = 0,279 \times 130 \times D^{2,623} \times 0,113^{0,54}$$

$$0,00014 = 11,198D^{2,623}$$

$$D^{2,623} = 0,0000126$$

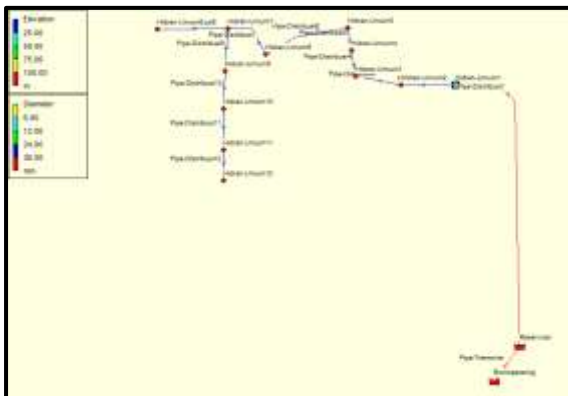
Dengan menggunakan trail and error didapat
 D = 1,4 cm ≈ 1 inch

Tabel 6. “Node Parameter” Jaringan Air Bersih Desa Pakuure Tinanian

| Node ID | Elevation m | Base Demand LPS | Head m | Pressure m |
|--------------------|-------------|-----------------|--------|------------|
| Junc Hidran-Umum1 | 410 | 0.142 | 510.17 | 191.17 |
| Junc Hidran-Umum2 | 426 | 0.142 | 575.63 | 149.63 |
| Junc Hidran-Umum3 | 425 | 0.142 | 545.39 | 120.39 |
| Junc Hidran-Umum4 | 421 | 0.142 | 528.45 | 107.45 |
| Junc Hidran-Umum5 | 420 | 0.142 | 515.34 | 95.34 |
| Junc Hidran-Umum6 | 430 | 0.142 | 499.09 | 99.09 |
| Junc Hidran-Umum7 | 422 | 0.142 | 474.06 | 52.06 |
| Junc Hidran-Umum8 | 425 | 0.142 | 473.59 | 49.59 |
| Junc Hidran-Umum9 | 433 | 0.142 | 468.42 | 35.42 |
| Junc Hidran-Umum10 | 440 | 0.142 | 465.01 | 25.01 |
| Junc Hidran-Umum11 | 450 | 0.142 | 463.53 | 13.53 |
| Junc Hidran-Umum12 | 458 | 0.142 | 463.06 | 4.06 |
| Reser Broncapting | 684 | 0.000 | 684.00 | 0.00 |
| Reser Reservoir | 655 | 0.000 | 655.00 | 0.00 |

Tabel 7. “Link Parameter” Jaringan Air Bersih Desa Pakuure Tinanian

| Link ID | Length m | Diameter mm | Progress | Flow LPS | Velocity m/s | Unit Headloss m/m |
|------------------------|----------|-------------|----------|----------|--------------|-------------------|
| Pipa-Pipa Transmisi | 58.6 | 100 | 1.00 | 2.60 | 1.75 | 421.91 |
| Pipa-Pipa Distribusi1 | 232.3 | 50.0 | 1.00 | 1.70 | 0.94 | 19.47 |
| Pipa-Pipa Distribusi2 | 71.2 | 25.4 | 1.00 | 1.56 | 3.08 | 485.80 |
| Pipa-Pipa Distribusi3 | 74.4 | 25.4 | 1.00 | 1.42 | 2.88 | 488.54 |
| Pipa-Pipa Distribusi4 | 50.6 | 25.4 | 1.00 | 1.28 | 2.52 | 394.47 |
| Pipa-Pipa Distribusi5 | 66.4 | 25.4 | 1.00 | 1.14 | 2.24 | 289.82 |
| Pipa-Pipa Distribusi6 | 125 | 25.4 | 1.00 | 0.95 | 1.96 | 210.80 |
| Pipa-Pipa Distribusi7 | 65.1 | 25.4 | 1.00 | 0.85 | 1.68 | 197.85 |
| Pipa-Pipa Distribusi8 | 65.3 | 25.4 | 1.00 | 0.74 | 0.98 | 57.72 |
| Pipa-Pipa Distribusi9 | 18 | 25.4 | 1.00 | 0.57 | 1.12 | 74.49 |
| Pipa-Pipa Distribusi10 | 18 | 25.4 | 1.00 | 0.43 | 0.88 | 43.72 |
| Pipa-Pipa Distribusi11 | 11.56 | 25.4 | 1.00 | 0.39 | 0.95 | 30.64 |
| Pipa-Pipa Distribusi12 | 71.32 | 25.4 | 1.00 | 0.14 | 0.28 | 57.72 |



Gambar 7. Skema jaringan air bersih Desa Pakuure Tinanian menggunakan Epanet 2.0

PEMBAHASAN

Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk di Desa Pakuure Tinanian dihitung berdasarkan analisa regresi eksponensial. Pada tahun 20 jumlah penduduk kelurahan Batu Putih Bawah mencapai 1160 jiwa.

Kebutuhan dan Kehilangan Air

Untuk kehilangan air, debit kebutuhan domestic ditambah dengan debit kebutuhan non domestic lalu dikalikan dengan 15% yang diasumsikan dari kehilangan/kebocoran air maka didapat pada tahun 2016 terjadi kehilangan air sebanyak 0.085 liter/detik dan pada tahun 2035 terjadi kehilangan air sebanyak 0,127 liter/detik. Sehingga jumlah kebutuhan air total yaitu kebutuhan air baik domestik , non domestik ditambah kehilangan air yaitu pada tahun 2016 adalah 0,652 liter/detik dan pada tahun 2035 adalah sebesar 0,973 liter/detik.

Ketersediaan Air

Mata air Kuala Kecil dimanfaatkan sebagai sumber air karena debit 4,545 l/det mampu mencukupi kebutuhan air ditahun 2035 yaitu sebesar 0,973 l/detik.

Rencana system penyediaan air bersih dari mata air kuala kecil ke kelurahan Batu Putih Bawah (Lihat gambar 4) :

1. Broncapting di mata air kuala kecil
2. Pipa transmisi dari BPT menuju ke reservoir penampung dikelurahan Batu Putih Bawah
3. Reservoir penampung
4. Pipa distribusi utama dari reservoir penampung sampai Hidran Umum
5. Beberapa Hidran umum dipinggiran jalan dikelurahan Batu Putih Bawah

Desain Sistem Jaringan Air Bersih

- a. Bak penampung
Bak penampung ini dilengkapi dengan valve, struktur bak penampung terbuat dari beton bertulang kedap air serta pemasangan batu kali. Volume dari bak penampung adalah : $P = 1,24$ meter, $L = 1,24$ meter, dan $T = 1,5$ meter.
- b. Pipa
Dalam mendesain sistem jaringan air bersih digunakan software Epanet 2.0, di mana dari program tersebut didapat nilai hidrolis head masing–masing titik, nilai tekanan, kehilangan energi dan kecepatan. Diameter pipa yang dipakai untuk desain sistem jaringan air bersih antara lain, pipa transmisi dengan diameter 2” dan Pipa distribusi 1”
- c. Reservoir
Kapasitas berguna dari reservoir 16 m^3 dengan dimensi $P = 2,3$ meter, $L = 2,3$ meter, Tinggi = 3,1 meter
- d. Hidran Umum

Jumlah hidran umum yang tersebar didaerah pelayanan ada 12 hidran umum dengan mengikuti pola persebaran penduduk dan peta desa. Kebutuhan tiap hidran dan kapasitas tiap hidran sebesar 0,142 l/detik dan kapasitas tiap hidran sebesar $2 m^3$

Hidran umum ada 12 buah, kapasitas tiap hidran umum $2 m^3$, dengan kebutuhan tiap hidran 0,142 l/detik, analisis sistem jaringan air bersih di Desa Pakuure Tinanian menggunakan program Epanet 2.0. Diameter pipa Transmisi 2" (50,8 mm), yang menghubungkan dari bronkaptering ke reservoir dengan panjang 68,8 meter. Sedangkan diameter seluruh pipa distribusinya berdiameter 1" (25,4 mm) dengan jumlah panjang keseluruhan pipa distribusi 3123,2 meter.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam Perencanaan Pengembangan Sistem Penyediaan Air bersih didesa Pakuure Tinanian, yang dimanfaatkan sebagai sumber air diambil dari mata air Lolombulan karena debit 4,545 l/det mampu mencukupi kebutuhan air ditahun 2035 yaitu sebesar 0,973 l/detik. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah proyeksi dengan analisa regresi logaritma karena memiliki nilai korelasi yang paling mendekati 1.
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dari ketiga analisa regresi yang digunakan yaitu analisa regresi linear, analisa regresi logaritma, dan analisa regresi eksponensial, proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah proyeksi dengan analisa regresi eksponensial karena memiliki Standrad Error yang paling kecil.
3. Kapasitas reservoir = $16 m^3$, dengan dimensi reservoir (2,3 m x 2,3 m x 3,5 m). jumlah

Saran

1. Sistem penyediaan air bersih yang ada didesa Pakuure Tinanian dapat berfungsi dengan baik apabila pemerintah setempat segera melakukan usaha pengembangan sistem penyediaan air bersih yang direncanakan berdasarkan kajian yang terdapat didalam skripsi ini. Perlunya perhatian dan tindakan dari masyarakat sekitar untuk menjaga kelestarian dari daerah tangkapan disekitar sumber mata air, agar air hujan yang turun dapat merembes dan menjadi sumber air baku sehingga ketersediaan air pada mata air tersebut tetap terjaga.
2. Perlu perhatian dan tindakan dari masyarakat sekitar untuk menjaga kelestarian dari daerah tangkapan disekitar sumber mata air, agar air hujan yang turun dapat merembes dan menjadi sumber air baku sehingga ketersediaan air pada mata air tersebut tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Rossman, A. Lewis, 2000. *Epanet 2 Users Manual*, Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratoey Cincinnati.
- Soemarto, C. D. 1995. *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Tanudjaja, Lambertus, 2010. *Diktat Materi Perkuliahan Hidrolika (SI4103) 2 SKS Program Studi Teknik Sipil*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Tanudjaja, Lambertus, 2009. *Materi Perkuliahan Mekanika Fluida*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Tanudjaja, Lambertus. *Materi Kuliah Rekayasa Lingkungan*, Universitas Sam Ratulangi Manado.

_____, *Modul No. 1 Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.

_____, <http://www.pu.go.id/uploads/services/2011-12-01-14-04-34.pdf>

_____, <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/download/12551/12123>

_____, [http://eprints.undip.ac.id/33997/9/1877 CHAPTER VI.pdf](http://eprints.undip.ac.id/33997/9/1877_CHAPTER_VI.pdf)

_____, <http://ampl.bandungkab.go.id/wp-content/uploads/2014/02/Modul-4-Cara-Menentukan-Diameter-Pipa.pdf>