

ANALISIS SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA RANOMERUT KECAMATAN ERIS KABUPATEN MINAHASA

Janice Gayle Mongisidi

Cindy J. Supit, Isri R. Mangangka

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email:jgmongisidi@gmail.com

ABSTRAK

Sistem penyediaan air bersih di Desa Ranomerut Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa belum tersedia sehingga masyarakat kesulitan mendapat air bersih. Sistem pengalirannya hanya dibuat menggunakan selang oleh penduduk sekitar, sehingga proses pendistribusian air bersih tidak merata.

Sistem penyediaan air bersih di Desa Ranomerut direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2027. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana dilakukan menggunakan analisis regresi untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Ranomerut hingga tahun rencana 2027 adalah 1565 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,3117 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 1,574 liter/detik.

Dalam perencanaan ini sumber air berasal dari mata air lereng gunung Tokani Idung dengan debit sesaat sebesar $\pm 1,705$ liter/detik, lebih besar dari debit kebutuhan air. Dengan demikian kebutuhan air di Desa Ranomerut dapat terpenuhi. Pipa transmisi dan pipa distribusi dihitung secara manual menggunakan rumus Hazen-Williams, dan didapat ukuran pipa HDPE masing-masing 2 inch. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 16 buah Kran Umum.

Kata Kunci: *Desa Ranomerut, Sistem Penyediaan, Kebutuhan Air*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyediaan air bersih untuk masyarakat memiliki peran yang sangat penting dalam kelangsungan hidup sehari-hari. Semakin bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih akan mengalami peningkatan. Dengan demikian maka penyediaan air bersih pun akan meningkat. Sampai pada saat ini, masyarakat masih mengalami berbagai macam masalah mengenai penyediaan air bersih. Salah satu masalah yang masih dialami oleh masyarakat adalah rendahnya tingkat pelayanan air bersih, terutama di daerah pedesaan. (Supit, 2013) mengidentifikasi beberapa masalah ketersediaan air di beberapa daerah.

Ranomerut adalah salah satu Desa yang berada di Kecamatan Eris, Kabupaten Minahasa. Desa Ranomerut berdasarkan letak topografinya berada pada kawasan yang berbukit. Di daerah ini penyediaan air tidak tersalurkan ke masyarakat yang ada,

sehingga kebutuhan masyarakat akan air bersih menjadi terganggu. Sistem pengalirannya hanya dibuat menggunakan selang oleh penduduk sekitar, sehingga proses pendistribusian air bersih tidak merata.

Mengingat peran air bersih yang sangat penting bagi kelangsungan hidup masyarakat Desa Ranomerut maka perlu dilakukan upaya perencanaan sistem penyediaan air bersih yang sumber air bakunya adalah mata air yang berlokasi di lereng gunung Tokani Idung dengan jarak tempuh ± 2 km dari Desa Ranomerut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka dapat dirumuskan permasalahannya yakni tidak adanya sistem penyediaan air bersih di Desa Ranomerut.

Batasan Masalah

Dalam penulisan ini masalah dibatasi pada:

- Analisis kebutuhan air sampai 10 tahun ke depan sampai dengan tahun 2027.
- Perencanaan prasarana sistem penyediaan air bersih hanya sampai pada dimensi hidrolis, dan tidak menganalisis perhitungan struktur.
- Pemeriksaan kualitas air dan pengelolaan tidak dibahas.
- Sistem pelayanan air bersih sebatas Kran Umum (KU).

Tujuan Penelitian

- Menganalisis ketersediaan air di Desa Ranomerut sampai pada tahun 2027.
- Menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Ranomerut sampai pada tahun 2027.
- Mendesain sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan masyarakat sampai pada tahun 2027.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelolaan air serta menjadi bahan kajian untuk mendukung perencanaan distribusi air bersih yang memenuhi dan tersalur dengan baik di Desa Ranomerut.

LANDASAN TEORI

Definisi dan Pengelolaan Air Bersih

Air mengandung molekul-molekul yang dibentuk oleh dua atom hidrogen dan satu atom oksigen (H_2O) (Model, Ukuran, Konstruksi dan Pemeliharaan Sistem jaringan Air Minum dengan Sistem Perpipaan di Daerah Pedesaan, 2008). Air merupakan kebutuhan bagi semua makhluk. Semua makhluk membutuhkan air dalam kehidupannya sehingga tanpa air dapat dipastikan tidak ada kehidupan. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. (Triatmadja, 2008; Supit, 2015)

Persyaratan Penyediaan Air Bersih

- Persyaratan Kualitatif

Menggambarkan mutu dari air baku air bersih.

- Persyaratan Kuantitatif (Debit)
Banyaknya air baku yang tersedia yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan.
- Persyaratan Kontinuitas
Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap.

Kebutuhan Air Domestik dan Kebutuhan Air Non Domestik

1. Kebutuhan Air Domestik
Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Keran Umum (Tanudjaja, 2011; Supit dan Mamoto, 2016).
2. Kebutuhan Air Non Domestik
Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

| No | Uraian | Kriteria |
|----|-------------------------------------|-----------------|
| 1 | Hidran Umum (HU) | 30-60 |
| 2 | Sambungan Rumah (SR) | 1/orang/hari |
| 3 | Lingkup pelayanan | 90 l/orang/hari |
| 4 | Perbandingan HU:SR | 60-80% |
| 5 | Kebutuhan Non-Domestik | 20:80 – 50:50 |
| 6 | Kehilangan Air Akibat Kebocoran | 5 % |
| 7 | Faktor puncak untuk harian maksimum | 1,5 Q_r |
| 8 | Pelayanan HU | 100 orang/unit |
| 9 | Pelayanan SR | 10 orang/unit |
| 10 | Jam Operasi | 12 jam/hari |
| 11 | Aliran maksimum HU | 3000 l/hari |
| 12 | Aliran maksimum SR | 900 l/hari |
| 13 | Periode Perencanaan | 10 tahun |

Sumber: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2008.

Tabel 2. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan

| SPABP | Keterangan |
|----------------------------|---|
| Kran Umum atau Hidran Umum | <ul style="list-style-type: none"> • Cakupan pelayanan 60 -100% jumlah penduduk • Jarak minimum penempatan minimal 200 meter • Pelayanan 30-60 l/hari/jiwa • Faktor Kehilangan air 15% dari total kebutuhan air • Faktor hari maksimum 1,1 • Faktor jam puncak 1,2 • Periode desain 5 – 10 tahun |

Sumber: *Petunjuk, Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006*

Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15 % dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu. (Tangkudung, dkk, 2019)

Sistem Pengaliran Air Bersih

Pendistribusian air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari

pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Dalam sistem perpipaan gravitasi adapun elemen-elemen yang ada antara lain:

- Bak Penangkap/Bronkaptering
- Bak Pengumpul/Tangki Hider
- Jaringan Pipa Transmisi
- Bak Penampung/Reservoir
Ukuran reservoir biasanya diambil 20% dari kebutuhan air maksimum. (F Mokoginta, F Halim, L Kawet, M. I. Jasin, 2014)
- Bak Pelepas Tekan (BPT)
- Pipa Distribusi
- Tugu Kran Umum/Hidran Umum

2. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.

3. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompa dan disimpan dalam reservoir distribusi.

Jaringan Transmisi Air Bersih

Jaringan transmisi adalah suatu jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari sumber air ke *resevoir*. Cara penyaluran air bersih tergantung pada lokasi sumber air berada. Transmisi air dapat dilakukan secara gravitasi, pemompaan, maupun kombinasi antara gravitasi dan pemompaan. (Taju, dkk, 2017)

Kehilangan Energi Utama (*Major*)

Kehilangan energi utama disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Kehilangan energi oleh gesekan disebabkan

karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih terjadi kehilangan energi walaupun sangat kecil. Jika dinding licin sempurna, maka tidak ada kehilangan energi, yaitu saat diameter kekasaran nol.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Ranomerut Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Secara geografis Desa Ranomerut terletak pada $1^{\circ}14'47.99''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}56'1.46''$ Bujur Timur dengan jumlah 396 kepala keluarga dan jumlah penduduk adalah 1354 pada tahun 2017.

Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Pengukuran debit di sumber air di desa Ranomerut, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan metode *Volumetric Method*, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan wadah penampung air. Dalam satuan waktu tertentu, volume air yang tertampung akan dihitung kemudian dibagi dengan waktu maka didapat besar debit. Sumber air bersih Desa Ranomerut berada di lereng gunung Tokani Idung dengan debit mata air hasil pengukuran 1,705 liter/detik.

Survey dan analisis perkembangan jumlah penduduk

Dari tahun ke tahun pertumbuhan penduduk semakin meningkat. Jumlah penduduk disuatu wilayah sangat berpengaruh pada jumlah kebutuhan air di

wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan pengambilan data jumlah penduduk yang akan digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana (2027). Perhitungan jumlah penduduk desa Ranomerut sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2027), dibuat dalam 3 proyeksi :

1. Analisis Regresi Linear
2. Analisis Regresi Logaritma
3. Analisis Regresi Eksponensial

Survey dan Investigasi Kebutuhan Air Baku untuk Air Bersih

Survey dan investigasi dilakukan dengan cara wawancara dengan masyarakat, dan pemerintah desa. Berdasarkan hasil survey dapat diketahui karakteristik desa serta taraf hidup masyarakat sehingga besar kebutuhan air bersih rata-rata perkapita dapat diprediksi.

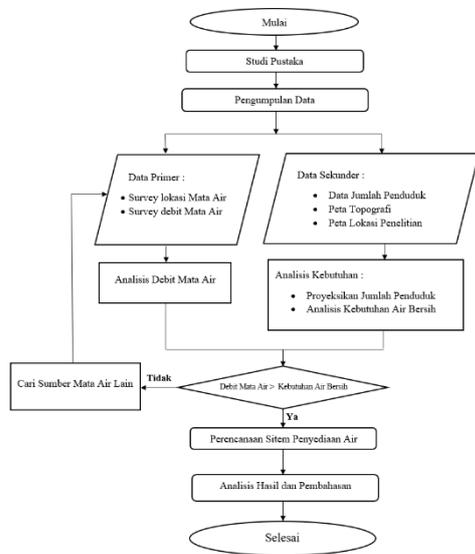
Desain Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Dalam tahap ini ditentukan sistem penangkapan air, serta bangunan-bangunan pengolahan air lainnya. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

1. Sumber mata air
Pemilihan sumber air harus dilakukan survey langsung dilapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.
2. Bangunan penangkap air
Bronkaptering adalah bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.
3. Bak Pelepas Tekan (BPT)
Dibuat untuk melepas tekanan agar tidak mengakibatkan kerusakan pada pipa, kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan melalui jaringan pipa distribusi.
4. Desain sistem jaringan pipa (transmisi dan distribusi)
Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hazen-Williams.
5. Keran Umum

Tempat pengambilan air diletakkan di area pelayanan yang dapat mudah dijangkau penduduk. Keran umum berbentuk tugu beton yang dilengkapi Keran buka-tutup air.

Bagan Alir Penelitian



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Potensi Sumber

Dari hasil survey sumber air yaitu mata air yang berlokasi di lereng gunung Tokani Idung dengan jarak tempuh ± 2 km dari Desa Ranomerut diperoleh debit mata air 1,705 liter/detik. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Pengukuran dilakukan pada musim kemarau (data terlampir) selanjutnya dilakukan wawancara dengan beberapa penduduk untuk mengetahui bilamana pernah terjadi debit yang lebih kecil, dan ternyata debit pada saat pengukuran merupakan debit terkecil selama beberapa tahun terakhir. Kawasan disekitar hulu mata air masih terjaga dengan baik sehingga diperkirakan tidak akan terjadi penurunan debit sampai sepuluh tahun yang akan datang.

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan jumlah penduduk adalah perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah baik pertambahan maupun penurunannya. Pertumbuhan penduduk dipengaruhi oleh faktor kelahiran, kematian dan migrasi.

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air pada masyarakat. Dalam menganalisa kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini. Sehingga dari hasil proyeksi jumlah penduduk maka dapat diprediksikan kebutuhan air penduduk Desa Ranomerut untuk 10 tahun yang akan datang.

Tabel 3. Data Penduduk Desa Ranomerut

| No | Tahun | Jumlah Penduduk (Y) |
|----|-------|---------------------|
| 1 | 2008 | 1164 |
| 2 | 2009 | 1172 |
| 3 | 2010 | 1183 |
| 4 | 2011 | 1216 |
| 5 | 2012 | 1228 |
| 6 | 2013 | 1267 |
| 7 | 2014 | 1284 |
| 8 | 2015 | 1292 |
| 9 | 2016 | 1328 |
| 10 | 2017 | 1354 |

Sumber: Kantor Balai Desa Ranomerut

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan analisa regresi. Analisis regresi yang digunakan yaitu analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial. Syarat korelasi : $-1 \leq r \leq 1$. Dari hasil analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial, akan dibandingkan analisa regresi yang memiliki nilai korelasi paling mendekati.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

| No | Metode Analisa Regresi | Koefisien | Koefisien | Standart |
|----|------------------------|--------------|-------------------------------|------------|
| | | Korelasi (r) | Determinasi (r ²) | Error (Se) |
| 1 | Linear | 0.9917964 | 0.983660134 | 9.005221 |
| 2 | Logaritma | -0.333038 | 0.110914434 | 113.6468 |
| 3 | Ekspensial | 1.0797882 | 1.165942607 | 100.8302 |

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki *standart error (Se)* yang paling kecil. Berdasarkan hasil analisa didapat **Analisa Regresi Linear** memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,991 dan yang memiliki *standart error(Se)* yang paling kecil yaitu 9,005. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisa Regresi Linear.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Ranomerut dengan Analisa Regresi Linear

| Tahun | X | Jumlah Penduduk |
|-------|----|-----------------|
| | | (Y) |
| 2018 | 11 | 1368.467 |
| 2019 | 12 | 1390.224 |
| 2020 | 13 | 1411.982 |
| 2021 | 14 | 1433.739 |
| 2022 | 15 | 1455.497 |
| 2023 | 16 | 1477.255 |
| 2024 | 17 | 1499.012 |
| 2025 | 18 | 1520.770 |
| 2026 | 19 | 1542.527 |
| 2027 | 20 | 1564.285 |

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga, seperti untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet).

Layanan air bersih untuk masyarakat Desa Ranomerut adalah melalui Kran Umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari. Diambil dari Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan (tabel 2.3). Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2027.

Tabel 6. Kebutuhan Air Domestik Desa Ranomerut

| Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik) |
|-------|------------------------|--|
| X | Y | $Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$ |
| 2018 | 1368.4667 | 0.950 |
| 2019 | 1390.2242 | 0.965 |
| 2020 | 1411.9818 | 0.981 |
| 2021 | 1433.7394 | 0.996 |
| 2022 | 1455.497 | 1.011 |
| 2023 | 1477.2545 | 1.026 |
| 2024 | 1499.0121 | 1.041 |
| 2025 | 1520.7697 | 1.056 |
| 2026 | 1542.5273 | 1.071 |
| 2027 | 1564.2848 | 1.086 |

Analisa Kebutuhan Air Non Domestik

Analisa kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk fasilitas

pelayanan umum, seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan, dan juga untuk kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran, dan lain-lain. Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan yaitu 5 % dari kebutuhan air domestik.

Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Ranomerut

| Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik) | Kebutuhan air non domestik (Liter/ Detik) |
|-------|------------------------|--|---|
| X | Y | $Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$ | $Qn = Qd \times 5\%$ |
| 2018 | 1368.467 | 0.950 | 0.0475 |
| 2019 | 1390.224 | 0.965 | 0.0483 |
| 2020 | 1411.982 | 0.981 | 0.0490 |
| 2021 | 1433.739 | 0.996 | 0.0498 |
| 2022 | 1455.497 | 1.011 | 0.0505 |
| 2023 | 1477.255 | 1.026 | 0.0513 |
| 2024 | 1499.012 | 1.041 | 0.0520 |
| 2025 | 1520.770 | 1.056 | 0.0528 |
| 2026 | 1542.527 | 1.071 | 0.0536 |
| 2027 | 1564.285 | 1.086 | 0.0543 |

Analisa Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.(Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990)

Tabel 8. Kehilangan Air Desa Ranomerut

| Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kehilangan air (Liter/ Detik) |
|-------|------------------------|-------------------------------|
| X | Y | $Qa = (Qd + Qn) \times 15\%$ |
| 2018 | 1368.46667 | 0.1497 |
| 2019 | 1390.22424 | 0.1521 |
| 2020 | 1411.98182 | 0.1544 |
| 2021 | 1433.73939 | 0.1568 |
| 2022 | 1455.49697 | 0.1592 |
| 2023 | 1477.25455 | 0.1616 |
| 2024 | 1499.01212 | 0.1640 |
| 2025 | 1520.7697 | 0.1663 |
| 2026 | 1542.52727 | 0.1687 |
| 2027 | 1564.28485 | 0.1711 |

Analisa Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 9. Kebutuhan Air Total Desa Ranomerut

| Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik) |
|-------|------------------------|------------------------------------|
| X | Y | $Qt = Qd + Qn + Qa$ |
| 2018 | 1368.467 | 1.1475 |
| 2019 | 1390.224 | 1.1658 |
| 2020 | 1411.982 | 1.1840 |
| 2021 | 1433.739 | 1.2023 |
| 2022 | 1455.497 | 1.2205 |
| 2023 | 1477.255 | 1.2387 |
| 2024 | 1499.012 | 1.2570 |
| 2025 | 1520.77 | 1.2752 |
| 2026 | 1542.527 | 1.2935 |
| 2027 | 1564.285 | 1.3117 |

Analisa Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jamjam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,2. (Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006)

Tabel 10. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak Desa Ranomerut

| Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik) | Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik) |
|-------|------------------------|--|---|
| X | Y | $Qm = 1,1 \times Qt$ | $Qp = 1,2 \times Qt$ |
| 2018 | 1368.466667 | 1.262 | 1.377 |
| 2019 | 1390.224242 | 1.282 | 1.399 |
| 2020 | 1411.981818 | 1.302 | 1.421 |
| 2021 | 1433.739394 | 1.322 | 1.443 |
| 2022 | 1455.49697 | 1.343 | 1.465 |
| 2023 | 1477.254545 | 1.363 | 1.486 |
| 2024 | 1499.012121 | 1.383 | 1.508 |
| 2025 | 1520.769697 | 1.403 | 1.530 |
| 2026 | 1542.527273 | 1.423 | 1.552 |
| 2027 | 1564.284848 | 1.443 | 1.574 |

Analisa Ketersediaan Air untuk Kebutuhan Perencanaan

Kebutuhan air diambil berdasarkan kebutuhan air domesik, kebutuhan air non domestik dan kehilangan air. Untuk perencanaan juga harus memperhitungkan kebutuhan air maksimum dan kebutuhan air jam puncak.

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, didapat hasil sebagai berikut:

- Kebutuhan Air Domestik = 1,086 liter/detik
- Kebutuhan Air Non Domestik = 0,054 liter/detik
- Kehilangan Air = 0,171 liter/detik
- Kebutuhan Air Total = 1,311 liter/detik
- Kebutuhan Air Maksimum = 1,443 liter/detik
- Kebutuhan Air Jam Puncak = 1,574 liter/detik

Berikut ini hasil perhitungan dari pengukuran debit dari Mata Air Lereng Gunung Tokani Idung:

| Jumlah Percobaan | Waktu (Detik) | Volume (liter) | Debit (Liter/detik) |
|------------------|---------------|----------------|---------------------|
| 1 | 6.28 | 10 | 1.592356688 |
| 2 | 5.77 | 10 | 1.733102253 |
| 3 | 6.01 | 10 | 1.663893511 |
| 4 | 5.84 | 10 | 1.712328767 |
| 5 | 5.47 | 10 | 1.828153565 |
| Σ | 29.37 | | 8.529834784 |
| Rata-Rata | | | 1.705966957 |

Sistem Plan Penyediaan Air Bersih

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air total pada tahun 2027 sebesar 1,3117 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak adalah sebesar 1,574 liter/detik dengan jumlah penduduk pada tahun 2027 mencapai 1565 jiwa. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Ranomerut maka dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih akan digunakan mata air dengan debit sesaat 1,705 liter/detik. Karena debit sumber lebih besar daripada kebutuhan air jam puncak, maka pada penelitian ini digunakan Kran umum untuk distribusi air ke Desa. Untuk trase atau jalur pipa dari Sumber air ke Desa mengikuti kemiringan medan (kontur). Mata air ini terletak pada jarak ± 2 km dari desa Ranomerut, pada koordinat 1°14'43,44" Lintang Utara dan 124°56'13,96" Bujur Timur, dengan elevasi

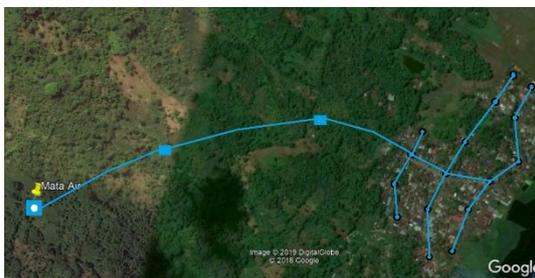
+ 925 m di atas permukaan laut. Sedangkan untuk lokasi Desa Ranomerut terletak pada koordinat $1^{\circ}14'47,99''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}56'1,46''$ Bujur Timur, dengan elevasi + 725 m di atas permukaan laut. Karena beda tinggi antara Mata Air dan Desa + 200 m, lebih dari 100m, maka harus ada Bak Pelepas Tekan (BPT) untuk menghindari terjadinya kerusakan pada pipa.

Rencana sistem penyediaan air bersih di Desa Ranomerut yang bersumber dari mata air lereng gunung Tokani Idung adalah sebagai berikut :

- Bronkaptering dari mata air lereng gunung Tokani Idung
- Pipa Transmisi air baku dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan (BPT)
- Pipa distribusi dari Reservoir Distribusi ke daerah pelayanan/konsumen (Kran Umum)



Gambar 2. Skema Sistem Penyediaan Air Bersih



Gambar 3. Penempatan Kran Umum

Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini , bangunan pengambilan air baku (bronkaptering) yang akan digunakan yaitu bronkapter dari mata air lereng gunung Tokani Idung dengan debit sesaat 1,705 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 2 km dari desa Ranomerut , pada elevasi ± 925 m dari permukaan laut. Di rencanakan bronkaptering sekaligus bak pengumpul. Kemudian dari bak pengumpul, ada bak pelepas tekan (BPT) yang berfungsi

menghilangkan tekanan air. Kemudian dari bak pelepas tekan (BPT), air dialirkan ke bangunan reservoir distribusi.

Direncanakan dimensi bak pengambilan air:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 2 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 2,5 \text{ m} \\ \text{Volume bak pengambilan air} \\ &= 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 7,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan dimensi bak pelepas tekan (BPT):

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 4 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 4 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 3,2 \text{ m} \\ \text{Volume bak pelepas tekan (BPT)} \\ &= 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} = 51,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan dimensi bangunan reservoir distribusi:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 3 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 3 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 3 \text{ m} \\ \text{Volume bangunan reservoir} \\ \text{distribusi} \\ &= 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kapasitas reservoir

$$= 20\% \times \text{Kebutuhan Air Maksimum}$$

Kebutuhan air maksimum

$$= 1,443 \text{ liter/detik}$$

$$= 124,6725 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kapasitas reservoir

$$= 20\% \times 124,6725 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 24,93 \text{ m}^3$$

Dimensi reservoir > Kapasitas reservoir

$$27 \text{ m}^3 > 24,93 \text{ m}^3 \dots \text{OK}$$

Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan (BPT)

Pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke BPT menggunakan pipa jenis HDPE. Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai reservoir harus melewati hutan, dan jalan yang berbelok – belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen–Williams. Air dialirkan secara gravitasi.

Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan

$$h_1 = 924,5 \text{ m (Elevasi muka air di dalam bronkaptering)}$$

$$h_2 = 850 \text{ m (Elevasi di BPT)}$$

$$h = 924,5 \text{ m} - 850 \text{ m} = 74,5 \text{ m}$$

$Q = 1,705$ liter/detik = $0,001705$ m³/detik
 $D = 2$ inch = $0,0508$ m
 $L = 600$ m + (600 m x 20%) = 720 m
 (Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok-belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta)

$C_{hw} = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001705^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 720$$

$$h_f = 12,223 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 12,223$ m... $h_f < h$ (OK)

$12,223$ m < $74,5$ m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{12,223}{720} = 0,0169$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0169^{0,54}$$

$$V = 0,838 \text{ m/det}$$

Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan (BPT) ke Reservoir Distribusi

$h_1 = 849,8$ m (Elevasi muka air di BPT)

$h_2 = 775$ m (Elevasi ujung pipa keluarannya air di Reservoir Distribusi)

$h = 849,8$ m – 775 m = $74,8$ m

$Q = 1,705$ liter/detik = $0,001705$ m³/detik

$D = 2$ inch = $0,0508$ m

$L = 660$ m + (660 m x 20%) = 792 m

$C_{hw} = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001705^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 792 = 23,316 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 23,316$ m $h_f < h$ (OK)

$23,316$ m < $74,8$ m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{792}{792} = 0,029$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,029^{0,54}$$

$$V = 1,122 \text{ m/det}$$

Pipa distribusi dari Reservoir Distribusi ke daerah pelayanan/konsumen (Kran Umum)

Kran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Kran Umum menggunakan Kriteria/ Standar Perencanaan

Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan , dengan jumlah perkran umum adalah 100 orang/unit.

Jumlah penduduk : 1565 Jiwa

Jumlah Kran : 1565 / 100

$$= 15,65 = 16$$

Pipa distribusi utama mulai dari Bak Pelepas Tekan sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpetaan dihitung dengan persamaan Hazen – Williams.

Pipa Distribusi yakni dari Reservoir ke daerah pelayanan terjauh yaitu Kran Umum 16

$h_1 = 774,8$ m (Elevasi muka air di Reservoir Distibusi)

$h_2 = 725$ m (Elevasi ujung pipa keluarannya air di Keran Umum)

$h = 774,8$ m – 725 m = $49,8$ m

$Q = 1,705$ liter/detik = $0,001705$ m³/detik

$D = 2$ inch = $0,0508$ m

$L = 360$ m + (360 m x 20%) = 432 m

$C_{hw} = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001705^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 432 = 7,333 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 7,333$ m $h_f < h$ (OK)

$7,333$ m < $49,8$ m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{7,333}{49,8} = 0,0169$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0169^{0,54}$$

$$V = 0,838 \text{ m/det}$$

Pembahasan

- Proyeksi pertumbuhan penduduk sampai tahun 2027 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linear, regresi logaritma, dan regresi eksponensial. Dan berdasarkan hasil analisis, digunakan regesi dengan r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error* (*Se*) terkecil, dengan demikian dipilih analisa regresi linear dengan jumlah penduduk pada tahun 2027 mencapai 1565 orang.
- Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non domestik, dan kehilangan sampai tahun 2027 adalah 1,3117 liter/detik.

- Dalam perencanaan penyediaan air bersih, memanfaatkan mata air dari lereng gunung Tokani Idung dengan debit sesaat 1,705 liter/detik. Debit mata air ini mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Ranomerut dengan total kebutuhan 1,3117 liter/detik.
- Untuk menangkap air dari mata air dari lereng gunung Tokani Idung, dibuat bronkaptering beton bertulang yang dilengkapi bak pengumpul berukuran 2,0m x 1,5m x 2,5m dan selanjutnya air dialirkan melalui pipa transmisi jenis HDPE ke Bak Pelepas Tekan dengan sistem gravitasi. Ukuran BPT yaitu 4 m x 4 m x 3,2m.
- Pipa transmisi didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa transmisi dari bronkaptering sampai BPT menggunakan pipa HDPE dengan diameter 2" atau 50,8mm.
- Pipa distribusi utama didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa distribusi utama dari Reservoir Distribusi ke semua Kran Umum, menggunakan pipa HDPE dengan diameter 2" atau 50,8 mm.
- Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Ranomerut sampai tahun 2027, dibutuhkan 16 Kran umum.
- Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Ranomerut Kecamatan Eris, memanfaatkan mata air dari Lereng Gunung Tokani Idung dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2027.
- Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linear.
- Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bronkaptering yang dilengkapi dengan bak pengumpul, kemudian air dialirkan secara gravitasi ke Bak Pelepas Tekan (BPT) menggunakan pipa transmisi HDPE 2 inch. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi dari Reservoir Distribusi melalui pipa distribusi utama HDPE 2 inch dan berakhir pada 16 buah tugu kran umum.

Saran

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Perlu dilakukan konservasi atau perlindungan di daerah imbuhan (*recharge*) melalui sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat.
- Perlu diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2006. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, Modul: 1, Direktorat Jendral Cipta Karya, Jakarta.
- Mokoginta. F., F. Halim, L. Kawet, M.I. Jasin, 2014. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Desa Lobong, Desa Muntoi, dan Desa Inuai Kecamatan Passi Barat Kabupaten Bolaang Mongondow*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 2, No.4, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Siringgoringgo Hotniar dan Rachmat NursamsI. *Pengantar Statistika*, Seri Diktat Kuliah: Penerbit Gunadama. Jakarta.

- Supit C, J., D. Mamoto, 2016. *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir di Manado*, Tekno, Vol. 14, No. 66, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit C. J., 2015. *Water Environment Improvement by Investigating River Water Quality*, Tekno, Vol. 13, No. 64, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Supit C. J., 2013. *The Impact of Water Project on River Hidrology*, Tekno, Vol. 11, No. 59. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Taju. R. A., A. Binilang, I. R. Mangangka, 2017. *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Powalutan Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 5, No. 7, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Tangkudung. R.E., C. J. Supit, T. Jansen, 2019. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Lansa Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 7, No. 3, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan Bagian – I, Materi Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan, Buku – III*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Tanudjaja, L. *Rekayasa Lingkungan, Materi Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Triatmadja, Radianta., 2008. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan