

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA LANUT KECAMATAN MODAYAG BOLAANG MONGONDOW TIMUR

Hendrik Nehemia Gunawan

Eveline M. Wuisan, Lambertus Tanudjaja

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: hendriknehemia@gmail.com

ABSTRAK

Suplai air bersih untuk penduduk Desa Lanut terhenti dikarenakan sistem penyediaan air bersih di desa Lanut mengalami kerusakan dan tidak layak lagi dipakai. Di sekitar daerah ini terdapat sumber air yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber penyediaan air bersih.

Debit sesaat mata air desa Lanut sebesar 2,37 liter/detik dianalisis dengan metode volumetrik, pengukuran dilakukan di saat musim kemarau. Pertumbuhan penduduk di desa ini diproyeksikan dengan analisis regresi logaritma yang pada tahun 2026 berjumlah 1.501 jiwa. Kebutuhan air bersih pada tahun tersebut sebesar 1,26 liter/detik.

Sistem penyediaan air bersih bersumber dari mata air desa Lanut, untuk menangkap air dari mata air Lanut, 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 reservoir dengan sistem gravitasi dan dari reservoir distribusi air dialirkan ke 16 unit hidran umum.

Kata kunci: *suplai, debit sesaat, sistem penyediaan air, analisis regresi, pipa transmisi*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air dikatakan sebagai sumber kehidupan karena tanpa air tidak ada makhluk yang bisa bertahan hidup dan sampai saat ini tidak satupun cairan yang dapat menggantikan fungsi dari air. Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan di segala bidang akan mengakibatkan kebutuhan air akan semakin meningkat dan di beberapa tempat, pemenuhan akan air bersih merupakan masalah yang tidak mudah penyelesaiannya. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya untuk meningkatkan ketersediaan air bersih yang akan berguna bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Desa Lanut adalah desa yang terletak di Kecamatan Modayag, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dan secara geografis desa tersebut terletak pada posisi 0°39'19" Lintang Utara dan 124°27'41" Bujur Timur dengan luas wilayah 11,34 km² pada ketinggian ±1150 m di atas permukaan laut (dpl). Desa ini memiliki penduduk di tahun 2016 sebesar 1.514 Jiwa. Dan sebagian besar penduduk di desa ini mempunyai mata pencaharian sebagai penambang emas, berkebun dan pedagang. Terdapat sarana dan prasarana umum di desa ini seperti gedung untuk

tempat beribadah, gedung sekolah, dan gedung puskesmas.

Berdasarkan survey yang telah dilakukan, serta melihat situasi dan kondisi yang ada, desa ini mengalami krisis air bersih. Sistem penyediaan air bersih di desa Lanut mengalami kerusakan dan tidak layak pakai. Ini mengakibatkan pendistribusian terhadap air bersih ke penduduk desa Lanut menjadi terganggu bahkan terhenti. Maka dari itu penduduk setempat hanya memanfaatkan air yang diperoleh dari sumur-sumur galian. Permasalahannya ada beberapa sumur galian di desa Lanut airnya keruh sehingga tidak bisa dimanfaatkan untuk keperluan memasak bahkan jika dipakai untuk mandi bisa mengakibatkan gatal-gatal di badan. Maka dari itu penduduk di desa ini hanya memanfaatkan air hujan sebagai kebutuhan sehari-hari.

Untuk itu perlu adanya perencanaan sistem penyediaan air bersih agar penduduk di desa Lanut dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari akan air bersih.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan bahwa sistem penyediaan air bersih di Desa Lanut yang sudah ada tidak dapat melayani kebutuhan penduduk, sehingga perlu perencanaan sistem penyediaan air bersih yang baik.

Batasan Masalah

Pada perencanaan sistem penyediaan air bersih ini dibatasi pada:

- a. Analisis kebutuhan air sampai 10 tahun ke depan.
- b. Perhitungan struktur bangunan air tidak dilakukan.

Tujuan Penelitian

Mendesain sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan sampai pada tahun 2026.

Manfaat Penelitian

Meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelolaan air, terutama sumber air bersih untuk masyarakat.

LANDASAN TEORI

Air Bersih

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. Air bersih dapat berasal dari air hujan, air permukaan, mata air, dan air tanah.

Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih harus memenuhi beberapa persyaratan utama. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan kualitatif, persyaratan kuantitatif dan persyaratan kontinuitas.

Persyaratan Kualitatif

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisika, persyaratan kimia, persyaratan mikro biologik dan persyaratan radio aktivitas. Secara fisik, air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa.

Persyaratan Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

Persyaratan Kontinuitas.

Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari selama periode perencanaan, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk 10 tahun mendatang dari tahun 2017 sampai dengan 2026, maka digunakan 3 analisis regresi untuk dapat memperoleh jumlah penduduk tahun rencana, yaitu:

- Analisis Regresi Linier
- Analisis Regresi Logaritma
- Analisis Regresi Eksponensial

Kebutuhan Air

Air merupakan kebutuhan bagi kehidupan semua makhluk hidup

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

(Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990)

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3	Lingkup pelayanan	60-80%
4	Perbandingan HU:SR	20:80 – 50:50
5	Kebutuhan Non-Domestik	5%
6	Kehilangan Air Akibat Kebocoran	15%
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 <i>Q_r</i>
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: Tanudjaja L, 2015.

Kebutuhan Air Domestik

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

$$Qd = Y \times Sd \tag{3}$$

dimana:

Qd = Kebutuhan air domestik (liter/hari)

Sd = Standar kebutuhan air domestik (liter/hari)

Y = Jumlah penduduk (orang)

Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan institusional

Kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan tempat pendidikan atau sekolah.

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.

Kebutuhan fasilitas umum

Kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi, terminal.

$$Q_n = Q_d \times S_n \tag{4}$$

dimana:

- Q_n = Kebutuhan air non domestik (liter/hari).
- Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari).
- S_n = Standar kebutuhan air non domestik (liter/hari).

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 di mana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \tag{5}$$

dimana:

- Q_a = Kehilangan air (liter/hari).
- Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari).
- Q_n = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)
- r_a = Angka presentase kehilangan air (%)

Kebutuhan Total untuk Air Bersih

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air yang meliputi kebutuhan domestik, non domestik dan kehilangan air.

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \tag{6}$$

Dimana :

- Q_t = Kebutuhan air total (liter/hari).
- Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari).
- Q_n = Kebutuhan air non-domestik (liter/hari)
- Q_a = Kehilangan air (liter/hari)

Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Berdasarkan ketentuan yang sudah ada ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Cipta Karya kebutuhan air maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 dikali dengan kebutuhan air total. Dan untuk kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan

faktor pengali yaitu 1,65-2,00 dikali dengan kebutuhan air

$$Q_m = F_1 + Q_t \tag{7}$$

$$Q_p = F_2 + Q_t \tag{8}$$

dimana:

- Q_m = Kebutuhan air harian maksimum.
- Q_p = Kebutuhan air jam puncak.
- F_1 = Faktor pengali 1,15-1,25
- F_2 = Faktor pengali 1,65-2,00
- Q_a = Kehilangan air (liter/hari)
- Q_t = Kebutuhan air total

Kehilangan Energi

Aliran yang mengalir dalam pipa akan mengalami tegangan geser dan gradient kecepatan pada seluruh medan karena adanya kekentalan kinematik, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya kehilangan energi. Kehilangan energi dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Kehilangan tinggi tekan mayor (*Mayor Losses*)

Kehilangan energi ini adalah kehilangan akibat gesekan dengan dinding/batas pipa dan dipengaruhi oleh panjang pipa. Di mana kondisi pada kondisi pipa yang sangat panjang akan memiliki kehilangan tenaga yang lebih besar. Beberapa teori untuk menghitung besarnya kehilangan energi yaitu dari Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy, Colebrook-White dan Swamme-Jain. Untuk teori Hazen-Williams kehilangan energi adalah sebagai berikut:

$$H_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L \tag{9}$$

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54} \tag{10}$$

$$S = \frac{H_f}{L} \tag{11}$$

dimana:

- H_f = Kehilangan Energi.
- Q = Debit (m³/det).
- L = Panjang pipa (m)
- D = Diameter pipa (m)
- C_{hw} = Koefisien kekasaran (Hazen-Williams)
- V = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)
- S = Gradien hidrolis

2. Kehilangan energi minor (*Minor Losses*)
Minor losses adalah kehilangan energi yang disebabkan oleh perubahan penampang pipa, sambungan, belokan dan katup.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di desa Lanut Kecamatan Modayag Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Letak geografi desa Lanut yaitu 0°39'19" Lintang Utara dan 124°27'41" Bujur Timur dengan jumlah penduduk tahun 2016 sebesar 1.514 Jiwa, dengan luas wilayah sebesar 11,34 km².

Secara geografis desa Lanut berbatasan langsung dengan:

- Sebelah Utara : Desa Atoga
- Sebelah Timur : Desa Buyandi
- Sebelah Selatan : Desa Bakan
- Sebelah Barat : Desa Badaro



Gambar 8. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth

Kondisi Sumber Air

Di desa Lanut ada beberapa sumur galian yang dimanfaatkan penduduk akan tetapi air yang ada di dalam sumur sangat keruh/berwarna kuning kecoklatan sehingga tidak layak digunakan, dan apabila musim kemarau datang terkadang sumur mengalami kekeringan. Di sekitar desa Lanut terdapat mata air yang dapat difungsikan untuk memenuhi kebutuhan air penduduk.

Kependudukan dan Sarana Umum

Data kependudukan desa Lanut diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Kotamobagu (BPS Kotamobagu). Tabel 2. merupakan data jumlah penduduk Desa Lanut Kecamatan Modayag.

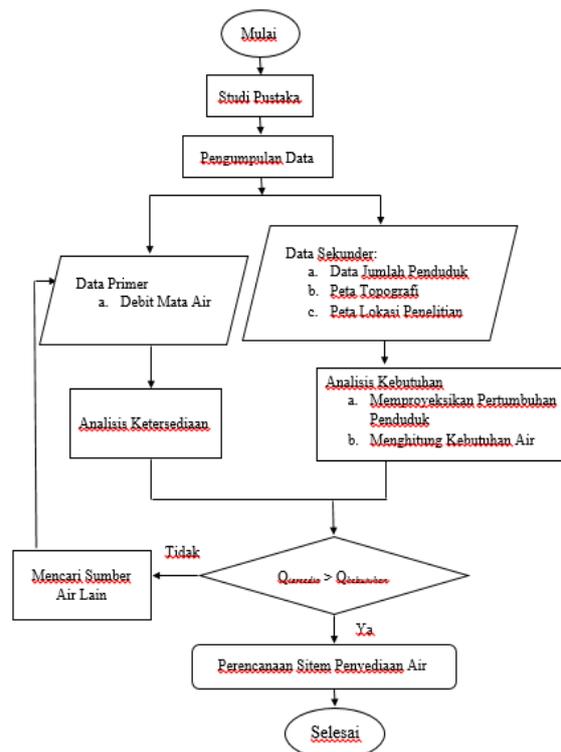
Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan langkah-langkah pekerjaan seperti yang ditunjukkan dalam bagan alir pada Gambar 9.

Tabel 2. Data Jumlah Penduduk Desa Lanut Tahun 2004 - 2016

Tahun	Jumlah Penduduk
2004	1310
2005	1329
2006	1349
2007	1642
2008	1483
2009	1420
2010	1369
2011	1271
2012	1423
2013	1451
2014	1486
2015	1486
2016	1514

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Kotamobagu



Gambar 9. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air Bersih

Dari hasil survey sumber mata air "Lanut" yang terletak ±4 km dari Desa Lanut diperoleh debit mata air 2,37 l/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan

menggunakan *Volumetrical Method*. Pengukuran mata air dilakukan pada saat musim kemarau panjang pada tanggal 23 Maret 2017. Lokasi sumber air pada koordinat 0° 39'58" Lintang Utara dan 124°27'25" Bujur Timur

Hasil wawancara yang dilakukan baik dari aparat desa maupun penduduk setempat menyatakan bahwa mata air desa Lanut tidak pernah mengalami kekeringan meskipun pada saat musim kemarau yang panjang

Kawasan di sekitar hulu mata air yang diperkirakan sebagai daerah imbuhan (*recharge*) dari mata air tersebut masih terjaga dengan baik karena tidak ada kegiatan pertanian atau pengolahan lahan / kayu sehingga daerah tersebut diperkirakan tidak akan terjadi penurunan debit sampai 10 tahun yang akan datang.

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air pada masyarakat. Untuk itu perlu adanya analisis proyeksi jumlah penduduk sampai 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini. Sehingga dari hasil proyeksi jumlah penduduk maka dapat diprediksi kebutuhan air bersih desa Lanut untuk 10 tahun yang akan datang.

Analisis Regresi Linear

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan analisis regresi linear, didapat persamaan $y = 1359,654 + 9,423x$, maka dapat dihitung pertambahan jumlah penduduk di Desa Lanut sampai tahun 2026. Hasil perhitungan pertumbuhan penduduk dengan analisis regresi linear dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Lanut dengan Metode Regresi Linear

Tahun	Nomor (x)	Jumlah Penduduk (y)
2017	14	1492
2018	15	1501
2019	16	1511
2020	17	1520
2021	18	1530
2022	19	1539
2023	20	1549
2024	21	1558
2025	22	1567
2026	23	1577

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk menentukan apakah persamaan $Y = 1359,654 + 9,423x$ dapat digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk Desa Lanut sampai tahun 2026, maka perlu diuji kesalahan baku yang terjadi pada analisis regresi linear.

Hasil perhitungan *standart error* dengan analisis regresi linear

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(Yi - Y')^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{105424,5}{13-2}} = 97,898$$

Analisis Regresi Logaritma

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan analisis regresi logaritma, didapat persamaan $y = 1333,409 + 53,152 \ln(x)$ maka dapat dihitung pertambahan jumlah penduduk di Desa Lanut sampai tahun 2026. Hasil perhitungan pertumbuhan penduduk dengan analisis regresi linear dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Lanut dengan Metode Regresi Logaritma

Tahun	Nomor (x)	Jumlah Penduduk (y)
2017	14	1474
2018	15	1478
2019	16	1481
2020	17	1484
2021	18	1488
2022	19	1490
2023	20	1493
2024	21	1496
2025	22	1498
2026	23	1501

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk menentukan apakah persamaan $y = 1333,409 + 53,152 \ln(x)$, dapat digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk Desa Lanut sampai tahun 2026, maka perlu diuji kesalahan baku yang terjadi pada analisis regresi logaritma.

Hasil perhitungan standart error dengan analisis regresi logaritma

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(Yi - Y')^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{101722,328}{13-2}} = 96,164$$

Analisis Regresi Eksponensial

Dapat dihitung proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan analisis regresi eksponensial, didapat persamaan $y = 1405,543 e^{0,007x}$, maka dapat dihitung pertambahan jumlah penduduk di Desa Lanut sampai tahun 2026.

Hasil perhitungan pertumbuhan penduduk dengan analisis regresi eksponensial dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Lanut dengan Metode Regresi Eksponensial

Tahun	Nomor (x)	Jumlah Penduduk (Y)
2017	14	1548
2018	15	1558
2019	16	1569
2020	17	1580
2021	18	1591
2022	19	1602
2023	20	1613
2024	21	1624
2025	22	1635
2026	23	1646

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk menentukan apakah persamaan $Y = 1405,543 e^{0,007x}$ dapat digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk Desa Lanut sampai tahun 2026, maka perlu diuji kesalahan baku yang terjadi pada analisis regresi eksponensial.

Hasil perhitungan *standart error* dengan analisis regresi eksponensial

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_i')^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{137475,065}{13-2}} = 111,793$$

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisis Regresi	Koefisien korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r ²)	Standart Error (Se)
1	Linear	0,365	0,133	97,898
2	Logaritma	0,404	0,163	96,164
3	Eksponensial	0,382	0,146	111,793

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Tabel 7. Kebutuhan Air Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kebutuhan air domestik (Liter/detik) $Qd=(Y \times (60 \text{ liter/orang/hari})) / (24 \times 3600)$
2017	1474	1,024
2018	1478	1,026
2019	1481	1,028
2020	1484	1,031
2021	1488	1,033
2022	1490	1,035
2023	1493	1,037
2024	1496	1,039
2025	1498	1,04
2026	1501	1,042

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Tabel 8. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Lanut

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kebutuhan air domestik (Liter/detik) $Qd=(y \times (60 \text{ liter/orang/hari})) / (24 \times 3600)$	Kebutuhan air Non domestik (Liter/detik) $Qn = Qd \times 5\%$
2017	1474	1,024	0,05118
2018	1478	1,026	0,05132
2019	1481	1,028	0,05142
2020	1484	1,031	0,05153
2021	1488	1,033	0,05167
2022	1490	1,035	0,05174
2023	1493	1,037	0,05184
2024	1496	1,039	0,05194
2025	1498	1,04	0,05201
2026	1501	1,042	0,05212

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Kehilangan Air

Tabel 9. Kehilangan Air Desa Lanut

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kehilangan Air (Liter/detik) $Qa= (Qd+Qn) \times 15\%$
2017	1474	0,16122
2018	1478	0,16166
2019	1481	0,16198
2020	1484	0,16231
2021	1488	0,16275
2022	1490	0,16297
2023	1493	0,1633
2024	1496	0,16363
2025	1498	0,16384
2026	1501	0,16417

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Kebutuhan Air Total

Tabel 10. Kebutuhan Air Total Desa Lanut

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kebutuhan Air Total (Liter/detik) $Qt = Qd + Qn + Qa$
2017	1474	1,23601
2018	1478	1,23936
2019	1481	1,24188
2020	1484	1,2444
2021	1488	1,24775
2022	1490	1,24943
2023	1493	1,25194
2024	1496	1,25446
2025	1498	1,25614
2026	1501	1,25865

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,5. (*Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006*)

$$Q_m = 1,1 \times Q_t$$

$$Q_p = 1,5 \times Q_t$$

Tabel 11. Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik) $Q_p = 1,1 \times Q_t$	Kebutuhan air jam puncak (liter/detik) $Q_p = 1,5 \times Q_t$
2017	1474	1,36	1,854
2018	1478	1,363	1,859
2019	1481	1,366	1,863
2020	1484	1,369	1,867
2021	1488	1,373	1,872
2022	1490	1,374	1,874
2023	1493	1,377	1,878
2024	1496	1,38	1,882
2025	1498	1,382	1,884
2026	1501	1,385	1,888

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Sistem Penyediaan Air Bersih

Desain Unit Pengambilan

Broncaptering yaitu bangunan yang digunakan untuk menangkap air yang keluar dari mata air. Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (bronkaptering) yang digunakan dari mata air Lanut dengan debit sesaat 2,37 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 4 km dari desa Lanut, pada elevasi ± 710 m dari permukaan laut.

Di rencanakan bronkaptering sekaligus bak penampung yang berfungsi sebagai reservoir distribusi. Rencana dimensi bak pengambilan air sebagai berikut :

- Panjang : 2 meter
- Lebar : 1,5 meter
- Tinggi : 2,5 meter
- Volume bak pengambilan air = 2 x 1,5 x 2,5 = 7,5 m³

Untuk gambar brokaptering lihat di lampiran.

Desain Unit Penyaluran Jaringan Transmisi dan Distribusi

a. Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Reservoir

Pipa transmisi air baku mulai dari Bronkaptering sampai ke Reservoir menggunakan

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

Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Reservoir

$$h_1 = 712,5 \text{ m}$$

(Elevasi muka air di dalam bronkaptering)

$$h_2 = 643 \text{ m}$$

(Elevasi ujung pipa keluaranya air di reservoir)

$$h = 712,5 \text{ m} - 643 \text{ m} = 69,5 \text{ m}$$

$$Q = 1,888 \text{ liter/detik} = 0,001888 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$L = 785 \text{ m} + (785 \text{ m} \times 20\%) = 942 \text{ m}$$

(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 :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001888^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 942$$

$$h_f = 19,316 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f < h$ (OK)
19,316 m < 69,5 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h}{L} = \frac{69,5}{942} = 0,0738$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0738^{0,54}$$

$$V = 1,858 \text{ m/det}$$

Kontrol kemampuan pipa mengalirkan debit:

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times \frac{0,0508^2}{4}$$

$$A = 0,0020 \text{ m}^3$$

$$Q = 1,858 \text{ m/det} \times 0,0020 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,003768 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Kontrol : } Q > Q_{\text{debit rencana}} \text{ (OK)}$$

$$0,003768 \text{ m}^3/\text{det} > 0,001888 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ (OK)}$$

b. Desain Pipa Distribusi dari Reservoir ke Hidran Umum

Pipa disribusi utama mulai dari reservoir sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen –Williams.

Pipa Distribusi yakni dari reservoir ke daerah pelayanan yaitu HU 1, 2, 3, 4.

$$h_1 = 643 \text{ m}$$

(Elevasi muka air di Reservoir)

$$h_2 = 562 \text{ m}$$

(Elevasi ujung pipa keluaranya air di Hidran Umum)

$$h = 643 \text{ m} - 562 \text{ m} = 81 \text{ m}$$

$$Q = 0,472 \text{ liter/detik} = 0,000472 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 1,5 \text{ inch} = 0,0381 \text{ m}$$

$$L = 743 \text{ m} + (743 \text{ m} \times 20\%) = 891,6 \text{ m}$$

$$C_{hw} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,000472^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0381^{4,8704}} \times 891,6$$

$$h_f = 5,695 \text{ m}$$

$$\text{Kontrol : } h_f < h \text{ (OK)}$$

$$5,695 \text{ m} < 81 \text{ m} \text{ (OK)}$$

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h}{L} = \frac{81}{891,6} = 0,0908$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0381^{0,63} \times 0,0908^{0,54}$$

$$V = 0,575 \text{ m/det}$$

Kontrol kemampuan pipa mengalirkan debit:

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times \frac{0,0381^2}{4}$$

$$A = 0,0011 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,575 \text{ m/det} \times 0,0011 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,000656 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Kontrol : } Q > Q_{\text{debit rencana}} \text{ (OK)}$$

$$0,000656 \text{ m}^3/\text{det} > 0,000472 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ (OK)}$$

Pipa Distribusi yakni dari reservoir ke daerah pelayanan HU 5-HU 13

$$h_1 = 643 \text{ m}$$

(Elevasi muka air di Reservoir)

$$h_2 = 492 \text{ m}$$

(Elevasi ujung pipa keluaranya air di Hidran Umum)

$$h = 643 \text{ m} - 492 \text{ m} = 151 \text{ m}$$

$$Q = 0,944 \text{ liter/detik} = 0,000944 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$L = 1695 \text{ m} + (1695 \text{ m} \times 20\%) = 2034 \text{ m}$$

$$C_{hw} = 140$$

Mengalami kehilangan head:

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,000944^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 2034$$

$$h_f = 11,553 \text{ m}$$

$$\text{Kontrol : } h_f < h \text{ (OK)}$$

$$11,553 \text{ m} < 151 \text{ m} \text{ (OK)}$$

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h}{L} = \frac{151}{2034} = 0,0742$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0742^{0,54}$$

$$V = 0,564 \text{ m/det}$$

Kontrol kemampuan pipa mengalirkan debit:

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times \frac{0,0508^2}{4}$$

$$A = 0,0020 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,564 \text{ m/det} \times 0,0020 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,00112 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kontrol : $Q > Q_{\text{debit rencana}}$ (OK)

$$0,00112 \text{ m}^3/\text{det} > 0,000944 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 (OK)

Pipa Distribusi yakni dari reservoir ke daerah pelayanan HU 14 - HU 16

$$h_1 = 643 \text{ m (Elevasi muka air di Reservoir)}$$

$$h_2 = 602 \text{ m (Elevasi ujung pipa keluarnya air di Hidran Umum)}$$

$$h = 643 \text{ m} - 602 \text{ m} = 41 \text{ m}$$

$$Q = 0,472 \text{ liter/detik} = 0,000472 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 1,5 \text{ inch} = 0,0381 \text{ m}$$

$$L = 1119 \text{ m} + (1119 \text{ m} \times 20\%) = 1342,8 \text{ m}$$

$$Chw = 140$$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,000472^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0381^{4,8704}} \times 1342,8$$

$$h_f = 8,577 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f < h$ (OK)

$$8,577 \text{ m} < 41 \text{ m}$$
 (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h}{L} = \frac{41}{1342,8} = 0,0305$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0381^{0,63} \times 0,0305^{0,54}$$

$$V = 0,393 \text{ m/det}$$

Kontrol kemampuan pipa mengalirkan debit:

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times \frac{0,0381^2}{4}$$

$$A = 0,0011 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,193 \text{ m/det} \times 0,0011 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,0005423 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kontrol : $Q > Q_{\text{debit rencana}}$ (OK)

$$0,0005423 \text{ m}^3/\text{det} > 0,000472 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 (OK)

Desain Reservoir Distribusi

Reservoir dibuat untuk menampung air bersih dari bronkaptering kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan/konsumen (Hidran Umum) melalui jaringan pipa distribusi. Reservoir distribusi merupakan tempat penampungan air sementara yang menampung air disaat pemakaian lebih sedikit dari suplai, dan digunakan untuk menutupi kekurangan disaat pemakaian lebih besar dari suplai. Lokasi reservoir harus direncanakan sehingga elevasinya masih memungkinkan adanya tekanan di lokasi pelayanan/konsumen.

Untuk kapasitas berguna reservoir berdasarkan aturan Ditjen Cipta Karya antara 15% - 25% maka diambil sebesar 20% dari total kebutuhan air bersih yaitu 1,890 lt/det atau 0,00189 m³/det.

Kapasitas berguna reservoir

$$= 0,20 \times 0,001888 \text{ m}^3/\text{det} \times (24 \times 3600)$$

$$= 32,625 \text{ m}^3$$

Direncanakan dimensi Reservoir:

Panjang : 4,0 m

Lebar : 4,0 m

Tinggi : 2,5 m

$$\text{Maka, volume reservoir} = 4,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 40 \text{ m}^3$$

Kontrol dimensi kapasitas berguna :

$$= 4,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} > \text{Kapasitas reservoir yang dibutuhkan}$$

$$= 40 \text{ m}^3 > 32,625 \text{ m}^3 \quad \text{OK !!}$$

Direncanakan pula tinggi jagaan adalah 0,3 m dan tinggi kapasitas mati adalah 0,2 m. Sehingga tinggi total dari reservoir distribusi adalah 2,5 m + 0,3 m + 0,2 m = 3,0 m. Reservoir dibuat untuk menampung air, agar ketika terjadi kerusakan pada pipa transmisi, air masih dapat didistribusikan ke masyarakat melalui air yang ditampung pada reservoir.

Desain Hidrolis Hidran Umum

Hidran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air untuk seluruh penduduk. Perencanaan Hidran umum menggunakan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih

Pedesaan, dengan jumlah perhidran umum (HU) adalah 100 orang/unit.

Apabila jumlah penduduk desa tahun 2026 sebesar 1501 jiwa, maka jumlah hidran yang diperlukan: $1501/100 = 15,01 = 16$ hidran, agar supaya distribusi lebih merata. Base demand KU adalah Kebutuhan air bersih dibagi jumlah hidran umum, atau sama dengan $1,890/16$, sehingga diperoleh 0,118 liter/detik

PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisis ketersediaan, kebutuhan dan jaringan sistem penyediaan air bersih untuk Desa Lanut, dapat disimpulkan:

1. Ketersediaan air bersumber dari mata air Lanut diperoleh debit mata air sebesar 2,37 liter/detik.
2. Kebutuhan air bersih penduduk Desa Lanut sesuai tahun rencana yaitu hingga tahun 2026 dengan jumlah 1501 jiwa, diperoleh dari hasil analisis regresi logaritma didapat sebesar 1,259 liter/detik
3. Untuk menangkap air di mata air di buat bronkaptering beton bertulang yang dilengkapi bak pengumpul berukuran $2,0m \times 1,5m \times 2,5m$ dan selanjutnya air dialirkan melalui pipa transmisi jenis HDPE ke Reservoir, dengan

sistem gravitasi.. Ukuran reservoir yaitu $4,0m \times 4,0m \times 3,0m$ dan dari reservoir distribusi air dialirkan ke 16 unit hidran umum melalui pipa HDPE terbagi atas 3 jalur masing-masing:

- Pipa HDPE diameter $1\frac{1}{2}$ " untuk hidran umum 1 - 4.
- Pipa HDPE diameter 2" untuk hidran umum 5 - 13.
- Pipa HDPE diameter $1\frac{1}{2}$ " untuk hidran umum 14 – 16.

Saran

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

- a. Perlu dilakukan peningkatan dalam pemeliharaan terhadap daerah disekitar mata air, seperti penghijauan agar supaya di masa yang akan datang debit dari mata air yang ada di desa Lanut ini tidak mengalami penurunan dan kebutuhan akan air bersih selalu terpenuhi.
- b. Perlu diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi

DAFTAR PUSTAKA

- Pabakirang Andronikus, 2015, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Desa Munte Kecamatan Likupang Barat Minahasa Utara*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Radiana Triatmadja 2009, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta.
- Sibula Brainer, 2013, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Rinondoran Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.11, Oktober 2013. Hal 745 – 757.
- Sulong Marvil, 2013, *Desain Sistem Penyediaan Air Bersih di Kelurahan Tinoor*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.2, Januari 2013. Hal 105 – 111.
- Tanudjaja, L. 2010. *Diktat Aliran Melalui Ambang Ukur, Lobang, Dan Pipa* (Bagian Dari Materi Perkuliahan Mekanika Fluida Program Studi S1 Teknik Sipil). Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Tanudjaja, L. 2015. *Sistem Penyediaan Air Baku*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.

Tanudjaja, L. 2016. *Penyediaan Air Bersih*, Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.

_____, Pedoman / Petunjuk Teknik dan Manual, Bagian : 5 (Volume 1) Air Minum Pedesaan (Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan), Edisi Pertama, NSPM KIMPRASWIL, Desember 2002

_____, NMC CSRRP di Yogyakarta, Cental Java and West Java, Pedoman Perencanaan Pengadaan Air Bersih Pedesaan Program JRF – REKOMPAK.

_____, SALINAN PERATURAN MENTERI KESEHATAN Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air.

Halaman ini sengaja dikosongkan