PERENCANAAN TEKNIS JARINGAN AIR BERSIH DI DESA NUNUSUNU KECAMATAN KUALIN KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN

Arnold M. Maukari[1] (Arnold_civil@yahoo.co.id)
Wilhelmus Bunganaen[2] (wilembunganaen@yahoo.co.id)
Sudiyo Utomo[3] (diyotomo@gmail.com)

ABSTRAK

Air merupakan unsur utama bagi kehidupan manusia. Kekurangan suplai air bersih akan berpengaruh pada berbagai faktor kehidupan manusia. Metode yang dipakai adalah metode observasi yakni teknik pengambilan data melalui pengamatan langsung di lapangan baik pengukuran debit, pengukuran topografi maupun metode dokumentasi dan wawancara yakni teknik pengambilan data dengan mengambil teori-teori, rumus-rumus ,peraturan dan ketetapan yang menunjang dalam penelitian ini dan data-data yang diperoleh dari pejabat desa lokasi penelitian. Metode yang digunakan dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan Metode Aritmatik, Metode Geometrik dan Metode Eksponensial.Hasilproyeksi jumlah penduduk Dusun IV Desa Nunusunu tahun 2034 adalah 1337 jiwa. Besar kebutuhan air pada tahun rencana adalah 0,712 ltr/dtk. Debit Mata Air Oe Paleo adalah 0,991 ltr/dtk.Jenis pipa yang digunakan adalah jenis pipa GIP, dengan diameter pipa d = 2 inchi = 0,05 m dan d= 1,5 inchi = 0,04 m.Volume bak penangkap mata air (*broncaptering*) 6 m^3, volume bak penampung (*reservoir*) 20 m^3dan terdapat 6unit hidran umum (HU) memiliki volume yang berbeda-beda sesuai jumlah pemukiman penduduk tiap lokasi yakni 10 m^3, 5.2 m^3,dan 5 m^3 (10.000 liter, 5.200 liter dan 5000 liter).Teknis operasional menyangkut hal-hal teknik yakni rincian kebutuhan operasional dan pemeliharaan, pelaku dan keterampilan yang dibutuhkan.

Kata kunci : air bersih, jaringan pipa, sistem operasional dan pemeliharaan

ABSTRACT

Water is essential requirement for human life.Shortage of clean water supply will affect the various factors of human life.The method used in this research is observation method bymade a direct observation in the field such as debit measurement and topography measurement and also used documentation and interview method by collect theory, formulas and regulation or determination to support this research. To calculating the projected of population amount, the increase of facilitation amount and projected the water requirement used Arithmetic Method, Geometric Method and Exponential Method. The result of projected population amount in Area IV of Nunusunu village in 2034 is 1337. The number of water requirement based on the year plan is 0,712 liter/sec. Oe Paleo spring debit is 0,991 liter/sec. The type of pipe in this research is GIP pipe with diameter = 2,00 inch = 0,05 meters and diameter = 1,50 inch = 0,04 meters. The spring basin volume (broncaptering) is 6 m^3, Basin volume (reservoir) is 20 m^3, and there are 6 units of public hydrants (HU) with the same volume of 10 m^3 (10000 liters). Operational technic are concern maintenance and operational requirement details, treatment and competent worker is also needed.

Keywords :clean water, pipeline network, operational and maintenance system

[1] Penamat dari Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.
[2] Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.
[3] Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.

PENDAHULUAN

Minimnya perhatian akan kebutuhan air bersih untuk wilayah pedesaan selama ini membuat banyak masyarakat menderita kekurangan air bersih baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Banyak pihak yang selama ini menitikberatkan pemenuhan kebutuhan air bersih hanya untuk wilayah perkotaan, sehingga banyak desa di Nusa Tenggara Timur (NTT) khususnya di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) yang meskipun mempunyai potensi mata air tetapi tetap saja berada dalam masalah kebutuhan air bersih, salah satunya di desa Nunusunu.Desa Nunusunu berada di Kecamatan Kualin Kabupaten Timor Tengah Selatan merupakan daerah yang sudah lama berada dalam masalah kebutuhan air bersih, terutama pada wilayah dusun IV yang paling kritis masalah air bersihnya dibandingkan dengan ketiga dusun lainnya.Menjawab permasalahan pemenuhan kebutuhan air ini, diperlukan suatu jaringan air bersih untuk mendekatkan air ke pemukiman warga.Melalui perencanaan jaringan air bersih diharapkan air yang berada di lokasi berbukit-bukit dapat didistribusi ke pemukiman warga.

TINJAUAN PUSTAKA

Kebutuhan Air Bersih

Menurut Kodoatie (2008), kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia. Beberapa hal yang perlu diperhatikan menyangkut kebutuhan air bersih antara lain:Kebutuhan air untuk penduduk kota berkisar antara 80 liter sampai 150 liter per orang per hari.

Tabel 1 Kriteria Perencanaan Air Bersih dan Standar Kebutuhan Air Domestik (Benu, 2013)

No	URAIAN / KRITERIA	KATEGORI KOTA BERDASARKAN				
		>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (ltr/org/hari)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) (ltr/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3	Faktor hari maksimum	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian
4	Faktor jam puncak	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks
5	Jumlah jiwa per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
6	Jumlah jiwa per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
7	Sisa tekan di penyediaan distribusi (meter)	10	10	10	10	10
8	Jam operasi (jam)	24	24	24	24	24
9	Volume reservoir (% *max day demand*)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
10	SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30

Tabel 2. Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik (Benu, 2013)

No	Fasilitas (Non Rumah Tangga)	Pemakaian Air	Satuan
1	Asrama	120*)	Ltr/penghuni/hari
2	Taman kanak-kanak	10	Ltr/siswa/hari
3	Sekolah Dasar	40*)	Ltr/siswa/hari
4	SLTP	50*)	Ltr/siswa/hari
5	SMU/SMK dan lebih tinggi	80*)	Ltr/siswa/hari
6	Rumah Sakit	500*)	ltr/Tempat tidur pasien /hari
7	Puskesmas	500 – 1000	Ltr/unit/hari
8	Puskesmas Pembantu	500 – 1000	Ltr/unit/hari
9	Posyandu	500	Ltr/unit/hari
10	Peribadatan	500 – 2000	Ltr/unit/hari
11	Kantor	100**)	Ltr/pegawai dan guru/hari
12	Toko	100 – 200**)	Ltr/unit/hari
13	Rumah Makan	1000	Ltr/unit/hari
14	Hotel/Losmen	250 - 300**)	Ltr/unit/hari
15	Pasar	6000–12000	Ltr/unit/hari
16	Pabrik/Industri	60-100**)	Ltr/orang/hari
17	Pelabuhan/Terminal	10.000–20.000	Ltr/unit/hari
18	SPBU	5000 – 20.000	Ltr/unit/hari
19	Pertamanan	25.000	Ltr/unit/hari

Peruntukan air bersih

a. Rumah tangga, yang mencakup mandi/cuci, air minum, penggunaan di dapur, penggunaan tingkat rumah tangga (menyiram tanaman dan halaman)
b. Lembaga tata usaha komersil, yang mencakup Rumah Sakit (RS), sekolah, kantor, hotel, dan restaurant, pusat perbelanjaan atau pasar dan sarana olah raga.
c. Fasilitas peribadatan
d. Sarana perhubungan (sarana terminal, pelabuhan dan lain – lain)
e. Industri
   1) Industri yang melakukan proses bahan mentah
   2) Industri yang melakukan pembersihan dan pengulasan sisa – sisa produksi
   3) Industri yang melakukan katel uap

Penggolongan pemakaian air bersih

Sesuai dengan penggunaanya maka pemakaian air digolongkan menjadi limagolongan :

a. Golongan sosial
   1) Umum : terdiri atas kran umum, kamar mandi umum, wc umum
   2) Khusus : terdiri atas Puskesmas, klinik pemerintah, tempat ibadah
b. Golongan non niaga
   1) Rumah tangga
   2) Instansi pemerintah : sarana instansi, pemerintah, lembaga – lembaga pemerintah, kolam umum.
c. Golongan niaga
   1) Niaga kecil : warung, toko, penginapan, RS swasta, dan kantor perusahaan
   2) Niaga besar : hotel dan restaurant, bengkel dan tempat hiburan
d. Golongan industri
   1) Industri kecil : industri rumahan, pengrajin
   2) Industri besar : pabrik minuman, pabrik es, dan industri Perikanan
e. Golongan khusus
   1) Pelabuhan laut
   2) Pelabuhan sungai

Jumlah penduduk pemakai air bersih

Tingginya pemakaian air juga tergantung pada pertambahan penduduk. Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air, selain jumlah pemakai saat sekarang perlu juga diketahui jumlah pemakaian untuk 10 tahun yang akan datang. Pertambahan penduduk dapat dianalisa dengan menggunakan tiga metode di bawah ini dan dari ketiga rumus tersebut dipilih jumlah penduduk pada tahun rencana yang lebih besar sebagai penduduk rencana (Furgon, 2008), antara lain:

a. Metode arithmatik

$$Pn = Po + (n.q)Po \quad (1)$$

b. Metode geometrik

$$Pn = Po \cdot (1 + q)^n \quad (2)$$

c. Metode eksponensial

$$Pn = Po \cdot e^{n \cdot q} \quad (3)$$

dimana,

Pn = jumlah penduduk pada tahun rencana
Po = jumlah penduduk pada tahun dasar
n = selisih tahun terhadap tahun dasar
q = tingkat perkembangan penduduk
e = bilangan ekponensial = 2,718282

Jumlah fasilitas pemakai air bersih

Selain jumlah penduduk, juga perlu diketahui jumlah fasilitas – fasilitas umum yang ada di Dusun 4 Desa Nunusunu dan untuk memproyeksikan jumlah fasilitas – fasilitas umum dapat dihitung dengan rumus (Lambe, 1982):

$$Fn = K \cdot Fo \quad (4)$$

$$K = Pn/Po \quad (5)$$

Dimana,

Fn = jumlah fasilitas pada tahun rencana
Fo = jumlah fasilitas pada tahun dasar
Pn = jumlah penduduk pada tahun rencana
Po = jumlah penduduk pada tahun dasar

Jumlah kebutuhan air bersih suatu wilayah pada tahun rencana

Setelah diketahui jumlah penduduk rencana (Pn) dan jumlah fasilitas tahun rencana (Fn) maka dapat diketahui jumlah kebutuhan air bersih suatu wilayah atau debit rencana (Qr), yaitu dengan rumus (Lambe, 1982):

$$Qr = (Pn \cdot q) + (Fn \cdot q) \quad (6)$$

Dimana,

Qr : debit rencana (m^3/det)
Pn : jumlah penduduk pada tahun rencana
Fn : jumlah fasilitas pada tahun rencana
q : besarnya kebutuhan air (ltr/org/hr)

Sistem Distribusi

Sistem pengaliran

a. Cara gravitasi

Dapat digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi. Untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen.

b. Cara pemompaan
Digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen.Cara ini digunakan untuk daerah pelayanan yang datar dan tidak ada daerah berbukit.

c. Cara gabungan
Pada cara gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi pada kondisi darurat, misalnya jika terjadi kebakaran dan tidak ada energi. Sisa air dipompakan ke dan disimpan dalam *reservoir* distribusi, karena *reservoir* distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.

Jaringan distribusi

a. Sistem cabang (*branch*)
Bentuk cabang dengan jalur buntu (*dead-end*) menyerupai cabang suatu pohon.Pipa induk utama tersambung dengan pipa sekunder dan dari pipa sekunder tersambung ke pipa pelayanan.

b. Sistem *gridiron*
Pipa induk utama dan sekunder terletak dalam kotak serta pipa pelayanannya saling berhubungan.Sistem ini paling banyak digunakan.

c. Sistem *loop*
Pipa perlintasan (*cross*) menghubungkan kedua pipa induk utama.

Kehilangan Energi Pada Pipa

Kehilangan tinggi total

Kehilangan tinggi total (*head losses*) adalah head atau kerugian-kerugian dalam aliran pipa yang terdiri atas *mayor losses* dan *minor losses*

$$h_l = h_f + h_m \tag{7}$$

di mana :

h_l = kehilangan tinggi total (m).
h_f = kehilangan tinggi karena tahanan oleh permukaan pipa (m).
h_m = kehilangan tinggi karena tahanan oleh bentuk pipa (m).

a. Kehilangan tinggi besar(*Mayor losses*), h_f
Kehilangan energi akibat gesekan dengan dinding pipa di aliran seragam dapat dihitung dengan Persamaan Darcy-Weisbach

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \tag{8}$$

di mana :

1. h_f= Kehilangan energi oleh tahanan permukaan pipa (m)
2. f = Koefisien tahanan permukaan pipa atau dikenal dengan Darcy – Weisbach faktor gesekan
3. L = Panjang pipa (m)
4. d =Diameter pipa (m)
5. V = Kecepatan aliran (m/dtk)
6. g = Percepatan gravitasi (m/dtk^2)

b. Kehilangan energi karena tahanan oleh bentuk pipa (*minor losses*)
Kehilangan ini disebabkan oleh gangguan lokal terhadap aliran normal dalam pipa. Beberapa contoh gangguan lokal tersebut adalah :Lubang masuk dan keluar ke dan dari dalam

pipa, perubahan bentuk penampang tiba-tiba (penyempitan dan pembesaran), belokan pipa, halangan (tirai, pintu air), perlengkapan pipa (sambungan, katup, dan percabangan).

1) Kehilangan energi akibat penyempitan (*contraction*) (Kodoatie,2002:245)

$$h_c = k_c \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

di mana:

h_c= kehilangan energiakibat penyempitan tampang (m)
k_c=koefisien kehilangan energi akibat penyempitan tampang
V_2= kecepatan aliran dengan d_2(m/dtk) (dihilir penyempitan)
g = percepatan gravitasi (9.81 m/dtk^2)

2) Kehilangan energi akibat pembesaran tampang (*expansion*) (Kodoatie,2002:246)

$$h_e = k_e \frac{V^2}{2g} \quad (10)$$

di mana:

h_e = kehilangan energiakibat penyempitan tampang (m)
k_e = koefisien kehilangan energi akibat penyempitan tampang
V_2 = kecepatan aliran dengan d_2(m/dtk) (dihilir penyempitan)
g = percepatan gravitasi (9.81 m/dtk^2)

$$k_e = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1\right)^2 \quad (11)$$

dimana:

k_e = koefisien kehilangan energi akibat pembesaran tampang
A_2 = luas penampang pipa 2 (m^2)
A_1 = luas penampang pipa 1 (m^2)

3) Kehilangan energi akibat belokan
Pada belokan digunakan persamaan (Triatmodjo,1996:64) :

$$h_b = n\, k_b \frac{V^2}{2g} \quad (12)$$

di mana:

h_b = kehilangan energiakibat belokan pipa (m)
n = jumlah belokan
k_b = koefisien kehilangan pada belokan pipa
V = kecepatan aliran dalam pipa (m/dtk)
g = percepatan gravitasi (m/dtk^2)

4) Kehilangan energi akibat katup (*valve*)
Pemasangan katup pada instalasi adalah untuk pengontrolan kapasitas, tetapi dengan pemasangan katup tersebut akan mengakibatkan kerugian energi aliran karena aliran dicekik. Perumusan untuk menghitung kehilangan energi akibat pemasangan katup adalah sebagai berikut (Kodoatie,2002:246):

$$h_v = n\, k_v \frac{V^2}{2g} \quad (13)$$

di mana:

h_v = kehilangan energiakibat katup/*valve* (m)

n = jumlah katup/*valve*

k_v= koefisien kehilangan energi akibat katup/*valve*

V = kecepatan aliran (m/dtk)

Hidran Umum (HU)

Menurut Benu (2013), hidran umum merupakancara pelayanan air bersih yang transportasi airnya dilakukan dengan sistem perpipaan, sedangkan pendistribusian kepada masyarakat melalui tangki tangki, bak, atau tugu HU. Pada umumnya volume tangki yang diperlukan sekitar 15% - 20% dari volume kebutuhan satu hari tergantung fluktuasi kebutuhan.
Dalam merencanakan broncaptering perlu mempertimbangkan 2 aspek yaitu aspek hygienis dan aspek teknis.

1. Aspek hygienis
   a. Sekeliling *broncaptering*
      Sekeliling broncaptering harus memiliki :
      1) Selokan yang berfungsi membelokan limpasan air hujan agar menjauh dari broncaptering.
      2) Pagar pelindung broncaptering yang berfungsi untuk menghindarkan masuknya orang dan binatang ke lokasi mata air.
   b. Pada brontcaptering
      1) Manhole/lubang kontrol yang dilengkapi dengan penutup dan kunci
      2) Pipa penguras
      3) Pipa peluap
2. Aspek Teknis
   a. Macam mata air
   b. Cara keluar air

Bak Penampung (*reservoir*)

Reservoir ini berfungsi sebagai penampung air saat kebutuhan air minimal dan mensuplai air pada waktu kebutuhan maksimal. Kapasitas *reservoir* diperhitungkan 20% sampai 30% dari total kebutuhan rata-rata per hari.

Sistem Pengoperasian dan Pemeliharaan Jaringan Air Bersih.

a. Inventarisasi dan Identifikasi.
   Tahap ini adalah menginventarisasi prasarana yang akan dipelihara serta mengidentifikasi masing-masing kondisi prasarana-sarana. Dalam pendataan tersebut harus dicatat dengan lengkap kondisi bagian/komponen prasaranasarana yang akan dipelihara atau yang mengalami kerusakan.
b. Evaluasi dan Perhitungan.
   Pada tahap ini hasil invetarisasi dan identifikasi yang sudah disusun akan dievaluasi untuk penentuan metoda dan cara pemeliharaan, perhitungan bahan, peralatan, tenaga kerja/tenaga trampil dan biaya yang dibutuhkan.
c. Prioritisasi dan penjadwalan.
   Prioritisasi dan penjadwalan secara keseluruhan dari semua prasarana dan komponenyang sudah diinventarisasi, dapat dilakukan dengan melihat aspek-aspek seperti :
   1) Kemendesakan, yaitu: kondisi kerusakan prasarana dan kemendesakan karenaharus segera dipelihara
   2) Manfaat, yaitu semakin banyak jumlah orang yang menggunakan, semakin prioritas.
   3) Kapasitas desa, yaitu: kemampuan desa untuk melaksanaka pemeliharaan sendiri,karena jika tidak mampu ditangani oleh tingkat desa maka perbaikannya

perludiusulkan ke pemerintah kab/kota dan dinas/instansi lainnya, sehingga prosesnya perlu waktu lebih lama.

4) Urutan logis, yaitu: urutan logis secara teknis tahap-tahap pemeliharaan atau perbaikan.
5) Sosial, yaitu : pertimbangan kondisi sosial warga pengguna prasarana (misalkaum jompo, difabel, kelompok perempuan).

d. Setelah tahap perencanaan diatas diselesaikan oleh petugas teknis maka hasil perencanaan O dan P tersebut harus dirembug bersama oleh seluruh pengurus untuk diputuskan besaran biaya yang disediakan dan akan digunakan untuk pemeliharaan.
e. Pelaksanaa pemeliharaan dapat dilaksanakan sendiri oleh tim pengelola O dan P, secara kerja bakti, gotong royong atau menyewa tenaga dari luar. Sebelum pemeliharaan dilaksanakan, rencana pemeliharaan perlu ditempel di papan pengumuman untuk dapat diketahui warga. Selama dan sesudah pemeliharaan tim pengelola/petugas harus membuat laporan pelaksanaan pemeliharaan (pelaksanaan kegiatan dan keuangan) untuk disampaikan kepada masyarakat dan ditempel pada papan pengumuman.

Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam suatu sistem operasional dan pemeliharaan sarana perpipaan air bersih adalah organisasi pengelolaan, teknis operasional dan pemeliharaan, dan biaya operasional pemeliharaan.

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Teknik observasi

Observasi yaitu pengambilan data dengan meninjau lokasi penelitian secara langsung. Data –data yang diambil langsung di lokasi penelitian antara lain data debit mata air, data topografi, dan data penduduk.

Teknik dokumentasi

Dokumentasi yaitu pengambilan data dengan cara mengumpulkan gambar-gambar, peraturan serta ketentuan – ketentuanselama penelitian.

Wawancara

Penulis mengadakan wawancara dengan masyarakat serta pemerintah desa/kelurahan untuk memperoleh data tambahan yang berhubungan dengan penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan cara memanfaatkan metode yang didapat dari studi literatur. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengumpulan data-data primer dan sekunder yang berupa data teknis dan data penunjang lainnya yang digunakan dalam analisa sistem jaringan distribusi air bersih.
2. Mengolah data penduduk, fasilitas dan jumlah layanan.
3. Menganalisis debit (Q) yang tersedia.
4. Menganalisis besar kebutuhan air bersih yang harus dipenuhi sumber mata air Oe Paleo20 tahun ke depan.
5. Membuat rencana desain jalur pipa distribusi dari sumber air ke pemukiman penduduk beserta bangunan sipil pelengkap.
6. Menghitung kehilangan energi pada pipa transmisi (kehilangan energi mayor dan kehilangan energi minor).
7. Melakukan perencanaan sistem operasional dan pemeliharaan jaringan air bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh jarak dan elevasi untuk perencanaan jaringan perpipaan dan bangunan pelengkap sebagai berikut:

1. Perencanaan jalur pipa utama untuk pengaliran sistim gravitasi sepanjang 4533,53 m.
2. Mata air Oe Paleo berada pada elevasi 546 m di atas permukaan laut.
3. Perencanaan bak penampung (*reservoir*) berada pada jarak 556,50 m dengan elevasi 517 m di atas permukaan laut dan elevasi -29 m dari mata air Oe Paleo.
4. Perencanaan hidran umum 1 (HU_1) berada pada jarak 39,00 m dari *reservoir* dan elevasi -2 mdari *reservoir*.
5. Perencanaan hidran umum 2 (HU_2) berada pada jarak 605,73 m *reservoir* dan elevasi -104 m dari *reservoir*.
6. Perencanaan hidran umum 3 (HU_3) berada pada jarak 3197,87 m dari *reservoir* dan elevasi -336 mdari *reservoir*.
7. Perencanaan hidran umum 4 (HU_4) berada pada jarak 3653 m dari *reservoir* dan elevasi -368 mdari *reservoir*.
8. Perencanaan hidran umum 5 (HU_5) berada pada jarak 4001,38 m dari *reservoir* dan elevasi -383 mdari *reservoir*.
9. Perencanaan hidran umum 6 (HU_6) berada pada jarak 4010,72 m dari *reservoir* dan elevasi -386 m dari *reservoir*.

Proyeksi jumlah fasilitas kebutuhan air bersih

Pada Dusun IV Desa Nunusunu terdapat 1 unit fasilitas peribadatan (Gereja), 1 unit fasilitas pendidikan (SD), 1 unit fasilitas kesehatan (Posyandu). Jumlah penduduk pada tahun 2014 adalah 1063 orang dan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2034 adalah 1337 orang.

Perhitungan proyeksi jumlah kebutuhan air bersih dilakukan berdasarkan jumlah fasilitas-fasilitas yang ada pada Dusun IV Desa Nunusunu. Perhitungan proyeksi jumlah fasilitas Peribadatan, pendidikan, dan kesehatan untuk tahun 2034 sebagai berikut:

$Fn = K . Fo$

$F_{2034} = K \times F_{2014}$

$K = P_{2034} / P_{2014}$

$= 1337 / 1063$

$K = 1,26$

$F_{2034} = 1,26 \times 1$ unit peribadatan $= 1,43 \approx 2$unit Gereja

$F_{2034} = 1,26 \times 1$ unit Sekolah Dasar $= 1,43 \approx 2$unit SD

$F_{2034} = 1,26 \times 1$ unit posyandu $= 1,43 \approx 2$unit posyandu

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat dihitung besar kebutuhan air bersih pada fasilitas-fasilitas tersebut pada tahun dasar dan tahun rencana adalah sebagai berikut:

a. Besar kebutuhan air untuk untuk fasilitas peribadatan untuk tahun 2034 terdapat 2 unit Gereja sehingga besar kebutuhan air bersih untuk tahun 2023 adalah :
   500ltr/hari x 2 = 1000 ltr/hari = 0,01 ltr/dtk.
b. Besar kebutuhan air untuk untuk Sekolah Dasar:
   1) Jumlah murid (P_{2014}) = 205 orang.
      $P_n = P_o + (n. q) . P_o$

      $P_{2034} = 205 + (10 \times 0.013) \times 205 = 231,65 \approx 232$ orang

Kebutuhan air untuk murid-murid :

= 232 org x 40 ltr/org/hari x 2unit

= 18.560 ltr/hari = 0,21 ltr/detik

2) Jumlah guru (P_{2014}) = 9 orang.
$P_n = P_o + (n. q) . P_o$

P_{2034}= 9 + (10 x 0.013) x 9 = 10,17 ≈ 11 orang

Kebutuhan air untuk guru-guru:

= 11 org x 40 ltr/org/hari x 2unit

= 880 ltr/hari = 0,01 ltr/detik

Jadi total kebutuhan air untuk Sekolah Dasar sebesar :

= 18.560 ltr/hari + 880 ltr/hari

= 19.440 ltr/hari = 0,22 ltr/detik

c. Besar kebutuhan air untuk untuk fasilitas kesehatan untuk tahun 2034 terdapat 2 unit posyandu sehingga besar kebutuhan air bersih untuk tahun 2034 adalah :
500 ltr/unit x 2 = 1.000 ltr/hari = 0,01 ltr/dtk.

Jumlah total kebutuhan air bersih untuk fasilitas-fasilitas yang ada di Dusun IV desa Nunusunu tahun 2034yaitu :

= 1.000 + 19.440 + 1.000

= 21.440 ltr/hari = 0,248 ltr/dtk.

Besar kebutuhan air bersih untuk suatu wilayah pada tahun rencana

Berdasarkan jumlah penduduk Dusun IV Desa Nunusunu pada tahun 2014 dan 2034 yaitu masing-masing sebesar 1063 orang (Tabel 4.2) dan 1337 orang (Tabel 4.4), standar air bersih untuk rumah tangga di desa adalah 60 - 80 liter/orang/hari untuk sambungan rumah (SR), dan 20 – 40 liter/orang/hari untuk hidran umum (HU) (Tabel 2.1), besar kebutuhan pada fasilitas peribadatan, fasilitas pendidikan, dan fasilitas kesehatan di Dusun IVDesa Nunusunu tahun 2023 yaitu 1000 liter/hari,19.440 liter/hari, dan 1000 liter/hari maka besar kebutuhan air di Dusun IVDesa Nunusunu pada tahun 2034 dapat dihitung sebagai berikut:

Qr = (Pn .*q*) + (Fn . *q*)

Q_{2034} = {(1337 x 30) + (1000 + 19.440 + 1000} = 61.550 liter/hari

= 0,712 liter/detik

Berdasarkan kebutuhan air bersih yang telah dihitung untuk tahun rencana 2034 yaitu 0,712 liter/detik dengan debit sumber mata air Oe Paleo yaitu 0,991 liter/detik, dengan demikian besarnya debit air masih cukup untuk melayani wilayah Dusun IV Desa Nunusunu sampai tahun 2034.

Pembahasan

Berdasarkan pengukuran debit yang dilakukan secara langsung di lapangan dengan metode volumetrik diperoleh Q = 0,991 ltr/dtk pada puncak kemarau yaitu pada bulan November, sehingga untuk perencanaan digunkan debit puncak kemarau yaitu Q = 0,991 ltr/dtk.
Hasil analisis didapatkan besar proyeksi penduduk jumlah penduduk untuk tahun 2034 di Dusun IV, desa Nunusunu adalah 1337 orang. Proyeksi jumlah fasilitas kebutuhan air bersih adalah 2 buah fasilitas peribadatan (gereja), 2 buah fasilitas pendidikan (SD) dan 2 buah fasilitas kesehatan (posyandu) sehingga besar kebutuhan air pada tahun rencana (2034) di Dusun IV desa Nunusunu adalah = 0,712 ltr/dtk.
Pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah jenis pipa GIP, dengan diameter pipa d= 2 inchi = 0,05 m dan d = 1,5 inchi = 0,04 m. Dari hasil pengukuran topografi didapat elevasi mata air Oe Paleo = + 546 m, elevasi reservoir = +517m, elevasi HU1 = + 516 m, elevasi HU2 = + 414 m, elevasi HU3 = +175 m, elevasi HU4 = +150 m, elevasi HU5 = + 135 m, elevasi HU6 = + 132 m. Kehilangan energi pada pipa transmisi dan distribusi dengan Q = 0,991 ltr/dtk dihitung sebagai berikut :

a. Dari *broncaptering* ke *reservoir* dengan L= 556,46 m dan diameter = 0,05 m diperoleh kehilangan energi yaitu 6,340 m.Elevasi H pada posisi reservoir adalah 29 m di bawah dan sisa energi sebesar 22,660 m.
b. Dari *reservoir* ke hidran umum 1 (HU_1) dengan L= 2 m dan d = 0,05 m diperoleh kehilangan energi yaitu 0,451 m. Elevasi H pada posisi HU_1 adalah 2 m di bawah posisi *reservoir* sehingga dengan kehilangan energi h 0,451 m, sisa energi sebesar 1,557 m.
c. Dari *reservoir* ke hidran umum 2 (HU_2) dengan L= 605,73 m dan d = 0,05 m diperoleh kehilangan energi yaitu 6,921 m. Elevasi H pada posisi HU_2 adalah 104 m di bawah posisi *reservoir* sehingga dengan kehilangan energi h 6,921 m, sisa energi sebesar 97,079 m.
d. dari *reservoir* ke hidran umum 3 (HU_3) dengan L= 3197,87 m dan d = 0,05 m diperoleh kehilangan energi yaitu 36,447 m. Elevasi H pada posisi HU_3 adalah 336 m di bawah posisi *reservoir* sehingga dengan kehilangan energi h 36,447 m, sisa energi sebesar 299,533 m.
e. dari *reservoir* ke hidran umum 4 (HU_4) dengan L= 3653 m dan d = 0,05 m diperoleh kehilangan energi yaitu 41,634 m. Elevasi H pada posisi HU_4 adalah 368 m di bawah posisi *reservoir* sehingga dengan kehilangan energi h 41,634 m, sisa energi sebesar 326,366 m.
f. dari *reservoir* ke hidran umum 5 (HU_5) dengan L= 4001,38 m dan d = 0,04 m diperoleh kehilangan energi yaitu 133,458 m. Elevasi H pada posisi HU_5 adalah 383 m di bawah posisi *reservoir* sehingga dengan kehilangan energi h 133,458 m, sisa energi sebesar 249,542 m.
g. dari *reservoir* ke hidran umum 6 (HU_6) dengan L= 4010,73 m dan d = 0,04 m diperoleh kehilangan energi yaitu 133,743 m. Elevasi H pada posisi HU_6 adalah 386 m di bawah posisi *reservoir* sehingga dengan kehilangan energi h 133,743 m, sisa energi sebesar 252,257 m.
h. Bak penampung mata air (*broncap*) yang direncanakan dalam penelitian ini adalah bak beton bertulang dengan volume 7,5 m^3 (6.000 liter) dengan ukuran bak penampung Px LxT = 2,5 x 2m x 2m dan bak penampung (*reservoir*) adalah bak beton bertulang dengan volume 20 m^3 (20.000 liter) dengan ukuran bak penampung Px LxT = 3,35m x 3m x 1,5m sedangkan hidran umum (HU) yang direncanakan adalah bak beton bertulang, terdapat 6 buah yakni HU_1 memeiliki volume 3,11 m^3 (3100 liter) direncanakan dari tangki fiber dengan kapasitas 3200 liter. HU_2 dan HU_3 memeiliki volume sama yaitu5 m^3 (5000 liter) direncanakan dari tangki fiber dengan kapasitas 5000 liter.HU_4 memeiliki volume 7 m^3 (7000 liter) direncanakan dari bak beton bertulang dengan ukuran PxLxT = 2m x2m x 1,75m. Sedngkan untuk HU_5 dan HU_6memeiliki volume yang sama yaitu10 m^3 (10.000 liter) direncanakan dari bak beton bertulang dengan ukuran PxLxT = 3,35m x3m x 2m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar perencanaan jaringan perpipaan air bersih (Lampiran)
i. Hal-hal yang diperhatikan dalam sistem operasional dan pemeliharaan sarana air bersih di desa Nunusunu adalah struktur organisasi, teknis operasional dan pemeliharaan,dan biaya operasional dan pemeliharaan.Teknis operasional menyangkut hal-hal teknik operasional

dan pemeliharaan baik itu rincian kebutuhan operasional dan pemeliharaan, pelaku dan keterampilan yang dibutuhkan permasalahan yang sering terjadi, keterbatasan dan catatan penting yang dilakukan pada sarana air bersih yakni bangunan penangkap mata air (*broncap*), bak penampung (*reservoir*), hidran umum (HU), pipa transmisi dan pipa distribusi.

1) Organisasi pengelola diperlukan untuk memberikan jaminan keberlanjutan fungsi dan maafaat prasara air bersih yang telah bangun. Organisasi pengelola terdiri dari struktur organisasi dan tata peran, kegiatan yang dilakukan, pelaporan dan pelatihan.Organisasi pengelola yang dibuat terdiri dari ketua, sekretaris, bendahara dan petugas lapangan yang mempunyai perannya masing-masing.
2) Pembiayaan sarana air bersih terdiri dari jenis kontribusi, cara pengumpulan biaya, prinsip penetapaan tarif, perhitungan tarif, mekanisme penetapan tarif, dan peninjauan tarif secara berkala.Total biaya operasional dan pemeliharaan air bersih di Dusun IV desa Nunusunu perbulan yaitu sebesar Rp 2.895.000,- dengan rincian biaya sebagai berikut :
   a) Biaya honor tim pengelola Rp 2.500.000,-
   b) Biaya perawatan dan perbaikan ringan prasarana Rp 145.000,-
   c) Biaya penggantian infestasi jika terjadi kerusakan Rp 150.000,-
   d) Biaya administrasi Rp 20.000,-
   e) Biaya umum Rp 50.000,-
   f) Biaya lain-lain Rp 30.000,-

Berdasarkan total biaya operasional dan pemeliharaan air bersih di Dusun II Desa Susulaku A Rp 2.895.000, maka biaya yang dibebankan perbulan adalah Rp 3.000,. per jiwa. Sedangkan penagihan perbulannya berdasarkan kepala keluarga (KK) yang disesuaikan dengan jumlah jiwa per KK.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka peneliti dapat menyimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan Pengukuran debit pada sumber air dilakukan secara langsung di lapangan pada puncak kemarau dengan menggunakan metode volumetrik diperoleh Q = 0,991 ltr/dtk.
2. Berdasarkan perhitungan perkembangan penduduk dan hasil proyeksi jumlah penduduk Dusun IV, desa Nunusunu pada tahun 2034jumlah penduduk menjadi 1337 orang.Kebutuhan penduduk akan air bersih pada tahun rencana adalah 0,712 ltr/dtk, dengan demikian Sumber Air Oe Paleo mampu memenuhi kebutuhan air di Desa Nunusunu untuk 20 tahun ke depan.
3. Perencanaan jaringan air bersih untuk Dusun IV Desa Nunusunu dariketiga sistem distribusi yaitu dengan cara gravitasi, cara pemompaan dan cara gabungan, maka dipilih cara gravitasi sesuai dengan topoggafi sumber mata air dan Dusun IV Desa Nunusunu. Perencanaan ini menggunakan jenis pipa GIP dengan dimeter 0,05 m dan 0,04 m. Panjang total jaringan pipa 4567,40 m dengan bangunan – bangunan pelengkap yaitu : 1 buah *broncaptering* dengan kapasitas 6 m3, 1 buah *reservoir* dengan kapasitas 20 m3, 3 buah hidran umum (HU) dengan kapasitas 5 m3, 1 buah HU dengan kapasitas 5,2 m3 dan 2 buah HU dengan kapasitas 10 m3.
4. Hal yang diperhatikan dalam sistem operasional dan pemeliharaan sarana perpipaan air bersih adalah:
   a. Organisasi operasional dan pemeliharaan
      Organisasi pengelola terdiri dari struktur organisasi dan tata peran, kegiatan yang dilakukan, pelaporan dan pelatihan.
   b. Biaya operasional dan pemeliharaan.
      Pembiayaan sarana air bersih terdiri dari jenis kontribusi, cara pengumpulan biaya, prinsip penetapaan tarif, perhitungan tarif, mekanisme penetapan tarif dan peninjauan

tarif secara berkala. Perkiraan biaya operasional dan pemeliharaan perbulan adalah Rp 2.347.300, sehingga tarif atau iuran yang dikenakan adalah Rp 25.000,-/KK/bulan.

Saran

Sesuai dengan keadaan pada wilayah Desa Nunusunu dan lokasi sumber air Oe Paleo serta opersional dan pemeliharaan air bersih maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut ini:

1. Perlu adanya sistem operasional dan pemeliharaan jaringan perpipaan yang baik sehingga sarana yang telah dibangun dapat berkelanjutan pemanfaatannya dalam jangka panjang.
2. Rekomendasi bagi Pemerintah Desa Nunusunu untuk menganggarkan tambahan biaya operasional dan pemeliharaan dari APBD desa untuk membantu masyarakat pengguna air dalam mengurangi iuran perbulan.
3. Rekomendasi bagi Pemerintah Desa Nunusunu untuk menerapkan juga sistem operasional dan pemeliharaan jaringan perpipaan yang telah ada pada dusun I, dusun II, dan dusun III sehingga sarana yang telah dibangun dapat berkelanjutan pemanfaatannya.
4. Rekomendasi bagi Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Selatan dalam hal ini instansi yang berkaitan yaitu PDAM dan Dinas Pekerjaan Umum, dan Dinas Kesehatan Kabupaten Timor Tengah Selatan untuk membantu masyarakat pedesaan dalam penyediaan air bersih berkaitan dengan pemanfaatan potensi mata air yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Benu J. H, 2013. ***Studi Pengembangan Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang,***Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Djawa D.R, 2011. ***Analisis Kehilangan Energi Air pada Pipa Penyaluran Sarana Air Bersih Menggunakan Pompa Hidraulik di BTN***

Joko T, 2010. ***Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Bersih,***Graha Ilmu, Yogyakarta.

Kementrian Federal Jerman untuk Kerjasama dan Pembangunan Ekonomi (BMZ),2011. ***Modul Pengoperasian dan Perawatan Sarana Air Bersih Sistem Gravitasi (Proyek Penyediaan Air Bersih dan Sanitasi Pedesaan di Nusa Tenggara Timur/ProAir,***Deuthche Gesellschafft Fur Internasional Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Kupang.

Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendaral Cipta Karya, 2010,***Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Desa,*** National Management Consultant (NMC), Depok.

Klass. K. S. Y, 2009.***Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aplikasi,***Mandor Maju, Bandung.

Kodoatie R. J, 2002. ***Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa,***Andi, Yogyakarta.

Triatmojo B, 1993. ***Hidraulika I,***Beta Offset, Yogjakarta.

Triatmojo B, 2003. ***Hidraulika II,***Beta Offset, Yogjakarta.

Sanim B, 2011. ***Sumber Daya Air Dan Kesejahteraan Publik***, IPB Press, Bogor

Departemen Kesehatan, Direktorat penyehatan air, ditjen PPM & PLP, 1996, ***Pedoman Teknis Perbaikan Kualitas Air (Perpipaan Sederhana Dengan Pengaliran Secara Gravitasi),*** Departemen kesehatan, Jakarta