

INFRASTRUKTUR

PERENCANAAN BAK PENGENDAPAN DAN PENAMPUNGAN AIR YANG BERASAL DARI MATA AIR DI KECAMATAN LAMALA

Planning of Depositional Basin and Reservoir Derived From Springs in District of Lamala

Maksi Sirampun, Saparudin dan I Gede Tunas

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118

Email : maxi_revolution@ymail.com

ABSTRACT

District of Lamala Regency of Luwuk is the area in which shortage of water and difficulty in supplying the water needs of its population. This planning study aims to address the fresh water problem and determine the needs of fresh water, especially three villages in the District of Lamala namely village of Bonebabakal, Lomba and Poroan. The study was conducted by collecting primary data and secondary data, as well as direct observation in the field. Furthermore, to drain the water from the spring water to the deposition basin of 20m³ and reservoir basin of 50m³ at a service area with a distance of 3 km from the source and height difference of 128 meters can utilize the force of gravity. From the research, the spring discharge data obtained at 20.1 liters / sec and to meet the needs of local water services up to year 2031 the population projection can be calculated using the arithmetic and geometric methods. As a suggestion to optimize the volume of water, it should be made on the fresh water catchers building in the location of water springs as well as the manufacture of bags to drain the sediment sludge coming from the spring.

Keywords: depositional basin, reservoir, springs

ABSTRAK

Kecamatan Lamala adalah daerah di kabupaten Luwuk yang mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan air penduduknya. Studi perencanaan ini bertujuan untuk mengatasi masalah air bersih dan mengetahui kebutuhan air bersih di Kecamatan Lamala khususnya tiga desa yaitu desa Bonebabakal, Lomba dan Poroan. Kajian ini dilakukan dengan cara pengumpulan data primer dan data sekunder, serta pengamatan langsung di lapangan. Selanjutnya untuk mengalirkan air dari sumber mata airnya ke bak pengendapan 20 m³ dan bak penampungan 50 m³ pada daerah layanan dengan jarak 3 km dari sumber air serta perbedaan tinggi 128 meter dapat memanfaatkan gaya gravitasi bumi. Dari hasil penelitian, diperoleh data debit mata air sebesar 20.1 liter/detik dan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah pelayanan hingga tahun 2031 maka proyeksi penduduknya dapat dihitung dengan menggunakan metode aritmatika dan geometrik. Sebagai saran untuk mengoptimalkan volume air, maka sebaiknya dibuatkan bangunan penangkap air bersih pada sumber mata airnya demikian pula halnya dengan pembuatan kantong lumpur untuk menguras sedimen yang berasal dari mata air tersebut.

Kata Kunci : bak pengendapan, bak penampungan, mata air

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Air merupakan salah satu unsur penting dalam kelangsungan hidup manusia. Hampir setiap aktivitas manusia tidak terlepas dari kebutuhan air. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang diikuti dengan pertambahan jumlah fasilitas sosial ekonomi maka kebutuhan air minum yang memenuhi standar kualitas dan kuantitas akan semakin meningkat.

Sesuai dengan arah kebijakan nasional dalam upaya peningkatan pembangunan dan sarana umum menjadi titik tolak pemerintah untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat. Salah satu program prioritas pemerintah dalam pencapaian usaha tersebut adalah pembangunan dan pemeliharaan prasarana dan

sarana air minum di berbagai wilayah baik pedesaan maupun perkotaan.

Air bersih merupakan kebutuhan dasar masyarakat. Seiring dengan perkembangan suatu wilayah yang ditandai dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan pelayanan air bersih semakin meningkat pula. Dengan terbatasnya ketersediaan air bersih yang akan ada akan menimbulkan permasalahan-permasalahan yang pada akhirnya akan menurunkan derajat kualitas lingkungan dan pemukiman, sehingga diperlukan perencanaan dan pengelolaan yang tepat.

Pembangunan sarana dan prasarana air bersih merupakan salah satu upaya meningkatkan derajat kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Oleh sebab itu prioritas utama pembangunan air bersih ditunjukkan pada daerah-daerah yang rawan air

minum, rawan penyakit atau desa tertinggal. Disamping itu tidak menutup kemungkinan daerah yang mempunyai potensi tertentu, misalnya pengembangan pariwisata atau industri kecil juga dijadikan sasaran pembangunan untuk mendukung pengembangan daerah tersebut.

Pada hakekatnya pembangunan prasarana dan sarana air bersih bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat secara memadai dan berkelanjutan baik dalam hal kuantitas, kualitas dan kontinuitas sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup bagi masyarakat.

Kondisi kebutuhan air bersih di Kecamatan Lamala, masyarakat umumnya menggunakan air dari PDAM unit Lamala. Akan tetapi karena banyaknya jumlah penduduk maka PDAM unit Lamala belum bisa mencukupi kebutuhan air masyarakatnya. Sedangkan untuk Desa Bonebabakal, Lomba dan Poroan penduduk yang dilayani air bersih pada tahun 2011 sekitar \pm 1500 jiwa.

Permasalahan yang terjadi saat ini di wilayah Kabupaten Banggai Kecamatan Lamala, sebagian besar masyarakatnya masih kesulitan mendapatkan air bersih dan masih memanfaatkan air yang tidak memenuhi syarat standar berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Serta permasalahan yang dialami oleh PDAM unit Lamala yaitu keringnya sumber air pada saat musim kemarau dan terjadinya penyumbatan pipa oleh zat kapur. Sebagai wilayah yang berada di daerah pesisir dengan keterbatasan sumber air permukaan menjadikan Kecamatan Lamala sebagai wilayah yang termasuk dalam kategori rawan dalam pemenuhan air bersih.

b. Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang memenuhi kualitasnya dan memenuhi syarat standar kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/IV/2010.

Air baku adalah air dari badan air yang diolah menjadi air minum yang pada pokoknya dilakukan dengan cara koagulasi-pengendapan, penyaringan dan pencucian, (Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010).

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan langsung di minum,

(Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/IV/2010).

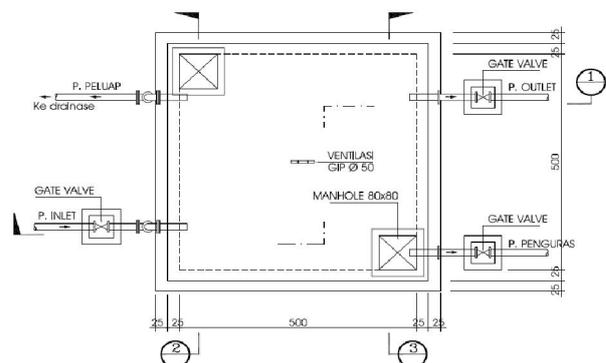
c. Bak Pengendapan

Pengendapan adalah pemisahan solid dari liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid

d. Reservoir

Reservoir merupakan bangunan penampungan air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat ke pelanggan/masyarakat, yang dapat ditempatkan di bawah tanah atau di atas tanah dalam bentuk menara atau tower.

Bangunan reservoir umumnya diletakan di dekat jaringan distribusi pada ketinggian yang cukup untuk mengalirkan air secara baik dan merata ke seluruh daerah konsumen.



Gambar 1. Tipikal tangki reservoir

e. Kebutuhan Air

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, masak, mandi, cuci, menyiram tanaman dan halaman. Sehingga kebutuhan air domestik merupakan bagian terbesar dalam perencanaan kebutuhan air. Jumlah kebutuhan air domestik ini dipengaruhi oleh faktor kebiasaan, pola dan tingkat kehidupan yang didukung oleh adanya perkembangan sosial ekonomi.

Proyeksi penduduk adalah suatu metode yang dipakai untuk memperkirakan jumlah penduduk dimasa yang akan datang berdasarkan data perkembangan penduduk pada tahun yang telah lalu.

Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan berbagai metode. Untuk menentukan metode proyeksi penduduk yang akurat, ditentukan dahulu nilai koefisien korelasi (r) dari masing-masing metode proyeksi. Metode proyeksi penduduk yang lain koefisien korelasinya mendekati 1 adalah yang digunakan

Tabel 1. Kebutuhan Air Bersih Untuk Domestik Berdasarkan Kategori Kota

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	
		Kebutuhan	(ltr/org/hari) (jiwa)
1.	Metropolitan	> 1.000.000	170 - 190
2.	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	150 - 170
3.	Kota sedang	100.000 - 500.000	130 - 150
4.	Kota kecil	20.000 - 100.000	100 - 130
5.	Kota Kecamatan	< 20.000	90 - 100

(Sumber : Ditjen Cipta Karya, Dep. PU, 1997)

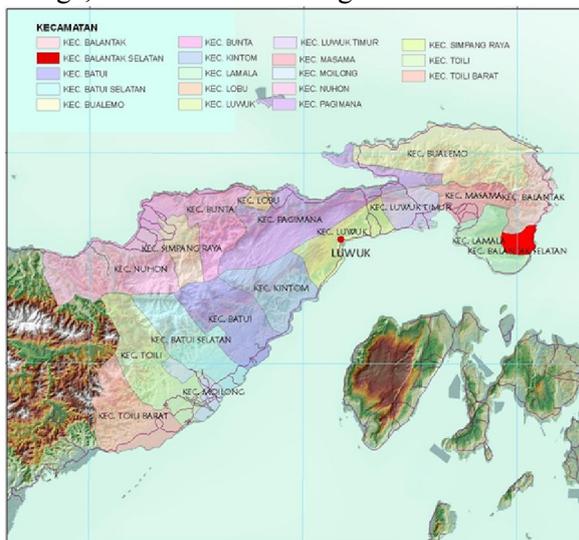
METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian

Daerah studi (Kecamatan Lamala) terletak di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Kabupaten Banggai terdiri dari 8 kecamatan, salah satunya adalah Kecamatan Lamala, yang memiliki ibukota di Bonebobakal dan berjarak sekitar 40 km ke arah Timur dari Kota Luwuk.

1) Wilayah Administrasi

Wilayah administrasi Kecamatan Lamala seluas 446.66 km² berada di Wilayah Kabupaten Banggai dan secara khusus mencakup 19 desa/kelurahan yaitu Lonas, Boras, Sulubombong, Bollo, Bombanon, Binotik, Sobol, Pondan, Nipa, Kagitakan, Sirom, Poroan, Lomba, Bonebobakal, Labotan, Tinonda, Baruga, Kota Baru dan Garuga.



Gambar 2. Peta Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah

2) Jaringan Air Bersih Eksisting

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Lamala khususnya Desa Bonebobakal, Lomba dan Poroan, Pemerintah

Kabupaten Banggai telah membangun sarana air bersih yang di kelola oleh PDAM Unit Lamala dan memiliki daerah layanan menjangkau Bonebabakal, Lomba, Bahari Makmur, Kota Baru, Baruga, Kotaraya dan sebagian wilayah Kecamatan Masama.

3) Sarana Air Bersih

Sarana air bersih Lamala yang dilayani oleh PDAM memiliki kapasitas 5 liter/detik. Air bersih PDAM ini mampu melayani sekitar 655 Rumah Tangga (terdaftar), tetapi yang aktif sekitar 653 Rumah Tangga (KK). Secara umum masyarakat di Lamala menggunakan air berasal dari layanan PDAM dan sebagian lainnya menggunakan air yang berasal langsung dari sungai dan sumur gali.

4) Sumber Air

Sumber air bersih PDAM Unit Lamala berasal dari Mata air Sioso salah satu mata air yang terdapat di Kecamatan Lamala. Dengan kondisi mata air yang berada di pegunungan maka masih jarangnyanya pemukiman penduduk.

5) Sumber Air Pengembangan

Untuk pengembangan air bersih Lamala, terdapat beberapa sumber air yang telah diidentifikasi oleh Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Banggai. Salah satu sumber air yang diusulkan adalah Mata air Nipa yang memiliki debit sesaat sekitar 20 liter/detik. Perencanaan bak pengendapan dan bak penampungan air bersih dengan sistem mengalirkan air secara gravitasi

b. Cara Penelitian

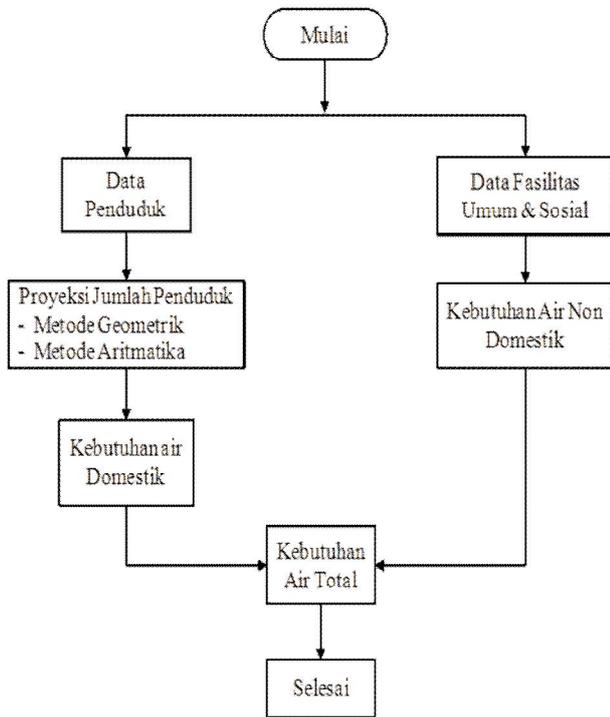
Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif dengan pendekatan penelitian menggunakan studi kasus. Maksud penelitian deskriptif adalah menggambarkan kondisi sistem jaringan transmisi pada wilayah Desa Bonebobakal, Lomba dan Poroan

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan debit air di mata air yang diperlukan di Kecamatan Lamala untuk perencanaan bak pengendapan dan bak penampungan.
- 2) Perencanaan kapasitas reservoir dan menghitung kebutuhan air.
- 3) Merencanakan bak pengendapan air bersih dan bak penampungan

Analisis kebutuhan air secara garis besar terbagi atas 2 (dua) kelompok dasar, yaitu konsumsi air untuk kebutuhan domestik dan industri (DMI).

Besar konsumsi air untuk pedesaan (bukan daerah rawa) menurut standar WHO adalah sebesar 60 liter/orang/hari, sedangkan untuk perkotaan didasarkan kepada data rata-rata konsumsi air penduduk kota yang diperoleh dari Pemerintah Daerah, yaitu sebesar 100 liter/orang/hari. Mengingat kebutuhan air bersih dari tahun ketahun meningkat secara terus menerus, maka sarana/sistem penyediaan air bersih yang sudah ada mungkin tidak dapat melayani kebutuhan air bersih pada masa yang akan datang sedangkan untuk merencanakan dan membangun sarana penyediaan air bersih tersebut memerlukan waktu yang tidak sedikit olehnya itu perlu memperkirakan berapa kebutuhan air pada masa yang akan datang, sehingga dengan demikian dapat mempersiapkan segala hal yang diperlukan untuk mendapatkan air bersih sesuai dengan kebutuhan pada masa yang akan datang



Gambar 3. Bagan Alir Kebutuhan Air

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Debit Andalan

Untuk pengambilan data ini, yaitu harus meninjau langsung lokasi penelitian, maka didapatkan data yaitu :

Tabel 2. Data Pengukuran

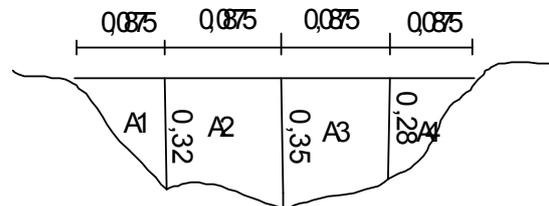
No	Panjang(m)	Waktu(dtk)	Valiran
1	0,35	0,7	0,25
2	0,35	0,7	0,25
3	0,35	0,7	0,25

$$\text{Valiran} = \left(\frac{0,25 + 0,25 + 0,25}{3} \right)$$

$$V \text{ aliran} = 0,25 \text{ m/dtk}$$

$$\text{Lebar atas penampang} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bawah penampang} = 0,30 \text{ m}$$



Gambar 4. Sketsa penampang sungai dengan kedalaman

Maka debit yang tersedia yaitu :

$$Q = V \times A$$

$$Q \text{ tersedia} = 0,0832 \times 0,25 = 0,0208 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Dari debit mata air digunakan untuk air bersih maka : $0,0208 \text{ m}^3/\text{dtk} = 20,1 \text{ ltr/dtk}$

b. Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam perencanaan suatu pengembangan air bersih perhitungan jumlah penduduk sangat dibutuhkan untuk mengetahui jumlah penduduk yang akan menghuni daerah yang akan direncanakan dimasa yang akan datang, kemudian memperkirakan jumlah kebutuhan air bersih secara umum yang mencakup sampai penetapan jangka waktu dimana proyeksi jumlah penduduk diperhitungkan.

Proyeksi jumlah penduduk pada suatu daerah, diperlukan data-data penduduk dari daerah tersebut untuk beberapa tahun sebelumnya, kemudian dari data-data tersebut diperoleh persentase rata-rata kenaikan jumlah penduduk setiap tahun. Dengan demikian proyeksi jumlah penduduk untuk beberapa tahun yang akan datang dapat diketahui.

Tabel 3. Jumlah dan pertumbuhan penduduk Desa, Bonebobakal, Lomba dan Pororan

No	Desa	Tahun					Jumlah Penduduk (Jiwa)
		2007	2008	2009	2010	2011	
1	Bonebobakal	416	421	428	431	439	2135
2	Lomba	679	413	606	689	701	3594
3	Pororan	633	640	644	656	668	3241

Sumber : Badan Pusat Statistik

1) Metode Geometrik

Desa Bonebobakal

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$r = \left(\frac{Po}{Pt} \right)^{1/t} - 1$$

$$r = \left(\frac{439}{416} \right)^{1/4} - 1 = 0,0135$$

Jadi, Pn = 439 (1 + 0,0135)⁵ = 470 Jiwa

2) Metode Aritmatika

$$Pn = P0 + n \cdot q$$

$$q = \left(\frac{Po - Pt}{t} \right)$$

$$q = \left(\frac{439 - 416}{4} \right) = 5,75 \text{ Jiwa/tahun}$$

Tabel 4. Perkiraan Jumlah Penduduk Desa Bonebobakal, Lomba dan Poroan Tahun 2011-2031 dari kedua metode

No	Desa	Metode Geometrik (Jiwa)				Metode Aritmatika (Jiwa)			
		2016	2021	2026	2031	2016	2021	2026	2031
1	Bonebobakal	470	502	537	575	468	479	525	554
2	Lomba	730	759	790	822	729	756	784	881
3	Poroan	714	764	817	874	712	756	799	843

Sumber : Hasil Perhitungan Data Sekunder Tahun 2013

c. Kebutuhan Air untuk Rumah Tangga

Dalam menentukan kebutuhan air rumah tangga didasarkan pada banyaknya jumlah pemakaian air serta presentase jumlah penduduk yang dilayani. Adapun pemakaian air bersih didasarkan pada sambungan rumah dan kran umum dan berdasarkan data dari PU Cipta Karya bahwa untuk suatu perencanaan sebaiknya dibagi menjadi 80% untuk sambungan rumah dan 20% untuk kran umum.

Tabel 5. Total Kebutuhan Air Bersih Untuk Rumah Tangga Tahun 2031

Desa	Sambungan Rumah m ³ /Hari	Kran Umum m ³ /Hari	Jumlah Kebutuhan m ³ /Hari
Bonebobakal	9,2	0,69	9,89
Lomba	13,2	0,99	14,19
Poroan	14	1,05	15,05
Jumlah	36,4	2,73	39,13

Sumber : Hasil Perhitungan Data Sekunder Tahun 2013

Standar pemakaian kebutuhan air bersih untuk perencanaan sampai tahun 2031 sebesar 100 liter/orang/hari dengan pelayanan 80% dari jumlah penduduk mendapatkan air bersih melalui sambungan rumah dan 20% dari jumlah penduduk yang terlayani melalui kran umum dengan standar 30 liter/orang/hari dengan asumsi 5 KK/rumah

d. Perencanaan Kapasitas Reservoir

Perhitungan volume reservoir dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Presentase volume reservoir :} \\ &= \sum \text{surplus}(\%) - \sum \text{defisit}(\%) \\ &= 31\% - 23\% \\ &= 8\% \end{aligned}$$

Volume reservoir

$$\text{Volume} = 8\% \times 3,1932 \text{ ltr/dtk} \times 86400 \text{ det}$$

$$\text{Volume} = 22071,398 \text{ ltr}$$

$$= 22,071 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume yang diambil} = 25 \text{ m}^3$$

Maka kapasitas reservoir yang digunakan untuk melayani Desa Bonebobakal, Lomba dan Poroan yaitu sebesar 25 m³. Tapi karena kebutuhan air domestik sampai pada tahun 2031 sebesar 39,13 m³/dtk diambil 50 m³/dtk maka kapasitas reservoir yang digunakan sebesar 50 m³/dtk. Reservoir yang digunakan dalam perencanaan ini adalah reservoir bawah (*Ground Reservoir*) yaitu reservoir yang penempatannya pada permukaan tanah.

Jadi, dimensi reservoir yang direncanakan adalah :

$$\text{Panjang (P)} = 500 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar (L)} = 500 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 200 \text{ cm}$$

Maka dimensi reservoir ini dapat menampung hingga 50 m³ air baku

e. Perencanaan Bak Pengendapan

Bak Pengendapan adalah bangunan pemisahan solid dari liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan *suspended solid*.

Direncanakan 1 bak sedimentasi dengan debit bak 0,020 m³/dtk, Luas pengendapan

$$A = \frac{Q}{v_o} = \frac{0,020 \text{ m}^3/\text{dtk}}{5,56 \times 10^{-4} \text{ m/dtk}} = 36 \text{ m}^2$$

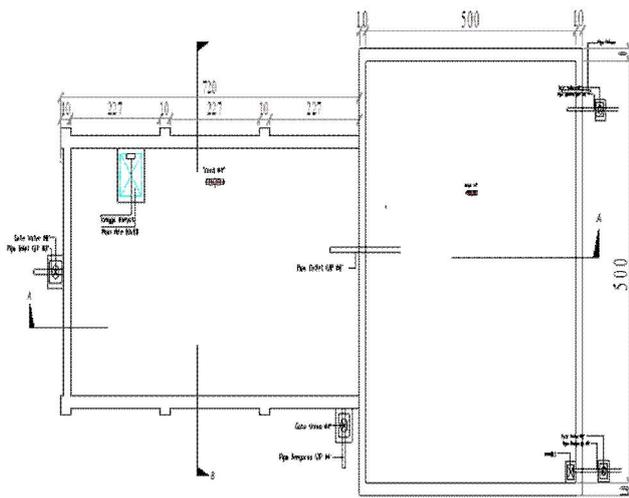
Dimensi zona :

$$L = 1,8 \text{ m} = 180 \text{ cm}$$

$$P = 7,2 \text{ m} = 720 \text{ cm}$$

$$H = 1,5 \text{ m} = 150 \text{ cm}$$

V = 7,2 × 1,8 × 1,5 = 19,44 m³/dtk diambil 20 m³/dtk. Maka volume bak pengendapan yang digunakan adalah : 20 m³/dtk.



Gambar 5. Denah Bak Pengendapan dan Bak Penampungan

KESIMPULAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan perhitungan diperoleh :

- 1) Dengan kebutuhan layanan yang didapat sebesar 20,1 ltr/dtk.
- 2) Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan dua (2) metode yaitu metode Geometric dan Aritmatic. Dari kedua metode untuk memperkirakan jumlah penduduk Kecamatan Lamala khususnya pada tiga desa yaitu Bonebobakal, Lomba dan Poroan pada akhir perencanaan. Maka metode yang digunakan yaitu metode Geometrik, karena dapat dilihat proyeksi penduduk pada ketiga desa yang terbesar yaitu 575, 822 dan 874 Jiwa hingga tahun 2031.
- 3) Kapasitas reservoir yang digunakan untuk melayani Desa Bonebobakal, Lomba dan Poroan yaitu sebesar 25 m³. Tapi karena kebutuhan air domestik sampai pada tahun 2031 sebesar 39,13 m³/dtk diambil 50 m³/dtk maka kapasitas reservoir yang digunakan sebesar 50 m³/dtk. Reservoir yang digunakan dalam perencanaan ini adalah reservoir bawah (*ground reservoir*) yaitu reservoir yang pada penempatannya pada permukaan tanah. Dan sedangkan kapasitas untuk bak pengendapan sebesar 20 m³.
- 4) Reservoir dan bak pengendapan terletak pada elevasi 144,93 m.
- 5) Dengan perbedaan elevasi layanan dan elevasi sumber air baku sekitar 128 m, maka sistem penyediaan air bersih di desa Bonebobakal, Lomba dan Poroan dapat menggunakan sistem gravitasi

b. Saran

Melihat dari hasil kesimpulan diatas, maka didapatkan beberapa hal yang kiranya dapat menjadi masukan dan bahan pertimbangan, yaitu

- 1) Perlu adanya bangunan penangkap air bersih untuk menampung air sebelum di salurkan ke instalasi pengolahan air agar menjaga debit tetap konstan.
- 2) Perlu adanya pembuatan kantong lumpur untuk menguras sedimen yang berasal dari mata air.
- 3) Dalam perencanaan ini sebaiknya adanya pembangunan berkelanjutan dari pihak-pihak yang bersangkutan agar perencanaan dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2008, *Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*, BSN, Jakarta.
- Bambang, 1994, *Definisi Bak Penampung/Reservoir*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1997.
- Daud, Anwar dan Rosmna, 2001, *Penyediaan Air Bersih*, Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat UNHAS, Makassar.
- Direktorat Jendral Cipta Karya, 1997, *Spesifikasi Rencana Induksi Sistem Penyediaan Air Minum*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Cipta Karya, 1997, *Spesifikasi Teknis Unit Distribusi dan Pelayanan Sistem Air Minum*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yatno, H., 2010, *Perencanaan Pengolahan Air Bersih Kecamatan*, Skripsi
- Said, N.U., 2008, *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Jakarta.
- Tri Joko, T., 2010, *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, 2010, *Persyaratan Kualitas Air Minum*, Jakarta.
- Sutrisno dan Totok, C., 2000, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta