

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA DUMOGA II KECAMATAN DUMOGA TIMUR KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW

Tio Herdin Rismawanto

Alex Binilang , Fuad Halim

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: tio.rismawanto@gmail.com

ABSTRAK

Desa Dumoga II terletak di Kecamatan Dumoga Timur Kabupaten Bolaang Mongondow yang saat ini belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari masyarakat mengandalkan air sumur, namun pada musim hujan sumur warga menjadi keruh sedangkan pada musim kemarau sumur warga menjadi kering. Desa ini memiliki potensi mata air yang dinamakan mata air Mobulu-Bulu, namun belum dimanfaatkan karena jarak yang akan di tempuh cukup jauh serta medan yang sulit untuk dilalui. Sehingga perlu dibuat suatu sistem penyediaan air bersih yang baik dan bisa melayani masyarakat.

Proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 20 tahun kedepan dihitung menggunakan metode regresi eksponensial, diperoleh sebanyak 2049 jiwa. Sehingga didapat kebutuhan air bersih desa Dumoga II yaitu 0,859 liter/detik atau 36,225 liter/orang/hari hingga tahun 2035. Dari debit mata air yang tersedia sebesar 1,718 liter/detik. Maka dapat dipastikan bahwa kebutuhan air dapat dipenuhi.

Perencanaan sistem air bersih dilakukan dengan cara menangkap air dari mata air Mobulu-bulu dengan menggunakan bangunan penangkap mata air (broncaptering) kemudian disalurkan dengan sistem gravitasi (gravity system) ke reservoir distribusi, selanjutnya air didistribusikan ke penduduk melalui hidran umum dengan sistem gravitasi. Ukuran broncaptering (2 x 1,25 x 1,25) m dan ukuran reservoir distribusi (5 x 4 x 4,5) m. Jenis pipa yang digunakan adalah HDPE. Untuk menganalisis sistem perpipaan distribusi, menggunakan program Epanet 2.0. Perencanaan ini sesuai dengan tujuan yaitu dapat menyediakan dan memenuhi kebutuhan air bersih di desa Dumoga II.

Kata kunci : *Desa Dumoga II, Hidran Umum, Perencanaan Sistem Air Bersih*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting di mana keberadaannya sangat dibutuhkan baik di musim kemarau maupun di musim penghujan. Air bersih yang dibutuhkan oleh masyarakat sebagai kebutuhan sehari-hari harus memenuhi berbagai persyaratan, terutama kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Pengaruh dari ketersediaan air bersih tidak hanya pada kebutuhan rumah tangga, tetapi berpengaruh pada sektor sosial, ekonomi, maupun fasilitas umum, seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk. Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan beragamnya aktivitas maka kebutuhan akan air semakin meningkat. Melihat besarnya peranan dan fungsi air bersih sangat penting bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Sampai saat ini, penyediaan air bersih untuk masyarakat masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai

saat ini belum dapat di atasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat, terutama di daerah perdesaan.

Desa Dumoga II adalah desa yang terletak di Kecamatan Dumoga Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow yang memiliki 3 dusun dengan luas desa 485 Ha, dengan jumlah penduduk pada tahun 2015 adalah 758 jiwa. Sebagian besar penduduk berprofesi sebagai petani. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari masyarakat mengandalkan air sumur, kelemahan dari pada air sumur di desa Dumoga II pada musim kemarau banyak sumur warga mengalami kekeringan sedangkan pada musim penghujan seringkali air menjadi keruh bercampur tanah.

Di desa ini terdapat mata air yaitu mata air Mobulu-Bulu yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat petani di sekitarnya untuk kebutuhan sehari-hari, mata air Mobulu-Bulu terletak di

lokasi kawasan hutan lindung yang berdekatan dengan perkebunan warga desa Dumoga II. Berdasarkan informasi dari masyarakat mata air ini tidak pernah mengalami kekeringan walaupun musim kemarau. Jarak mata air Mobulu-Bulu ± 4 km dari desa, jarak yang cukup jauh dan terletak di puncak gunung dengan medan yang cukup sulit untuk dilalui yang mengakibatkan masyarakat susah untuk menjangkau dan memanfaatkan air bersih tersebut. Sampai saat ini desa Dumoga II belum tersedia sistem pelayanan air bersih.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka dapat dirumuskan permasalahannya yakni tidak ada sistem pelayanan air bersih di desa Dumoga II, sehingga perlu direncanakan sistem penyediaan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.

Pembatasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis kebutuhan air bersih sampai 20 tahun ke depan.
2. Sistem pelayanan air bersih sebatas hidran-hidran umum (HU).
3. Perhitungan konstruksi struktur bangunan air tidak diperhitungkan.
4. Analisis dan perencanaan sistem perpipaan menggunakan software Epanet 2.0.

Tujuan Penelitian

Untuk merencanakan sistem pelayanan air bersih yang mampu melayani kebutuhan masyarakat di desa Dumoga II sampai pada tahun 2035.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan menjadi pertimbangan kepada pihak-pihak yang berkepentingan mengenai penyediaan kebutuhan air bersih di desa Dumoga II guna menunjang aktivitas sehari-hari masyarakat.

LANDASAN TEORI

Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Analisis pertumbuhan penduduk dilakukan dengan 3 model analisis, yakni :

1. Analisis regresi linear
2. Analisis regresi logaritma
3. Analisis regresi eksponensial

Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dimaksud adalah meliputi kebutuhan domestik dan non domestik.

1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air domestik adalah 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).

2. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan atau sekolah, tempat ibadah, dan lain sebagainya.

Kehilangan Air

Kehilangan air ditentukan dengan asumsi sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata di mana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Kebutuhan Air Total

Perhitungan kebutuhan air total berguna untuk menghitung jumlah debit yang dibutuhkan. Kebutuhan air total dihitung dengan cara kebutuhan air domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3	Lingkup Pelayanan	60-100 %
4	Perbandingan HU : SR	20:80 – 50:50
5	Kebutuhan Air Non Domestik (Sn)	5 %
6	Kehilangan Air Akibat Kebocoran	15 %
7	Faktor Puncak Untuk Harian Maksimum	1,5 Q _t
8	Pelayanan HU	100 orang /unit
9	Pelayanan SR	10 orang/unit
10	Jam Operasi	24 jam/hari
11	Aliran Maksimum HU	3000 l/hari
12	Aliran Maksimum SR	900 l/hari

Sumber : Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan,1990

Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum (*max day*) adalah kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan, dan tahun di mana kebutuhan airnya sangat tinggi.

Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari di mana kebutuhan airnya akan memuncak.

Berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan oleh Pedoman/Pentunjuk Teknik dan Manual Bagian 6 : Air Minum Perkotaan, NSPM Kimpraswil, 2002, kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 di kali dengan kebutuhan air total. Dan untuk kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,65-1,75 dikali dengan kebutuhan air total.

Sistem Transmisi Air Bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih.

Sistem Distribusi

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

Kehilangan Energi

Besarnya kehilangan energi akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan sebagai berikut :

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,87}} \times L \quad (1)$$

Dimana :

- D = Diameter pipa (m)
- L = Panjang pipa (m)
- C_{HW} = Koefisien Hazen – Williams
- Q = Debit (m³/det)

Simulasi Hidrolis

Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. *Epanet 2.0* adalah alat bantu analisis hidrolis yang di dalamnya terkandung kemampuan seperti pemodelan data terhadap variasi tipe dari *valve* termasuk *shutoff*, *check*, *pressure regulating*, dan *flow control valve*, sehingga menghasilkan sistem dasar yang dapat dioperasikan pada tangki sederhana, tekanan pada pipa, dan kecepatan aliran air pada pipa.

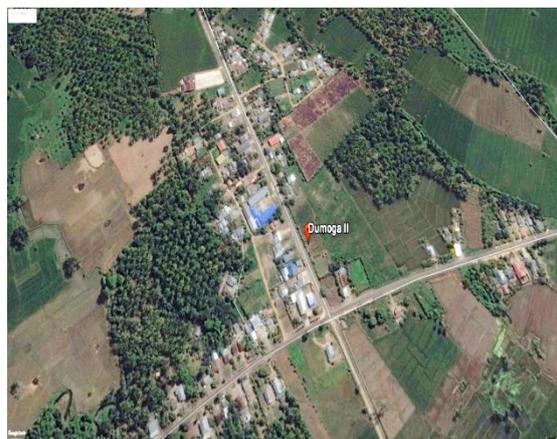
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Daerah yang termasuk dalam lingkup wilayah studi adalah wilayah desa Dumoga II

Kecamatan Dumoga Timur Kabupaten Bolaang Mongondow. Luas desa Dumoga II sebesar 485 Ha dengan jumlah penduduk pada tahun 2015 mencapai 758 Jiwa. Secara geografis wilayah desa Dumoga II berbatasan langsung dengan :

- Sebelah utara : Dumoga
- Sebelah Timur : Dumoga IV
- Sebelah Barat : Dumara
- Sebelah Selatan : Dumoga



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Kependudukan

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bolaang Mongondow, jumlah penduduk di desa Dumoga II pada tahun 2006 sampai 2015 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Penduduk Desa Dumoga II

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2006	489
2	2007	521
3	2008	549
4	2009	572
5	2010	593
6	2011	636
7	2012	661
8	2013	710
9	2014	730
10	2015	758

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Bolaang Mongondow

Kondisi Sumber Air

Debit pada tabel 3 didapat dari hasil pengukuran langsung dilapangan dengan menggunakan alat bantu berupa ember 8 liter wadah ukur 2 liter dan *stopwatch*. Air dari mata air ditampung pada ember 8 liter (air yang

ditampung jangan terisi penuh), selanjutnya dihitung berapa waktu air dan ukur berapa liter air yang terisi di ember tersebut. Jadi, volume air di ember 8 liter akan dibagi dengan waktu. Maka, akan didapat debit pada mata air.

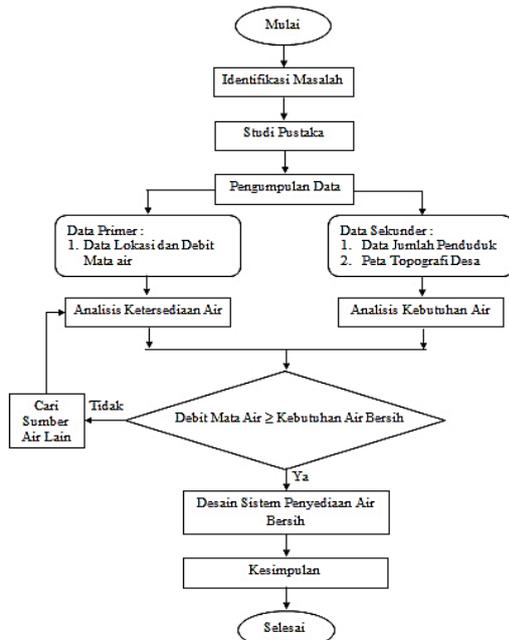
Tabel 3. Debit Mata Air

Nama Mata Air	Lokasi	Koordinat		Elevasi (meter)	Debit (liter/detik)
		N	E		
Mobulu-Bulu	Hutan Lindung Dumoga II	0°37'51.02"	124°2'29.72"	260	1,718

Kondisi Sumber Mata Air Mobulu-Bulu

Mata air Mobulu-bulu yang ada di desa Dumoga II kondisinya sangat mencukupi yaitu sebesar 1,718 liter/detik sedangkan kebutuhan masyarakat hanya 0,859 liter/detik pada 20 tahun ke depan.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Proyeksi Jumlah Penduduk

No.	Metode Analisis Regresi	y	Koefisien Korelasi [r]	Koefisien Determinasi [r ²]	Standar Error [Se]
1.	Linear	y = 455,27 + 30,297 x	0,997	0,994	7,530
2.	Logaritma	y = (443,951 + 117,813 ln x)	0,939	0,881	33,651
3.	Eksponensial	y = 470,123 x e ^{0,049x}	0,998	0,995	7,315

Setelah dihitung pertumbuhan jumlah penduduk menggunakan analisis regresi linier, logaritma dan eksponensial. Maka, dipilih hasil dari analisis regresi eksponensial karena memberikan nilai standard error terkecil yang berarti kesalahan baku yang terjadi lebih kecil dibandingkan 2 metode lainnya.

Syarat : $-1 \leq r \leq 1$. Sehingga dari hasil perhitungan dan perbandingan ketiga analisis regresi di atas, maka proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan yaitu analisis regresi eksponensial dengan nilai korelasi (r) yaitu 0,998. Dimana analisis regresi eksponensial memiliki nilai determinasi (r²) yang paling mendekati 1 yaitu 0,995 dan juga memiliki nilai *standard error* (Se) terkecil yaitu 7,315 . Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan analisis regresi eksponensial.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Dumoga II

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2016	806
2017	847
2018	890
2019	934
2020	981
2021	1031
2022	1083
2023	1137
2024	1194
2025	1254
2026	1317
2027	1384
2028	1453
2029	1526
2030	1603
2031	1684
2032	1768
2033	1857
2034	1951
2035	2049

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, kebutuhan air baku untuk pedesaan yaitu 30 liter/orang/hari. Pada tabel 6 disajikan kebutuhan air pedesaan dari tahun 2016 hingga tahun 2035.

Tabel 6. Kebutuhan Air Domestik Desa Dumoga II

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air	
	(Jiwa)	(liter/hari)	(liter/detik)
2016	806	24180	0,280
2017	847	25410	0,294
2018	890	26700	0,309
2019	934	28020	0,324
2020	981	29430	0,341
2021	1031	30930	0,358
2022	1083	32490	0,376
2023	1137	34110	0,395
2024	1194	35820	0,415
2025	1254	37620	0,435
2026	1317	39510	0,457
2027	1384	41520	0,481
2028	1453	43590	0,505
2029	1526	45780	0,530
2030	1603	48090	0,557
2031	1684	50520	0,585
2032	1768	53040	0,614
2033	1857	55710	0,645
2034	1951	58530	0,677
2035	2049	61470	0,711

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan untuk kebutuhan non-domestik angka persentase yang dipakai adalah sebesar 5%. Berikut ini adalah tabel 7 yang menyajikan perhitungan-perhitungan kebutuhan non-domestik.

Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Dumoga II

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik		Debit Kebutuhan Air Non Domestik	
	liter/hari	liter/detik	liter/hari	liter/detik
2016	24180	0,280	1209	0,014
2017	25410	0,294	1271	0,015
2018	26700	0,309	1335	0,015
2019	28020	0,324	1401	0,016
2020	29430	0,341	1472	0,017
2021	30930	0,358	1547	0,018
2022	32490	0,376	1625	0,019
2023	34110	0,395	1706	0,020
2024	35820	0,415	1791	0,021
2025	37620	0,435	1881	0,022
2026	39510	0,457	1976	0,023
2027	41520	0,481	2076	0,024
2028	43590	0,505	2180	0,025
2029	45780	0,530	2289	0,026
2030	48090	0,557	2405	0,028
2031	50520	0,585	2526	0,029
2032	53040	0,614	2652	0,031
2033	55710	0,645	2786	0,032
2034	58530	0,677	2927	0,034
2035	61470	0,711	3074	0,036

Analisis Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan kebocoran/kehilangan air

yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata di mana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 8. Kehilangan Air

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)		Kehilangan Air (Qa) Qa = (Qd + Qn) x 0,15	
	liter/hari	liter/detik	liter/hari	liter/detik	liter/hari	liter/detik
2016	24180	0,280	1209	0,014	3808	0,044
2017	25410	0,294	1271	0,015	4002	0,046
2018	26700	0,309	1335	0,015	4205	0,049
2019	28020	0,324	1401	0,016	4413	0,051
2020	29430	0,341	1472	0,017	4635	0,054
2021	30930	0,358	1547	0,018	4871	0,056
2022	32490	0,376	1625	0,019	5117	0,059
2023	34110	0,395	1706	0,020	5372	0,062
2024	35820	0,415	1791	0,021	5642	0,065
2025	37620	0,435	1881	0,022	5925	0,069
2026	39510	0,457	1976	0,023	6223	0,072
2027	41520	0,481	2076	0,024	6539	0,076
2028	43590	0,505	2180	0,025	6865	0,079
2029	45780	0,530	2289	0,026	7210	0,083
2030	48090	0,557	2405	0,028	7574	0,088
2031	50520	0,585	2526	0,029	7957	0,092
2032	53040	0,614	2652	0,031	8354	0,097
2033	55710	0,645	2786	0,032	8774	0,102
2034	58530	0,677	2927	0,034	9218	0,107
2035	61470	0,711	3074	0,036	9682	0,112

Analisis Kebutuhan Air Total

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

Tabel 9. Kebutuhan Air Total

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa)	Kebutuhan Air Total (Qt)
	liter/detik	liter/detik	liter/detik	liter/detik
2016	0,280	0,014	0,044	0,338
2017	0,294	0,015	0,046	0,355
2018	0,309	0,015	0,049	0,373
2019	0,324	0,016	0,051	0,392
2020	0,341	0,017	0,054	0,411
2021	0,358	0,018	0,056	0,432
2022	0,376	0,019	0,059	0,454
2023	0,395	0,020	0,062	0,477
2024	0,415	0,021	0,065	0,501
2025	0,435	0,022	0,069	0,526
2026	0,457	0,023	0,072	0,552
2027	0,481	0,024	0,076	0,580
2028	0,505	0,025	0,079	0,609
2029	0,530	0,026	0,083	0,640
2030	0,557	0,028	0,088	0,672
2031	0,585	0,029	0,092	0,706
2032	0,614	0,031	0,097	0,741
2033	0,645	0,032	0,102	0,779
2034	0,677	0,034	0,107	0,818
2035	0,711	0,036	0,112	0,859

Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas maka kebutuhan air total tahun 2035 mencapai 0,859 liter/detik atau 36,225 liter/orang/hari.

Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 di kali dengan kebutuhan air total.

Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,65-1,75 dikali dengan kebutuhan air total.

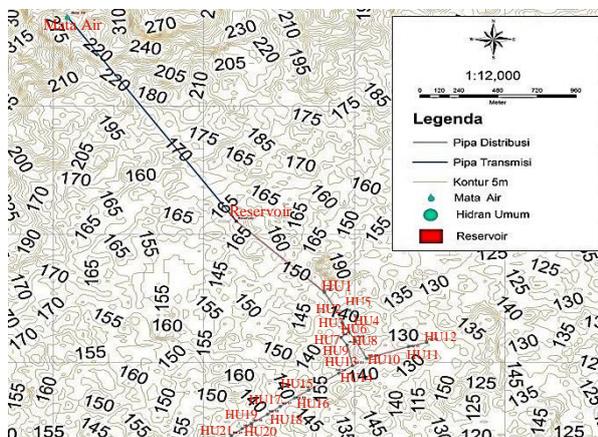
Tabel 10. Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Debit Total	Debit Harian Max	Debit Jam Puncak
	(Q _t)	(Q _m)	(Q _p)
	liter/detik	liter/detik	liter/detik
(1)	(2)	(3) = 1,25 x (2)	(4) = 1,75 x (2)
2016	0,338	0,422	0,591
2017	0,355	0,444	0,621
2018	0,373	0,466	0,653
2019	0,392	0,489	0,685
2020	0,411	0,514	0,720
2021	0,432	0,540	0,756
2022	0,454	0,568	0,795
2023	0,477	0,596	0,834
2024	0,501	0,626	0,876
2025	0,526	0,657	0,920
2026	0,552	0,690	0,966
2027	0,580	0,725	1,015
2028	0,609	0,762	1,066
2029	0,640	0,800	1,120
2030	0,672	0,840	1,176
2031	0,706	0,883	1,236
2032	0,741	0,927	1,297
2033	0,779	0,973	1,363
2034	0,818	1,022	1,431
2035	0,859	1,074	1,503

Desain Sistem Jaringan Air Bersih

Dalam *system plan* ini, jenis pipa yang akan digunakan dalam sistem transmisi sampai distribusi adalah pipa HDPE.

Untuk lebih jelasnya, rencana sistem (*system plan*) penyediaan air bersih di desa Dumoga II dapat dilihat pada gambar:



Gambar 3. Skema Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan di desa Dumoga II

Tabel 11. Elevasi Dan Jarak Pada *Node* Dan *Link*

Node	Elevasi (m)	Link	Jarak (m)
Broncaptering	260	Broncaptering - Res	1824
Reservoir	170	Reservoir - HU1	756
HU1	157,5	HU1 - HU2	144
HU2	147,5	HU2 - HU5	84
HU3	142,1	HU5 - HU4	48
HU4	140	HU2 - HU3	96
HU5	145	HU3 - HU6	72
HU6	147,5	HU6 - HU7	60
HU7	145,6	HU6 - HU8	60
HU8	145	HU7 - HU9	72
HU9	147,3	HU8 - HU10	156
HU10	140	HU10 - HU11	264
HU11	130	HU11 - HU12	108
HU12	135	HU9 - HU13	156
HU13	147,5	HU13 - HU14	96
HU14	148,3	HU14 - HU15	216
HU15	150	HU15 - HU16	96
HU16	147,1	HU16 - HU17	108
HU17	142	HU17 - HU18	96
HU18	145	HU18 - HU19	120
HU19	142	HU19 - HU20	72
HU20	141	HU20 - HU21	84
HU21	145		

Desain Hidrolis Hidran Umum

Berdasarkan ketentuan dari Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, 1990, untuk perencanaan hidran umum, kriteria pelayanan hidran umum 100 Jiwa/unit. Dengan perhitungan sebagai berikut:

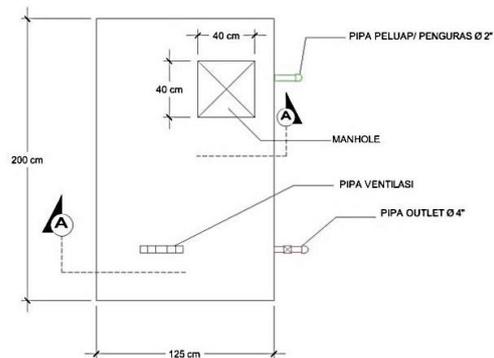
- Jumlah penduduk : 2049 Jiwa
- Jumlah hidran : 2049/100 = 20,49 ≈ 21 hidran
- Kebutuhan air jam puncak : 1,503 liter/detik
- Kebutuhan air tiap hidran : 1,503/21 = 0,07 liter/detik/HU

Desain Bangunan Penangkap Mata Air (*Broncaptering*)

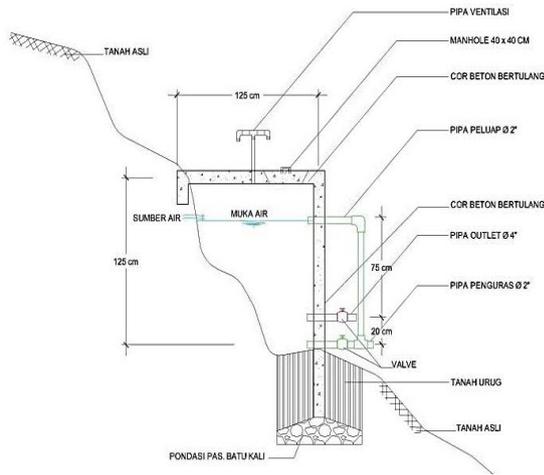
Broncaptering yaitu bangunan yang digunakan untuk menampung atau menangkap air yang ke luar dari mata air. Titik-titik mata air dibungkus, kemudian dari bangunan air yang dibentuk bak ini, air dialirkan ke bangunan reservoir yang ada.

Direncanakan dimensi *broncaptering* :

- Panjang = 2 meter
- Lebar = 1,25 meter
- Tinggi = 1,25 meter



Gambar 4. Tampak Atas Broncaptering



Gambar 5. Potongan A-A Broncaptering

Desain Hidrolis Reservoir

Reservoir direncanakan pada daerah ketinggian yang merupakan elevasi tertinggi dari lokasi ke desa agar bisa dialirkan secara gravitasi dan direncanakan berada dekat dengan daerah layanan agar mudah dikontrol. Perhitungan reservoir sebagai berikut.

Mata air ditampung di Broncaptering yang kemudian dialirkan ke reservoir dengan debit 1,718 liter/detik atau 6,185 m³/jam atau 148,435 m³/hari. Jumlah penduduk tahun 2035 adalah 2049 jiwa. Debit kebutuhan air total tahun 2035 adalah 0,859 liter/detik.

Berdasarkan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih didapat nilai *load factor* pada tabel berikut :

Tabel 12. Hasil Perhitungan Fluktuasi Pemakaian Air

Jam	Load Factor	Rekapitulasi Presentase Pemakaian Air (%)	Pemakaian Air Bersih Tahun 2035 (m ³ /hari)
00.00 - 01.00	0,3	1,2510	0,928
01.00 - 02.00	0,37	1,5430	1,145
02.00 - 03.00	0,45	1,8766	1,393
03.00 - 04.00	0,64	2,6689	1,981
04.00 - 05.00	1,15	4,7957	3,559
05.00 - 06.00	1,4	5,8382	4,333
06.00 - 07.00	1,53	6,3803	4,735
07.00 - 08.00	1,56	6,5054	4,828
08.00 - 09.00	1,41	5,8799	4,364
09.00 - 10.00	1,38	5,7548	4,271
10.00 - 11.00	1,27	5,2961	3,931
11.00 - 12.00	1,2	5,0042	3,714
12.00 - 13.00	1,14	4,7540	3,528
13.00 - 14.00	1,17	4,8791	3,621
14.00 - 15.00	1,18	4,9208	3,652
15.00 - 16.00	1,22	5,0876	3,776
16.00 - 17.00	1,31	5,4629	4,054
17.00 - 18.00	1,38	5,7548	4,271
18.00 - 19.00	1,25	5,2127	3,869
19.00 - 20.00	0,98	4,0867	3,033
20.00 - 21.00	0,62	2,5855	1,919
21.00 - 22.00	0,45	1,8766	1,393
22.00 - 23.00	0,37	1,5430	1,145
23.00 - 24.00	0,25	1,0425	0,774
Σ	23,98	100	74,218

Suplai merata dalam 24 jam dimana total suplai air dalam satu hari sama dengan total pemakaian dalam satu hari yaitu : 74,218 m³/hari. Maka perhitungan untuk kapasitas berguna pada bak penampung dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hitungan Kapasitas Berguna Dari Reservoir

Jam	Suplai (m ³ /jam)	Pemakaian Air Bersih (m ³ /hari)	Volume Air Di Reservoir (m ³)
00.00 - 01.00	6,185	0,928	5,257
01.00 - 02.00	6,185	1,145	10,296
02.00 - 03.00	6,185	1,393	15,089
03.00 - 04.00	6,185	1,981	19,293
04.00 - 05.00	6,185	3,559	21,919
05.00 - 06.00	6,185	4,333	23,771
06.00 - 07.00	6,185	4,735	25,220
07.00 - 08.00	6,185	4,828	26,577
08.00 - 09.00	6,185	4,364	28,398
09.00 - 10.00	6,185	4,271	30,312
10.00 - 11.00	6,185	3,931	32,566
11.00 - 12.00	6,185	3,714	35,037
12.00 - 13.00	6,185	3,528	37,694
13.00 - 14.00	6,185	3,621	40,258
14.00 - 15.00	6,185	3,652	42,791
15.00 - 16.00	6,185	3,776	45,200
16.00 - 17.00	6,185	4,054	47,331
17.00 - 18.00	6,185	4,271	49,245
18.00 - 19.00	6,185	3,869	51,561
19.00 - 20.00	6,185	3,033	54,713
20.00 - 21.00	6,185	1,919	58,979
21.00 - 22.00	6,185	1,393	63,771
22.00 - 23.00	6,185	1,145	68,811
23.00 - 24.00	6,185	0,774	74,222
		74,218	

Volume minimal = X

Pada volume minimal bak tepat kosong, 0 = X
X = 0

Volume maksimum = X + 74,222

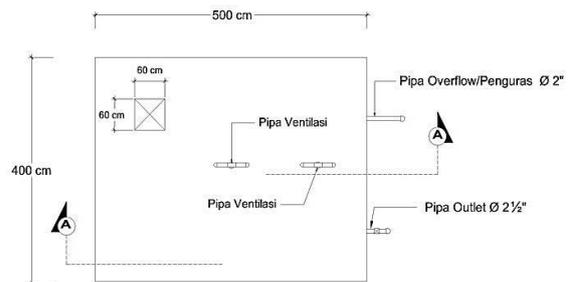
Kapasitas berguna Reservoir minimal

= 0 + 74,222 = 74,222 m³

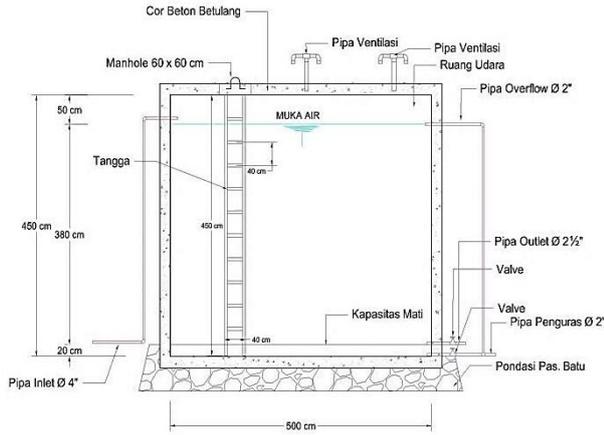
Diambil ukuran :

- Panjang dan Lebar = 5 m x 4 m
- Tinggi kapasitas berguna = 3,8 m
- Kapasitas berguna yang disiapkan = (5 x 4 x 3,8)m = 76 m³ > 74,222 m³

Diambil kapasitas mati reservoir distribusi 0,2 m dan tinggi ruang udara 0,5 m, sehingga total tinggi reservoir distribusi 4,5 m. Jadi ukuran reservoir distribusi (5 x 4 x 4,5) m.



Gambar 6. Tampak atas Reservoir



Gambar 7. Potongan A-A Reservoir

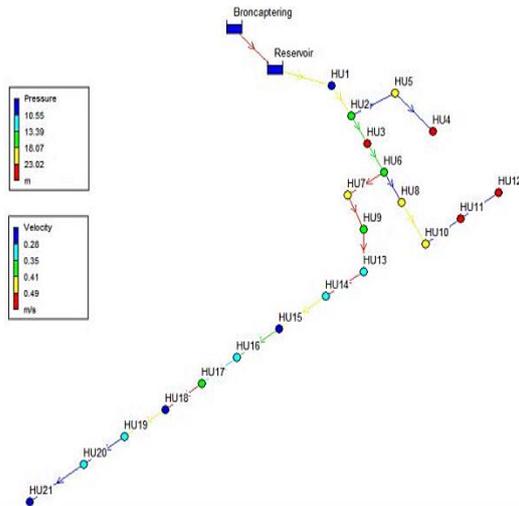
Desain Jaringan Perpipaan Transmisi dan Distribusi

Dalam penelitian ini untuk pipa transmisi dan distribusi dipilih pipa HDPE, mengingat pipa ini lebih ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, mencapai 100 m tanpa sambungan untuk diameter kecil.

Sistem Jaringan Pipa menggunakan Epanet 2.0

Untuk perhitungan jaringan distribusi air bersih menggunakan software Epanet 2.0.

Hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa desa Dumoga II adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Skema Sistem Perencanaan Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0

Tabel 14. Node Parameter Jaringan Air Bersih Dumoga II

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc HU1	157.5	0.07	166.22	8.72
Junc HU2	147.5	0.07	165.57	18.07
Junc HU5	145	0.07	165.10	20.10
Junc HU4	140	0.07	165.02	25.02
Junc HU3	142.1	0.07	165.24	23.14
Junc HU6	147.5	0.07	165.02	17.52
Junc HU8	145	0.07	164.86	19.86
Junc HU10	140	0.07	163.02	23.02
Junc HU11	130	0.07	161.55	31.55
Junc HU12	135	0.07	161.38	26.38
Junc HU7	145.6	0.07	163.94	18.34
Junc HU9	147.3	0.07	162.84	15.54
Junc HU13	147.5	0.07	160.89	13.39
Junc HU14	148.3	0.07	159.92	11.62
Junc HU15	150	0.07	158.22	8.22
Junc HU16	147.1	0.07	157.65	10.55
Junc HU17	142	0.07	157.20	15.20
Junc HU18	145	0.07	155.27	10.27
Junc HU19	142	0.07	153.85	11.85
Junc HU20	141	0.07	153.45	12.45
Junc HU21	145	0.07	153.32	8.32
Resvr Broncaptering	260	#N/A	260.00	0.00
Resvr Reservoir	170	#N/A	170.00	0.00

Tabel 15. Link Parameter Jaringan Air Bersih Desa Dumoga II

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe Broncap-Resv	1024	101.6	130	17.43	2.15	43.34
Pipe Res-HU1	756	63.5	130	1.47	0.46	5.00
Pipe HU1-HU2	144	63.5	130	1.40	0.44	4.56
Pipe HU2-HU5	84	25.4	130	0.14	0.28	5.57
Pipe HU5-HU4	48	25.4	130	0.07	0.14	1.54
Pipe HU2-HU3	96	63.5	130	1.19	0.38	3.38
Pipe HU3-HU6	72	63.5	130	1.12	0.35	3.02
Pipe HU6-HU8	60	38.1	130	0.28	0.25	2.79
Pipe HU8-HU10	156	25.4	130	0.21	0.41	11.80
Pipe HU10-HU11	264	25.4	130	0.14	0.28	5.57
Pipe HU11-HU12	108	25.4	130	0.07	0.14	1.54
Pipe HU6-HU7	60	38.1	130	0.77	0.68	18.16
Pipe HU7-HU9	72	38.1	130	0.70	0.61	15.22
Pipe HU9-HU13	156	38.1	130	0.63	0.55	12.52
Pipe HU13-HU14	96	38.1	130	0.56	0.49	10.07
Pipe HU14-HU15	216	38.1	130	0.49	0.43	7.86
Pipe HU15-HU16	96	38.1	130	0.42	0.37	5.91
Pipe HU16-HU17	108	38.1	130	0.35	0.31	4.22
Pipe HU17-HU18	96	25.4	130	0.28	0.55	20.10
Pipe HU18-HU19	120	25.4	130	0.21	0.41	11.80
Pipe HU19-HU20	72	25.4	130	0.14	0.28	5.57
Pipe HU20-HU21	84	25.4	130	0.07	0.14	1.54

Untuk membuktikan kesesuaian perhitungan dengan menggunakan Epanet 2.0, di bawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (H_f) pada pipa distribusi (dari HU 20 ke HU 21) dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet 2.0.

$$\Delta H = 141 - 145 = 4 \text{ m}$$

$$L = 84 \text{ m} = 0,084 \text{ km}$$

$$D = 25,4 \text{ mm} = 0,0254 \text{ m}$$

$$Q = 0,07 \text{ liter/detik} = 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C_{HW} = 130$$

a. Hitung Luas (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times 0,0254^2}{4} = 0,00051 \text{ m}^2$$

b. Hitung *headloss* (H_f)

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

$$= \frac{10,675 \times 0,00007^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,0254^{4,8704}} \times 84 = 0,12912 \text{ m}$$

$$\text{Headloss } (H_f) \text{ per km} = \frac{0,12912}{0,084} = 1,54 \text{ m/km}$$

c. Hitung kecepatan aliran

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,00007}{0,00051}$$

$$= 0,14 \text{ m/detik}$$

Dari analisis di atas, dapat dibandingkan hasil perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan *headloss* (H_f) dengan menggunakan analisis *software Epanet 2.0* dan perhitungan manual, memiliki hasil perhitungan yang sama.

Pembahasan

Pertumbuhan Penduduk

Untuk perhitungan jumlah penduduk di desa Dumoga II, dihitung dengan menggunakan tiga metode regresi yaitu regresi linier, logaritma, dan eksponensial. Dan metode yang digunakan dalam memperkirakan pertumbuhan penduduk untuk 20 tahun kedepan adalah metode regresi eksponensial. Proyeksi jumlah penduduk dihitung sampai 20 tahun kedepan, dan jumlah penduduk pada tahun 2035 adalah 2049 jiwa.

Kebutuhan dan Kehilangan Air

Analisis kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik dan non domestik. Dan untuk kebutuhan air domestik pada tahun 2035 sebesar 61470 liter/hari atau 0,711 liter/detik. Untuk kebutuhan air non domestik pada tahun 2035 sebesar 3074 liter/hari atau 0,036 liter/detik. Untuk kehilangan air pada tahun 2035 sebanyak 9682 liter/hari atau 0,112 liter/detik. Sehingga kebutuhan air total pada tahun 2035 adalah 0,859 liter/hari. Untuk kebutuhan air harian maksimum pada tahun 2035 adalah sebanyak 1,074 liter/detik. Dan untuk kebutuhan air jam puncak pada tahun 2035 sebanyak 1,503 liter/detik.

Ketersediaan Air

Sumber air yang digunakan dari penelitian ini adalah mata air Mobulu-Bulu. Debit yang dapat dimanfaatkan dari sumber air ini sebesar 1,718 liter/detik. Dan kebutuhan air total sampai 20 tahun kedepan sebesar 74225 liter/hari atau 0,859 liter/detik. Sehingga sumber air ini masih cukup untuk melayani masyarakat di desa

Dumoga II sampai 20 tahun kedepan yaitu pada tahun 2035.

Sistem Jaringan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem jaringan air bersih di desa Dumoga II untuk tipe pengaliran menggunakan tipe pengaliran gravitasi (*gravity system*).

Sumber air yang direncanakan adalah mata air yang dinamakan mata air Mobulu-Bulu yang berada pada elevasi ± 260 m. Pada mata air ini, digunakan Broncaptering untuk menangkap air lalu dialirkan secara gravitasi ke reservoir yang berada pada elevasi ± 170 m.

Kapasitas Reservoir yang direncanakan adalah 76 m^3 dengan dimensi panjang = 5 m, lebar = 4 m, dan tinggi = 4,5 m. Dari Reservoir air dialirkan melalui pipa distribusi ke daerah pelayanan yang direncanakan menggunakan program EPANET 2.0, setelah dihitung menggunakan EPANET 2.0 didapat ukuran pipa bervariasi yaitu mulai dari 2 $\frac{1}{2}$ " , 1 $\frac{1}{2}$ " , 1".

Hidran umum direncanakan berdasarkan standar/kriteria penyediaan air perdesaan yaitu 100 jiwa/hidran umum, maka untuk memenuhi kebutuhan 2049 jiwa penduduk desa Dumoga II maka direncanakan hidran umum sebanyak 21 buah. Lokasi hidran umum direncanakan mengikuti pola persebaran rumah penduduk.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Dumoga II Kecamatan Dumoga Timur sampai tahun 2035 dengan total kebutuhan sebesar 0,859 liter/detik atau 36,225 liter/orang/hari .
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan analisa regresi eksponensial karena memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error* (Se) terkecil.
3. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan *broncaptering* dengan ukuran $2\text{m} \times 1,25\text{m} \times 1,25\text{m}$.
4. Air dialirkan secara gravitasi ke *reservoir* yang berukuran $5\text{m} \times 4\text{m} \times 4,5\text{m}$.
5. Untuk mengalirkan air dari *broncaptering* ke *reservoir* digunakan pipa yang berdiameter 4". Setelah air mencapai reservoir, air tersebut di alirkan ke hidran-hidran umum

dengan pipa yang berukuran $2\frac{1}{2}$ " , $1\frac{1}{2}$ " , dan 1".

6. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 21 buah hidran umum yang tersebar di desa Dumoga II.

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 :

1. Harus dilakukan pemeliharaan terhadap daerah disekitar mata air, agar di masa yang akan datang, debit dari mata air tidak mengalami penurunan.
2. Harus diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi serta pemeliharaan instalasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Irianto, 2004, *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Prenada Media, Jakarta, hal 158;182;186;187.
- Anonimus, 1990, *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta.
- Anonimus, 2010, Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, <https://www.slideshare.net/metrosanita/permenkes-492-tahun-2010> tentang-persyaratan-kualitas-air-minum
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrolika II*, Beta Offset, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, hal 51.
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, hal 2-4.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Bolaang Mongondow, 2016. Data Penduduk Desa Dumoga II tahun 2006-2015.
- Ibnu Heriyanti, dkk, (1997). *Rekayasa Lingkungan*, Gunadarma, Jakarta. Hal. 27-32.
- NSPM Kimpraswil, 2002, *Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 6, Air Minum Perkotaan*, Edisi Pertama, Jakarta.
- Radiana Triatmadja, 2007, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta, hal 2-17;2-18;2-19;3-37;3-38;3-39.
- Tanudjaja L, 2011, *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal 57-61;66-68;71-74

