

## PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA SULUUN SATU KECAMATAN SULUUN TARERAN KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Pingkan Esterina Tampanguma

Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [pingkanesterina@gmail.com](mailto:pingkanesterina@gmail.com)

### ABSTRAK

*Sistem penyediaan air bersih di Desa Suluun Satu yang terletak di Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan belum dapat menjangkau seluruh warga secara merata, karena pada saat musim panas sebagian sumur warga di dekat rumah akan mengalami kekeringan. Di Desa Suluun Satu terdapat sumber mata air yang berpotensi untuk dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air bersih dalam memenuhi kebutuhan air bersih setiap hari. Sehingga perlu direncanakan suatu sistem penyediaan air bersih.*

*Sistem penyediaan air bersih direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Suluun Satu sampai tahun 2034. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan analisis regresi eksponensial. Debit mata air sebesar 0,486 lt/det. Dari hasil perhitungan, prediksi jumlah penduduk Desa Suluun Satu sampai tahun 2034 berjumlah 1109 jiwa dan untuk kebutuhan air bersih mencapai 0,4650 lt/det. Perencanaan sistem penyediaan air bersih yaitu menampung air dari mata air yang terletak di Desa Suluun Satu, kemudian dengan menggunakan pompa air akan dinaikkan ke reservoir distribusi, selanjutnya dari reservoir distribusi air akan didistribusikan ke penduduk melalui 11 Hidran Umum dengan sistem gravitasi. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa HDPE. Untuk mendesain sistem penyediaan air bersih perpipaan menggunakan software Epanet 2.0.*

**Kata kunci :** *Desa Suluun Satu, Kebutuhan Air, Perencanaan Sistem penyediaan Air Bersih.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia sehingga ketersediaan air bersih sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Penyediaan air bersih tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, tetapi juga sangat berkaitan dengan kebutuhan air untuk sarana-sarana umum, sosial dan ekonomi sesuai dengan pertambahan jumlah penduduk.

Semakin banyak jumlah penduduk maka semakin meningkat pula kebutuhan akan air bersih. Di daerah pedesaan banyak pelayanan air bersih yang belum dapat memenuhi tingkat kebutuhan air bersih, sehingga sangat diperlukan adanya sistem penyediaan air bersih. Sistem penyediaan air bersih sangat penting dalam upaya pemenuhan kebutuhan air bersih, karena melalui kualitas dan kuantitas yang mencukupi dalam perencanaan diharapkan mampu menjangkau seluruh daerah pelayanan.

Desa Suluun Satu adalah salah satu Desa yang terletak di Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten

Minahasa Selatan, dimana penduduk di Desa ini banyak yang belum mendapatkan pelayanan air bersih secara merata. Bagian Utara Desa Suluun Satu berbatasan dengan Desa Tangkunei, bagian Selatan berbatasan dengan Desa Pinapalangkow, bagian Timur berbatasan dengan Desa Suluun Tiga, bagian Barat berbatasan dengan Desa Suluun Dua dan Suluun Empat. Sesuai dengan data yang didapat, luas Desa adalah 335 Ha, dengan jumlah penduduk 1057 jiwa. Sebagian besar pekerjaan penduduk di Desa Suluun Satu sebagai Petani.

Di Desa Suluun Satu masyarakat mengandalkan sumur yang terletak di sekitar rumah untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari. Namun tidak semua rumah memiliki sumur, hanya sebagian dari masyarakat Desa Suluun Satu.

Pada saat musim panas sumur warga sering mengalami kekeringan, sehingga masyarakat menggunakan mata air yang terletak di Desa Suluun Satu sebagai sumber air utama karena mata air ini tidak pernah kering. Dahulu masyarakat sudah membuat bak penampungan

air bersih di lokasi mata air. Karena air dalam bak penampungan tidak disalurkan ke rumah-rumah warga, sehingga warga harus mengambil air langsung pada bak penampungan dengan berjalan kaki  $\pm$  150 meter dari rumah warga. Kondisi letak mata air cukup terjal dan banyak ditumbuhi pepohonan.

Pada beberapa waktu yang lalu, pemerintah telah mengadakan program penyediaan air bersih melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Minahasa Selatan untuk memudahkan masyarakat mendapatkan air bersih, namun hingga saat ini pelayanan PDAM tersebut tidak pernah berfungsi. Melihat kondisi yang ada, maka diperlukan Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Suluun Satu dengan menggunakan sumber mata air yang ada di desa ini.

### Rumusan Masalah

1. Mengacu pada latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu dengan adanya perkembangan, maka kebutuhan air bersih meningkat lebih besar dari ketersediaan air.
2. Belum tersedianya sistem jaringan air bersih yang baik, sehingga perlu adanya sistem penyediaan air bersih agar kebutuhan air bersih dapat terpenuhi.

### Pembatasan Masalah

1. Sumber air baku yang dimanfaatkan adalah mata air.
2. Sistem pengolahan air bersih tidak dibahas.
3. Struktur bangunan air tidak diperhitungkan.
4. Sistem pelayanan air bersih sebatas Hidran Umum.
5. Perencanaan kebutuhan air bersih untuk proyeksi 20 tahun ke depan.

### Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Suluun Satu sampai 20 tahun kedepan.
2. Merencanakan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Suluun Satu.

### Manfaat Penelitian

1. Dengan adanya sistem penyediaan air bersih, kiranya dapat membantu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Desa Suluun Satu.
2. Sebagai masukan kepada pihak yang berkepentingan dalam mengembangkan sistem jaringan air bersih.

## LANDASAN TEORI

### Kebutuhan Air

#### *Pertumbuhan Jumlah Penduduk*

Dalam memprediksi pertumbuhan penduduk sampai 20 tahun ke depan digunakan analisis resesi.

Model analisa regresi yang dilakukan yaitu :

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

#### *Kebutuhan Air Domestik dan Non-Domestik* Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi penduduk untuk kepentingan hidup sehari-hari. Selain untuk memenuhi kebutuhan makanan dan minuman yang dikonsumsi, air bersih juga diperlukan untuk berbagai kepentingan yang merupakan kebutuhan pokok seperti: mandi dan mencuci, menyiram tanaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet) juga untuk kebersihan lingkungan lainnya.

#### Kebutuhan Air 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 juga untuk keperluan komersil seperti perkantoran, restoran, hotel, pertokoan, pasar dan lain-lain. Selain itu juga untuk keperluan industri, pariwisata, pelabuhan dan perhubungan.

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 Layanan	60 - 100 %
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 x Qr
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 ttahun

Sumber : Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990

**Kehilangan Air**

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih tidak menutup kemungkinan terjadi kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi. Kehilangan air ditentukan dengan asumsi sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

**Sistem Penyediaan Air Bersih**

**Sistem Transmisi**

Sistem transmisi air baku adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke lokasi pengolahan air atau ke titik awal jaringan distribusi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan sistem transmisi yaitu sebagai berikut :

- Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi
- Menentukan tempat bak pelepas tekan
- Menghitung panjang dan diameter pipa
- Jalur pipa sebaiknya mengikuti jalan raya dan dipilih jalur yang tidak memerlukan banyak perlengkapan.
- Perlengkapan yang ada pada sistem transmisi perpipaan air bersih adalah: Wash out, Air valve, Blow off, Gate valve, Pompa.

**Pompa**

Dalam suatu perencanaan sistem jaringan air bersih, salah satu alat yang penting adalah pompa. Pompa dapat digunakan atau dipandang sebagai alat untuk menambah debit dan tekanan. Pada sistem transmisi atau distribusi, perlu menggunakan pompa jika kondisi daerah yang direncanakan memiliki elevasi sumber air yang lebih rendah dari pemukiman.

**Sistem Distribusi**

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

**Kehilangan Tenaga**

Besarnya kehilangan tenaga akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan dengan persamaan:

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,8704}} \times L \tag{1}$$

Dimana :

- D = Diameter pipa (m)
- L = Panjang pipa (m)
- C<sub>HW</sub> = Koefisien Hazen – Williams
- Q = Debit (m<sup>3</sup>/det)

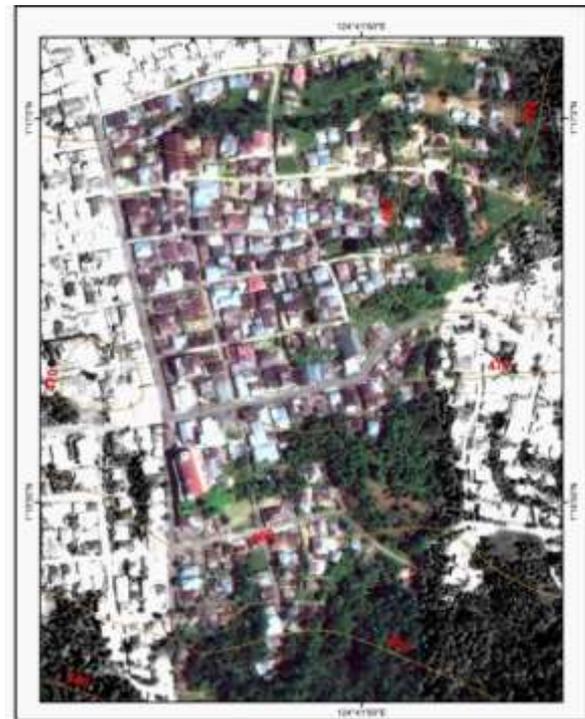
**Software Epanet 2.0**

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. EPANET menajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Desa Suluun Satu adalah salah satu desa yang terletak di Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan. Desa Suluun Satu merupakan daerah pemekaran dari Suluun Raya yang terhitung sejak tahun 2007. Desa Suluun Satu memiliki luas 335 Ha dengan jumlah penduduk sampai tahun 2014 mencapai 1057 jiwa.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Desa Suluun Satu

**Kependudukan**

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kecamatan Suluun Tareran, jumlah Penduduk Desa Suluun Satu mulai tahun 2007 sampai

tahun 2014 adalah 1057 jiwa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Penduduk Desa Suluun 1 dari tahun 2007-2014

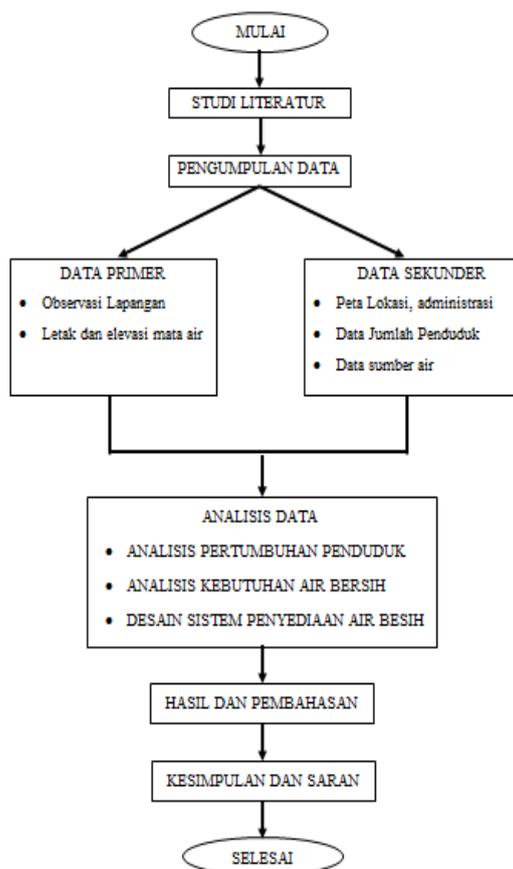
No.	Tahun (x)	Jumlah Penduduk (y)
1	2007	1035
2	2008	1039
3	2009	1041
4	2010	1043
5	2011	1045
6	2012	1047
7	2013	1049
8	2014	1057

Sumber : Data Kecamatan Suluun Tareran

### Sumber Air Bersih

sumber air yang dimanfaatkan adalah mata air yang terletak di Desa Suluun Satu dengan debit mata air sebesar 0,486 lt/det.

### Bagan Alir



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Proyeksi Jumlah Penduduk

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Analisis Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Y	Koefisien Korelasi [r]	Koefisien Determinasi [r <sup>2</sup> ]	Standard Error [Se]
1	Linier	$1032,5 + 2,67x$	0,969125	0,939203	1,79505
2	Logaritma	$1032,9 + 8,74784 \ln x$	0,012926	0,853434	2,9712
3	Ekspensial	$1032,559 \cdot e^{0,002551x}$	0,969748	0,940412	1,78627

Berdasarkan hasil analisis diatas diketahui trend regresi terbaik dengan nilai koefisien korelasi dan koefisien determinasi yang hampir mendekati 1 dan standard error terkecil adalah Analisis Regresi Ekspensial.

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Suluun Satu Tahun 2015-2034 dengan Analisis Regresi Ekspensial

Tahun	X	Jumlah Penduduk (Y)
2015	9	1057
2016	10	1059
2017	11	1062
2018	12	1065
2019	13	1067
2020	14	1070
2021	15	1073
2022	16	1076
2023	17	1078
2024	18	1081
2025	19	1084
2026	20	1087
2027	21	1089
2028	22	1092
2029	23	1095
2030	24	1098
2031	25	1101
2032	25	1103
2033	27	1106
2034	28	1109

$Y=1032,559 \cdot e^{0,002551x}$

### Kebutuhan Air Domestik

Proyeksi kebutuhan air bersih di Desa Suluun Satu sampai tahun 2034 didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk yang ada di daerah penelitian. Berdasarkan pada Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, maka tingkat kebutuhan air bersih rata-rata rumah tangga adalah sebesar 30 lt/orang/hari untuk kota pusat pertumbuhan.

Tabel 5. berikut ini adalah kebutuhan air bersih di Desa Suluun Satu untuk tahun 2015.

Tabel 5. Kebutuhan Air Domestik  
Desa Suluun Satu

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk (Liter/Hari)
	(Jiwa)	(Jumlah Penduduk x 30)
2015	1057	31710
2016	1059	31770
2017	1062	31860
2018	1065	31950
2019	1067	32010
2020	1070	32100
2021	1073	32190
2022	1076	32280
2023	1078	32340
2024	1081	32430
2025	1084	32520
2026	1087	32610
2027	1089	32670
2028	1092	32760
2029	1095	32850
2030	1098	32940
2031	1101	33030
2032	1103	33090
2033	1106	33180
2034	1109	33270

**Kebutuhan Air Non-Domestik**

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan untuk fasilitas pelayanan umum, seperti sekolah, kantor, rumah sakit atau puskesmas, tempat ibadah dan sebagainya. Untuk perencanaan di Desa Suluun Satu kebutuhan non-domestik diambil sesuai standar perencanaan dari pedoman teknis air bersih IKK pedesaan, yaitu angka presentase yang dipakai sebesar 5% dari kebutuhan domestik.

Tabel 6. Kebutuhan Air Non Domestik  
Desa Suluun Satu

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik Qu = (Qd x 0,05)	
	Liter/Hari	Liter/Detik	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	31710	0,3670	1586	0,0184
2016	31770	0,3677	1589	0,0184
2017	31860	0,3688	1593	0,0184
2018	31950	0,3698	1598	0,0185
2019	32010	0,3705	1601	0,0185
2020	32100	0,3715	1605	0,0186
2021	32190	0,3726	1610	0,0186
2022	32280	0,3736	1614	0,0187
2023	32340	0,3743	1617	0,0187
2024	32430	0,3753	1622	0,0188
2025	32520	0,3764	1626	0,0188
2026	32610	0,3774	1631	0,0189
2027	32670	0,3781	1634	0,0189
2028	32760	0,3792	1638	0,0190
2029	32850	0,3802	1643	0,0190
2030	32940	0,3813	1647	0,0191
2031	33030	0,3823	1652	0,0191
2032	33090	0,3830	1655	0,0191
2033	33180	0,3840	1659	0,0192
2034	33270	0,3851	1664	0,0193

**Analisa Kehilangan Air**

Kehilangan air sangat tergantung pada sistem distribusi yang dipakai dan juga pemeliharaan dari sistem tersebut. Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan kehilangan air yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik. Untuk perhitungan kehilangan air dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7. Kehilangan Air Desa Suluun Satu

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non-Domestik (Qn) Qn= (Qd X 0,05)		Kehilangan Air (Qa) Qa = (Qd + Qn) x 0,15	
	Liter/Hari	Liter/Detik	Liter/Hari	Liter/Detik	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	31710	0,3670	1586	0,0184	4994	0,0578
2016	31770	0,3677	1589	0,0184	5004	0,0579
2017	31860	0,3688	1593	0,0184	5018	0,0581
2018	31950	0,3698	1598	0,0185	5032	0,0582
2019	32010	0,3705	1601	0,0185	5042	0,0584
2020	32100	0,3715	1605	0,0186	5056	0,0585
2021	32190	0,3726	1610	0,0186	5070	0,0587
2022	32280	0,3736	1614	0,0187	5084	0,0588
2023	32340	0,3743	1617	0,0187	5094	0,0590
2024	32430	0,3753	1622	0,0188	5108	0,0591
2025	32520	0,3764	1626	0,0188	5122	0,0593
2026	32610	0,3774	1631	0,0189	5136	0,0594
2027	32670	0,3781	1634	0,0189	5146	0,0596
2028	32760	0,3792	1638	0,0190	5160	0,0597
2029	32850	0,3802	1643	0,0190	5174	0,0599
2030	32940	0,3813	1647	0,0191	5188	0,0600
2031	33030	0,3823	1652	0,0191	5202	0,0602
2032	33090	0,3830	1655	0,0191	5212	0,0603
2033	33180	0,3840	1659	0,0192	5226	0,0605
2034	33270	0,3851	1664	0,0193	5240	0,0606

**Analisa Kebutuhan Air Total**

Kebutuhan air total merupakan jumlah dari kebutuhan air domestik ditambah kebutuhan air non-domestik dan ditambah jumlah kehilangan air. (Tabel 8)

Berdasarkan perhitungan pada tabel 8, maka kebutuhan air total untuk 20 tahun mendatang (Tahun 2034) mencapai 0,4650 lt/det atau 36,227 lt/org/hari.

**Desain Sistem Penyediaan Jaringan Air Bersih Desain Hidrolis Hidran Umum**

Standar yang digunakan dalam perencanaan hidran umum yang akan dibangun adalah menggunakan standar sesuai Pedoman Perencanaan Air Bersih PU Cipta Karya seperti pada Tabel 2.1. Sesuai standar tersebut dicantumkan bahwa jumlah jiwa per Hidran Umum (HU) untuk jumlah penduduk < 20.000 jiwa di daerah pedesaan adalah 100–200

jiwa/unit. Jumlah Hidran Umum untuk daerah layanan dihitung sebagai berikut :

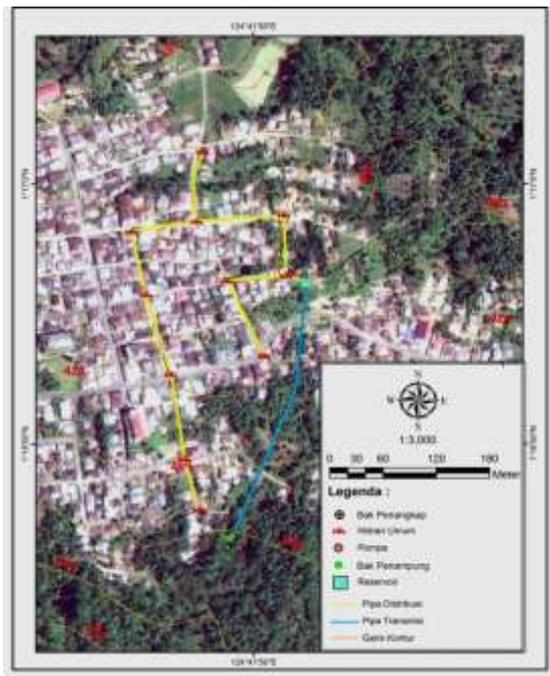
$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk} &= 1109 \text{ jiwa} \\ \text{Jumlah hidran umum} &= \text{JumlahPenduduk}/100 \\ &= 1109/100 \\ &= 11,09 \approx 11 \text{ HU} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air untuk tiap HU} &= \frac{0,465 \text{ ltr/det}}{11} \\ 1 \text{ HU} &= 0,0423 \text{ ltr/det/HU} \end{aligned}$$

Tabel 8. Kebutuhan Air Total

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Debit Kebutuhan Air Non-Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa)	Debit Total (Qt)
	(Liter/Detik)	(Liter/Detik)	(Liter/Detik)	Qt = Qd+Qn+Qa (Liter/Detik)
2015	0,3670	0,0184	0,0578	0,4432
2016	0,3677	0,0184	0,0579	0,4440
2017	0,3688	0,0184	0,0581	0,4453
2018	0,3698	0,0185	0,0582	0,4465
2019	0,3705	0,0185	0,0584	0,4474
2020	0,3715	0,0186	0,0585	0,4486
2021	0,3726	0,0186	0,0587	0,4499
2022	0,3736	0,0187	0,0588	0,4511
2023	0,3743	0,0187	0,0590	0,4520
2024	0,3753	0,0188	0,0591	0,4532
2025	0,3764	0,0188	0,0593	0,4545
2026	0,3774	0,0189	0,0594	0,4557
2027	0,3781	0,0189	0,0596	0,4566
2028	0,3792	0,0190	0,0597	0,4578
2029	0,3802	0,0190	0,0599	0,4591
2030	0,3813	0,0191	0,0600	0,4604
2031	0,3823	0,0191	0,0602	0,4616
2032	0,3830	0,0191	0,0603	0,4625
2033	0,3840	0,0192	0,0605	0,4637
2034	0,3851	0,0193	0,0606	0,4650

Desain Jaringan Perpipaan



Gambar 3. Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Desa Suluun Satu

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

Desain Bronkaptering

Untuk mengatasi masalah kebutuhan air didaerah perencanaan, sumber air dari mata air akan ditampung pada bak dalam debit 0,486 lt/det atau 1,7496 m<sup>3</sup>/jam atau 41,9904 m<sup>3</sup>/hari. Kemudian air dari bak penampung akan dipompa ke reservoir distribusi selama 3 jam/hari yaitu mulai jam 06.00 sampai 09.00. Untuk perhitungan debit pemompaan adalah sebagai berikut :

- Debit yang dibutuhkan= 41,9904 m<sup>3</sup>/hari
- Pemompaan 3 jam = 41,9904 / 3 = 13,9968 m<sup>3</sup>/jam

Tabel 9. Perhitungan Kapasitas Berguna dari Bak Penampung

Jam	Suplai Air (m <sup>3</sup> )	Pemompaan Air (m <sup>3</sup> )	Volume Air di Bak Penampung (m <sup>3</sup> )
00.00			X
00.00-01.00	1,7496		x + 1,7496
01.00-02.00	1,7496		x + 3,4992
02.00-03.00	1,7496		x + 5,2488
03.00-04.00	1,7496		x + 6,9984
04.00-05.00	1,7496		x + 8,748
05.00-06.00	1,7496		x + 10,4976
06.00-07.00	1,7496	13,9968	x - 1,7496
07.00-08.00	1,7496	13,9968	x - 13,9968
08.00-09.00	1,7496	13,9968	x - 26,244
09.00-10.00	1,7496		x - 24,4944
10.00-11.00	1,7496		x - 22,7448
11.00-12.00	1,7496		x - 20,9952
12.00-13.00	1,7496		x - 19,2456
13.00-14.00	1,7496		x - 17,496
14.00-15.00	1,7496		x - 15,7464
15.00-16.00	1,7496		x - 13,9968
16.00-17.00	1,7496		x - 12,2472
17.00-18.00	1,7496		x - 10,4976
18.00-19.00	1,7496		x - 8,748
19.00-20.00	1,7496		x - 6,9984
20.00-21.00	1,7496		x - 5,2488
21.00-22.00	1,7496		x - 3,4992
22.00-23.00	1,7496		x - 1,7496
23.00-24.00	1,7496		X

Perhitungan ukuran bak penampung :

- Volume minimal = x - 26,244
- Pada volume minimal bak tepat kosong, maka x = 26,244
- Volume maksimum = x + 10,4976
- Kapasitas berguna bak penampung, minimal = 10,4976 + 26,244 = 36,7416 m<sup>3</sup>

Ukuran bangunan penampung ditetapkan sebagai berikut :

- Diambil ukuran panjang = 3 m
- Lebar = 3 m
- Tinggi kapasits berguna = 4,4 m

- (kapasitas mati 0,1 m dan ruang udara 0,5 m)
- Volume bronkaptering = (3 x 3 x 5) m

**Desain Hidrolis Reservoir Distribusi**

Reservoir distribusi dibangun pada elevasi lebih tinggi dari pemukiman dan biasanya terletak diatas bukit, sehingga dapat mengalirkan air ke konsumen dengan sistem gravitasi dan direncanakan harus dekat dengan daerah layanan agar mudah dikontrol.

Jumlah penduduk di daerah perencanaan sebanyak 1109 jiwa, dengan debit kebutuhan air total sebesar 36,227 lt/org/hari. Dalam perencanaan ini, air dari sumber mata air akan ditampung ke bak penampung menuju reservoir distribusi dengan menggunakan pompa. Perhitungan kapasitas reservoir distribusi:

- Jumlah penduduk = 1109 jiwa
- Kebutuhan air harian
  - = 1109 x Kebutuhan air total
  - = 1109 x 36,227 liter/org/hari
  - = 40175,7 liter/hari
  - = 40,1757 m<sup>3</sup>/hari
  - = 1,674 m<sup>3</sup>/jam
  - = 0,465 liter/detik

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

Tabel 10. Hasil Perhitungan Fluktuasi Pemakaian Air

Jam	Load Factor	Rekapitulasi Persentase Pemakaian Air (%)	Pemakaian Air Bersih Tahun 2034 (m <sup>3</sup> hari)
00.00-01.00	0,3	1,2510425	0,525318
01.00-02.00	0,37	1,5429525	0,647892
02.00-03.00	0,45	1,8765638	0,787977
03.00-04.00	0,64	2,6688907	1,120678
04.00-05.00	1,15	4,7956631	2,013718
05.00-06.00	1,4	5,8381985	2,451483
06.00-07.00	1,53	6,3803169	2,679121
07.00-08.00	1,56	6,5054212	2,731652
08.00-09.00	1,41	5,8798999	2,468993
09.00-10.00	1,38	5,7547957	2,416462
10.00-11.00	1,27	5,2960801	2,223845
11.00-12.00	1,2	5,0041701	2,101271
12.00-13.00	1,14	4,7539616	1,996208
13.00-14.00	1,17	4,8790639	2,048739
14.00-15.00	1,18	4,9207673	2,066250
15.00-16.00	1,22	5,0875730	2,136292
16.00-17.00	1,31	5,4628857	2,293888
17.00-18.00	1,38	5,7547957	2,416462
18.00-19.00	1,25	5,2126772	2,188824
19.00-20.00	0,98	4,0867389	1,716038
20.00-21.00	0,62	2,5854879	1,085657
21.00-22.00	0,45	1,8765638	0,787977
22.00-23.00	0,37	1,5429525	0,647892
23.00-24.00	0,25	1,0425354	0,437765
	<b>23,98</b>	<b>100</b>	<b>41,9904</b>

Sumber : DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih

Untuk perhitungan kapasitas berguna pada reservoir yaitu sebagai berikut :

Tabel 11. Hitungan Kapasitas Berguna dari Reservoir

Jam	Pemompaan (m <sup>3</sup> )	Pemakaian Air (m <sup>3</sup> )	Volume Air di Reservoir (m <sup>3</sup> )
00.00-01.00	0	0,525318	X - 0,525318
01.00-02.00	0	0,647892	X - 1,173210
02.00-03.00	0	0,787977	X - 1,961187
03.00-04.00	0	1,120678	X - 3,081865
04.00-05.00	0	2,013718	X - 5,095583
05.00-06.00	0	2,451483	X - 7,547066
06.00-07.00	13,9968	2,679121	X + 3,770613
07.00-08.00	13,9968	2,731652	X + 15,035761
08.00-09.00	13,9968	2,468993	X + 26,563568
09.00-10.00	0	2,416462	X + 24,147106
10.00-11.00	0	2,223845	X + 21,923261
11.00-12.00	0	2,101271	X + 19,821990
12.00-13.00	0	1,996208	X + 17,825782
13.00-14.00	0	2,048739	X + 15,777043
14.00-15.00	0	2,066250	X + 13,710793
15.00-16.00	0	2,136292	X + 11,574501
16.00-17.00	0	2,293888	X + 9,280613
17.00-18.00	0	2,416462	X + 6,864151
18.00-19.00	0	2,188824	X + 4,675327
19.00-20.00	0	1,716038	X + 2,959289
20.00-21.00	0	1,085657	X + 1,873632
21.00-22.00	0	0,787977	X + 1,085655
22.00-23.00	0	0,647892	X + 0,437763
23.00-24.00	0	0,437765	X + 0,000

- Volume minimal = x - 7,547066
- Pada volume minimal bak tepat kosong
  - = x - 7,547066
  - X = 7,547066
- Volume maksimum = + 26,563568
- Kapasitas berguna reservoir minimal
  - = 7,547066 + 26,563568
  - = 34,110634 m<sup>3</sup>

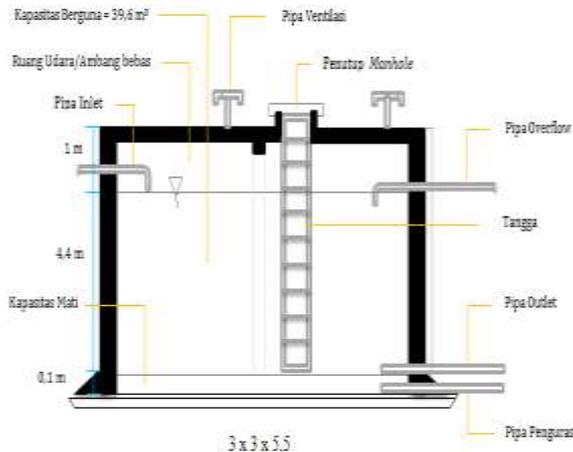
Air yang berada di dalam reservoir jika dimanfaatkan sesuai dengan fluktuasi pemakaian air, maka untuk ukuran kapasitas berguna bisa menggunakan kapasitas berguna reservoir diatas, namun pada saat keran air terbuka dan air yang telah ditampung dalam reservoir tidak digunakan sehingga mengakibatkan banyak air yang terbuang, maka ukuran reservoir yang direncanakan dibuat dengan ukuran yang lebih besar dari kapasitas berguna minimal.

Ukuran reservoir distribusi ditetapkan sebagai berikut :

- Diambil ukuran panjang = 3 m
- Lebar = 3 m
- Tinggi kapasis berguna = 4,4 m

Jadi kapasitas berguna yang disiapkan:  
 = 3 x 3 x 4,4  
 = 39,6 m<sup>3</sup>

- Diambil tinggi kapasitas mati reservoir = 0,10 m
- Tinggi ruang udara = 1 m
- Jadi tinggi total reservoir distribusi = 5,5 m
- Ukuran reservoir distribusi (3 x 3 x 5,5) m



Gambar 4. Desain Reservoir Distribusi

Kelengkapan Reservoir Distribusi :

1. Pipa inlet = Pipa Transmisi = 2,5"
2. Pipa outlet 1/2"
3. Pipa overflow 2"
4. Pipa penguras 4"
5. Pipa ventilasi 3"
6. Manhole ukuran 60 x 60 cm
7. Tangga
8. Valve untuk pipa penguras dan pipa outlet, ditempatkan dalam bak penutup.

### Pompa dan Pipa Transmisi

Air yang sudah ditampung pada bak penampungan akan dialirkan ke reservoir distribusi. Namun karena reservoir distribusi berada pada elevasi yang lebih tinggi maka perlu menggunakan pompa untuk menaikkan air dari bak penampungan ke reservoir.

Jumlah penduduk di daerah perencanaan yaitu sebanyak 1109 jiwa dengan debit kebutuhan air total sebesar 36,227 l/org/hari. Jenis pompa yang akan digunakan adalah pompa centrifugal.

Perhitungan kapasitas pompa yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- Jumlah penduduk = 1109 jiwa
- Kebutuhan air harian = 1109 x Kebutuhan air total = 1109 x 36,227 liter/org/hari = 40175,7 liter/hari = 0,465 liter/detik
- Waktu pemompaan ke reservoir = 3 jam = 10800 detik

- Maka debit yang dipompa = 40175,7/10800 = 3,7191 liter/detik ≈ 4 liter/detik

Debit yang akan dialirkan ke reservoir distribusi sebesar 4 liter/detik dalam waktu pemompaan selama 3 jam. Jadi kapasitas pemompaan yang akan digunakan adalah 4 liter/detik dengan menggunakan pipa transmisi ukuran 2,5".

Perhitungan head pompa centrifugal :

- a. Suction head
  - Beda Tinggi ( $\Delta H$ ) = 5 m (antara ujung pipa outlet di bak penampungan dan pompa)
  - Panjang Pipa (L) = 7 m (dari ujung pipa outlet di bak penampungan ke pompa)
  - Debit (Q) = 4 liter/detik = 0,004 m<sup>3</sup>/detik
  - Diameter (D) = 2,5" = 0,0635 m
  - Koefisien Hazen William (Chw) = 130

Maka nilai  $H_f$  :

$$H_f = \frac{10.67 \times 7 \times 0.0021^{1.852}}{130^{1.852} \times 0.0635^{4.8704}} = 0,0736 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan suction head} &= \Delta H + H_f \\ &= 5 + 0,0736 \\ &= 5,0736 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Discharge head
  - Beda Tinggi ( $\Delta H$ ) = 34 m (beda tinggi antara pompa dan ujung pipa yang keluar air di Reservoir)
  - Panjang Pipa (L) = 315,127 m (dari pompa ke ujung pipa inlet di reservoir)
  - Debit (Q) = 4 liter/detik = 0,004 m<sup>3</sup>/detik
  - Diameter (D) = 2,5" = 0,0635 m
  - Koefisien Hazen William (Chw) = 130

Maka nilai  $H_f$  :

$$H_f = \frac{10.67 \times 315,127 \times 0.004^{1.852}}{130^{1.852} \times 0.0635^{4.8704}} = 10,0372074 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan discharge head} &= \Delta H + H_f \\ &= 34 + 10,0372074 \\ &= 44,0372 \text{ m} \end{aligned}$$

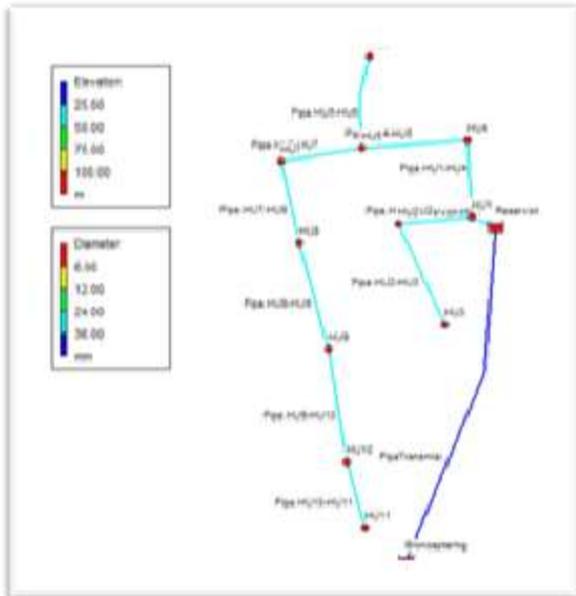
- c. Akibat belokan diabaikan karena memiliki pengaruh yang sangat kecil.
- d. Total Head = Hsection+ Hdischarge = (5,0736 + 44,0372) = 49,1108 m

Dengan efisiensi pompa diambil 70% dari head yang akan digunakan. Pompa yang dibutuhkan harus memiliki :

- a. Suction head  $\geq (100/70) \times 5,0736$   
 $\geq 7,2480$  m  
 $\geq 7,2480 + 5,0736$   
 $\geq 12,3216$  m
- b. Discharge head  $\geq (100/70) \times 44,0372$   
 $\geq 62,9103$  m  
 $\geq 62,9103 + 44,0372$   
 $\geq 106,9475$  m
- c. Debit yang dibutuhkan  $\geq 4$  liter/dtk
- d. Diameter pipa yang digunakan 2,5”.

**Perhitungan Sistem Jaringan Pipa menggunakan Epanet 2.0**

Hasil perhitungan sistem jaringan pipa desa Suluun Satu adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Skema Jaringan Air Bersih Desa Suluun Satu menggunakan Software Epanet 2.0

Tabel 12. Node Parameter Jaringan Air Bersih Desa Suluun Satu

Node ID	Elevation (m)	Base Demand LPS	Head (m)	Pressure (m)
Junc HU1	410	0.0423	483.58	1.58
Junc HU2	475	0.0423	483.53	8.53
Junc HU3	473	0.0423	483.51	10.51
Junc HU4	480	0.0423	482.89	2.89
Junc HU5	472	0.0423	482.18	10.18
Junc HU6	472	0.0423	482.16	10.16
Junc HU7	469	0.0423	481.66	12.66
Junc HU8	470	0.0423	481.66	11.66
Junc HU9	470	0.0423	481.50	11.50
Junc HU10	462	0.0423	481.43	15.43
Junc HU11	464	0.0423	481.41	27.41
Resv Bronkaptering	449	BN/A	449.00	0.00
Resv Reservoir	484	BN/A	484.00	0.00

Tabel 13. Link Parameter Jaringan Air Bersih Desa Suluun Satu

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow LPS	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/m)
Pipe Pipe Transer	215.07	63.5	130	7.85	2.48	111.07
Pipe Pipe Reservoir HU1	24.168	31.75	130	0.47	0.59	17.36
Pipe Pipe HU1 HU2	67.611	31.75	130	0.88	0.11	0.74
Pipe Pipe HU2 HU3	58.536	31.75	130	0.94	0.05	0.28
Pipe Pipe HU1 HU4	71.358	31.75	130	0.94	0.43	8.63
Pipe Pipe HU4 HU5	85.38	31.75	130	0.93	0.77	7.52
Pipe Pipe HU5 HU6	94.003	31.75	130	0.94	0.95	0.28
Pipe Pipe HU5 HU7	78.516	31.75	130	0.21	0.27	4.00
Pipe Pipe HU7 HU8	78.483	31.75	130	0.17	0.21	2.67
Pipe Pipe HU8 HU9	88.36	31.75	130	0.13	0.16	1.57
Pipe Pipe HU9 HU10	181.63	31.75	130	0.88	0.11	0.74
Pipe Pipe HU10 HU11	61.527	31.75	130	0.94	0.85	0.28

Untuk membuktikan kesesuaian perhitungan dengan menggunakan Epanet, dibawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (H<sub>f</sub>) pada pipa distribusi (dari Bronkaptering ke HU 1) dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet.

Data:

- $\Delta H = 484 - 482 = 2$  m
- $L = 24,168$  m = 0,024168 km
- $D = 31,75$  mm = 0,03175 m
- $Q = 0,465$  lt/det = 0,000172 m<sup>3</sup>/det
- $C_{hw} = 130$

- Hitung Luas (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,00079173 \text{ m}^2$$

- Hitung headloss (H<sub>f</sub>)

$$H_f = \frac{10.67 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D^{4.8704}} \times L$$

$$= \frac{10.67 \times 0,000465^{1.852}}{130^{1.852} \times 0,03175^{4.8704}} \times 24,168$$

$$= 0,1858425105 \text{ m}$$

$$\text{Headloss (H}_f\text{) per km} = \frac{0,1858425105 \text{ m}}{0,024168 \text{ km}}$$

$$= 17,321081 \text{ m/km}$$

$$\approx 17,3 \text{ m/km}$$

- Hitung kecepatan aliran

$$V = Q / A$$

$$= 0,000465 / 0,00079173$$

$$= 0,587 \text{ m/det} \approx 0,59 \text{ m/det}$$

**Pembahasan**

1. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Desa Suluun Satu menggunakan analisis regresi linear, analisis regresi logaritma dan analisis regresi eksponensial. Dari ketiga analisis regresi diatas, yang dipakai dalam perkiraan pertumbuhan penduduk untuk 20 tahun kedepan adalah analisis regresi eksponensial, karena memiliki nilai korelasi yang paling mendekati 1 dan standard error terkecil. Untuk Proyeksi Jumlah Penduduk sampai tahun 2034 dengan menggunakan

- Analisis Regresi Eksponensial dapat dilihat pada tabel 4.
2. Proyeksi kebutuhan air bersih yang dibutuhkan sampai 20 tahun mendatang, baik untuk kebutuhan air domestik, non-domestik dan kehilangan air sebesar 36,227 m<sup>3</sup>/hari.
  3. Sistem Penyediaan Jaringan Air Bersih di Desa Suluun Satu menggunakan sambungan hidran umum. Jumlah hidran umum yang direncanakan sebanyak 11 hidran untuk jumlah penduduk 1109 jiwa. Debit untuk tiap hidran sebesar 0,0423 ltr/detik.
  4. Ketersediaan Air Bersih di Desa Suluun Satu mencukupi, karena sumber mata air yang akan dimanfaatkan memiliki debit sebesar 0,486 lt/det. Kebutuhan total air bersih sampai 20 tahun kedepan yaitu sebesar 0,465 lt/det.
  5. Desain Sistem Jaringan Air Bersih
    - Bak penangkap sudah ada sebelumnya, jadi tidak perlu direncanakan lagi.
    - Ukuran dari bak penampung yaitu (3 x 3 x 5) m dengan kapasitas berguna 39,6 m<sup>3</sup>. Diameter pipa yang digunakan untuk mengalirkan air dari bak penampung ke reservoir distribusi yaitu 2 1/4".
    - Reservoir distribusi dengan ukuran (3 x 3 x 5,5) m. Diameter pipa yang digunakan dari reservoir ke Hidran Umum yaitu 1 1/4".
1. Sumber air yang dimanfaatkan dalam Sistem Perencanaan Penyediaan Air Bersih diambil dari mata air dengan debit 0,486 lt/det. Ketersediaan air bersih di Desa Suluun Satu sampai tahun 2034 dengan jumlah penduduk sebanyak 1109 jiwa mampu mencukupi kebutuhan air bersih yaitu sebesar 0,4650 lt/det.
  2. Untuk menangkap air dari mata air menggunakan Bak penangkap Mata Air yang sudah ada dengan ukuran (5 x 3 x 2) m. Kemudian air dialirkan ke Bak Penampung yang berukuran (3 x 3 x 5) m, menggunakan pipa berdiameter 2 1/2".
  3. Dari bak penampung, air akan dinaikkan ke reservoir distribusi dengan menggunakan pompa karena letak bak penampung berada pada elevasi yang lebih rendah. Ukuran reservoir distribusi yaitu (3 x 3 x 5,5) m menggunakan pipa berdiameter 1 1/4".
  4. Kemudian air bersih akan didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 11 Hidran Umum yang tersebar di Desa Suluun Satu dengan kapasitas tiap hidran sebesar 0,0423 lt/det.

#### Saran

1. Sangat diperlukan perhatian dan kerjasama antara pemerintah dan masyarakat setempat untuk dapat memelihara dan mengembangkan Sistem Penyediaan Air bersih di Desa Suluun Satu.
2. Kualitas dan kuantitas sumber air juga sangat penting, untuk itu diharapkan kepada masyarakat agar dapat menjaga kelestarian daerah sekitar mata air.

### PENUTUP

#### Kesimpulan

Dari hasil analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1990, *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU. Jakarta.
- Anonimous, 2002, *Pedoman/Petunjuk Teknik Manual Bagian 6 : Air Minum Perkotaan*, NPSM KIMPRASWIL, Jakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 51;58
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta, hal 2-5
- Fenny Nelwan, 2014, *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*, skripsi.
- Grifli Fellisia Ngantung, 2012. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih untuk Kelurahan Tara-Tara I dan Tara-Tara II Kecamatan Tomohon Barat dengan memanfaatkan Mata Air Kemer*, Skripsi S1, FT Unsrat Manado.

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990, *Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air*.

Radiana Triatmadja, 2007, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, Yogyakarta, hal 1-1;2-17;2-18;2-19;3-37;3-38;3-39;3-42

Tanudjaja,L, 2011, *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal 68;71-74