



## Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Di Desa Boyong Atas Kecamatan Tenga Kabupaten Minahasa Selatan

Kireyna Waroka<sup>#a</sup>, Isri R. Mangangka<sup>#b</sup>, Roski R. I. Legrans<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>kireynawaroka@gmail.com, <sup>b</sup>isri.mangangka@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>legransroski@unsrat.ac.id

### Abstrak

Desa Boyong Atas adalah desa yang terletak di Kecamatan Tenga Kabupaten Minahasa Selatan. Desa Boyong Atas sebelumnya sudah memiliki sistem air minum tapi belum mampu memenuhi kebutuhan air minum masyarakat secara maksimal dikarenakan kuantitas mata air yang menurun dimusim kemarau. Desa ini memiliki mata air baru dengan debit 6,6 liter/detik akan dimanfaatkan untuk pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Kemudian di uji kualitas air minum dari mata air tersebut di laboratorium dengan parameter fisik seperti, Bau, Rasa, Suhu, dan Warna. Serta parameter lainnya seperti pH, Total Padatan Terlarut, dan Salinitas. Hasil yang didapati sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Kebutuhan air dihitung berdasarkan proyeksi penduduk 15 tahun mendatang dengan metode geometrik, aritmatika, dan eksponensial. Dari hasil perhitungan digunakan metode eksponensial dan diperoleh jumlah penduduk Boyong Atas tahun 2037 sebesar 1504 jiwa dan kebutuhan air total sebesar 0,6305 liter/detik. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum dilakukan dari mata air ke broncaptering kemudian disalurkan ke reservoir distribusi, selanjutnya didistribusikan ke 15 hidran umum dengan menggunakan pipa jenis HDPE dan berdiameter 100-150 mm. Penyaluran air minum menggunakan sistem gravitasi karena elevasi dari mata air lebih tinggi dari pemukiman warga. Untuk menganalisa sistem perpipaan transmisi dan distribusi dilakukan dengan program EPANET 2.0. perencanaan pengembangan ini sesuai dengan tujuan yaitu menghasilkan pengembangan sistem penyediaan air minum yang baik dan memadai.

*Kata kunci: kualitas air, ketersediaan air, kebutuhan air, Sistem Penyediaan Air Minum, Desa Boyong Atas*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu faktor terpenting bagi kebutuhan hidup manusia dan lingkungan. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita membutuhkan air untuk minum, mandi, mencuci, memasak, dll. Penyediaan air minum tidak hanya melayani kebutuhan rumah tangga, tetapi juga dapat melayani kebutuhan berbagai sektor seperti sosial ekonomi dan ruang publik. Semakin besar jumlah penduduk, semakin besar pula kebutuhan akan air minum. Di pedesaan, penyediaan air minum masih belum optimal dan belum dapat memenuhi kebutuhan air minum masyarakat. Tidak semua daerah memiliki sarana dan prasarana yang berkualitas, sehingga masyarakat yang tinggal di daerah rawan air mencari cara lain untuk memenuhi kebutuhan airnya. Desa Boyong Atas merupakan salah satu desa yang kesulitan memenuhi kebutuhan air minumnya. Desa ini terletak di Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Meskipun desa ini sudah memiliki sistem air minum, namun pemenuhan kebutuhan air bersih sehari-hari masyarakat belum berjalan maksimal dan waktu pemakaian air minum membuat masyarakat tidak bebas menggunakan air. Masalah lainnya adalah pada musim kemarau, jumlah sumber air baku berkurang. Oleh karena itu, untuk meningkatkan penyediaan air minum di Desa Boyong Atas, diperlukan pilihan lain

untuk mengatasi permasalahan di atas. Terdapat beberapa mata air di Desa Boyong Atas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku kebutuhan air minum masyarakat setempat. Sistem air minum dapat dikembangkan dari sumber-sumber ini untuk memaksimalkan pasokan air minum desa Boyong Atas.

### 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana sistem penyediaan air minum (SPAM) yang baik dan memadai untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat di Desa Boyong Atas.

### 1.3 Batasan Masalah

- Sumber air baku yang dimanfaatkan adalah mata air.
- Analisis Kualitas air dengan menguji pH, EC (Salinity), dan Total Dissolved Solid (TDS)
- Perencanaan kebutuhan air untuk proyeksi sampai dengan 15 tahun ke depan.
- Sistem Pelayanan air minum hanya sampai di hidran umum
- Tidak membahas sistem pengolahan air minum
- Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya (RAB)

### 1.4 Tujuan Penelitian

Menghasilkan pengembangan sistem penyediaan air minum (SPAM) di Desa Boyong Atas yang meliputi kualitas air, ketersediaan air, kebutuhan air, dan Sistem Perpipaan Penyediaan Air Minum.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam mengatasi permasalahan air minum. dapat bermanfaat sebagai informasi, referensi atau saran bagi yang membutuhkan atau mahasiswa khususnya mahasiswa teknik sipil.

## 2 Metode Penelitian

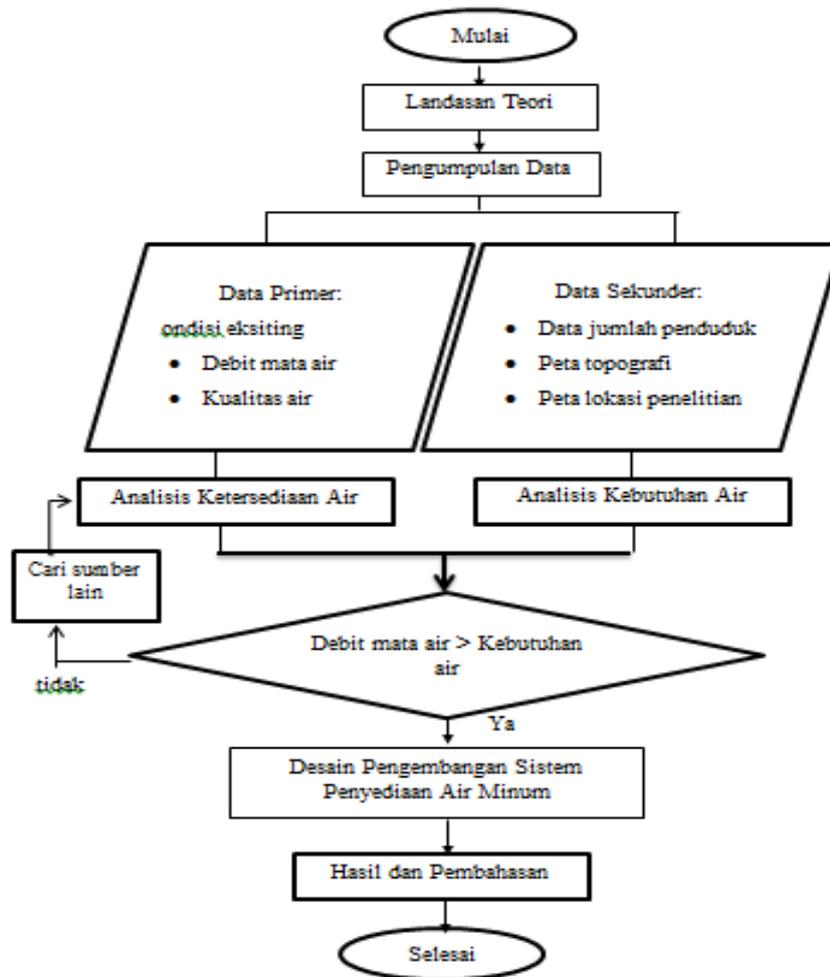
### 2.1 Lokasi Penelitian

Pengembangan sistem penyediaan air minum dilakukan di Desa Boyong Atas, Kecamatan Tenga, Kabupaten Minahasa Selatan. Desa Boyong Atas terletak di daerah pegunungan yaitu di bawah Pegunungan Lolombulan.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

## 2.2 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

## 2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data primer dengan melakukan observasi lapangan terkait lokasi penelitian dan data yang diambil meliputi, data elevasi mata air, kemudian data sekunder dengan dikumpulkan melalui studi literatur atau referensi yang berkaitan dengan sistem penyediaan air minum, data penduduk desa Boyong Atas, peta lokasi dan lain-lain.

## 2.4 Metode Analisa Data

- **Proyeksi Penduduk**  
Menghitung jumlah penduduk 15 tahun mendatang dengan menggunakan metode aritmatika geometri dan eksponensial.
- **Analisis Kebutuhan Air**  
Perhitungan kebutuhan air bersih dengan menggunakan Pedoman Teknik Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, 1990.
- **Ketersediaan Air**  
Menentukan ketersediaan air dengan perhitungan debit mata air dengan metode tampung atau volumetrik.

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Kualitas Air

Dalam penelitian ini kualitas air mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Metode penelitian adalah pengambilan sampel air di desa Boyong Atas kemudian dilakukan pengujian sampel air di laboratorium Badan Standarisasi dan Kebijakan Pelayanan Industri Manado untuk mengetahui kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat desa tersebut.

**Tabel 1.** Hasil Uji Kualitas Air

NO	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Metode Analisis
1	Bau	-	Tidak berbau	SNI 3554:2015 Butir 3.2.1
2	Rasa	-	Normal	SNI 3554:2015 Butir 3.2.1
3	Suhu	°C	28,0	SNI 06-6989.23-2005
4	Warna	Unit Pt-Co	<LoD	SNI 6989.80:2011
5	TDS	mg/L	191	SNI 6989.27:2019
6	pH	-	7,02	SNI 6989.11:2019
7	Salinitas	‰	0,04	Electroda Sensor
Nilai LoD : Warna < 0,1301				

Hasil pengujian parameter fisik air berupa bau, rasa, suhu dan warna menunjukkan bahwa sampel air yang diuji memenuhi standar yang ditetapkan oleh pemerintah. Tidak berbau dan tidak berasa hal ini menunjukkan bahwa air tersebut bersih dan tidak mengandung zat berbahaya. Suhu air 28°C masih tergolong sejuk dan layak pakai. Warna air ditemukan sesuai dengan standar yang berlaku dan di bawah nilai LoD. Selain parameter fisik, dilakukan juga uji nilai TDS (Total Dissolved Solids) hasilnya 191 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa TDS air sampel tersebut masih dalam standar yang berlaku. Selain parameter fisik, hasil uji pH air ini adalah 7,02, atau dalam kategori netral. Salinitas air yang hasilnya 0,04‰ sesuai standar yang berlaku.

#### 3.2 Ketersediaan Air

Pengukuran debit mata air dilakukan pada musim kemarau di bulan Agustus untuk mengetahui apakah jumlah mata air masih dapat mencukupi kebutuhan masyarakat desa setempat selama periode tersebut. Pengukuran debit menggunakan metode sederhana, yaitu metode tampung atau volumetrik. Alat yang digunakan adalah ember 8 liter, stopwatch dan alat tulis. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 (lima) kali (untuk mengoreksi hasil pengukuran) dan hasil pengukuran dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai T rata-rata.

**Tabel 2.** Pengukuran Debit Mata Air

Pengukuran	Waktu (t) (detik)	Volume tampung (v) (Liter)
P1	1	8
P2	1,4	8
P3	1,3	8
P4	1	8
P5	1,3	8
Rata-rata	1,2	

Hasil pengukuran debit mata air menunjukkan bahwa 8 liter air membutuhkan waktu rata-rata 1,2 detik. Untuk mengetahui debit sumber terpercaya yang sesuai dengan pengukuran air minum desa Boyong Atas, yaitu:

$$Q = \frac{v}{t}$$

$$Q = \frac{8 \text{ liter}}{1,2 \text{ detik}} = 6,6 \text{ liter/detik}$$

### 3.3 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk direncanakan untuk memprediksi kebutuhan air penduduk desa Boyong Atas selama 15 tahun mendatang dimulai dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2037.

**Tabel 3.** Jumlah Data Penduduk Boyong Atas 2017-2022

No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2017	1142
2	2018	1173
3	2019	1165
4	2020	1187
5	2021	1215
6	2022	1238

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk kecamatan matuari dengan menggunakan metode proyeksi aritmatika, geometrik dan eksponensial, didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.** Proyeksi Penduduk Boyong Atas 2023-2037

No	Tahun	Geometrik	Aritmatika	Eksponensial
1	2023	1254	1257	1254
2	2024	1270	1276	1270
3	2025	1287	1295	1287
4	2026	1304	1314	1304
5	2027	1321	1333	1321
6	2028	1338	1352	1338
7	2029	1355	1371	1356
8	2030	1373	1390	1374
9	2031	1391	1409	1392
10	2032	1409	1428	1410
11	2033	1427	1447	1428
12	2034	1446	1466	1447
13	2035	1465	1485	1466
14	2036	1484	1504	1485
15	2037	1503	1523	1504

Berdasarkan hasil analisis, didapati metode terbaik dengan standar deviasi (sd) yang lebih kecil dan koefisien korelasi (r) mendekati 1 adalah metode eksponensial yaitu standar deviasi (sd) = 16,0234 dan koefisien korelasi (r) = 0,9618.

### 3.4 Kebutuhan Air Domestik

Berdasarkan hasil proyeksi penduduk, didapati proyeksi kebutuhan air minum desa Boyong Atas selama 15 tahun mendatang. Menurut Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, maka konsumsi unit hidran umum (HU) yaitu 30 liter/orang/hari. Perhitungan Qd (Kebutuhan air domestik) untuk tahun 2023:

$$Q_d = Y_n \times r_k$$

$$Q_d = 1254 \times 30 \text{ liter/hari}$$

$$Q_d = 37620 \text{ liter/hari}$$

$$Q_d = 0,4354 \text{ liter/detik}$$

### 3.5 Kebutuhan Air Non Domestik

Desa Boyong Atas terdapat fasilitas umum (non domestik) berupa kantor desa, sekolah dasar, sekoah menengah dan gereja. Maka angka presentase kebutuhan non domestik menurut Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan diperkirakan sebesar 5% atau 0,05. Perhitungan Qn atau Kebutuhan Air Non Domestik tahun 2023:

$$Q_n = Q_d \times 5\%$$

$$Q_n = 37620 \text{ liter/hari} \times 5\%$$

$$Q_n = 1881 \text{ liter/hari}$$

$$Q_n = 1881 \text{ liter/hari} \times 5\%$$

$$Q_n = 0,0218 \text{ liter/detik}$$

### 3.6 Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan pipa distribusi juga karena kesalahan dalam pembacaan meter. Menurut Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, kehilangan air yaitu 15% dari kebutuhan rata-rata. Kebutuhan rata-rata merujuk pada jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik. Perhitungan Qa atau Kehilangan Air tahun 2023:

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 15\%$$

$$Q_a = (37620 + 1881) \times 15\%$$

$$Q_a = 5925 \text{ liter/hari}$$

$$Q_a = 0,0686 \text{ liter/detik}$$

### 3.7 Kebutuhan Air Total

Jumlah dari kebutuhan air domestik, non domestik, ditambah dengan kehilangan air disebut kebutuhan air total. Perhitungan Qt atau kebutuhan air total tahun 2023:

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

$$= 0,4354 + 0,0218 + 0,0686$$

$$= 0,5258 \text{ liter/detik}$$

**Tabel 5.** Kebutuhan Air Desa Boyong Atas

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa)	Kebutuhan Air Total (Qt)
		Liter/detik	Liter/detik	Liter/detik	Liter/detik
2023	1254	0,4354	0,0218	0,0686	0,5258
2024	1270	0,4410	0,0221	0,0695	0,5326
2025	1287	0,4469	0,0223	0,0704	0,5396
2026	1304	0,4528	0,0226	0,0713	0,5467
2027	1321	0,4587	0,0229	0,0722	0,5538
2028	1338	0,4646	0,0232	0,0732	0,5610

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa)	Kebutuhan Air Total (Qt)
		Liter/detik	Liter/detik	Liter/detik	Liter/detik
2029	1356	0,4708	0,0235	0,0741	0,5684
2030	1374	0,4771	0,0239	0,0752	0,5762
2031	1392	0,4833	0,0242	0,0761	0,5836
2032	1410	0,4896	0,0245	0,0771	0,5912
2033	1428	0,4958	0,0248	0,0781	0,5987
2034	1447	0,5024	0,0251	0,0791	0,6066
2035	1466	0,5090	0,0255	0,0802	0,6147
2036	1485	0,5156	0,0258	0,0812	0,6226
2037	1504	0,5222	0,0261	0,0822	0,6305

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas, maka kebutuhan air total desa Boyong Atas untuk tahun 2037 atau 15 tahun mendatang mencapai 0,6305 liter/detik.

### 3.8 Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Berdasarkan Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, nilai kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak yaitu, 1,25 untuk harian maksimum dan 1,75 untuk jam puncak, dengan faktor pengali dikali dengan kebutuhan air total (Qt). Perhitungan Kebutuhan Air Harian Maksimum (Qm) dan Jam Puncak (Qp) tahun 2023:

$$Q_m = 1,25 \times Q_t$$

$$= 1,25 \times 0,5258$$

$$= 0,6573 \text{ liter/detik}$$

$$Q_p = 1,75 \times Q_t$$

$$= 1,75 \times 0,5258 \text{ liter/detik}$$

$$= 0,9202 \text{ liter/detik}$$

**Tabel 6.** Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Debit Total (Qt)	Debit Harian max (Qm)	Debit Jam Puncak (Qp)
2023	0,5258	0,6573	0,9202
2024	0,5326	0,6658	0,9321
2025	0,5396	0,6745	0,9443
2026	0,5467	0,6834	0,9567
2027	0,5538	0,6923	0,9692
2028	0,5610	0,7013	0,9818
2029	0,5684	0,7105	0,9947
2030	0,5762	0,7203	1,0084
2031	0,5836	0,7295	1,0213
2032	0,5912	0,7390	1,0346
2033	0,5987	0,7484	1,0477
2034	0,6066	0,7583	1,0616
2034	0,6147	0,7684	1,0757
2036	0,6226	0,7783	1,0896
2037	0,6305	0,7881	1,1034

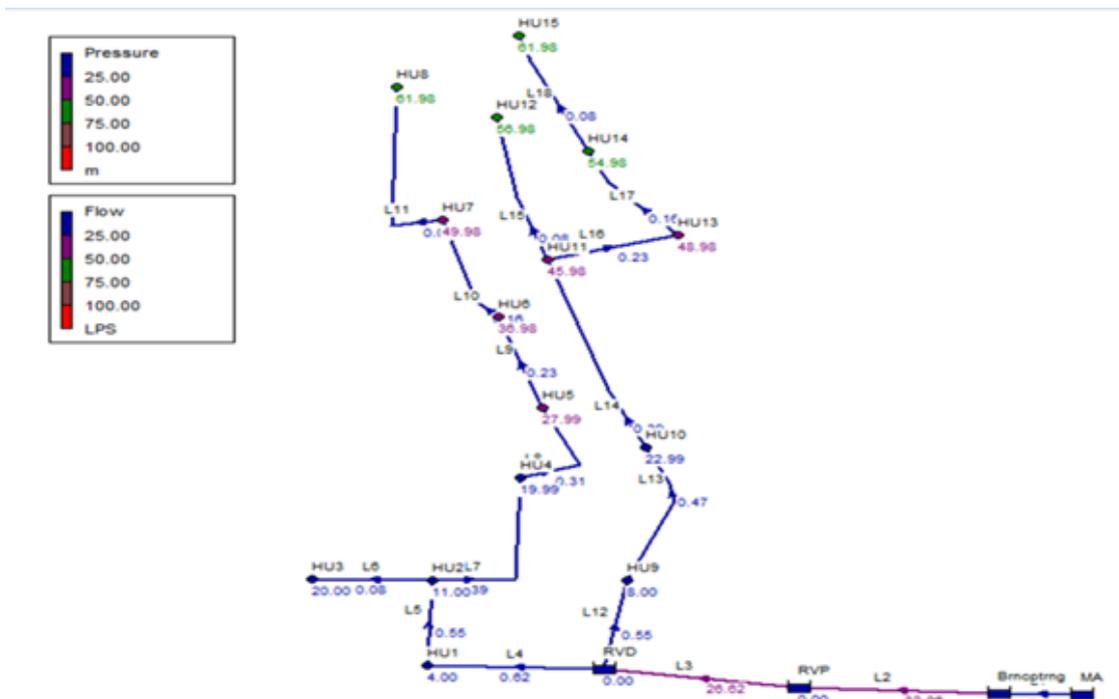
### 3.9 Desain Hidran Umum

Hidran umum harus direncanakan untuk ditempatkan pada lokasi-lokasi yang strategis dalam arti mudah dijangkau dari segala penjuru. Dengan menempatkan hidran umum pada persimpangan-persimpangan jalan membuat hidran umum ini memiliki wilayah layanan yang lebih luas. Dalam perencanaan hidran umum, kriteria pelayanan hidran umum 100 Jiwa/unit (Pedoman Teknik Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, 1990). Dengan perhitungan sebagai berikut:

- Jumlah penduduk : 1504 Jiwa
- Jumlah hidran :  $1504/100 = 15,04$ , jadi jumlah hidran umum yaitu 15 hidran
- Kebutuhan air jam puncak = 1,1034 l/detik
- Kebutuhan air tiap hidran =  $1,1034 / 14 = 0,078$  l/detik



Gambar 3. Penempatan Hidran Umum



Gambar 4. Modelling Sistem EPANET 2.0

### 3.10 Sistem Jaringan Air Minum

Program EPANET 2.0 digunakan dalam perencanaan sistem perpipaan Desa Boyong Atas. Perluasan sistem air minum di Desa Boyong Atas dilakukan dengan pemasangan hidran umum untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat setempat. Pipa yang digunakan sebagai pipa transmisi dan distribusi pada perencanaan ini adalah pipa HDPE (High Density Polyethylene) dikarenakan harus melewati hutan dan jalan yang berbelok dan pipa HDPE bersifat elastis.

Dalam perencanaan ini, mata air berada di elevasi yang lebih tinggi dari pemukiman warga. Air dikumpul di broncaptering dan disalurkan dengan pipa transmisi ke reservoir penampung, dan dari reservoir akan disalurkan ke 14 hidran dengan pipa berdiameter 100-150 mm dan menggunakan sistem gravitasi. Hasil analisis sistem perpipaan air minum desa boyong atas adalah sebagai berikut:

**Tabel 7.** Parameter Node Jaringan Distribusi Boyong Atas

Node ID	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	M	LPS	LPS	m	M
Junc HU1	524	0.0347	0.08	528.00	4.00
Junc HU2	517	0.0347	0.08	528.00	11.00
Junc HU3	508	0.0347	0.08	528.00	20.00
Junc HU4	508	0.0347	0.08	527.99	19.99
Junc HU5	500	0.0347	0.08	527.99	27.99
Junc HU6	491	0.0347	0.08	527.99	36.99
Junc HU7	478	0.0347	0.08	527.98	49.98
Junc HU8	466	0.0347	0.08	527.98	61.98
Junc HU9	520	0.0347	0.08	528.00	8.00
Junc HU10	505	0.0347	0.08	527.99	22.99
Junc HU11	482	0.0347	0.08	527.98	45.98
Junc HU12	471	0.0347	0.08	527.98	56.98
Junc HU13	479	0.0347	0.08	527.98	48.98
Junc HU14	473	0.0347	0.08	527.98	54.98
Junc HU15	466	0.0347	0.08	527.98	61.98
Resvr MA	720	#N/A	-109.32	720.00	0.00
Resvr Brncptng	718	#N/A	-89.19	718.00	0.00
Resvr RVP	578	#N/A	33.71	578.00	0.00
Resvr RVD	528	#N/A	163.63	528.00	0.00

**Tabel 8.** Parameter Link Jaringan Distribusi Boyong Atas

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
	m	Mm		LPS	m/s	m/km	
Pipe L1	42	100	140	17.66	2.25	47.62	0.018
Pipe L2	974	100	140	32.06	4.08	143.74	0.017
Pipe L3	491	100	140	26.62	3.39	101.83	0.017
Pipe L4	138	200	140	0.62	0.02	0.00	0.032
Pipe L5	106	150	140	0.55	0.03	0.01	0.033
Pipe L6	100	150	140	0.08	0.00	0.00	0.000
Pipe L7	195	100	140	0.39	0.05	0.04	0.032
Pipe L8	133	100	140	0.31	0.04	0.03	0.034
Pipe L9	119	100	140	0.23	0.03	0.02	0.035

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
	m	Mm		LPS	m/s	m/km	
Pipe L10	143	100	140	0.16	0.02	0.01	0.037
Pipe L11	198	100	140	0.08	0.01	0.00	0.041
Pipe L12	114	150	140	0.55	0.03	0.01	0.032
Pipe L13	179	100	140	0.47	0.06	0.06	0.032
Pipe L14	205	100	140	0.39	0.05	0.04	0.033
Pipe L15	189	100	140	0.08	0.01	0.00	0.039
Pipe L16	116	150	140	0.23	0.01	0.00	0.038
Pipe L17	135	100	140	0.16	0.02	0.01	0.037
Pipe L18	164	100	140	0.08	0.01	0.00	0.041

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum yang meliputi kualitas air dilakukan uji labolatorium dengan parameter seperti bau, warna, rasa, suhu, pH, Total Dissolved Solid, dan Salinitas dengan hasil yang sesuai dengan standar yang berlaku untuk air minum. Ketersediaan air dilakukan dengan menghitung debit mata air menggunakan metode tampung atau volumetrik, didapati hasil 6,6 liter/detik. Kebutuhan air total penduduk desa boyong Atas ditahun 2037 sebesar 0,6305 liter/detik. Sedangkan Sistem Perpipaan air minum dapat dilihat pada Gambar 4.

#### Referensi

- Anonimpus, 2015. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta. Hal 1-2; 4-5.
- Anonimous, 1990. *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta.
- Bambang Triatmodjo. 2002. *Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 492/menkes/per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum*. Jakarta: Depkes RI; 2010.
- Departemen Kesehatan (1990). *Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya Air Bersih, *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*, Januari 1990.
- Indarto. 2010. *Hidrologi; Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta :Bumi Aksara
- Joko, T., 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lewis A. Rossman, 2000. *Epanet 2 Users Manual*.
- Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Sutrisno, dkk. 2007. *Teknologi Penyediaan Air Bersih (Edisi Baru)*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Triadmadja. 2019. *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*. Yogyakarta: Gadjah Mada.