

# Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Desa Sea 1 Lingkungan 1 Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa

Johanes Ricky Moningga<sup>#1</sup>, Tommy Jansen<sup>#2</sup>, Cindy J. Supit<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>rickymoningga33@gmail.com; <sup>2</sup>tommijansen@yahoo.com; <sup>3</sup>cindyjeanesupit@unsrat.ac.id

## Abstrak

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan mendasar dalam menunjang kehidupan manusia, Sebagai wilayah Kecamatan Pineleng yang tengah berkembang pastinya semakin banyak membutuhkan air seiring dengan perkembangannya yaitu khususnya air bersih. Dengan bertambahnya infrastruktur dan jumlah penduduk di Desa Sea Kecamatan Pineleng maka sudah pasti untuk beberapa tahun kedepan Kecamatan ini akan membutuhkan air bersih yang lebih banyak lagi. Dalam penelitian ini dilakukan analisis ketersediaan air bersih di Desa Sea Kecamatan Pineleng kabupaten Lombok Timur. Analisis dilakukan pada wilayah Desa Sea 1 yang bersumber dari mata air. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan jumlah kebutuhan air bersih pada daerah Kecamatan pineleng 1. khususnya desa sea 1 yaitu sebesar 46,500 lt/hari sedangkan debit yang tersedia yaitu sebesar 103,680 lt/hari. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Sumber mata air ini masih mampu untuk memenuhi kebutuhan penduduk sampai dengan tahun 2031.

**Kata kunci** – Desa Sea 1, analisis, kebutuhan air

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Desa Sea 1 Kecamatan Pineleng adalah salah satu daerah yang kaya akan sumber air tanah. Masyarakat daerah tersebut pada dasarnya memanfaatkan air tanah untuk kebutuhan sehari-hari selama puluhan tahun.

Untuk mengantisipasi melonjaknya pertumbuhan penduduk dan konsumsi air bersih maka diperlukan analisis ketersediaan dan kebutuhan air dengan 10 tahun rencana untuk mengetahui peningkatan penduduk, kebutuhan dan ketersediaan air di desa tersebut.

### B. Rumusan Masalah

1. Berapakah besar kebutuhan air bersih di Desa Sea 1 berdasarkan peningkatan jumlah penduduk sampai 10 tahun yang akan datang?

2. Bagaimanakah perbandingan antara kebutuhan air dengan ketersediaan air yang ada sampai 10 tahun yang akan datang?
3. Apakah ketersediaan air yang ada mencukupi kebutuhan masyarakat Desa Sea 1 hingga tahun 2031?

### C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui besarnya kebutuhan air bersih di Desa Sea 1 Kecamatan Pineleng sampai 10 tahun mendatang.
2. Mengetahui perbandingan antara kebutuhan air masyarakat dengan ketersediaan air yang ada sampai tahun 2031.

### E. Manfaat Penelitian

1. Dengan adanya penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti kedepannya juga untuk masyarakat Desa Sea 1 tentunya.
2. Dapat memperkirakan jumlah ketersediaan air bersih yang ada dengan jumlah penduduk dan pembangunan Di Desa Sea 1 Kecamatan Pineleng yang terus meningkat.
3. Dapat menjadi referensi untuk penelitian lainnya yang berkaitan dengan sumber daya air bersih.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada studi ini mengambil daerah Kecamatan Pineleng Desa Sea 1 Kabupaten Minahasa.

### B. Langkah Studi

#### 1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat diperoleh dari instansi-instansi terkait, data tersebut meliputi:

1. Data Kependudukan
2. Data Potensi Ketersediaan Air
3. Data Jumlah Pemakaian Air
4. Data-data pendukung lainnya yang dianggap perlu

## 2. Analisa Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada masa mendatang pada masing – masing zona perlu terlebih dahulu diperhatikan keadaan pertumbuhan penduduk yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang. Adapun analisis yang akan dilakukan, yaitu:

1. Perhitungan rerata pertumbuhan penduduk di desa sea 1 kecamatan pineleng Sampai dengan tahun rencana berdasarkan jumlah dan kepadatan penduduk di wilayah tersebut.
2. Memprediksi/ memproyeksikan jumlah penduduk di desa sea 1 kecamatan pineleng sampai tahun rencana dengan menggunakan metode pilihan yang menghasilkan koefisien korelasi terbesar diantara perhitungan metode sebagai berikut:
  - a. Metode Eksponensial
  - b. Metode Aritmatik
  - c. Metode Geometri

## 3. Analisis Kebutuhan Air Bersih

Dalam menentukan kebutuhan jumlah air bersih yang akan dipergunakan untuk keperluan domestik dan lainnya yang memerlukan air dilakukan perkiraan yang

mendekati besarnya kebutuhan air sehari – hari. Besarnya kebutuhan air yang digunakan dalam perhitungan diperkirakan berdasarkan kondisi penduduk dan perkembangannya. Dalam analisis kebutuhan air ini dihitung berdasarkan Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum untuk masing – masing kategori baik Kota Maupun Desa.

Langkah-langkah perhitungan kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut :

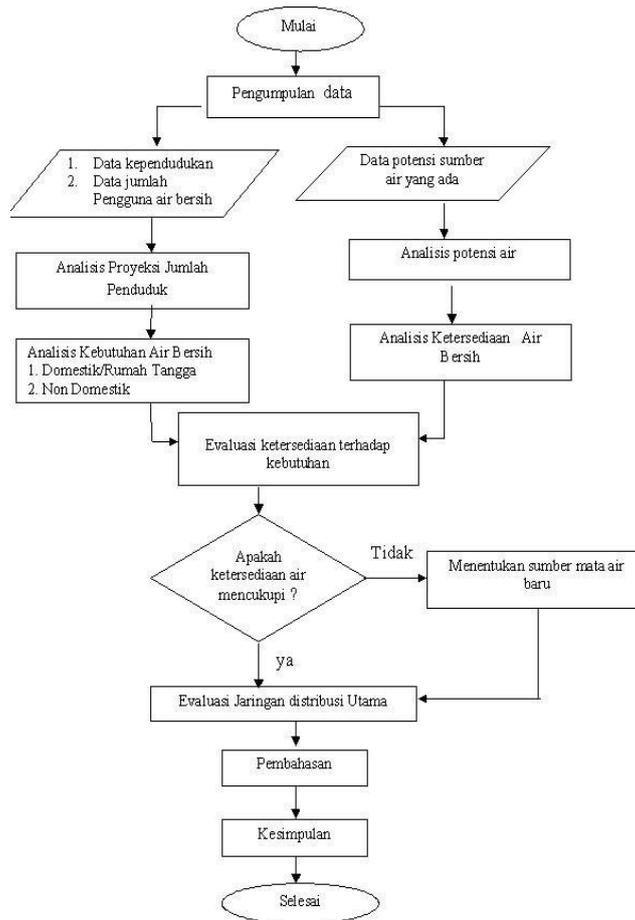
1. Menentukan dasar-dasar perhitungan, yaitu :
  - Jumlah penduduk di wilayah penelitian
  - Jumlah pengguna air bersih
2. Perhitungan jumlah kebutuhan air bersih
  - Kebutuhan domestik
  - Kebutuhan non domestik
  - Kebutuhan air bersih total
  - Kehilangan air
  - Kebutuhan air rata-rata
  - Kebutuhan air maksimum dan jam puncak

## C. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian mengikuti alur pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Tahapan Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada masa mendatang pada setiap zona perlu terlebih dahulu diperhatikan keadaan penduduk yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang. Dalam perencanaan proyeksi jumlah penduduk ini direncanakan sampai 10 tahun yang akan datang terhitung dari tahun 2021 sampai tahun 2031. Data jumlah penduduk yang digunakan untuk menghitung rerata pertumbuhan penduduk adalah data jumlah penduduk masing - masing di desa sea lingkungan 1 Kecamatan Pineleng dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021. Berikut data jumlah penduduk Kecamatan Pineleng dan Desa Sea 1 per Desa mulai dari tahun 2016 sampai 2020.

#### 1. Menghitung laju pertumbuhan penduduk

$$i = \frac{P_n - P_0}{P_0} \times 100$$

Diketahui :

Jumlah penduduk desa sea lingkungan 1 tahun 2016 berjumlah 186 jiwa, tahun 2017 berjumlah 240 jiwa,

tahun 2018 berjumlah 268 jiwa, tahun 2019 berjumlah 282 jiwa, tahun 2020 berjumlah 315 jiwa, tahun 2021 berjumlah 360 jiwa.

Sehingga:

$$i_1 = \frac{240 - 186}{186} \times 100 = 29\%$$

$$i_2 = \frac{268 - 240}{240} \times 100 = 11,6\%$$

$$i_3 = \frac{282 - 268}{268} \times 100 = 5,22\%$$

$$i_4 = \frac{315 - 282}{282} \times 100 = 11,7\%$$

$$i_5 = \frac{360 - 315}{315} \times 100 = 14,2\%$$

$$i = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5}{5}$$

$$i = \frac{29\% + 11,6\% + 5,2\% + 11,7\% + 14,2\%}{5}$$

$$i = 14,3\%$$

Dari perhitungan di atas diperoleh rata-rata laju pertumbuhan penduduk Desa Sea lingkungan 1 sebesar 14,3%. Untuk hasil perhitungan selanjutnya yaitu menentukan proyeksi penduduk sampai tahun 2031.

#### 2. Menentukan metode proyeksi jumlah penduduk

Penentuan metode yang akan digunakan (Geometrik, Aritmatik, dan Eksponensial) untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan kriteria pemilihan metode menggunakan uji korelasi sederhana.

Diketahui:

Jumlah penduduk desa sea lingkungan 1 tahun 2016 berjumlah 186 jiwa dengan pertumbuhan penduduk sebesar 14,34%.

1. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + i)^n$$

$$P_o = 186 (1 + 14,3\%)^0 = 186 \text{ Jiwa}$$

$$P_1 = 186 (1 + 14,3\%)^1 = 212 \text{ Jiwa}$$

$$P_2 = 186 (1 + 14,3\%)^2 = 242 \text{ Jiwa}$$

$$P_3 = 186 (1 + 14,3\%)^3 = 277 \text{ Jiwa}$$

$$P_4 = 186 (1 + 14,3\%)^4 = 317 \text{ Jiwa}$$

$$P_5 = 186 (1 + 14,3\%)^5 = 362 \text{ Jiwa}$$

2. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o (1 + in)$$

$$P_o = 186 (1 + 14,3\% \times 0) = 186 \text{ Jiwa}$$

$$P_1 = 186 (1 + 14,3\% \times 1) = 212 \text{ Jiwa}$$

$$P_2 = 186 (1 + 14,3\% \times 2) = 242 \text{ Jiwa}$$

$$P_3 = 186 (1 + 14,3\% \times 3) = 277 \text{ Jiwa}$$

$$P_4 = 186 (1 + 14,3\% \times 4) = 317 \text{ Jiwa}$$

$$P_5 = 186 (1 + 14,3\% \times 5) = 362 \text{ Jiwa}$$

3. Metode Eksponensial

$$P_n = P_o .e(in)$$

$$P_o = 186 \times 2,75 (14,3\% \times x_0) = 186 \text{ Jiwa}$$

$$P_1 = 186 \times 2,75 (14,3\% \times x_1) = 212 \text{ Jiwa}$$

$$P_2 = 186 \times 2,75 (14,3\% \times x_2) = 245 \text{ Jiwa}$$

$$P_3 = 186 \times 2,75 (14,3\% \times x_3) = 278 \text{ Jiwa}$$

$$P_4 = 186 \times 2,75 (14,3\% \times x_4) = 320 \text{ Jiwa}$$

$$P_5 = 186 \times 2,75 (14,3\% \times x_5) = 365 \text{ Jiwa}$$

3. Uji Korelasi Sederhana

Hasil uji korelasi sederhana ditampilkan pada Tabel 3. Hasil terbaik adalah dengan menggunakan metode eksponensial, maka untuk proyeksi jumlah penduduk desa sea lingkungan 1 ditentukan dengan menggunakan metode eksponensial.

B. Proyeksi Jumlah Penduduk

Hasil proyeksi jumlah penduduk ditampilkan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 diperoleh jumlah penduduk untuk penggunaan air bersih. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat diambil jumlah penduduk terbesar yaitu pada akhir tahun rencana proyeksi yaitu pada tahun 2031 dengan jumlah total 582 jiwa (proyeksi 10 tahun), maka sesuai tabel 2.3 tentang kriteria perencanaan air bersih maka kecamatan pineleng khususnya desa sea lingkungan 1 masuk kedalam kategori “Desa” dengan penduduk berkisar 582 – 600 jiwa.

TABEL 1  
Jumlah Penduduk Kecamatan Pineleng Tahun 2016-2020

Tahun	2016	2017	2020
Laki-laki	15.552	15.795	15.464
Perempuan	14.891	15.144	14.842
Total	30.443	30.939	30.306

TABEL 2  
Jumlah Penduduk Desa Sea Lingkungan 1 Tahun 2016-2021

2016	186 Jiwa
2017	240 Jiwa
2018	268 Jiwa
2019	282 Jiwa
2020	315 Jiwa
2021	360 jiwa

TABEL 3  
Hasil Uji Korelasi Sederhana

Tahun	Tahun ke - n	i(%)	Jumlah Statistik	Hasil Perhitungan		
				Geometrik	Aritmatik	Eksponensial
2016	0	14,34%	186	186	186	18
2017	1	14,34%	212	212	212	21
2018	2	14,34%	286	242	242	24
2019	3	14,34%	282	277	277	27
2020	4	14,34%	315	317	317	32
2021	5	14,34%	360	362	362	36
Koefisien Korelasi				14,34	14,37	14,3

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 4  
 Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Sea Lingkungan 1 Kecamatan Pineleng

No	Tahun	Po	Tahun Ke	Rata Rata Pertumbuhan	Bilangan Eksponensial	Jumlah Proyeksi
1	2021	362	0	14,34	2,75	362
2	2022	362	1	14,34	2,75	384
3	2023	362	2	14,34	2,75	406
4	2024	362	3	14,34	2,75	428
5	2025	362	4	14,34	2,75	450
6	2026	362	5	14,34	2,75	472
7	2027	362	6	14,34	2,75	494
8	2028	362	7	14,34	2,75	516
9	2029	362	8	14,34	2,75	538
10	2030	362	9	14,34	2,75	560
11	2031	362	10	14,34	2,75	582

Sumber: Hasil Perhitungan

C. Analisis Kebutuhan Air Bersih

Sebelum menganalisis ketersediaan air bersih yang ada terlebih dahulu dilakukan proyeksi kebutuhan air bersih yang harus dilayani sampai dengan tahun yang direncanakan. Berikut contoh perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih untuk desa sea lingkungan 1 kecamatan pineleng tahun rencana 2031.

Diketahui:

- A. Jumlah penduduk tahun 2031 = 582 Jiwa
- B. Cakupan pelayanan = 100%
- C. Penduduk terlayani = 582 Jiwa
- D. Target Pelayanan = 100%
- E. Pemakaian air (SR) = 80 liter/orang/hari
- F. Konsumsi Non Domestik = 15-30%
- G. Kehilangan air = 20%
- H. Faktor air maksimum = 1.1

Sehingga:

a. Kebutuhan Air Domestik (SR)

$$q_D = JP \times (pl\%) \times S$$

$$= (c) \times (d) \times (e)$$

$$= 582 \times 100\% \times 80$$

$$= 46560$$

$$= 0,538 \text{ liter/detik}$$

b. Kebutuhan Air Non Domestik

$$q_{nD} = (nD\%) \times q_D$$

$$= (g) \times c$$

$$= 20\% \times 0,538$$

$$= 0,1076 \text{ liter/detik}$$

c. Kebutuhan Air Total

$$q_T = q_D + q_{nD}$$

$$= a + b$$

$$= 0,538 + 0,1076$$

$$= 0,6456 \text{ liter/detik}$$

d. Kehilangan Air

$$q_{HL} = q_T \times (K_t\%)$$

$$= c \times (g)$$

$$= 0,6456 \times 20\%$$

$$= 0,1291 \text{ liter/detik}$$

e. Kebutuhan Air Rata-rata

$$q_{RH} = q_T + q_{HL}$$

$$= c + d$$

$$= 0,6456 + 0,1291$$

$$= 0,7747 \text{ liter/detik}$$

f. Kebutuhan Air Maksimum

$$q_m = q_{RH} \times F$$

$$= e \times (h)$$

$$= 0,7588 \times 1.1$$

$$= 0,852 \text{ liter/detik}$$

Dari contoh perhitungan diatas maka debit yang dibutuhkan untuk melayani kebutuhan air desa sea lingkungan 1 sebesar 0,852 liter/detik. Adapun hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air desa sea lingkungan 1 kecamatan pineleng dari tahun 2021 sampai tahun rencana 2031.

D. Analisis Ketersediaan Air Bersih

Untuk analisis ketersediaan air bersih sampai dengan tahun 2031 dilakukan dengan membandingkan debit potensi sumber mata air yang dimanfaatkan saat ini dengan debit yang dibutuhkan sampai dengan tahun 2031 sesuai dengan hasil perhitungan. Berdasarkan data yang didapatkan dilapangan melalui survey mata air di lokasi penelitian, berikut adalah gambar dan keterangan mata air di desa sea lingkungan 1 yang adalah sumber air yang dimanfaatkan sebagai kebutuhan sehari-hari.

E. Pengukuran Debit

Dilansir dari lampiran surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) tentang pedoman pembangunan embung kecil, bangunan penampung air airnya, dan survey mata air,

metode pengukuran debit bisa dilakukan dengan dua cara berdasarkan sumber airnya yaitu metode tamping dan metode apung. Untuk sumber air yang tidak menyebar dan tenang bisa dibentuk pancuran, bisa menggunakan bambu belah, ember, stopwatch dan alat tulis.

Langkah- Langkah pengukuran debit air metode tamping :

1. Siapkan 3 orang untuk melakukan pengukuran. satu orang untuk memegang alat tamping, satu orang bertugas mengukur waktu, dan orang ketiga melakukan pencatatan. Semua air yang mengalir harus tertampung pada alat tamping (ember).
2. Catat waktu yang diperlukan bagi aliran untuk mengisi penuh alat tamping yang disiapkan. Proses dimulai dengan aba-aba dari orang pemegang stopwatch pada saat penampungan air dimulai, dan selesai ketika alat tamping sudah terisi penuh.

3. Proses tersebut dilakukan sebanyak lima kali dan langsung dihitung waktu rata-rata. Debit aliran adalah volume alat tamping dibagi dengan waktu rata-rata

Dari pengukuran di atas dengan metode tamping sebanyak 10 kali, maka diperoleh hasil rata-rata debit air per detik yaitu 1,22 liter/detik. Dengan menjumlahkan kebutuhan air bersih di desa sea lingkungan 1 sampai dengan tahun 2031. Maka didapatkan total kebutuhan air bersih yaitu sebesar (73.608 liter/hari), (3.067 liter/jam), (0,852 liter/detik) dan jika membandingkan kebutuhan dan ketersediaan air (105,408 liter/hari), (4.392 liter/jam), (1,22 liter/detik) maka bisa dipastikan sumber mata air di desa sea lingkungan 1 ini masih sangat cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat sampai dengan tahun 2031.



Gambar 3. Bak Penampung Sumber Mata Air Desa Sea 1

**TABEL 5**  
Pengukuran Debit Air Menggunakan Metode Tamping

Pengukuran	Kapasitas Penampung	debit air (liter/detik)
1	1,5 liter	1,2 liter
2	1,5 liter	1,4 liter
3	1,5 liter	1,22 liter
4	1,5 liter	1,22 liter
5	1,5 liter	1,25 liter
6	1,5 liter	1,22 liter
7	1,5 liter	1,23 liter
8	1,5 liter	1,22 liter
9	1,5 liter	1,23 liter
10	1,5 liter	1,22 liter

**TABEL 6**  
**Proyeksi Kebutuhan Air Bersih**

No	Uraian	Satuan	Tahun										
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	Pelayanan Penduduk												
	Jumlah Penduduk	Jiwa	362	384	406	428	450	472	594	516	538	560	582
	Cakupan Pelayanan	(%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Penduduk Terlayani	Jiwa	362	384	406	428	450	472	594	516	538	560	582
2	Domestik												
	Sambungan Rumah (SR)												
	Tingkat Pelayanan	(%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Penduduk Terlayani	Jiwa	362	384	406	428	450	472	594	516	538	560	582
	Pemakaian Air	Lt/Org/Hari	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Kebutuhan Air	Lt/dt	0,335	0,36	0,375	0,396	0,416	0,437	0,457	0,477	0,498	0,518	0,538
3	Non Domestik 20%	Lt/dt	0,067	0,07	0,075	0,0792	0,0832	0,0874	0,0914	0,0954	0,0996	0,1036	0,1076
4	Kehilangan Air 20%	Lt/dt	0,0804	0,09	0,09	0,095	0,0998	0,104	0,1104	0,1144	0,1195	0,1243	0,1291
5	Kebutuhan Air Rata-rata	Lt/dt	0,4824	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,68	0,717	0,74	0,7747
6	Kebutuhan Air Maksimum	Lt/dt	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,69	0,72	0,75	0,78	0,82	0,852

Sumber : Hasil Perhitungan

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil analisis maka disimpulkan:

1. Besarnya kebutuhan air total desa sea 1 kecamatan pineleng sampai tahun 2031 adalah (73.608 liter/hari), (3,067 liter/jam), (0,852 liter/detik).
2. Ketersediaan air dari sumber mata air desa Sea 1 lingkungan 1 masih mampu mencukupi kebutuhan air bersih daerah layanan sampai tahun 2031. Hal ini dibuktikan dengan debit sumber ( $Q_s=73.608$  liter/hari) $>$ debit kebutuhan ( $Q_b= 106,408$  liter/hari).

**B. Saran**

1. Dibutuhkan penambahan sumber air baru untuk mencukupi kebutuhan air bersih penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, khususnya mulai tahun 2035 sampai seterusnya karena mengingat pemekaran di desa sea 1 terjadi karena bertambahnya penduduk per tahunnya.
2. Selain itu diharapkan peran serta masyarakat Desa Sea 1 Lingkungan 1 Kecamatan Pineleng dan sekitarnya dalam rangka pemeliharaan jaringan air bersih, khususnya kebersihan bak penampungan dan area sekitar bak penampungan.

**KUTIPAN**

- [1] Anjayani Eni., Haryanti, Tri. 2009. *Geografi Untuk Kelas XI SMA/MA*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- [2] Anonim. 2000. *Epanet 2 User Manual Versi Bahasa Indonesia*.
- [3] Ekamitra Enggining Anonim. 2014.
- [4] *Sistem Penyediaan Air Bersih*. Dharmasetiawan, Martin. 2000.
- [5] *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*. Jakarta : Ekamitra Engineering Linsley, R.k,Franzini.j. b.,Sasongko,D. 1991.*Teknik SumberDaya Air*.
- [6] Airlangga. Jakarta : Erlangga. Muhibin. 2014. *Analisis Ketersediaan Air Bersih Untuk Wilayah Kota Mataram*.
- [7] Skripsi S-1 Jurusan Teknik Sipil UNRAM. Mataram Nazir, Moh. 2005.
- [8] *Metodologi Penelitian*. Bogor : Ghalia Indonesia Novita, Elsa Dewi. 2010.
- [9] *Evaluasi Jaringan Pipa Air Bersih Pada Siatem Mata Air Tojang Kabupaten Lombok Timur*. Skripsi S-1 Jurusan Teknik Sipil. Teknik Sipil UNIVERSITAS SAM RATULANGI. Manado
- [9] Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang *Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*.
- [10] Departemen Kesehatan Republik Indonesia : Jakarta.
- [11] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 Tentang *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- [12] Triatmadja, Radianta. 2006. *Draft Jaringan Air Bersih*. Yogyakarta : Beta Offse