

PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DI DESA KASURATAN KECAMATAN REMBOKEN KABUPATEN MINAHASA

Angelia Iroth

Liany A. Hendratta, Hanny Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: angeliairobi085@gmail.com

ABSTRAK

Desa Kasuratan terletak di Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa. Desa ini memiliki luas wilayah sebesar 675 Ha dengan jumlah penduduk pada tahun 2016 mencapai 921 jiwa. Sistem penyediaan air bersih di desa Kasuratan saat ini belum memadai untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pengembangan sistem penyediaan air bersih yang baik dan mampu melayani kebutuhan air bersih di daerah tersebut. Periode perencanaan adalah 20 tahun. Debit kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk. Berdasarkan hasil proyeksi pertumbuhan penduduk dengan metode analisis regresi eksponensial, penduduk desa Kasuratan mencapai 1424 jiwa pada tahun 2035 dengan kebutuhan air bersih mencapai 0,5968 liter/detik. Dari keseluruhan komponen sistem penyediaan air bersih, sistem distribusi dan pelayanan merupakan prioritas dalam rencana pengembangan. Perhitungan jaringan distribusi air bersih menggunakan software Epanet 2.0. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa HDPE dengan diameter bervariasi dimulai dari 1" sampai 3". Secara umum, komponen sistem distribusi yang direncanakan mampu untuk melayani kebutuhan masyarakat.

Kata kunci: Air bersih, pengembangan sistem jaringan, debit, sistem distribusi, Kasuratan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi keberlanjutan kehidupan manusia, sehingga penanganan dan pemenuhannya harus menjadi prioritas dikarenakan kebutuhan manusia akan air bersih selalu mengalami peningkatan dari waktu ke waktu sehingga air bersih harus tersedia dalam kuantitas dan kontinuitas yang memadai.

Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi dan juga merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan. Faktor-faktor yang menyebabkan peningkatan kebutuhan air bersih disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk meningkatnya keadaan sosial ekonomi masyarakat, dan juga pengembangan fasilitas umum.

Desa Kasuratan adalah daerah yang terletak di Sulawesi Utara tepatnya di Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa dan luas wilayah 675 Ha, dengan jumlah jiwa penduduk pada tahun 2016 sebesar 1310 jiwa. Dari tahun ke tahun jumlah penduduk desa terus bertambah dan wilayahnya perlahan mengalami

pengembangan, yang berarti kebutuhan akan air bersih juga akan meningkat.

Pada kondisi ini masyarakat masih harus bergantian menggunakan hidran umum ada pula yang menggunakan sumur yang berada di halaman rumah warga dan ada juga masyarakat yang memiliki hidran umum tetapi belum memadai untuk mendapat suplai air bersih. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah sosial bagi masyarakat desa Kasuratan.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa Desa Kasuratan memerlukan adanya pengembangan sistem penyediaan air bersih yang sumber air bakunya berasal dari 3 mata air yang berbeda yang berjarak masing-masing $\pm 50m$, $\pm 40m$, dan $\pm 100m$ ke desa Kasuratan dengan debit sesaat masing-masing mata air adalah sebesar 1.73 L/detik, 1.18 L/detik dan 1.34 L/detik guna memenuhi kebutuhan air bersih untuk mendukung aktivitas dan kelangsungan hidup penduduk desa Kasuratan.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Perencanaan kebutuhan air bersih hingga tahun 2035.
2. Struktur bangunan air tidak diperhitungkan.
3. Sumber air baku adalah mata air
4. Tidak memperhitungkan anggaran biaya
5. Kapasitas pompatidak dihitung.
6. Menggunakan program Epanet 2.0 untuk menghitung jaringan distribusi air bersih.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah merencanakan pengembangan sistem penyediaan air bersih di desa Kasuratan.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan untuk pedoman pengembangan sistem penyediaan air bersih bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

LANDASAN TEORI

Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum.

Persyaratan dalam penyediaan air bersih

Sistem penyediaan air bersih harus memenuhi beberapa persyaratan utama:

1. Persyaratan kualitatif
2. Persyaratan kuantitatif
3. Persyaratan kontinuitas

Kebutuhan air bersih

1. Kebutuhan air Domestik

Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya

2. 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 lain sebagainya.

Kehilangan Air

Kehilangan air ditentukan dengan asumsi sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari

kebutuhan domestic ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Kebutuhan Air Total

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

Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

1. Analisis Regresi Linier
2. Analisis Regresi Eksponensial
3. Analisis Regresi Logaritma

Sistem Penyediaan Air Bersih

Unit air baku

Sumber air baku

Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratan utamanya yang meliputi kualitas, kuantitas, kontinuitas dan biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya.

Bangunan penangkap mata air (Broncaptering)

Bangunan pengambilan air baku pada mata air atau broncapterng biasanya direncanakan sesuai dengan jenis pemunculan mata air dan kondisi lapangan.

Jaringan Transmisi Air Bersih

Jaringan transmisi adalah suatu jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari sumber air ke *resevoir*. Cara penyaluran air bersih tergantung pada lokasi sumber air berada.

Pompa

Dalam suatu perencanaan sistem jaringan air bersih, salah satu alat yang penting adalah pompa. Pompa dapat digunakan atau dipandang sebagai alat 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.

Unit Produksi

Unit produksi adalah sarana dan prasarana yang dapat digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum melalui proses fisik, kimiawi dan/atau biologi, meliputi bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukuran dan peralatan pemantauan, serta bangunan penampungan air minum.

Unit Distribusi

Unit distribusi adalah sarana untuk mengalirkan air minum dari reservoir sampai unit pelayanan.

Unit Pelayanan

Unit Pelayanan adalah sarana untuk mengambil air minum langsung oleh masyarakat yang terdiri dari sambungan rumah, hidran umum dan terminal air.

Analisis Hidrolika Dalam Sistem Distribusi Air Bersih

Tinggi Tekanan dan Kecepatan Aliran

Jika tekanan air kurang, akan menyebabkan kesulitan dalam pemakaian air. Sedangkan tekanan air yang berlebih dapat menimbulkan rasa sakit karena terkena pancaran air, merusak peralatan *plumbing*, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik pada suatu daerah tergantung pada persyaratan pemakai atau alat yang harus dilayani.

Berbagai jenis pipa yang biasa digunakan, antara lain:

- a. *Asbestos Cement Pipe* (ACP)
- b. *Cast Iron Pipe* (CIP) dan *Ductile Cast Iron Pipe* (DCIP)
- c. *Galvanized Iron Pipe* (GIP)
- d. Steel Pipe
- e. Prestressed Concrete Pipe
- f. Polyvinyl Chloride Pipe (PVC)
- g. High Density Polyethylene (HDPE)

Kehilangan Tekanan (*Headloss*)

Secara umum didalam suatu instalasi jaringan pipa dikenal dua macam kehilangan energy, yaitu:

- Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)
- Kehilangan Tinggi Tekanan Minor (*Minor Loss*).

Software EPANET 2.0

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Kelebihan metode ini adalah aplikasinya *under windows* sehingga untuk simulasi visualnya bisa cukup jelas dan mudah dihubungkan (*link*) dengan perangkat lunak lainnya. Kelebihannya di samping itu untuk kepentingan jaringan pipa secara hidrolis juga dapat memodel kualitas air.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kondisi prasarana air bersih di Desa Kasuratan. Data-data yang dikumpulkan adalah data kuantitatif dan kualitatif berupa identifikasi kondisi *existing* prasarana air bersih di lokasi penelitian.

Lokasi Penelitian

Perencanaan pengembangan sistem penyediaan air bersih dilaksanakan di Desa Kasuratan, Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara.

Letak Geografis



Gambar 1. Peta Desa Kasuratan

Secara geografis desa Kasuratan terletak antara $01^{\circ} 14' 31.3''$ Lintang Utara dan $124^{\circ} 49' 38.6''$ Bujur Timur dengan luas wilayah 675 km^2 dan berada pada ketinggian 860 meter dari permukaan laut.

Desa Kasuratan terdiri atas 5 dusun. Secara administratif batas-batas wilayah desa Kasuratan adalah sebagai berikut:

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Tampusu.
- b. Sebelah timur berbatasan dengan desa Pangolombian.
- c. Sebelah selatan berbatasan dengan Tondangouw.
- d. Sebelah barat berbatasan dengan Parepei.

Kondisi Demografi

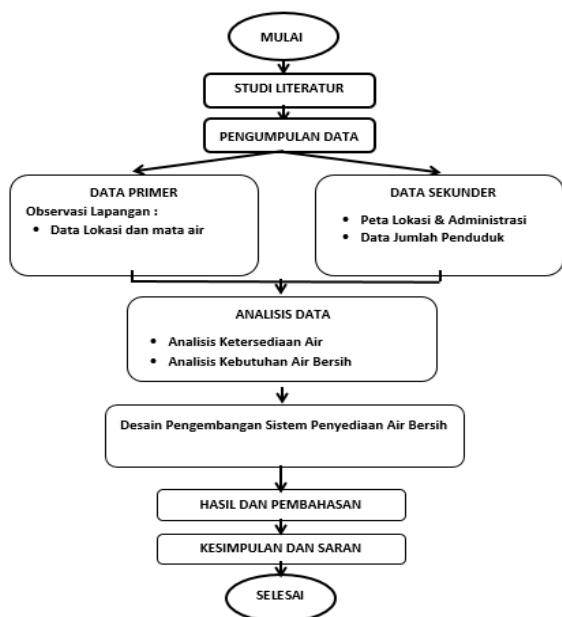
Jumlah penduduk desa Kasuratan pada tahun 2016 adalah sebanyak 1310 jiwa dengan jumlah kepala keluarga 406 yang terdiri dari 669 jiwa laki-laki dan 641 jiwa perempuan (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Penduduk

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Sumber
1	2009	1267	1
2	2010	1270	1
3	2011	1290	1
4	2012	1242	1
5	2013	1279	1
6	2014	1296	1
7	2015	1304	1
8	2016	1310	1

Sumber: Remboken dalam angka 2016

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air

Hasil Survey Mata Air

Lokasi : Mata Air Desa Kasuratan

Peralatan: GPS, stopwatch, wadah penampung, alat tulis

Volume Wadah Penampung 0,00915 m³

Mata air 1	
Percobaan	Waktu
1	5,9
2	5,4
3	5,5
4	5,7
5	5,5
rata-rata	5,6

$$Q1 = \frac{v}{t} = \frac{0,00915}{5,6} = 0,0016334 \text{ m}^3/\text{detik} = 1,6 \text{ liter/detik}$$

Mata air 2	
Percobaan	Waktu
1	7,6
2	7,5
3	7,7
4	7,5
5	7,6
rata-rata	7,58

$$Q2 = \frac{v}{t} = \frac{0,00915}{7,58} = 0,0012071 \text{ m}^3/\text{detik} = 1,2 \text{ liter/detik}$$

Mata air 3	
Percobaan	Waktu
1	7
2	6,4
3	6,8
4	6,6
5	6,9
rata-rata	6,7

$$Q3 = \frac{v}{t} = \frac{0,00915}{6,7} = 0,0013657 \text{ m}^3/\text{detik} = 1,3 \text{ liter/detik}$$

Analisis kebutuhan Air

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Setelah dihitung pertumbuhan jumlah penduduk menggunakan analisis regresi linier, logaritma, dan eksponensial dan juga metode aritmatik, metode geometrik dan metode aritmatik. Maka, dipilih hasil dari analisis regresi eksponensial karena memberikan nilai standar error terkecil atau koefisien determinasi yang cukup besar, yang berarti kesalahan baku yang terjadi lebih kecil dibandingkan 2 metode lainnya. Syarat : $-1 \leq r \leq 1$.

Tabel 2. Rekapitulasi Analisis Regresi

Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi					
No	Metode Analisis Regresi	y	Koefisien korelasi [r]	koefisien determinasi [r ²]	Standar Error
1	Linier	y = 11731 + 110.9x	0.685	0.828	17.600
2	Logaritma	y = 1257.8 + 18.3 ln x	0.578	0.760	19.729
3	Eksponensial	y = 1254.29 x e ^{^(0,0049x)}	0.681	0.825	17.565

Sehingga dari hasil perhitungan dan perbandingan ketiga analisis regresi diatas, maka proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan yaitu analisis regresi Ekspensial dengan nilai korelasi (r) yaitu 0,681. Dimana analisis regresi ekspensial memiliki nilai determinasi (r^2) yang paling mendekati 1 (satu) yaitu 0,825 dan juga memiliki nilai standard error (Se) terkecil yaitu 17,56. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan analisis regresi ekspensial.

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestic diperkirakan dengan menggunakan angka pemakaian air per kapita per hari. Perkiraan pemakaian air berdasarkan survey penduduk di desa Kasuratan diperkirakan sebanyak 30 l/orang/hari. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 20 tahun kedepan sampai tahun 2035.

Tabel 3. Kebutuhan Air Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		
		l/hari	l/detik	m ³ /det
2016	1304	39120	0,4528	0,0005
2017	1310	39300	0,4549	0,0005
2018	1310	39314	0,4550	0,0005
2019	1317	39506	0,4572	0,0005
2020	1323	39699	0,4595	0,0005
2021	1330	39893	0,4617	0,0005
2022	1336	40088	0,4640	0,0005
2023	1343	40283	0,4662	0,0005
2024	1349	40480	0,4685	0,0005
2025	1356	40677	0,4708	0,0005
2026	1363	40876	0,4731	0,0005
2027	1369	41076	0,4754	0,0005
2028	1376	41276	0,4777	0,0005
2029	1383	41477	0,4801	0,0005
2030	1389	41680	0,4824	0,0005
2031	1396	41883	0,4848	0,0005
2032	1403	42088	0,4871	0,0005
2033	1410	42293	0,4895	0,0005
2034	1417	42500	0,4919	0,0005
2035	1424	42707	0,4943	0,0005

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan untuk fasilitas pelayanan umum, seperti kantor, sekolah, rumah sakit atau puskesmas, tempat ibadah, terminal, dan lain-lain. Di desa Kasuratan hanya memiliki kantor desa, sekolah dasar, sekolah menengah, dan gereja sehingga untuk kebutuhan non domestik angka persentase yang diperkirakan adalah sebesar 5%.

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 Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan, kebocoran/kehilangan air yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestic ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 4. Kebutuhan Air Non Domestik

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	
	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik
2016	39120	0.453	1956.00	0.0226
2017	39300	0.455	1965.00	0.0227
2018	39314	0.455	1965.72	0.0228
2019	39506	0.457	1975.31	0.0229
2020	39699	0.459	1984.96	0.0230
2021	39893	0.462	1994.64	0.0231
2022	40088	0.464	2004.38	0.0232
2023	40283	0.466	2014.16	0.0233
2024	40480	0.469	2023.99	0.0234
2025	40677	0.471	2033.87	0.0235
2026	40876	0.473	2043.80	0.0237
2027	41076	0.475	2053.78	0.0238
2028	41276	0.478	2063.80	0.0239
2029	41477	0.480	2073.87	0.0240
2030	41680	0.482	2084.00	0.0241
2031	41883	0.485	2094.17	0.0242
2032	42088	0.487	2104.39	0.0244
2033	42293	0.490	2114.66	0.0245
2034	42500	0.492	2124.98	0.0246
2035	42707	0.494	2135.35	0.0247

Tabel 5. Kehilangan Air

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)		Kehilangan Air (Qa) Qa=(Qd+Qn)x0,15	
	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik
2016	39120	0.453	1956.00	0.0226	6161.40	0.0713
2017	39300	0.455	1965.00	0.0227	6189.75	0.0716
2018	39314	0.455	1965.72	0.0228	6192.02	0.0717
2019	39506	0.457	1975.31	0.0229	6222.24	0.0720
2020	39699	0.459	1984.96	0.0230	6252.61	0.0724
2021	39893	0.462	1994.64	0.0231	6283.13	0.0727
2022	40088	0.464	2004.38	0.0232	6313.80	0.0731
2023	40283	0.466	2014.16	0.0233	6344.61	0.0734
2024	40480	0.469	2023.99	0.0234	6375.58	0.0738
2025	40677	0.471	2033.87	0.0235	6406.70	0.0742
2026	40876	0.473	2043.80	0.0237	6437.97	0.0745
2027	41076	0.475	2053.78	0.0238	6469.39	0.0749
2028	41276	0.478	2063.80	0.0239	6500.97	0.0752
2029	41477	0.480	2073.87	0.0240	6532.70	0.0756
2030	41680	0.482	2084.00	0.0241	6564.59	0.0760
2031	41883	0.485	2094.17	0.0242	6596.63	0.0763
2032	42088	0.487	2104.39	0.0244	6628.82	0.0767
2033	42293	0.490	2114.66	0.0245	6661.18	0.0771
2034	42500	0.492	2124.98	0.0246	6693.69	0.0775
2035	42707	0.494	2135.35	0.0247	6726.36	0.0779

Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air air domestic, non domestik ditambah kehilangan air

Tabel 6. Kebutuhan Air Total

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa)	Kebutuhan Air Total (Qt)	
				l/detik	m ³ /det
2016	0,453	0,0226	0,0713	0,5467	0,00055
2017	0,455	0,0227	0,0716	0,5492	0,00055
2018	0,455	0,0228	0,0717	0,5494	0,00055
2019	0,457	0,0229	0,0720	0,5521	0,00055
2020	0,459	0,0230	0,0724	0,5548	0,00055
2021	0,462	0,0231	0,0727	0,5575	0,00056
2022	0,464	0,0232	0,0731	0,5603	0,00056
2023	0,466	0,0233	0,0734	0,5630	0,00056
2024	0,469	0,0234	0,0738	0,5657	0,00057
2025	0,471	0,0235	0,0742	0,5685	0,00057
2026	0,473	0,0237	0,0745	0,5713	0,00057
2027	0,475	0,0238	0,0749	0,5741	0,00057
2028	0,478	0,0239	0,0752	0,5769	0,00058
2029	0,480	0,0240	0,0756	0,5797	0,00058
2030	0,482	0,0241	0,0760	0,5825	0,00058
2031	0,485	0,0242	0,0763	0,5853	0,00059
2032	0,487	0,0244	0,0767	0,5882	0,00059
2033	0,490	0,0245	0,0771	0,5911	0,00059
2034	0,492	0,0246	0,0775	0,5940	0,00059
2035	0,494	0,0247	0,0779	0,5969	0,00060

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas maka kebutuhan air total desa Kasuratan untuk hingga tahun 2035 mencapai 0,5968 l/detik.

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak didapat berdasarkan sumber dari (Pedoman/petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, NSPM Kimpraswil, 2002).

Berikut adalah perhitungan Q_m dan Q_p untuk tahun 2017

$$\begin{aligned}
 Q_m &= 1,25 \times Q_t \\
 &= 1,25 \times 0,5968 \text{ l/detik} \\
 &= 0,746 \text{ l/detik} \\
 &= 0,00746 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 Q_p &= 1,75 \times Q_t \\
 &= 1,75 \times 0,5968 \text{ l/detik} \\
 &= 1,04444 \text{ l/detik} \\
 &= 0,010444 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Sistem Jaringan Air Bersih Sistem Planning

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

- Jumlah Penduduk = 1424 jiwa

- Jumlah hidran umum = $1424/100 = 14,24 = 15$ hidran
- Kebutuhan air total 0,5969 liter/detik.

Tabel 7. Debit Jam Puncak

Tahun	Debit Total (Qt)	Debit Harian Max (Qm)	Debit Jam Puncak (Qp)
2016	0,5467	0,6834	0,9568
2017	0,5492	0,6866	0,9612
2018	0,5494	0,6868	0,9615
2019	0,5521	0,6902	0,9662
2020	0,5548	0,6935	0,9709
2021	0,5575	0,6969	0,9757
2022	0,5603	0,7003	0,9804
2023	0,5630	0,7037	0,9852
2024	0,5657	0,7072	0,9900
2025	0,5685	0,7106	0,9949
2026	0,5713	0,7141	0,9997
2027	0,5741	0,7176	1,0046
2028	0,5769	0,7211	1,0095
2029	0,5797	0,7246	1,0144
2030	0,5825	0,7281	1,0194
2031	0,5853	0,7317	1,0244
2032	0,5882	0,7353	1,0294
2033	0,5911	0,7388	1,0344
2034	0,5940	0,7425	1,0394
2035	0,5969	0,7461	1,0445

Mata air yang akan digunakan ada 3 yaitu mata air A dengan debit 1,16 liter/detik yang ke 2 mata air B dengan debit 1,12 liter/detik dan yang ke 3 mata air C dengan debit 1,13 liter/detik. Maka disimpulkan ketersediaan mata air lebih besar dari kebutuhan air total.

Distribusi air bersih akan dibagi menjadi 2 zona. Zona 1 akan menggunakan mata air A dengan debit 1,16 liter/detik yang terbagi atas 7 hidran umum dan zona yang kedua menggunakan mata air B dengan debit 1,12 liter/detik dan mata air C dengan debit 1,13 liter/detik yang terbagi atas 8 hidran umum.

Pada zona 1, mata air A lebih rendah dari daerah layanan sehingga akan ditampung dan kemudian melalui pipa transmisi air akan dipompa ke reservoir distribusi. Reservoir distribusi berada pada daerah yang lebih tinggi sehingga air akan langsung dialirkan secara gravitasi ke 7 hidran umum di zona 1. Kemudian untuk zona 2, karena mata air B dan C berada di daerah yang lebih tinggi maka air akan ditampung akan dialirkan secara gravitasi ke 8 hidran umum. Dan pipa yang akan digunakan untuk mengalirkan air di kedua zona tersebut adalah pipa HDPE.

Kelebihan pipa HDPE adalah pipa HDPE memiliki sifat yang elastis atau lentur sehingga mudah dalam pemasangan, mudah dalam

penyambungan, dan dapat mengikuti pergerakan tanah. Pipa HDPE adalah pipa yang terbuat dari bahan Polythylene (PE), sehingga banyak orang menyebutnya dengan pipa PE yang dimana materialnya memiliki ketahanan yang rendah sehingga dapat bertahan lebih dari 50 tahun. Pipa HDPE juga adalah pipa yang kuat dan dapat dipercaya untuk aplikasi air minum.

Unit Distribusi zona 1

Presentase jumlah penduduk pada zona 1 yakni sebanyak 40% dengan debit kebutuhan air total sebesar 36,2103 l/org/hari. Mata air dari *Broncaptering* kemudian dialirkan ke reservoir dengan debit 0,239 liter/detik atau 0,859 m³/jam atau 20,62539 m³/hari. Perhitungan kapasitas reservoir sebagai berikut :

40% x 1424 = 570 orang

- Kebutuhan air harian = 570 x 36,2103 l/org/hari
- = 20625 liter/hari
- = 20,62539 m³/hari
- = 0,859 m³/jam
- = 0,239 liter/detik

Pemompaan direncanakan 3 jam dengan total debit = 20,625 m³/hari

Suplai air yang masuk tiap jam = 6,875 m³/hari

Volume minimal = X - 1,204

Pada Volume minimal reservoir tepat kosong,

X = 1,204

Volume Maksimum = X + 5,662

Kapasitas berguna reservoir minimal = 1,204 + 5,662 = 6,866

Diambil ukuran :

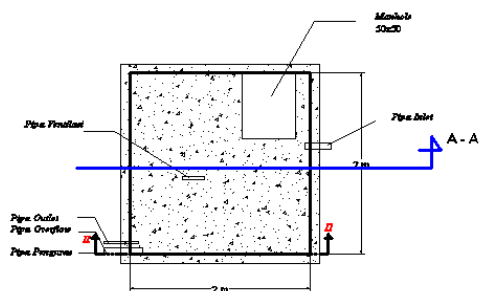
Panjang dan lebar = 2 x 2

Tinggi kapasitas berguna = 1,75 m³

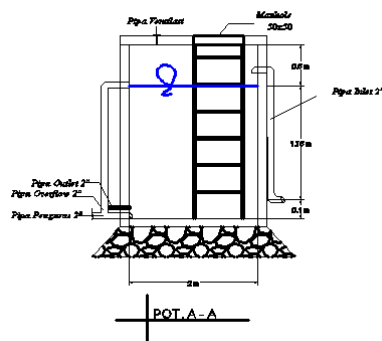
Kapasitas berguna yang disiapkan = 2 x 2 x 1,75

Kapasitas mati reservoir distribusi diambil 0,1m dan tinggi ruang udara 0,5 m. Sehingga total tinggi reservoir distribusi 2,35 m. Jadi ukuran reservoir distribusi (2 x 2 x 2,35) m.

Denah reservoir distribusi zona 1



Potongan II-II reservoir distribusi zona 1



Reservoir distribusi zona 2 yang juga digunakan sebagai bak penampung berada di daerah yang lebih tinggi dari layanan sehingga air langsung didistribusikan dengan sistem gravitasi kepada konsumen.

Dengan presentase jumlah penduduk pada zona 2 yakni sebanyak 60% dengan debit kebutuhan air total sebesar 36,2103 l/org/hari. Mata air dari *Broncaptering* kemudian dialirkan ke reservoir dengan debit 0,36 liter/detik atau 1,281 m³/jam atau 30,938 m³/hari. Perhitungan kapasitas reservoir sebagai berikut :

60% x 1424 = 854 orang

- Kebutuhan air harian = 854 x 36,2103 l/org/hari
- = 30938,08 liter/hari
- = 30,938 m³/hari
- = 1,281 m³/jam
- = 0,358 liter/detik

Volume minimal = X - 0,723

Pada Volume minimal reservoir tepat kosong,

X = 0,723

Volume Maksimum = X + 0,966

Kapasitas berguna reservoir minimal = 0,723 + 0,966 = 1,689

Diambil ukuran :

Panjang dan lebar = 1 x 1

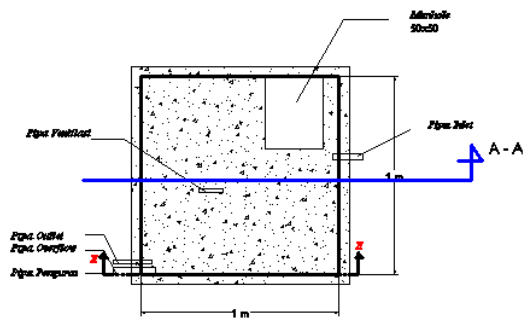
Tinggi kapasitas berguna = 2 m³

Kapasitas berguna yang disiapkan = 1 x 1 x 2

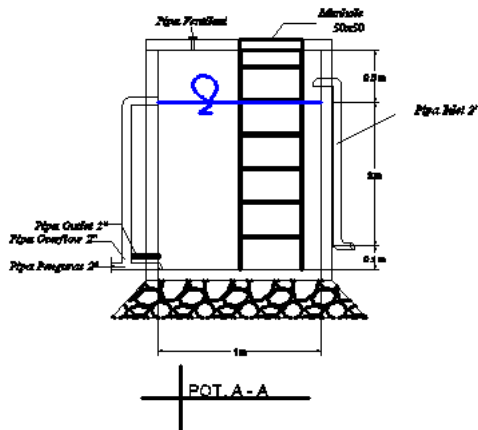
= 2 m³

Kapasitas mati reservoir distribusi diambil 0,1m dan tinggi ruang udara 0,5 m. Sehingga total tinggi reservoir distribusi 2,6 m. Jadi ukuran reservoir distribusi (1 x 1 x 2,6) m.

Denah reservoir distribusi zona 2



Potongan II-II reservoir distribusi zona 2



Desain Hidrolis Hidran Umum

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

Jumlah hidran umum

$$= \text{jumlah penduduk} / 100$$

$$= 1424 / 100 = 14,24$$

$$= 15 \text{ HU}$$

Base demand untuk tiap HU di zona 1 =

$$= \frac{0,24 \text{ liter}}{7 \text{ detik}}$$

1 HU = 0,03 liter/detik

Base demand untuk tiap HU di zona 2

$$= \frac{0,36 \text{ liter}}{8 \text{ detik}}$$

1 HU = 0,045 liter/detik

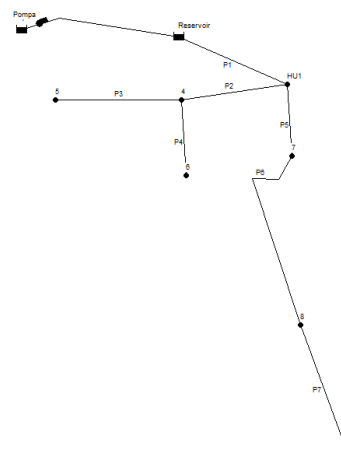
Sistem Jaringan Pipa menggunakan Epanet 2.0

Untuk perhitungan jaringan distribusi air bersih menggunakan software Epanet 2.0 dari hasil perhitungan Epanet, node parameter untuk setiap node hidran umum memenuhi syarat minimum tekanan (pressure), berdasarkan

Kriteria Pipa Transmisi dan Distribusi Menurut Kep Men PU no.18 Tahun 2007, dimana memiliki tekanan lebih dari 10 m dan kurang dari 75 m. Sedangkan untuk link parameter, memiliki velocity yang sesuai dengan syarat minimum yaitu kecepatan aliran dalam pipa diantara 0,3 - 0,6 m/dtk serta mengambil perbandingan syarat kecepatan maksimum pipa PVC 3,0 - 4,5 m/dtk. Dimana pipa HDPE lebih baik kualitasnya daripada PVC.

Hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa desa Kasuratan sebagai berikut :

Skema Jaringan desa Kasuratan zona 1



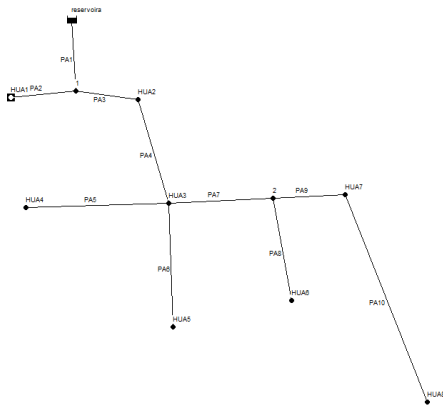
Node Parameter jaringan desa Kasuratan Zona 1

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m
Junc HU1	878	0.034	0.03	883.95
Junc 4	873	0.034	0.03	883.66
Junc 5	868	0.034	0.03	883.62
Junc 6	866	0.034	0.03	883.64
Junc 7	869	0.034	0.03	883.75
Junc 8	860	0.034	0.03	883.48
Junc 9	865	0.034	0.03	883.44
Resvr 1	875	#N/A	-3.81	875.00
Resvr Reservoir	884	#N/A	3.57	884.00

Link Parameter jaringan desa Kasuratan zona 1

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe PA1	43.9	50.8	130	0.36	0.18	1.09
Pipe PA2	45.53	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA3	39.89	25.4	130	0.31	0.62	25.00
Pipe PA4	71.9	25.4	130	0.27	0.53	18.79
Pipe PA5	98.6	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA6	82.4	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA7	71.51	25.4	130	0.14	0.27	5.21
Pipe PA8	64.12	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA9	40.88	25.4	130	0.09	0.18	2.46
Pipe PA10	145	25.4	130	0.05	0.09	0.68

Skema Jaringan desa Kasuratan zona 2



Node Parameter jaringan desa Kasuratan zona 2

Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc HUA1	856	0.05	861.91	5.91
Junc HUA2	859	0.05	860.95	1.95
Junc HUA3	855	0.05	859.60	4.60
Junc HUA4	852	0.05	859.53	7.53
Junc HUA5	851	0.05	859.54	8.54
Junc HUA6	854	0.05	859.18	5.18
Junc HUA7	859	0.05	859.12	0.12
Junc HUA8	854	0.05	859.03	5.03
Junc 1	858	0.00	861.95	3.95
Junc 2	859	0.00	859.22	0.22
Resvr reservoir	862	-0.36	862.00	0.00

Link Parameter jaringan desa Kasuratan Zona 2

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe PA1	49.9	50.8	130	0.36	0.18	1.09
Pipe PA2	45.53	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA3	39.89	25.4	130	0.31	0.62	25.00
Pipe PA4	71.9	25.4	130	0.27	0.53	18.79
Pipe PA5	98.6	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA6	82.4	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA7	71.51	25.4	130	0.14	0.27	5.21
Pipe PA8	64.12	25.4	130	0.05	0.09	0.68
Pipe PA9	40.88	25.4	130	0.09	0.18	2.46
Pipe PA10	145	25.4	130	0.05	0.09	0.68

Untuk membuktikan kesesuaian hasil perhitungan dengan menggunakan EPANET 2.0, dibawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (H_f) pada pipa distribusi dan akan dibandingkan dengan perhitungan EPANET 2.0.

Reservoir 1 ke HU1

$$\Delta H = 884 \text{ m} - 878 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$$L = 102 \text{ m} = 0,102 \text{ km}$$

$$D = 50,8 \text{ mm} = 0,0508 \text{ m}$$

$$Q = 0,24 \text{ l/dtk} = 0,00024 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$C_{HW} = 130$$

Hitung luas (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{\pi \times (0,0508)^2}{4}$$

$$= 0,002028 \text{ m}^2$$

Hitung Headloss (H_f)

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

$$= \frac{10,675 \times (0,00024)^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 120$$

$$= 0,061893 \text{ m}$$

Headloss (H_f) per km

$$= \frac{0,061893 \text{ m}}{0,102 \text{ km}}$$

$$= 0,60679007 \text{ m/km}$$

Hitung kecepatan aliran pipa 2

$$V = Q/A$$

$$= 0,00024 / 0,002028$$

$$= 0,12 \text{ m/det}$$

Dari hasil analisis diatas, 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 yang sama.

**Pembahasan
Pertumbuhan Penduduk**

Dari data sekunder jumlah penduduk di Desa Kasuratan, Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa dari tahun 2009 sampai tahun 2016 diproyeksikan data jumlah penduduk selama 20 tahun dari tahun 2015 sampai tahun 2035 dengan menggunakan tiga metode metode yaitu metode Regresi Linier, Regresi Logaritma, dan Regresi Exponensial. Namun metode yang digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk adalah metode exponensial, karena memberikan nilai standar error terkecil yaitu 17.565 atau koefisien determinasi terbesar yaitu 0.825 yang berarti kesalahan baku yang terjadi lebi kecil dibandingkan 2 metode lainnya.

Kebutuhan Air dan Kehilangan Air

Kebutuhan air yang dianalisis menggunakan kriteria/standar perencanaan air bersih pedesaan dapat dilihat dalam tabel 2.1. Untuk kebutuhan air domestik dapat dilihat pada tabel 4.13, dengan perhitungan jumlah penduduk dikalikan 30 liter/orang/hari, sehingga didapat kebutuhan air domestik pada tahun 2035 adalah 42707

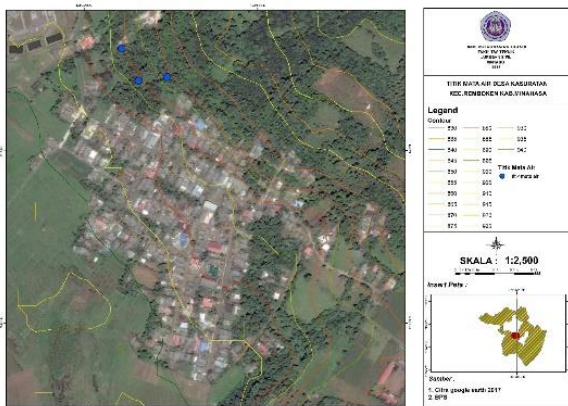
liter/hari atau 0,494 liter/detik. Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik dapat dilihat pada tabel 4.14, dengan perhitungan jumlah kebutuhan domestik dikalikan dengan angka presentase air bersih sebesar 5%, maka kebutuhan air domestik pada tahun 2035 adalah 0,0247 liter/detik.

Untuk kehilangan air dapat dilihat pada tabel 5 dimana debit kebutuhan domestik ditambah kebutuhan non domestik kemudian dikali dengan 15% sehingga pada tahun 2035 terjadi kehilangan air sebanyak 0,779 liter/detik. Maka jumlah kebutuhan air total yaitu kebutuhan air domestik ditambah kebutuhan air non domestik ditambah kehilangan air pada tahun 2035 adalah sebanyak 0,5969 liter/detik.

Ketersediaan Air Bersih

Berdasarkan hasil pengukuran debit mata air di Desa Kasuratan, debit mata air yang digunakan saat ini yaitu Mata Air A tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air penduduk selama 20 tahun kedepan. Sehingga, menggunakan mata air B dan C untuk dimanfaatkan sebagai sistem penyediaan air bersih untuk 20 tahun kedepan.

Titik Mata Air Desa Kasuratan



Sistem Jaringan Air Bersih

Untuk menyalurkan air ke daerah layanan maka dapat dilakukan beberapa tahap diantaranya :

1. Pada penelitian ini, pendistribusian air dibagi menjadi 2 zona. Sumber air yang direncanakan adalah mata air A, B, dan C. Mata air A berada pada elevasi ± 875 m sedangkan mata air B dan C berada pada elevasi yang sama yaitu ± 866 m. Mata air A akan digunakan untuk zona 1, dan karena letak Broncaptering berada pada elevasi yang rendah dari daerah layanan maka akan digunakan pompa. Kemudian untuk mata air B dan C akan digunakan untuk zona 2.

Broncaptering dari masing-masing mata air berada pada elevasi yang lebih tinggi dari pada daerah layanan sehingga air dari mata air B dan C akan ditampung di reservoir yang kemudian akan dialirkan dengan sistem gravitasi.

2. Untuk zona 1 ketika air akan dialirkan dari Broncaptering ke Reservoir dengan menggunakan pompa pada elevasi ± 880 m menggunakan rumus Hazen-Wiliams dengan ukuran pipa 3" dengan total panjang 112 m. Dan untuk zona 2 ketika air akan dialirkan secara gravitasi dari masing-masing Broncaptering ke reservoir distribusi dengan masing-masing pipa yaitu 2" pada elevasi masing mata air B dan C adalah sama yaitu ± 866 dengan total panjang pipa untuk mata air B yaitu 44,2 m dan untuk mata air C yaitu 90,2 m.
3. Dimensi reservoir distribusi direncanakan agar dapat memenuhi kebutuhan dan suplai air ke masyarakat Desa Kasuratan dengan ukuran Reservoir :
 Zona 1 = 2 m x 2 m x 2,35 m
 Zona 2 = 1 m x 1 m x 2,6 m

Dari reservoir air akan dialirkan melalui pipa distribusi ke daerah pelayanan yang direncanakan menggunakan program EPANET 2.0. Setelah dihitung dengan menggunakan EPANET 2.0 didapat ukuran pipa bervariasi yaitu mulai dari pipa 2" dan 1".

4. Hidran umum direncanakan berdasarkan standar/kriteria penyediaan air pedesaan yaitu 100 jiwa/hidran umum, maka untuk memenuhi kebutuhan 1424 jiwa penduduk desa Kasuratan maka direncanakan hidran umum sebanyak 15 buah, masing-masing untuk zona 1 yaitu 7 dan untuk zona 2 yaitu 8. Lokasi hidran umum direncanakan mengikuti sebaran penduduk.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit ketersediaan air bersih desa Kasuratan adalah sebesar 3,41 liter/detik sedangkan kebutuhan air bersih rata-rata desa Kasuratan pada tahun 2035 adalah sebesar 0,5969 liter/detik dengan jumlah penduduk sebanyak 1424 jiwa. Dan pada jam puncak sebesar 1,0445 liter/detik. Jadi ketersediaan air bersih di desa Kasuratan memenuhi

- kebutuhan air bersih untuk penduduk desa dalam kurun waktu 20 tahun.
2. Sistem pelayanan air bersih untuk mata air A menggunakan pompa, dan untuk mata air B dan C akan dialirkan dengan sistem gravitasi.
 3. Jumlah hidran umum adalah sebanyak 15 buah hidran umum yang terbagi dalam 2 zona. Untuk zona 1 terbagi atas 7 hidran umum yang air bersihnya berasal dari mata air A, dan untuk zona 2 terbagi atas 8 hidran umum yang air bersihnya berasal dari mata air B dan C.
 4. Pipa distribusi menggunakan pipa jenis HDPE dengan diameter 1” dan 2” untuk pendistribusian air dari reservoir menuju ke

hidran umum. Dan untuk pompa akan digunakan pipa dengan diameter 3”.

Saran

1. Dapat dikembangkan untuk penelitian atau perancangan untuk 20 tahun berikutnya jika kebutuhan air di desa Kasuratan meningkat.
2. Dapat digunakan sebagai acuan untuk dapat melanjutkan penelitian atau perencanaan untuk pembangunan bangunan-bangunan air yang telah digunakan dalam perencanaan sistem jaringan air bersih dengan menggunakan hasil dari tugas akhir ini sebagai data awal perencanaan pembangunan.
3. Agar kualitas airnya terjaga, maka masyarakat di desa Kasuratan harus memelihara hutan disekitar mata air agar tetap bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Jawa Barat: Penerbit Gunadarma. Hal. 28; 32-33; 43; 48.
- Anonim, 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta. Hal. 10-12; 60-62; 72-77 (Lampiran I) dan hal. 30; 55 (Lampiran III).
- Air Minum dan Kesehatan Lingkungan, 2014. *Panduan Reservoir*. Kabupaten Bandung: AMPL. Modul 5.
- Anonim, 2010. *Sistem Penyaluran Air Minum*. Modul ajar. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Hal. 4.
- Badan Pusat Statistik, 2017. *Kecamatan Remboken Dalam Angka*. Minahasa : BPS. Hal. 19.
- Bambang, Triatmodjo 2008, *Hidraulika II*, Beta Offset, Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Hal. 42, 43.
- Bambang, Triatmodjo 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Hal. 2-4.
- Anonimous, 2010, *Buku Manual Program Epanet*, <https://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. *Modul No. 1 Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*. Jakarta. Hal. 9-10.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. *Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang PU/Cipta Karya*. Jakarta. Hal. 33.
- Hamdani, 2014. *Perencanaan Pipa Distribusi Air Bersih Kelurahan Sambaliung Kecamatan Berau*. Jurnal, Vol. 4, No.1, Hal. 4. Samarinda: Universitas 17 Agustus 1945.
- Joko, Tri, 2010. *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu. Hal. 17-19; 24-25; 27-28; 71-73.

Mosesa, P.P., 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Tandengan, Kecamatan Eris, Kabupaten Minahasa*. Tugas akhir. Manado: Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi. Hal. 9-11.

<https://pipaplastik.com/pipa/pipa-hdpe/>