



Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Rumengkor Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa

Filippo C. Pangau^{#a}, Isri R. Mangangka^{#b}, Oktovian B. A. Sompie^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^apangaufilippo0@gmail.com; ^bisri.mangangka@unsrat.ac.id; ^cbsompie@yahoo.com

Abstrak

Sistem penyediaan air bersih di Desa Rumengkor masih belum tertata dengan baik karena kondisi topografi di Desa Rumengkor yang berbukit. Dengan demikian proses pendistribusian air bersih tidak merata. Sistem penyediaan bersih di Desa Rumengkor perlu diadakan perencanaan kembali agar dapat memenuhi kebutuhan air penduduk. Sistem penyediaan air bersih di Desa Rumengkor direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2042. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana, menggunakan analisa regresi untuk memprediksi jumlah kebutuhan air. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk pada tahun 2042 adalah 3.953 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,6573 liter/detik. Dalam perencanaan ini, sumber air berasal dari mata air dengan debit sesaat ± 3 liter/detik, lebih besar dari debit kebutuhan air. Dengan demikian kebutuhan air di Desa Rumengkor dapat terpenuhi. Pipa transmisi dihitung secara manual menggunakan persamaan Hazen Williams, di dapat ukuran pipa transmisi 5 inci dan pipa distribusi 2 inci. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 40 buah Keran Umum.

Kata kunci: Desa Rumengkor, Sistem Penyediaan Air Bersih, kebutuhan air bersih, proyeksi jumlah penduduk

1. Pendahuluan

1.1. 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.

Rumengkor adalah suatu desa yang terletak di Kecamatan Tombulu, Kabupaten Minahasa. Desa Rumengkor dengan luas wilayah $\pm 2,33$ km² dan jumlah penduduk sebanyak 3.229 jiwa pada tahun 2022. Sebagian penduduk desa ini belum mendapatkan pelayanan air bersih yang memadai dikarenakan kondisi topografi desa yang berbukit. Di perkebunan sebelah Selatan desa yang berjarak $\pm 1,716$ km dari pemukiman desa terdapat mata air. Mata air ini yang digunakan sebagai sumber air dalam perencanaan air bersih di Desa Rumengkor.

1.2. Rumusan Masalah

Pemanfaatan air dari mata air oleh masyarakat Desa Rumengkor belum memenuhi kebutuhan air bersih karena kondisi topografi desa yang berbukit.

1.3. Tujuan Penelitian

Merencanakan sistem penyediaan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Rumengkor.

1.4. Manfaat Penelitian

Sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem penyediaan jaringan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk di Desa Rumengkor.

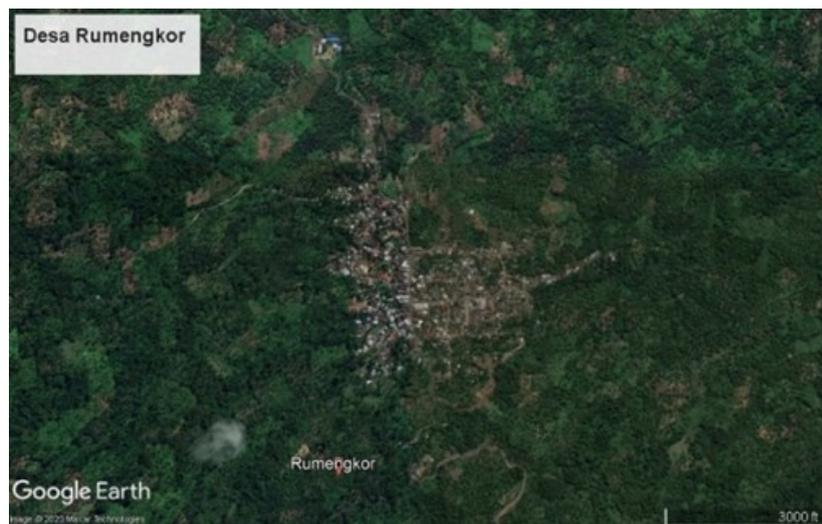
1.5. Batasan Masalah

1. Menghitung kebutuhan air bersih sampai tahun 2042 (20 tahun dari tahun 2023).
2. Analisis sistem penyediaan air bersih hanya sampai pada dimensi hidrolisnya, dan tidak sampai pada perhitungan strukturnya.
3. Analisis kualitas air dan pengolahannya tidak di rencanakan.
4. Sistem pelayanan air bersih sebatas keran umum.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Rumengkor Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Luas Desa Rumengkor 2,33 km² dan jumlah penduduk 3.229 pada tahun 2022. Secara geografis Desa Rumengkor terletak pada koordinat 1°22'43.32" Lintang Utara dan 124°54'03.73" Bujur Timur.

2.2. Bagan Alir

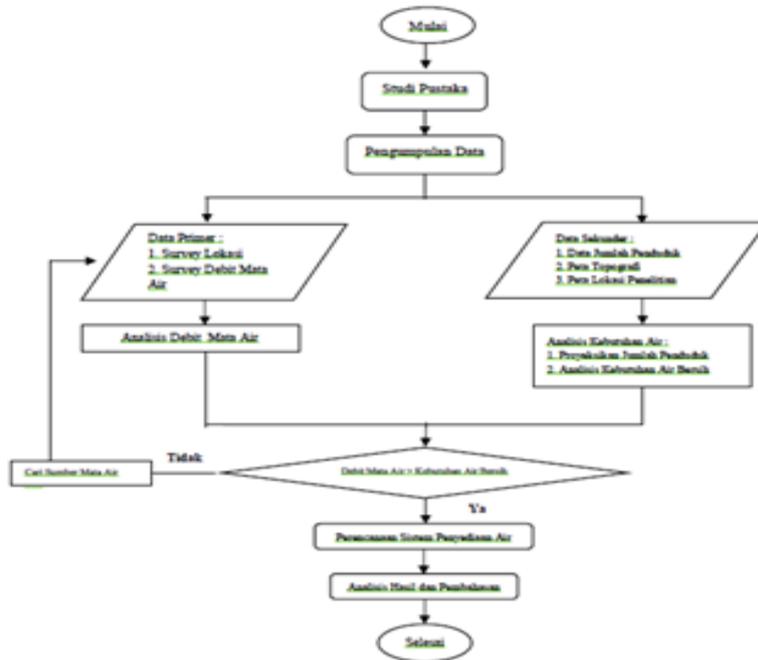
Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur pada Gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis ketersediaan air bersih

Dari hasil survey sumber air di Desa Rumengkor yang terletak ± 1,716 km dari Desa Rumengkor diperoleh debit 2.94 liter/detik. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Selanjutnya dilakukan survey dibagian hulu mata air untuk melihat kondisi di daerah yang diperkirakan sebagai daerah imbuhan (recharge) dari mata

air tersebut. Ternyata di daerah imbuhan tersebut masih belum ada kegiatan berupa pertanian atau pengolahan lahan. Dengan demikian diperkirakan dalam 20 tahun kedepan debit mata air di Desa Rumengkor tidak akan mengalami penurunan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Hasil Perhitungan Debit

Jumlah Pengukuran	Waktu (Detik)	Volume (Liter)	Debit (L/det)
1	1.76	5	2.84
2	1.68	5	2.98
3	1.70	5	2.94
4	1.79	5	2.79
5	1.64	5	3.05
6	1.66	5	3.01
7	1.71	5	2.92
8	1.69	5	2.96
9	1.74	5	2.87
10	1.78	5	2.81
11	1.72	5	2.91
12	1.68	5	2.98
13	1.62	5	3.09
14	1.60	5	3.13
15	1.74	5	2.87
Σ	25.51		44.15
Rata-rata			2.94

3.2. Analisis kebutuhan air bersih

- Analisa pertumbuhan penduduk

Dalam menganalisa kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 20 tahun ke depan sesuai dengan perencanaan penelitian ini. Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan analisa regresi. Analisis regresi yang digunakan yaitu analisis regresi geometri, analisis regresi aritmatika, analisis regresi eksponensial dan analisis regresi logaritma. Syarat determinasi : $- \leq 1 r^2 \leq 1$. Dari hasil analisis regresi geometri, analisis regresi aritmatika, analisis regresi eksponensial dan analisis regresi logaritma akan dibandingkan analisa regresi yang memiliki nilai regresi determinasi paling mendekati.

Tabel 2. Data Jumlah Penduduk Desa Rumengkor

Tahun	Jumlah Penduduk	Presentase Penduduk (%)
2013	3011	0.00
2014	3042	1.02
2015	3098	1.81
2016	3126	0.90
2017	3153	0.86
2018	3179	0.82
2019	3204	0.78
2020	3245	1.26
2021	3261	0.49
2022	3299	1.15
Jumlah	31618	9.1
Rata-rata	3161.8	0,91

Table 3. Hasil Rekapitulasi Analisa Regresi

No	Metode Analisis	Korelasi	Determinasi	Standard Error
	Regresi	R	r ²	(Se)
1	Geometri	0.99973038	0.99946084	854.6887
2	Aritmetika	1.00000000	1.00000000	207.8917
3	Ekspensial	0.99972793	0.99945594	855.2735
4	Logaritma	0.99101885	0.98211835	1043.8844

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai r^2 (koefisien determinasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki *standart error* (*Se*) yang paling kecil. Berdasarkan hasil analisa diperoleh Analisa Regresi Geometri memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang mendekati 1 dan yang memiliki *standart error* (*Se*) yang paling kecil yaitu 854,6887.

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Rumengkor Dengan Analisa Regresi Geometri

Tahun	Penduduk
X	y
2023	3329
2024	3359
2025	3390
2026	3421
2027	3452
2028	3483
2029	3515
2030	3546
2031	3579
2032	3611
2033	3644
2034	3677
2035	3710
2036	3744
2037	3778
2038	3813
2039	3847
2040	3882
2041	3917
2042	3953
40650	72650

- **Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air domestik diambil 30 liter/orang/hari dari standar perencanaan sistem air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 – 60 liter/orang/hari. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 20 tahun kedepan sampai tahun 2042.

Tabel 5. Kebutuhan Air Domestik Desa Rumengkor

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (L/detik)
X	Y	$Qd = (Y \times 30 \text{ L/org/hari}) / (24 \times 3600)$
2023	3329	1.1559
2024	3359	1.1664
2025	3390	1.1770
2026	3421	1.1877
2027	3452	1.1985
2028	3483	1.2093
2029	3515	1.2203
2030	3546	1.2314
2031	3579	1.2426
2032	3611	1.2539
2033	3644	1.2653
2034	3677	1.2768
2035	3710	1.2884
2036	3744	1.3001
2037	3778	1.3119
2038	3813	1.3238
2039	3847	1.3358
2040	3882	1.3479
2041	3917	1.3602
2042	3953	1.3725

- **Kebutuhan Air Non-Domestik**

Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan sistem air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 5% dari kebutuhan air non domestik.

Tabel 6. Kebutuhan Air Non-Domestik Desa Rumengkor

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Non Domestik (L/detik)
X	Y	$Qn = Qd \times 5\%$
2023	3329	0.0578
2024	3359	0.0583
2025	3390	0.0588
2026	3421	0.0594
2027	3452	0.0599
2028	3483	0.0605
2029	3515	0.0610
2030	3546	0.0616
2031	3579	0.0621
2032	3611	0.0627
2033	3644	0.0633
2034	3677	0.0638
2035	3710	0.0644
2036	3744	0.0650
2037	3778	0.0656
2038	3813	0.0662

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Non Domestik (L/detik)
X	Y	$Q_n = Q_d \times 5\%$
2039	3847	0.0668
2040	3882	0.0674
2041	3917	0.0680
2042	3953	0.0686

- Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa atau penyambungan liar. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan air domestik ditambah dengan kebutuhan air non domestik.

Tabel 7. Kehilangan Air

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kehilangan Air (L/hari)
X	Y	$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 15\%$
2023	3329	0.1821
2024	3359	0.1837
2025	3390	0.1854
2026	3421	0.1871
2027	3452	0.1888
2028	3483	0.1905
2029	3515	0.1922
2030	3546	0.1939
2031	3579	0.1957
2032	3611	0.1975
2033	3644	0.1993
2034	3677	0.2011
2035	3710	0.2029
2036	3744	0.2048
2037	3778	0.2066
2038	3813	0.2085
2039	3847	0.2104
2040	3882	0.2123
2041	3917	0.2142
2042	3953	0.2162

- Kebutuhan Air Total

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

Tabel 8. Kebutuhan Air Total

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Total (L/Hari)
X	Y	$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$
2023	3329	1.3957
2024	3359	1.4084
2025	3390	1.4212
2026	3421	1.4341

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Total (L/Hari)
X	Y	$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$
2027	3452	1.4471
2028	3483	1.4603
2029	3515	1.4735
2030	3546	1.4869
2031	3579	1.5004
2032	3611	1.5141
2033	3644	1.5278
2034	3677	1.5417
2035	3710	1.5557
2036	3744	1.5698
2037	3778	1.5841
2038	3813	1.5985
2039	3847	1.6130
2040	3882	1.6276
2041	3917	1.6424
2042	3953	1.6573

- Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum adalah air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,2.

Tabel 9. Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Harian Maksimum (L/Detik)	Kebutuhan Air Jam Puncak (L/Detik)
X	Y	$Q_{hm} = 1,1 \times Q_t$	$Q_{jp} = 1,2 \times Q_t$
2023	3329	1.5353	1.7
2024	3359	1.5493	1.7
2025	3390	1.5633	1.7
2026	3421	1.5775	1.7
2027	3452	1.5919	1.7
2028	3483	1.6063	1.8
2029	3515	1.6209	1.8
2030	3546	1.6356	1.8
2031	3579	1.6505	1.8
2032	3611	1.6655	1.8
2033	3644	1.6806	1.8
2034	3677	1.6959	1.9
2035	3710	1.7113	1.9
2036	3744	1.7268	1.9
2037	3778	1.7425	1.9
2038	3813	1.7583	1.9
2039	3847	1.7743	1.9
2040	3882	1.7904	2.0
2041	3917	1.8067	2.0
2042	3953	1.8231	2.0

3.3. Kebutuhan dan Sistem Suplai Air ke Hidran Umum

Hidran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Hidran Umum menggunakan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan, dengan jumlah perhidran umum (HU) adalah 100/unit.

Jumlah penduduk : 3953 jiwa
 Jumlah Hidran Umum : $3953/100 = 39,53 \approx 40$ hidran (supaya distribusi lebih merata)
 Kebutuhan Air Total : 1,6573 liter/detik
 Kebutuhan air pada jam puncak : $1,9888 \approx 2.0$ liter/detik
 Penempatan Hidran Umum di Desa Rumengkor sebagai berikut :



Gambar 3. Penempatan HU

3.4. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih

- Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku untuk bronkaptering dengan debit mata air sebesar 3 liter/detik yang terletak pada jarak $\pm 1,716$ km dari Desa Rumengkor, pada elevasi ± 593 m dari permukaan laut. Bronkaptering berfungsi untuk menangkap dan menampung titik-titik mata air, kemudian dari bak penampung, air dialirkan ke bangunan Reservoir. Direncanakan dimensi bak pengambilan air (bronkaptering) adalah sebagai berikut:

Panjang : 2 m
 Lebar : 1,5 m
 Tinggi : 1,5 m
 Volume bak pengambilan air = $2 \times 1,5 \times 1,5 = 4.5 \text{ m}^3$

- Pipa Transmisi dan Distribusi

• Pipa transmisi dari Bronkaptering ke Reservoir

$p1$ = 593 m (Elevasi muka air di dalam Bronkaptering)
 $p2$ = 504 m (Elevasi Reservoir)
 Δp = $593 \text{ m} - 504 \text{ m} = 89 \text{ m}$
 Q = 3 liter/detik = $0,003 \text{ m}^3/\text{detik}$
 D = 5 inch = $0,127 \text{ m}$
 L = 1.840 m
 Chw = 140

Mengalami kehilangan head :

$$Hf = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{Chw^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$Hf = \frac{10,675 \times 0,003^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,127^{4,8704}} \times 1840$$

$$Hf = 1,026 \text{ m}$$

$$\text{Kontrol : } hf = 1,026 \dots \dots \dots hf < \Delta p (\text{OK})$$

$$1,026 < 89 \text{ m (OK)}$$

Menghitung Kecepatan Aliran :

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{\text{elevasi}}{L} = \frac{504}{1840} = 0,2739$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,127^{0,63} \times 0,2739^{0,54}$$

$$V = 6,721 \text{ m/det}$$

- Pipa distribusi dari reservoir ke daerah pelayanan Keran Umum

$$p1 = 504 \text{ m (Elevasi Reservoir)}$$

$$p2 = 456 \text{ m (Elevasi ujung pipa keluarannya air di Keran Umum)}$$

$$\Delta p = 504 \text{ m} - 456 \text{ m} = 48 \text{ m}$$

$$Q = 3 \text{ liter/det} = 0,003 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508$$

$$L = 138,5 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

Mengalami Kehilangan Head D :

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

$$hf = \frac{10,675 \times 0,003^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 138,5 \text{ m} = 6,694$$

$$\text{Kontrol : } hf = 6,694 \dots \dots \dots hf < \Delta p (\text{OK})$$

$$6,694 < 48 \text{ m}$$

Menghitung Kecepatan Aliran:

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{\text{elevasi}}{L} = \frac{456}{138,5} = 3,32924$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 3,32924^{0,54}$$

$$V = 14,451 \text{ m/det}$$

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Dari hasil pengukuran di lapangan, debit mata air di Desa Rumengkor adalah 2,94 liter/detik.
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan analisa regresi geometri karena memiliki nilai r^2 (koefisien determinasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,99946084 dan *standart error* (Se) terkecil yaitu 854,6887.
3. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Rumengkor Kecamatan Tombulu, memanfaatkan mata air dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2042 dengan jumlah penduduk sebanyak 3.953 jiwa.
4. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bangunan penangkap air atau Bronkaptering.
5. Air dialirkan melalui pipa transmisi ke Reservoir dengan sistem gravitasi. Distribusi air menggunakan pipa transmisi 5" atau 125 mm dan pipa distribusi utama 2" atau 50 mm.
6. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 40 Keran Umum.

4.2. Saran

1. Sistem penyediaan air bersih direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik dan berkelanjutan. Untuk itu perlu dilakukan pengawasan di daerah imbuhan atau resapan air tanah dari mata air.
2. Perlu dibuat suatu sistem manajemen untuk operasional pemeliharaan sistem penyediaan air bersih di Desa Rumengkor.

Referensi

- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya, 2008, *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, Modul I, Jakarta.
- Dianty, Elisa, Umboh, 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Ranolambot Kecamatan Kawangkoan Barat Kabupaten Minahasa* Skripsi Program S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado
- DPU Ditjen Cipta Karya, 1994. *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana*. Jakarta, hal 42-59.
- DPU Ditjen Cipta Karya, 2007. *Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih Jakarta* : DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih.
- Intan, Abdul, Karim, 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur* Skripsi Program S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Joko, Tri, 2010, *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Graha Ilmu, Jakarta, hal 118-123; 153-157.
- Radiana Triatmadja, 2009, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, Modul, Yogyakarta.