

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA MAEN LIKUPANG TIMUR KABUPATEN MINAHASA UTARA PROVINSI SULAWESI UTARA

Rizki Rizal Fatah Yainahu

Tiny Mananoma , Eveline M. Wuisan

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: yainahurizki50@gmail.com

ABSTRAK

Desa Maen terletak di Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. Di desa ini terdapat sungai sebagai sumber air baku untuk perencanaan air bersih. Akibat perkembangan penduduk maka terjadi peningkatan kebutuhan air yang tidak lagi dapat dipenuhi oleh ketersediaan sumber air yang ada terutama kondisi pada saat musim panas akan terjadi kekeringan, sehingga dibutuhkan alternatif sumber air sungai yang dapat dipakai untuk memenuhi kebutuhan air bersih di desa Maen.

Perencanaan sistem air bersih dilakukan dengan cara menangkap air dari Sungai Maen ke bangunan pengolah lalu di salurkan ke reservoir kemudian didistribusikan ke penduduk melalui hidran umum dengan sistem gravitasi. Kebutuhan air bersih sebesar 1,285 l/detik dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisis dengan menggunakan regresi linier, untuk tahun 2034 dengan jumlah penduduk sebanyak 3066 jiwa. Ukuran reservoir distribusi (3,5×3×3)m. Dalam perencanaan sistem air bersih di desa Maen digunakan jenis pipa HDPE. Untuk menganalisis sistem perpipaan distribusi, menggunakan program Epanet 2.0.

Kata kunci : Desa Maen, Hidran Umum, Perencanaan Sistem Air Bersih.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air bersih sangat penting bagi kehidupan manusia dan alam sekitar. Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk serta tingkat sosial ekonomi penduduk maka kebutuhan air akan mengalami peningkatan.

Maen adalah salah satu desa yang berada di kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara yang saat ini memiliki jumlah penduduk 1476 jiwa (tahun 2014). Sebagian besar wilayah kecamatan Likupang timur merupakan kawasan yang berbukit dan juga ada beberapa desa yang terletak di daerah rendah, dan sebagian besar juga desa-desa yang berada di kecamatan ini terletak di daerah pantai. Desa maen berdasarkan letak topografinya berada dekat dengan daerah pesisir pantai yang beriklim panas, sehingga pemakaian air oleh masyarakat ini jauh lebih besar dibandingkan dengan daerah-daerah lain yang beriklim dingin. Di daerah ini ketersediaan air yang di dukung oleh fasilitas sistem penyediaan air bersih sangat terbatas. Hal ini dikarenakan pengadaan air dari sistem layanan PDAM belum ada dan hanya

memanfaatkan air sumur yang juga kualitas airnya tidak terjamin untuk kebutuhan air bersih masyarakat setempat.

Mengingat peran air bersih yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia maka perlu upaya perencanaan sistem penyediaan air bersih dengan sumber air baku berasal dari sungai Maen dan di manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di desa Maen.

Rumusan Masalah

- Ketersediaan air bersih tidak mencukupi untuk seluruh desa.
- Sumber air bersih saat ini hanya memanfaatkan air sumur, yang menjadi kering pada musim kemarau.

Pembatasan Masalah

- Daerah yang di tinjau adalah desa Maen dan sumber air baku pada sungai Maen
- Kebutuhan air bersih hanya pada keperluan domestik dan non domestik.
- Perhitungan detail struktur bangunan air dan Pengolahan air tidak dibahas.
- Sistem pendistribusian air bersih dimulai dari titik tangkapan kemudian berakhir pada hidran umum.

Tujuan Penulisan

- a.) Menganalisis kebutuhan air bersih di desa Maen sampai pada tahun 2034.
- b.) Menganalisis sumber air baku di sungai Maen dan kapasitas ketersediaannya untuk memenuhi kebutuhan air bersih di desa Maen sampai pada tahun 2034.
- c.) Mendesain perencanaan sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan di desa Maen sampai pada tahun 2034.

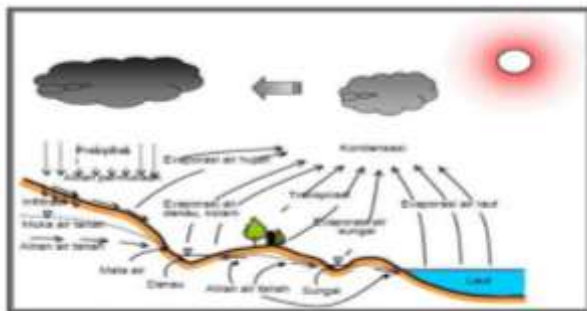
Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan menjadi masukan untuk mendukung perencanaan distribusi air bersih di Desa Maen.

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi menurut Soemarto (1987) adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau benuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Siklus Hidrologi
Sumber : Soemarto (1987)

Siklus hidrologi sebenarnya tidaklah sesederhana seperti yang digambarkan. Yang pertama daur tersebut dapat merupakan daur pendek, yaitu misalnya hujan yang jatuh di laut, danau atau sungai yang segera dapat mengalir kembali ke laut.

Sumber Air

Sumber air yang dapat difungsikan untuk penyediaan air bersih digolongkan menjadi 4, yaitu:

- 1. Air Laut
- 2. Air Hujan
- 3. Air Permukaan
- 4. Air tanah

Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1. Persyaratan Kualitatif
- 2. Persyaratan Kuantitatif
- 3. Persyaratan Kontinuitas

Sungai

Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itulah air dapat mengalir dari darat ke laut.

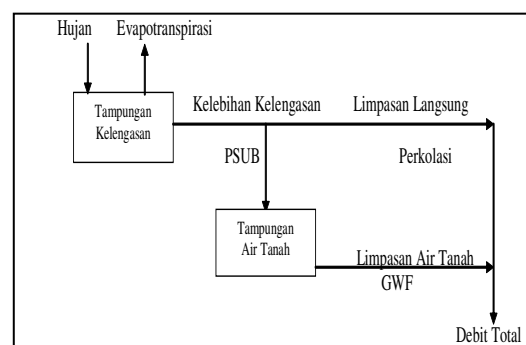
Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan lahan yang di tumbuh tanaman. Nilai evapotranspirasi merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) secara bersama-sama. Evaporasi adalah berubahnya air menjadi uap air dari permukaan tanah maupun permukaan air, sedangkan transpirasi merupakan penguapan melalui tubuh tanaman yaitu pada daun melalui stomata sebagai proses fisiologis.

Dalam prakteknya ada dua pengertian tentang evapotranspirasi yaitu evapotranspirasi yang terjadi dalam keadaan air cukup tersedia, dan evapotranspirasi terbatas. Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi yang terjadi dengan mempertimbangkan konfigurasi tanaman (vegetasi), permukaan tanah dan jumlah hari hujan.

Debit Hujan

Salah satu model hujan aliran yang relatif sederhana adalah model NRECA. *National Rural Electric Cooperative Association* di amerika mengembangkan suatu model hidrologi untuk *Hydrologic estimatesfor small hydroelectric projects*.



Gambar 2 Diagram alir model NRECA

Model tersebut dikembangkan oleh Norman H. Crawford dan Steven M. Thurin (1981). Model NRECA digunakan untuk memperkirakan debit bulanan yang berdasar pada hujan bulanan. Konsep dari metode NRECA memerlukan input utama berupa data hujan dan evapotranspirasi aktual.

Debit Andalan

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun. Diperoleh dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui, kemudian ditetapkan suatu andalan berupa suatu frekuensi kejadian yang didalamnya terdapat paling sedikit satu keagagalan.

Andalan yang didasarkan atas frekuensi/probabilitas kejadian dirumuskan sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{m_1}{n_1+1} \times 100 \% \quad (1)$$

Dengan :

P_1 = probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan.

m_1 = nomor urut kejadian, dengan urutan variasi dari besar ke kecil.

n_1 = jumlah data

Penerapan rumus tersebut diartikan bahwa jika ditetapkan andalan sebesar 90% berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 10% dari banyaknya pengamatan.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan untuk memproyeksikan jumlah kebutuhan air masyarakat pada tahun rencana yaitu sampai dengan tahun 2034. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Digunakan 3 analisis regresi agar dapat memperoleh jumlah penduduk tahun rencana.

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih dapat meliputi beberapa hal seperti : kebutuhan air bersih, irigasi, peternakan, dan industri. Pembahasan berikut ini akan membahas tentang kebutuhan air bersih.

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik diperkirakan dengan menggunakan angka pemakaian air per kapita per hari dan standar kebutuhan air dari Ditjen

Cipta Karya. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk untuk tahun rencana. Menurut Ditjen Cipta Karya kebutuhan air baku untuk pedesaan yaitu 30 lt/orang/hari.

$$\text{Kebutuhan air domestik (Qd)} = \text{Jumlah penduduk} \times 30 \text{ liter/orang/hari} \quad (2)$$

Tabel 1 Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran umum (hu)	30 l/orang/hari
2	Sambungan rumah (sr)	90 l/orang/hari
3	Lingkup pelayanan	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 sr
8	Pelayanan hu	100 orang/unit
9	Pelayanan sr	10 orang/unit
10	Jumlah operasi	12 jam/hari
11	Aliran max hu	3000 l/hari
12	Aliran max sr	900 l/hari
13	Periode perencanaan	10 tahun

Sumber : (Pedoman teknis penyediaan air bersih IKK pedesaan, 1990)

Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik dapat dihitung berdasarkan persentase kebutuhan non domestik yang dikalikan dengan kebutuhan air domestik, dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_n = Q_d \times 5\% \quad (3)$$

Dimana :

Q_n = Kebutuhan air non domestik

Q_d = Kebutuhan air domestik

Kehilangan Air

Kehilangan air dapat dihitung berdasarkan besarnya kebutuhan domestik dan non domestik, dikalikan dengan persentase kehilangan air yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (4)$$

Dimana :

Q_n = Kebutuhan air non domestik

Q_d = Kebutuhan air domestik

r_a = Presentase kehilangan air

Kebutuhan Air Total

Merupakan total dari kebutuhan air domestik, non domestik dan kehilangan air. Ditunjukkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (5)$$

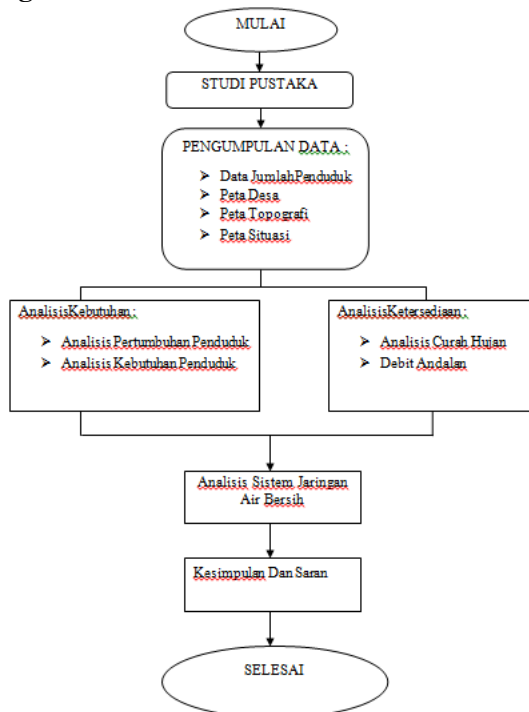
Dimana :

- Q_t = Kebutuhan air total
- Q_d = Kebutuhan air domestik
- Q_n = Kebutuhan air non domestik
- Q_a = Kehilangan air

Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 dikali dengan kebutuhan air total. Dan untuk kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,65-2,00 dikali dengan kebutuhan air total.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air

Berdasarkan topografi dan kondisi desa Maen, maka dalam perhitungan digunakan analisis hidrologi karena sumber dari ketersediaan air untuk desa Maen bersumber dari sungai yang terletak berdekatan dengan desa tersebut.

Perhitungan Debit

Metode yang digunakan untuk perhitungan debit adalah Metode NRECA. Perhitungan awal

menggunakan data tahun 2014 kemudian dikalibrasi. Dalam proses kalibrasi tersebut memerlukan data debit pengamatan. Debit pengamatan Sungai Maen sebesar 0,01869 m³/detik untuk bulan November 2014.

Penjelasan perhitungan sebagai berikut :

1. Memberikan nama bulan pada kolom (1)
2. Memberikan jumlah hari untuk setiap bulan pada kolom (2)
3. Pada kolom (3) memasukkan data curah hujan tahun 2014
4. Kolom (4) .Nilai evapotranspirasi di peroleh dari tabel.

5. Penyimpanan kadar kelembaban tanah (*moisture storage*)

Kondisi awal kelembaban tanah diambil nilai dari parameter STORAGE dan selanjutnya akan di sesuaikan pada kolom (5).

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Moisture Storage (i)} &= \text{Moisture Storage (i-1)} \\ &\times \text{Delta Storage (i-1)} \\ &= 6077,8 \times 1 \\ &= 6077,8657 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai dari *Moisture Storage*, ada nilai parameter awal yang terdapat di bawah ini :

PSUB = 0,5 untuk daerah tangkapan hujan yang normal/biasa

- 0,5 < PSUB ≤ 0,9, untuk daerah dengan akuifer permeable yang besar
- 0,2 ≤ PSUB < 0,5, untuk daerah dengan ekuifer terbatas dan lapisan tanah yang tipis
- GWF = 0,5, untuk daerah tangkapan hujan yang normal/biasa
- 0,5 < GWF ≤ 0,9, untuk daerah yang memiliki tampungan air yang kecil (*base flow* kecil)
- 0,2 ≤ GWF < 0,5, untuk daerah yang memiliki tampungan air yang dapat diandalkan (*base flow* besar)
- SMS (*Soil Moisture Storage*), Nilai SMS tidak ada batasan, tapi perlu diperhatikan fluktuasinya agar seimbang.
- CROFT (*Crop Factor*) berkisar antara 0,9 sampai 1,1

Setelah itu untuk mengetahui nilai *Moisture Storage* yang terdapat seperti di bawah ini, maka diperlukan cara coba-coba dan akan berhenti jika sudah sesuai dengan debit lapangan yang di ukur.

PSUB	= 0,6232
GWF	= 0,2619
SMS	= 6077,8 mm

$$\begin{aligned} \text{GWS} &= 0,2404 \text{ mm} \\ \text{CROFT} &= 0.9598 \\ \text{INTENSITY} &= 0,1629 \end{aligned}$$

6. Rasio Penyimpanan (*Storage Ratio*) , pada kolom (6)

Dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Storage Ratio (i)} &= \frac{\text{Moisture storage (i)}}{\text{NOMINAL}} \\ \text{Nominal} &= 100 + C \times \text{hujan rata-rata tahunan (mm)} \\ &= 100 + 0,25 (2479,3 \text{ mm}) \\ &= 719,825 \end{aligned}$$

$$\text{Maka Sr} = 5992,918/719,825 = 8,3255$$

7. Menghitung angka perbandingan antara hujan dan evapotranspirasi potensial. kolom (7) = Kolom (3) / Kolom (4)

8. Dengan persamaan :

$$\begin{aligned} R &= P/PET \\ &= 58,3889 / 14,6676 \\ &= 3,9808 \end{aligned}$$

9. Evapotranspirasi aktual pada kolom (9)

Dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{AET} &= k1 \times \text{PET} \times \text{CROFT} \\ &= 1 \times 14,6676 \times 0.9598 \\ &= 14,0783 \end{aligned}$$

Dimana :

k1 = koefisien evapotranspirasi yang tergantung pada nilai R dan *Storage ratio*, dengan menggunakan persamaan regresi sebagai berikut :

- Bila $R < 1$ dan $\text{storage ratio} < 2$ maka :
 $k1 = P/PET (1 - 0,5 \times \text{Storage ratio}) + 0,5 \times \text{Storage ratio}$
- Bila $P/PET \geq 1$ atau $\text{Storage ratio} \geq 2$ maka
 $k1 = 1$ (kolom 8)

10. Neraca air (*water balance*) pada kolom (10)

Dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Wb} &= P - \text{AET} \\ &= 58,3889 - 14,0783 \\ &= 44,3106 \end{aligned}$$

11. Ratio kelebihan kelembaban tanah(*excess moisture ratio*) pada kolom (11)

- Untuk $\text{Water balance} \leq 0$, maka $\text{Excess moisture ratio} = 0$
- Untuk $\text{Water balance} > 0$, maka di hitung dengan persamaan :
 $\text{Excess moisture ratio} = 0,5 \times (1 + \text{Tanh}(x))$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{Excess moisture ratio} &= \text{ratio} \\ &\text{kelebihan kelembaban tanah} \\ &\times \\ &= (\text{Storage ratio} - 1)/0,52 \end{aligned}$$

$$\text{Tanah} = \{ \exp(x) - \exp(-x) \} / \{ \exp(x) + \exp(-x) \}$$

$$x = (8,3255 - 1) / 0,52 = 14,0875$$

Excess moisture ratio

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times \{ 1 + \{ \exp(14,0875) - \exp(-14,0875) \} \} / \{ \exp(14,0875) + \exp(-14,0875) \} = 1 \end{aligned}$$

12. Kelebihan kelembaban tanah(*excess moisture*) pada kolom (12)

Bisa di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Excess moisture} &= \text{excess moisture ratio} \times \text{water balance} \\ &= 1 \times 44,3106 = 44,3106 \end{aligned}$$

13. Perubahan tampungan (*delta storage*) pada kolom (13)

Dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Delta storage} &= \text{water balance} - \text{excess moisture} \\ &= 44,3106 - 44,306 = 0,0000 \end{aligned}$$

14. Pengisian air tanah (*recharge to ground water*) pada kolom (14)

Harga pengisian air tanah di dapatkan dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Recharge to ground water} &= \text{PSUB} \times \text{excess moisture} \\ &= 0.6232 \times 44,3106 = 27,614 \text{ mm} \end{aligned}$$

15. Tampungan awal air tanah (*begin storage ground water*) pada kolom (15)

Harga tampungan awal air tanah untuk bulan pertama adalah sama dengan harga GWS. Dan untuk bulan berikutnya akan di hitung dengan persamaan :

$$\text{BSGW (i)} = \text{ESGW (i-1)} - \text{GF (i-1)}$$

$$\text{Bulan Januari} = 0,2404 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulan Februari} &= 82,2123 - 21,5289 \\ &= 60,6834 \text{ mm} \end{aligned}$$

16. Tampungan akhir air tanah (*end storage ground water*) pada kolom (16)

Dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{ESGW (i)} &= \text{Recharge to ground water (i)} \\ &+ \text{BSGW} \\ &= 27,6154 + 60,6834 = 88,2988 \text{ mm} \end{aligned}$$

17. Limpasan air tanah (*ground water flow*) pada kolom (17)

Harga ini didapatkan dari persamaan :

$$\begin{aligned} \text{GF} &= \text{GWF} \times \text{ESGW} \\ &= 0,2619 \times 88,2988 = 23,122 \text{ mm} \end{aligned}$$

18. Limpasan langsung (*direct flow*) pada kolom (18)

Nilai ini didapatkan dari hasil persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Direct flow} &= \text{excess moisture} - \text{recharge to ground water} \\ &= 44,3106 - 27,614 = 16,69 \text{ mm} \end{aligned}$$

19. Total Limpasan (Q)

Debit total adalah penjumlahan dari limpasan tanah dan limpasan langsung, seperti pada persamaan berikut :

$$Q = GF + DRF \text{ (mm)}$$

$$= 16,69 + 23,122 = 39,81 \text{ mm}$$

$$QRO = Q \times \text{luas catchment} / 1000/24/3600 / \text{jumlah hari dalam bulan}$$

$$= 39,81 \times 7,65 / 1000/24/3600/30$$

$$= 0,1175 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 2 Rekapitulasi Debit Tahun 2014

Bulan	Debit	Nomor	Debit	%
Jan	0,133231397	73	0,017165	85,88235
Feb	0,149976523	74	0,016255	87,05882
Mar	0,1606217363	75	0,015682	88,23529
Apr	0,150041069	76	0,014563	89,41176
May	0,134506046	77	0,014478	90,58824
Jun	0,118567568	78	0,012261	91,76471
Jul	0,110293663	79	0,011202	92,94118
Aug	0,074670569	80	0,010761	94,11765
Sep	0,100005127	81	0,00905	95,29412
Oct	0,100328511	82	0,00867	96,47059
Nov	0,117518137	83	0,008268	97,64706
Dec	0,145093186	84	0,007943	98,82353

$$90\% = 0,0145 + \frac{0,0145 - 0,0146}{89,4118 - 90,5882} \times 90 - 89,4118 = 0,0145 \text{ m}^3/\text{sec} = 14,5204 \text{ liter}/\text{sec}$$

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Untuk proyeksi jumlah kebutuhan air domestik tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 3 Kebutuhan Air Domestik Desa Maen Kecamatan Likupang Timur

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (l/hari)
2015	1574	47223
2016	1653	49578
2017	1731	51933
2018	1810	54288
2019	1888	56643
2020	1967	58998
2021	2045	61353
2022	2124	63708
2023	2202	66063
2024	2281	68418
2025	2359	70773
2026	2438	73128
2027	2516	75483
2028	2595	77838
2029	2673	80193
2030	2752	82548
2031	2830	84903
2032	2909	87258
2033	2987	89613
2034	3066	91968

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Untuk proyeksi jumlah kebutuhan air non domestik tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 4 Kebutuhan Air Non Domestik Desa Maen Kecamatan Likupang Timur

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Q _d)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Q _n)	
	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik
2015	47223	0,547	2361	0,027
2016	49578	0,574	2479	0,029
2017	51933	0,601	2597	0,030
2018	54288	0,628	2714	0,031
2019	56643	0,656	2832	0,033
2020	58998	0,683	2950	0,034
2021	61353	0,710	3068	0,036
2022	63708	0,737	3185	0,037
2023	66063	0,765	3303	0,038
2024	68418	0,792	3421	0,040
2025	70773	0,819	3539	0,041
2026	73128	0,846	3656	0,042
2027	75483	0,874	3774	0,044
2028	77838	0,901	3892	0,045
2029	80193	0,928	4010	0,046
2030	82548	0,955	4127	0,048
2031	84903	0,983	4245	0,049
2032	87258	1,010	4363	0,050
2033	89613	1,037	4481	0,052
2034	91968	1,064	4598	0,053

Analisis Kehilangan Air

Untuk analisis kehilangan air tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 5 Kehilangan Air

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Q _d)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Q _n)		Kehilangan Air (Q _h) Q _h = (Q _d + Q _n) x 0,18	
	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik
2015	47223	0,547	2361	0,027	7438	0,088
2016	49578	0,574	2479	0,029	7809	0,090
2017	51933	0,601	2597	0,030	8179	0,093
2018	54288	0,628	2714	0,031	8550	0,099
2019	56643	0,656	2832	0,033	8921	0,103
2020	58998	0,683	2950	0,034	9292	0,108
2021	61353	0,710	3068	0,036	9663	0,112
2022	63708	0,737	3185	0,037	10034	0,118
2023	66063	0,765	3303	0,038	10405	0,120
2024	68418	0,792	3421	0,040	10776	0,123
2025	70773	0,819	3539	0,041	11147	0,129
2026	73128	0,846	3656	0,042	11518	0,133
2027	75483	0,874	3774	0,044	11889	0,138
2028	77838	0,901	3892	0,045	12259	0,142
2029	80193	0,928	4010	0,046	12630	0,148
2030	82548	0,955	4127	0,048	13001	0,150
2031	84903	0,983	4245	0,049	13372	0,153
2032	87258	1,010	4363	0,050	13743	0,159
2033	89613	1,037	4481	0,052	14114	0,163
2034	91968	1,064	4598	0,053	14485	0,168

Analisis Kebutuhan Air Total

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

Tabel 6 Kebutuhan Air Total

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (Q _d) l/detik	Kebutuhan Air Non Domestik (Q _{nd}) l/detik	Kehilangan Air (Q _k) l/detik	Kebutuhan Air Total (Q _t) l/detik
2015	0,547	0,027	0,086	0,660
2016	0,574	0,029	0,090	0,693
2017	0,601	0,030	0,095	0,726
2018	0,628	0,031	0,099	0,759
2019	0,656	0,033	0,103	0,792
2020	0,683	0,034	0,108	0,825
2021	0,710	0,036	0,112	0,857
2022	0,737	0,037	0,116	0,890
2023	0,765	0,038	0,120	0,923
2024	0,792	0,040	0,125	0,956
2025	0,819	0,041	0,129	0,989
2026	0,846	0,042	0,133	1,022
2027	0,874	0,044	0,138	1,055
2028	0,901	0,045	0,142	1,088
2029	0,928	0,046	0,146	1,121
2030	0,955	0,048	0,150	1,154
2031	0,983	0,049	0,155	1,187
2032	1,010	0,050	0,159	1,219
2033	1,037	0,052	0,163	1,252
2034	1,064	0,053	0,168	1,285

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

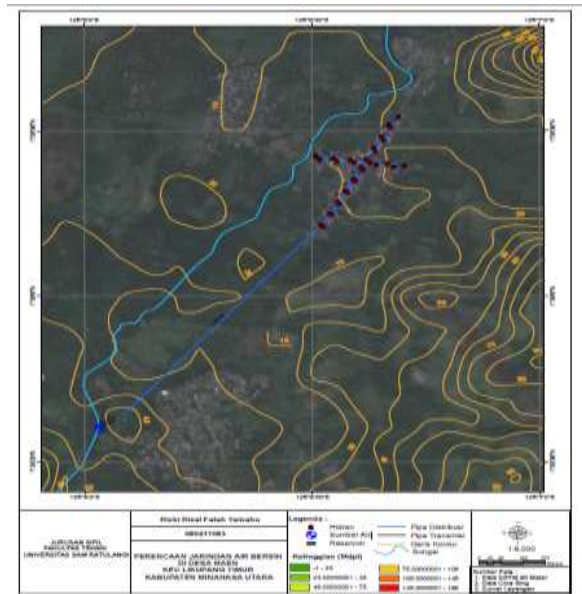
Untuk perhitungan kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 7 Kebutuhan Air Harian Maksimum, dan Jam Puncak

Tahun	Debit Total (Q _t)	Debit Harian Max (Q _m)	Debit Jam Puncak (Q _p)
	(l/detik)	(l/detik)	(l/detik)
(1)	(2)	(3) = 1,25 x (2)	(4) = 1,75 x (2)
2015	0,660	0,825	1,155
2016	0,693	0,866	1,213
2017	0,726	0,907	1,270
2018	0,759	0,948	1,328
2019	0,792	0,990	1,385
2020	0,825	1,031	1,443
2021	0,857	1,072	1,501
2022	0,890	1,113	1,558
2023	0,923	1,154	1,616
2024	0,956	1,195	1,673
2025	0,989	1,236	1,731
2026	1,022	1,278	1,789
2027	1,055	1,319	1,846
2028	1,088	1,360	1,904
2029	1,121	1,401	1,961
2030	1,154	1,442	2,019
2031	1,187	1,483	2,077
2032	1,219	1,524	2,134
2033	1,252	1,566	2,192
2034	1,285	1,6066	2,2493

Desain Sistem Jaringan Air Bersih

Rencana system (*system plan*) penyediaan air bersih di desa Maen dapat dilihat pada gambar berikut :



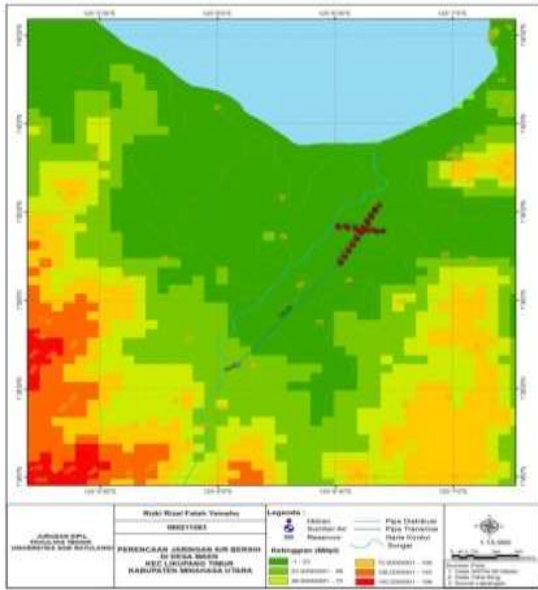
Gambar 3 Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di desa Maen

(Sumber : Hasil Analisis Program Arc GIS)



Gambar 4 Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di desa Maen

(Sumber : Hasil Analisis Program Arc GIS)



Gambar 5 Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di desa Maen
(Sumber : Hasil Analisis Program Arc GIS)

Sistem Jaringan Pipa Menggunakan Software Epanet 2.0

Tabel 8 Node Parameter Jaringan Air Bersih Desa Maen

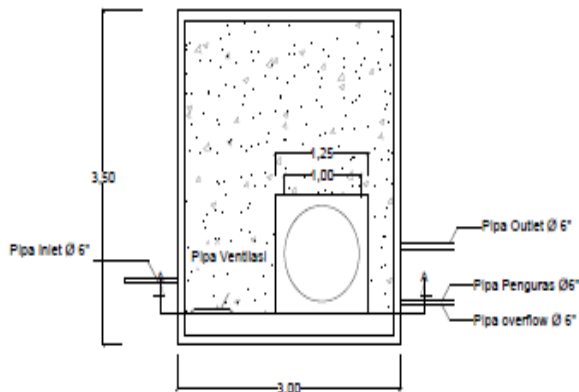
Node ID	Elevation m	Base Command LPS	Head m	Pressure m
Juanc Node22	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node1	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node27	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node11	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node28	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node7	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node18	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node10	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node13	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node14	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node15	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node16	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node17	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node19	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node20	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node29	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node30	10	0.072	35.98	25.98
Pluvet Reservoir	40	88.16	40.00	0.00

Tabel 9 Node Parameter Jaringan Air Bersih Desa Maen

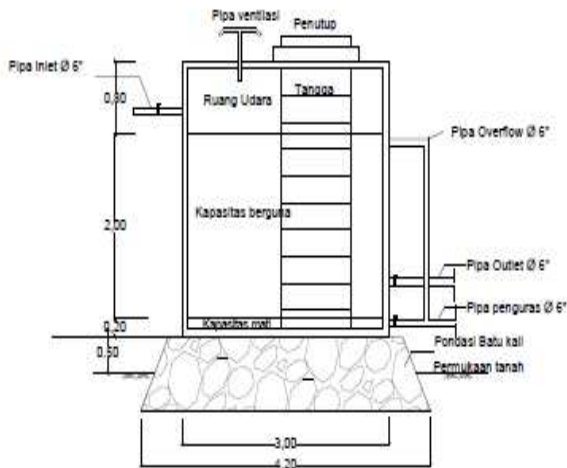
Node ID	Elevation m	Base Command LPS	Head m	Pressure m
Juanc Node22	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node2	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node27	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node7	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node28	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node3	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node11	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node18	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node10	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node13	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node14	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node15	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node16	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node17	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node19	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node20	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node29	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node30	10	0.072	35.98	25.98
Pluvet Reservoir	40	88.16	40.00	0.00

Tabel 10 Node Parameter Jaringan Air Bersih Desa Maen

Node ID	Elevation m	Base Command LPS	Head m	Pressure m
Juanc Node22	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node27	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node1	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node28	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node7	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node18	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node10	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node13	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node14	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node15	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node16	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node17	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node19	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node20	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node29	10	0.072	35.98	25.98
Juanc Node30	10	0.072	35.98	25.98
Pluvet Reservoir	40	88.16	40.00	0.00



Gambar 6 Tampak Atas Reservoir



Gambar 7 Potongan A-A Reservoir

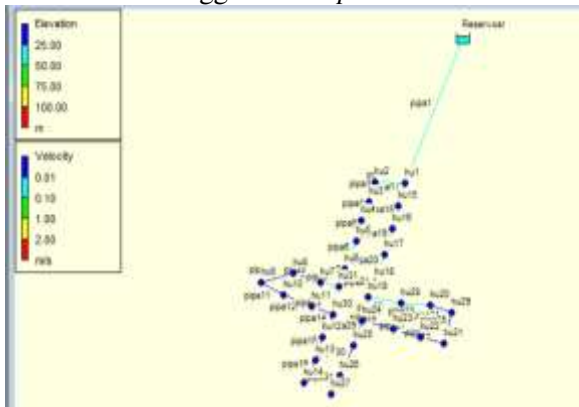
Tabel 11 Link Parameter Jaringan

Link ID	Length m	Diameter mm	Headloss	Flow LPS	Velocity m/s	Vel Headloss m/s
Pipa-pipa1	72	152.4	1.81	0.07	0.04	0.02
Pipa-pipa2	72	152.4	1.81	0.30	0.02	0.00
Pipa-pipa3	72	152.4	1.81	0.08	0.02	0.00
Pipa-pipa4	72	152.4	1.81	0.08	0.02	0.00
Pipa-pipa5	72	152.4	1.81	0.26	0.02	0.00
Pipa-pipa6	1000	152.4	1.81	0.13	0.02	0.00
Pipa-pipa7	72	152.4	1.81	0.11	0.02	0.00
Pipa-pipa8	72	152.4	1.81	0.09	0.02	0.00
Pipa-pipa9	72	152.4	1.81	0.08	0.02	0.00
Pipa-pipa10	72	152.4	1.81	0.08	0.02	0.00
Pipa-pipa11	72	152.4	1.81	0.02	0.02	0.00
Pipa-pipa12	58	152.4	1.81	0.02	0.02	0.00
Pipa-pipa13	72	152.4	1.81	0.30	0.02	0.00
Pipa-pipa14	72	152.4	1.81	0.08	0.02	0.00
Pipa-pipa15	72	152.4	1.81	0.26	0.02	0.00
Pipa-pipa16	72	152.4	1.81	0.08	0.02	0.00
Pipa-pipa17	72	152.4	1.81	0.17	0.02	0.00
Pluvet Reservoir	74	304.8	1.81	0.08	0.02	0.00

Tabel 12 Link Parameter Jaringan Air Bersih Desa Maen

Link ID	Length m	Diameter mm	Height mm	Flow LPS	Velocity m/s	Vel Headloss m
Pipe000	72	750.4	180	0.06	0.07	0.00
Pipe001	72	750.4	180	0.04	0.05	0.00
Pipe002	72	750.4	180	0.17	0.19	0.00
Pipe003	72	750.4	180	0.19	0.21	0.00
Pipe004	72	750.4	180	0.13	0.15	0.00
Pipe005	72	750.4	180	0.11	0.13	0.00
Pipe006	72	750.4	180	0.09	0.10	0.00
Pipe007	72	750.4	180	0.02	0.02	0.00
Pipe008	72	750.4	180	0.19	0.21	0.00
Pipe009	72	750.4	180	0.09	0.10	0.00
Pipe010	130	750.4	180	0.06	0.07	0.00
Pipe011	72	750.4	180	0.17	0.19	0.00
Pipe012	72	750.4	180	0.19	0.21	0.00
Pipe013	72	750.4	180	0.13	0.15	0.00
Pipe014	72	750.4	180	0.11	0.13	0.00
Pipe015	72	750.4	180	0.02	0.02	0.00
Pipe016	72	750.4	180	0.19	0.21	0.00
Pipe017	72	750.4	180	0.09	0.10	0.00
Pipe018	72	750.4	180	0.19	0.21	0.00

Gambar 8 Skema Sistem Perencanaan Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0



Pembahasan

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 20 tahun ke depan dihitung menggunakan 3 metode analisis regresi, yaitu analisis regresi linier, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial. Namun, berdasarkan hasil analisis, diperoleh analisis regresi terbaik dengan r² terbesar dan Se terkecil adalah analisis regresi linier dengan jumlah penduduk pada tahun 2034 mencapai 3066 orang.
2. Kebutuhan air total yang dibutuhkan di desa Maen sampai 20 tahun mendatang adalah sebesar 1,285 l/detik atau 36,211 l/orang/hari.

3. Untuk sistem penyediaan air bersih, menggunakan sambungan hidran umum. Dengan 31 hidran umum untuk jumlah penduduk 3066 orang dan kebutuhan debit tiap hidran sebesar 0,072 l/detik.
4. Dalam perencanaan sistem jaringan air bersih di desa Maen untuk tipe pengaliran menggunakan tipe pengaliran gravitasi (*gravity system*). Karena letak sungai berada pada elevasi 50 m di atas permukaan laut. dan elevasi pada desa maen berada pada elevasi 10 m di atas permukaan laut.
5. Reservoir distribusi dengan kapasitas berguna 27,7 m³ dan ukuran reservoir (3,5× 3×3) m
6. Perhitungan sistem distribusi menggunakan program *Epanet 2.0*. Dari analisis menggunakan *Epanet 2.0*. Ini bisa dilihat bahwa air dapat dialirkan ke seluruh hidran umum pada daerah layanan dengan tekanan dan kecepatan yang cukup.

KESIMPULAN

1. Kebutuhan air bersih di desa Maen pada tahun 2034 sebesar 1,285 l/detik.
2. Sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih sebesar 1,285 l/detik adalah sebagai berikut :
 - a) Sumber air baku yang digunakan adalah berasal dari sungai maen dengan debit sebesar 0,0145 m³/detik.
 - b) Air dialirkan secara gravitasi ke reservoir yang berukuran (3,5×3×3)m.
 - c) Air bersih di distribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 31 buah Hidran Umum yang tersebar di desa Maen.
 - d) Untuk mengalirkan air dari sungai ke reservoir digunakan pipa yang berdiameter 6". Setelah air mencapai reservoir, air tersebut di alirkan kehidran-hidran yang ada di desa Maen dengan diameter pipa 3".

DAFTAR PUSTAKA

Agus Irianto, 2004, *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Prenada Media, Jakarta, Hal 158,182,186,187

Anonimous, 1990, *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta.

Anonimous, 2010, *Buku Manual Program Epanet*,

<http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>

Anonimous, 2004, *El Cedro Canal Intake in the CEA Project*,
<http://iecca.net/iecca2004/images/experi14.jpg>

Anonimous, 2011, *Sistem Penyediaan Air Bersih*, hal 36;40-44,47-55;71-74.
http://adiprawito.dosen.narotama.ac.id/files/2011/10/BAB_VII_sistem_penyediaan_air_bersih.pdf

Bambang Triadmodjo,2008, *HIDROLIKA II*, Beta Offiset, Yogyakarta,hal 2-5.

Hajia Muhammad Chaiddir, 2015, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Taratara Kecamatan Tomohon Barat*. Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 41-59

Nelwan Fenny, 2013, *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo KecamatanWori*, Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 4-14

Posumah Giovanni David, 2015, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Paputungan Kecamatan Likupang Barat Minahasa Utara*,Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 37-40,46-57.

Radiana Triatmadja,2007. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta, hal 2-17,2-18,2-19,3-37,3-38,3-39,3-62.

Sutrisno, C. Totok, 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, PT Bina Aksara, Jakarta, hal 16-19

Soemarto C.D,1987. *Hidrologi Teknik*, usaha nasional, Surabaya hal 13-15

Tanudjaja, L, 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal 57-61,66-68,71-74.