

PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KAWASAN PERUMAHAN GRIYA PEMULA (WELONG ABADI) KECAMATAN PALDUA MANADO

Ismail Abdul Hamid

Lingkan Kawet, Alex Binilang, M. I. Jasin

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: ismaildgmatorang@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan Perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) terletak di Kecamatan Paldua Kelurahan Malendeng. Saat ini sebagian wilayah di perumahan tersebut telah mendapat pelayanan air bersih dari PT. Air Manado namun pelayanan yang diberikan masih tergolong rendah, suplai air tidak berjalan lancar bahkan sering mati air yang disebabkan rendahnya tekanan air yang dikarenakan elevasi dan kehilangan air akibat kebocoran maupun pemasangan illegal.

Untuk itu perlu dilakukan pengembangan sistem penyediaan air bersih yang memanfaatkan sumber air dari PT. Air Manado. Pertama-tama dihitung pertumbuhan penduduk dengan regresi linier, logaritma dan eksponensial. Kemudian menghitung kebutuhan air bersih hingga tahun 2027. Setelah itu direncanakan sistem penyediaan air bersih perpipaan dengan menggunakan rumus Hazen Williams.

Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisa menggunakan regresi linier. Untuk tahun 2027 dengan jumlah penduduk 2613 jiwa kebutuhan air bersih mencapai 6,234 liter/detik.

Pengembangan sistem penyediaan air bersih terdiri dari pipa transmisi Ø100 mm, Bak Penampung berukuran 13,5m x 13,5m x 2,7m, Reservoir Distribusi tipe ground reservoir berukuran 12m x 12m x 2,7m dan pipa distribusi Ø75 mm s/d Ø100 mm.

Kata Kunci : Perumahan Griya Pemula, Sistem Penyediaan, Kebutuhan air

PENDAHULUAN

Perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) terletak di Kecamatan Paldua Kelurahan Malendeng Manado. Saat ini tingkat pelayanan untuk kebutuhan air bersih oleh PT. Air Manado di perumahan tersebut masih tergolong rendah dan belum dapat menjangkau ke seluruh penduduk wilayah tersebut secara optimal.

Berdasarkan hasil survei, suplai air oleh PT. Air Manado di perumahan tersebut tidak berjalan lancar bahkan sering mati air, dalam sehari biasanya air mati bisa 2 sampai 3 kali dengan waktu yang tidak menentu hingga berjam-jam.

Kekurangan air di jam-jam tertentu dapat mengganggu kebutuhan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di perumahan tersebut, sehingga sebagian besar masyarakat perumahan tersebut yang semula menjadi pelanggan PT. Air Manado terpaksa mencari sumber air lain seperti membuat sumur buatan atau sumur bor sebagai sumber kebutuhan akan air bersih. Untuk daerah studi, sebagian wilayah perumahan berada di daerah ketinggian dan

menggunakan sumur buatan atau sumur bor sebagai kebutuhan akan air bersih.

Menurut informasi yang diberikan oleh PT. Air Manado kemungkinan besar permasalahan yang terjadi disebabkan rendahnya tekanan air yang dikarenakan elevasi dan kehilangan air baik akibat kebocoran maupun pemasangan illegal yang mengakibatkan sejumlah daerah pelayanan tidak teraliri air secara optimal seperti yang terjadi di Perumahan Griya Pemula (Welong Abadi). Tingkat kehilangan air sekitar 59,77%.

Untuk itu perlu adanya upaya pengembangan penyediaan air bersih di wilayah perumahan tersebut. Pengembangan yang direncanakan adalah penambahan sejumlah sarana dan prasarana diantaranya adalah pengembangan jaringan pipa, pembangunan bak penampung, reservoir dan pemanfaatan sumber air yang ada.

Tujuan Penelitian

1. Menganalisa kebutuhan air bersih di perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) sampai tahun 2027.

2. Menganalisa dan merencanakan pengembangan sistem jaringan air bersih untuk perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) sampai tahun 2027.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi teknis bagi PT. Air Manado dan juga masyarakat perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) dalam mengatasi pemasalahan air bersih di perumahan tersebut.

LANDASAN TEORI

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih suatu daerah didasarkan pada jumlah penduduk daerah tersebut. Kimpraswil telah mengeluarkan Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, sebagai acuan untuk menghitung Kebutuhan air total.

Menghitung Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk memprediksi kebutuhan air pada masa yang akan datang. Dalam hal ini jumlah penduduk dipandang sebagai kumpulan manusia dan perhitungannya disusun menurut berbagai statistik tertentu. Analisa yang umum digunakan adalah sebagai berikut (Supranto, 1984):

1. Analisa Linier
2. Analisa Logaritma
3. Analisa Eksponensial

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Lebih luas dari sekedar makanan dan minuman yang dikonsumsi melalui mulut, air bersih diperlukan untuk berbagai kepentingan yang saat ini merupakan kebutuhan pokok, seperti mandi, dan mencuci atau berbagai bentuk kebersihan lingkungan lainnya.

Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan, dan juga untuk keperluan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran/kehilangan air dilakukan dengan melihat kehilangan air pada jaringan eksisting yang ada sehingga dapat diambil angka persentase dikali dengan kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non-domestik.

Kebutuhan Total untuk Air Bersih

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

Sistem Penyediaan Air Bersih

Kemampuan sistem penyediaan air bersih menyediakan air yang dapat diminum dalam jumlah yang cukup merupakan hal penting bagi suatu kota besar yang modern. Sistem penyediaan air bersih meliputi:

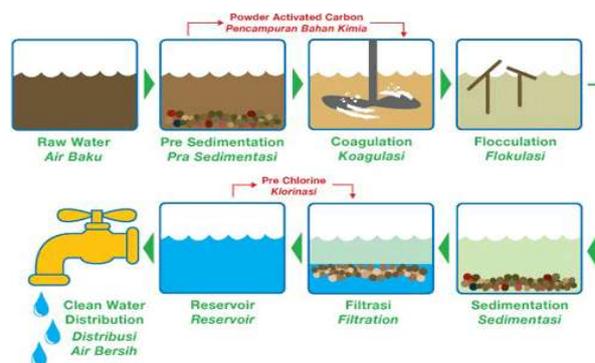
Sistem Pengambilan Air Baku

Merupakan bangunan untuk mengambil air baku dari sumber air dan dialirkan ke unit produksi melalui pipa transmisi. Bangunan penyadap air baku sedapat mungkin dilakukan secara gravitasi, dilengkapi dengan saringan kasar yang berfungsi untuk menyaring sampah-sampah yang terbawa aliran.

Ada beberapa cara sistem pengambilan air antara lain: *Free intake*, *Broncaptering*, Bendung, dan Pompa

Sistem Pengolahan Air

Merupakan usaha-usaha yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting bagi air minum karena dengan adanya pengolahan ini maka akan didapatkan suatu air minum yang memenuhi standar air minum yang telah ditentukan.



Gambar 1. Unit Pengolahan Air

Sumber : www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010

Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem pendistribusian air dapat diklasifikasikan dalam 3 bagian yaitu:

- Sistem pemompaan (*Pumping system*)
- Sistem gravitasi (*Gravity system*)
- Sistem Kombinasi (*Dual system*)

Jaringan Pipa

Pipa merupakan komponen utama dalam jaringan perpipaan meliputi transmisi dan distribusi. Pipa yang digunakan dalam berbagai macam jenisnya, misalnya bambu, pipa PVC, besi galvanis, baja, beton dan sebagainya.

Tabel 1. Beberapa Jenis Pipa Keuntungan dan Kerugiannya

No.	Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
1.	Bambu	Murah, terdapat di pelosok	Cepat rusak, banyak bocor
2.	PVC	Ringan, mudah diangkat dan dipasang, tidak bereaksi dengan air	Tekanan rendah
3.	HDPE	Ringan, mudah diangkat dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, panjang mencapai 100 m tanpa sambungan kecil untuk diameter kecil	Tekanan rendah
4.	Baja, Galvanized Iron	Tekanan tinggi	Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal

Sumber : Triatmadja, 2008

Untuk menghitung kehilangan tenaga dalam pipa distribusi digunakan persamaan Hazen – Williams sebagai berikut :

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54} \tag{1}$$

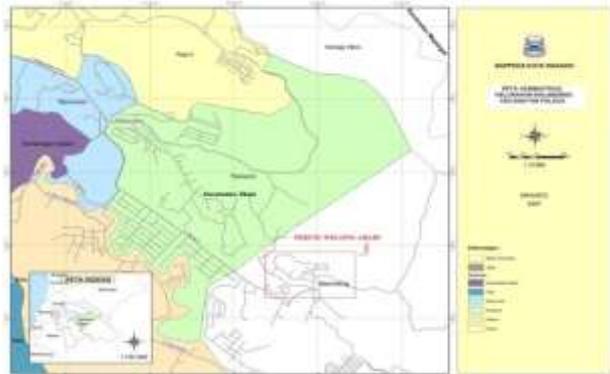
$$H_f = \frac{10.675 x Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} x D^{4.8704}} x L \tag{2}$$

$$D = \left[\frac{10.675 x Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} x H_f} x L \right]^{0.205} \tag{3}$$

dimana:

- V = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)
- C_{HW} = Koefisien kekasaran Hazen–Williams (tergantung jenis pipa)
- S = Gradien Hidrolik (S = H_f/L)
- H_f = Kehilangan tenaga (m)
- Q = Debit (m³/s)
- L = Panjang pipa (m)

GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN



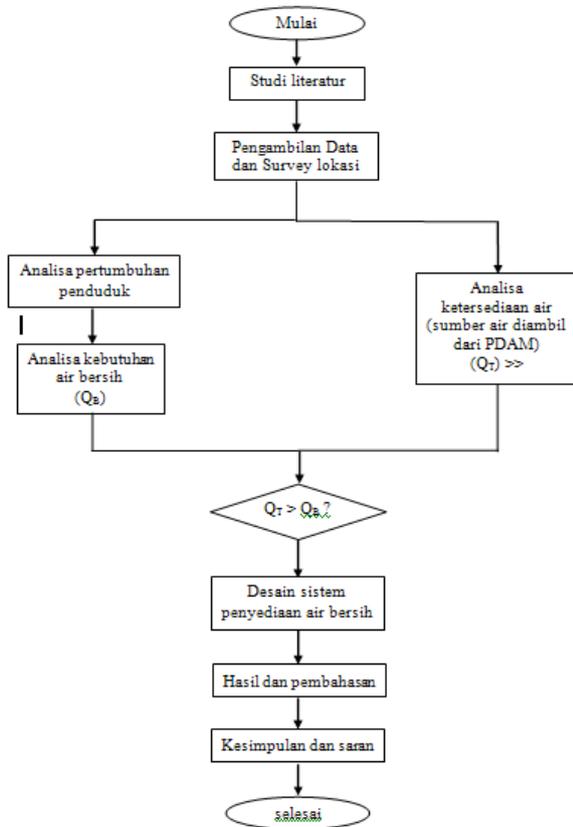
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Bappeda Kota Manado

Kondisi Eksisting Sistem Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air di perumahan ini sebagian besar masyarakat menggunakan jasa perusahaan air minum PT. Air Manado. Masalah yang dihadapi saat ini adalah rendahnya tingkat pelayanan kepada masyarakat, suplai air tidak berjalan lancar bahkan sering mati air. Permasalahan yang terjadi kemungkinan disebabkan rendahnya tekanan air baik akibat elevasi, kebocoran maupun pemasangan illegal yang mengakibatkan sejumlah daerah pelayanan tidak teraliri air secara optimal seperti yang terjadi di perumahan griya pemula (welong abadi). Oleh karena minimnya pelayanan yang diberikan oleh PT. Air Manado, banyak masyarakat yang semula menjadi pelanggan terpaksa harus mencari sumber air lain seperti membuat sumur dangkal ataupun sumur bor sendiri.

Berdasarkan data eksisting, bahwa pelayanan IPA Paal 2 B (Kec.Tikala, Kec.Paldua dan sebagian Kec.Wenang) hanya sekitar 23 SR yang terlayani dari 548 unit rumah di perumahan Griya Pemula dengan total pemakaian air yaitu 520 m³/bulan atau sebesar 0,201 liter/detik.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pertumbuhan Penduduk

Berdasarkan hasil analisa diketahui *trend* regresi terbaik dengan r^2 terbesar dan Se terkecil adalah analisa regresi linier dengan $y = 63787,8 + 1796x$

maka jumlah penduduk untuk proyeksi penduduk Kecamatan Tikala dalam kurun 2011-2027 adalah sebagai berikut (Berdasarkan data rekaman penduduk Kecamatan Tikala tahun 2005-2010, Sumber *BPS Manado*).



Gambar 4. Pertumbuhan penduduk Kecamatan Tikala tahun 2011-2027

Tabel 2. Proyeksi Penduduk Kecamatan Tikala

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2011	74564
2012	76360
2013	78156
2014	79952
2015	81748
2016	83544
2017	85340
2018	87136
2019	88932
2020	90728
2021	92524
2022	94320
2023	96116
2024	97912
2025	99708
2026	101504
2027	103300

Sumber: BPS Manado

Untuk data penduduk Perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) karena data yang didapatkan hanya ada satu tahun terakhir yang diperoleh dari kepala lingkungan yaitu pada tahun 2012 sebanyak 1929 jiwa. Jadi persentasinya yaitu 2,53% dari penduduk Kecamatan Tikala. Proyeksi jumlah penduduk Griya Pemula (Welong Abadi) didapat dari hasil persentasi terhadap proyeksi penduduk kecamatan tikala dengan metode analisa regresi linier.

Tabel 3. Jumlah penduduk perumahan Griya Pemula

Tahun	Kecamatan Tikala (Jiwa)	Perum. Griya Pemula (Welong Abadi) (2,53 %)
2012	76360	1929
2013	78156	1977
2014	79952	2023
2015	81748	2068
2016	83544	2114
2017	85340	2159
2018	87136	2205
2019	88932	2250
2020	90728	2295
2021	92524	2341
2022	94320	2386
2023	96116	2432
2024	97912	2477
2025	99708	2523
2026	101504	2568
2027	103300	2613

Sumber: Hasil Olah Data

Analisis Kebutuhan Air

Tabel 4. Jumlah Kebutuhan Air Domestik, Non Domestik, Kehilangan Air, dan Kebutuhan Air Total Dengan Pelayanan 80 % Untuk Zona Pelayanan IPA Sea.

Tahun	Jumlah Penduduk jiwa (Pn) (l/det)	Keb.Air Domestik (Qd) (l/det)	Keb.Air Non Domestik (Qn) (l/det)	Kehilangan Air (Qa) (l/det)	Total Kebutuhan Air (Qtot) (l/det)
		$Q_d = P_n \times 160 \text{ l/org/hari}$	$Q_n = Q_d \times 15 \%$	$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 40 \%$	$Q_{tot} = Q_d + Q_n + Q_a$
2012	1543	2,857	0,429	1,314	4,600
2013	1582	2,929	0,439	1,348	4,716
2014	1618	2,997	0,450	1,378	4,825
2015	1655	3,064	0,460	1,409	4,933
2016	1691	3,131	0,470	1,440	5,041
2017	1727	3,199	0,480	1,471	5,150
2018	1764	3,266	0,490	1,502	5,258
2019	1800	3,333	0,500	1,533	5,367
2020	1836	3,401	0,510	1,564	5,475
2021	1873	3,468	0,520	1,595	5,583
2022	1909	3,535	0,530	1,626	5,692
2023	1945	3,603	0,540	1,657	5,800
2024	1982	3,670	0,550	1,688	5,909
2025	2018	3,737	0,561	1,719	6,017
2026	2054	3,805	0,571	1,750	6,125
2027	2091	3,872	0,581	1,781	6,234

Sumber: Hasil Olah Data

Analisa Ketersediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air di perumahan ini sebagian besar masyarakat menggunakan jasa perusahaan air minum PT. Air Manado. Berdasarkan informasi yang diberikan, pelayanan IPA Paal 2 B untuk perumahan Griya Pemula hanya sekitar 23 SR yang terlayani dari 548 unit rumah dengan total pemakaian air yaitu 520 m³/bulan atau sebesar 0,20 liter/detik.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kebutuhan air bersih rencana pada tahun 2027 adalah sebesar 6,23 liter/detik. Dengan demikian dapat dilihat bahwa ketersediaan air saat ini sudah tidak dapat mencukupi kebutuhan air bersih pada tahun 2027. Oleh sebab itu, pengembangan yang direncanakan untuk mengatasi kekurangan air pada tahun 2027 adalah dengan cara menambah kapasitas dengan memanfaatkan sumber air dari jaringan pipa PT. Air Manado yang sudah ada disekitar daerah perumahan, direncanakan air akan diambil dari pipa Ø200mm. Berdasarkan informasi yang diberikan dari pihak PT. Air Manado debit air untuk zona layanan di Kelurahan Malendeng tersebut sekitar 90 m³/jam atau sama dengan 25 liter/detik.

PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Sistem Plan Penyediaan Air Bersih

Pengembangan sistem penyediaan air bersih untuk Perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) membutuhkan sistem pemompaan lengkap yang berguna untuk meningkatkan tekanan agar air dapat berjalan dengan lancar ke daerah yang elevasinya lebih tinggi.

Awalnya suplai air PT. Air Manado akan ditampung terlebih dahulu pada bak penampung kemudian dipompa melalui pipa transmisi menuju reservoir distribusi pada daerah yang letak elevasinya lebih tinggi dari daerah layanan, kemudian air dari reservoir distribusi akan disalurkan ke daerah layanan melalui pipa distribusi secara gravitasi mengikuti pola alur persebaran rumah penduduk, dan pola alur aliran didesain mengikuti elevasi yang ada.

Pengembangan yang direncanakan untuk mengatasi kekurangan air yaitu dengan cara menambah kapasitas ketersediaan air menjadi 6,25 liter/detik, serta sistem yang lama akan diganti dengan sistem yang baru.

Rencana pengembangan sistem penyediaan air bersih perumahan Griya pemula(Welong Abadi) terdiri dari:

Jaringan transmisi air bersih dari pipa PT. Air Manado Ø200mm ke Bak Penampung.

Pipa yang direncanakan adalah pipa jenis HDPE berdiameter 100 mm dengan panjang pipa adalah 251m. Pipa tersebut dilengkapi dengan gate valve dan meter air agar dapat mengatur dan mengalirkan debit air sebesar 6,25 liter/detik menuju bangunan bak penampung.

Perhitungan pipa transmisi dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus Hazen-Williams adalah sebagai berikut:

Elevasi Pipa PT.Air manado = 23 m

Elevasi bak penampung = 21 m

L = 251 m

Q = 6,25 liter/detik

C_{HW} = 140

D= 100 mm = 0,1 m

Kehilangan dalam pengaliran :

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

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,00625^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,1^{4,8704}} \times 251 \text{ m}$$

= 1,745 m

Kontrol:

$$H_f < \Delta H \text{ (Elevasi pipa PT. Air Manado - Elevasi bak penampung)}$$

$$1,745 \text{ m} < (23 \text{ m} - 21 \text{ m})$$

$$1,745 \text{ m} < 2 \text{ m} \dots\dots\dots \text{ok}$$

Menghitung kecepatan aliran dalam pipa

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

$$S = \frac{H_f}{L} = \frac{1,778}{251} = 0,00708$$

$$v = 0,3545 \times 140 \times 0,1^{0,63} \times 0,00708^{0,54}$$

$$v = 0,803 \text{ m/s}$$

Jaringan transmisi air bersih dan pompa dari bak penampung menuju reservoir distribusi

Pipa yang direncanakan adalah jenis pipa HDPE berdiameter 100 mm dengan panjang pipa adalah 191m. Pipa transmisi mulai dari bak penampung tersambung dengan pompa, pipa ini mengalirkan debit air sebesar 6,23 liter/detik ke reservoir distribusi. Dimana elevasi untuk rumah pompa +21m, reservoir distribusi + 37m dan elevasi dasar bak penampung +18,75 m.

Perhitungan pipa dan pompa dari bak penampung ke reservoir distribusi dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus Hazen-Williams adalah sebagai berikut :

a. *Suction head*

$$H = 2,75 \text{ m}$$

$$H_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$H_2 = 2,75 \text{ m} - 0,5 \text{ m} = 2,25 \text{ m}$$

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

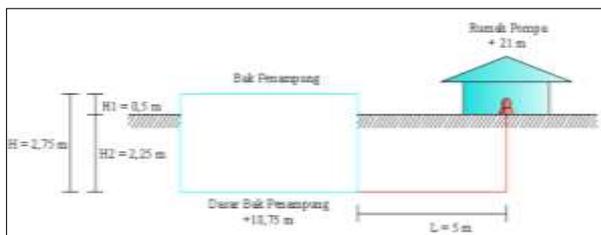
$$Q = 6,234 \text{ liter/detik}$$

$$D = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

$$\text{Elevasi rumah pompa} = 21 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi dasar bak penampung} = 18,75 \text{ m}$$



Gambar 5. Sketsa Bak Penampung Ke Pompa.

Maka nilai H_f :

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

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,006234^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,1^{4,8704}} \times 5 = 0,035 \text{ m}$$

Kontrol:

$$H_f < \Delta H \text{ (Elevasi rumah pompa - Elevasi dasar bak penampung)}$$

$$0,035 \text{ m} < 2,25 \text{ m} \dots\dots\dots \text{ok}$$

Kebutuhan *suction head* pompa

$$= \Delta H + H_f$$

$$= 2,25 + 0,035 = 2,285 \text{ m}$$

b. *Discharge head*

$$Q = 6,234 \text{ liter/detik}$$

$$L = 191 \text{ m}$$

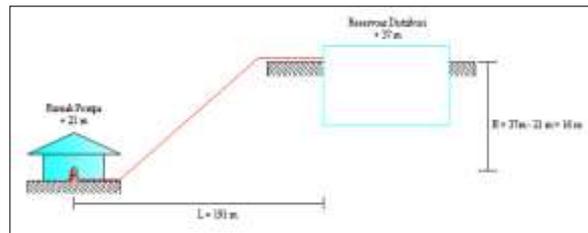
$$D = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

$$\text{Elevasi reservoir distribusi} = 37 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi rumah pompa} = 21 \text{ m}$$

$$H = 16 \text{ m (elevasi reservoir distribusi - elevasi rumah pompa)}$$



Gambar 6. Sketsa Pompa ke Reservoir.

Maka nilai H_f :

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

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,006234^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,1^{4,8704}} \times 191$$

$$= 1,322 \text{ m}$$

Kontrol:

$$H_f < \Delta H \text{ (Elevasi reservoir distribusi - Elevasi rumah pompa)}$$

$$1,322 \text{ m} < 16 \text{ m} \dots\dots\dots \text{ok}$$

Kebutuhan *Discharge head* pompa

$$= \Delta H_2 + H_f$$

$$= 17,322 \text{ m}$$

c. Akibat belokan diabaikan karena memiliki pengaruh yang sangat kecil.

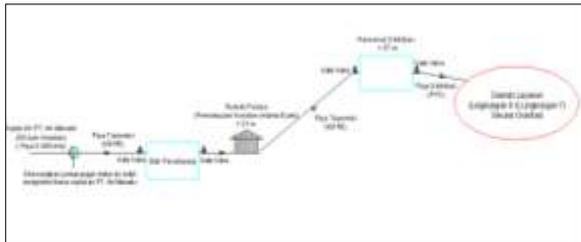
d. Total *Head* = $H_{section} + H_{discharge}$

$$= (2,285 + 17,322)$$

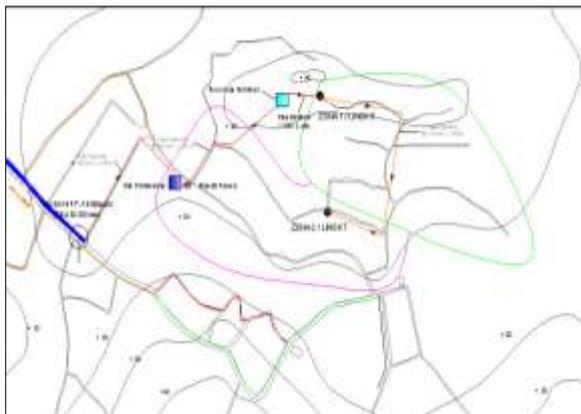
$$= 19,607 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka diambil efisiensi pompa sebesar 70%. Maka pompa yang direncanakan harus memiliki:

1. Suction head = $2,285 \text{ m} \times \frac{100}{70}$
= 3,264 m
2. Discharge head = $17,322 \text{ m} \times \frac{100}{70}$
= 24,745 m
3. Debit Pompa = $6,234 \text{ liter/detik} \times \frac{100}{70}$
= 8,905 liter/detik



Gambar 7. Sketsa Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih



Gambar 8. Model Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih

Pipa distribusi dari reservoir distribusi ke pelanggan

Pipa distribusi yang digunakan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi menuju pelanggan adalah jenis pipa PVC. Analisa jaringan distribusi hanya sampai pada jalur pipa distribusi utama saja. Untuk jaringan pipa distribusi ke tiap rumah-rumah tidak diperhitungkan. Direncanakan analisa jaringan distribusi hanya terbagi dua jaringan utama saja atau dua zona pembagian.

Tabel 5. Hasil perhitungan debit tiap zona pelayanan

Perum.	Kel. Malendeng	Jumlah Penduduk (jiwa)	Persentase Penduduk (%)	Debit Masuk (l/det)	Debit Keluar (l/det)
Griya Pemula	Lingk 6	919	43,96	6,234	2,740
	Lingk 7	1172	56,04		3,494
Total		2091	100	6,234	6,234

Pipa Distribusi yang direncanakan:

- Zona 1/ Lingkungan 6
Debit (Q) = 6,234 l/det
Panjang pipa 1 (L) = 46 m
D = 100 mm
C_{HW} = 150

Kehilangan dalam pengaliran

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

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,006234^{1,852}}{150^{1,852} \times 0,1^{4,8704}} \times 46 = 0,280 \text{ m}$$

Kontrol:

$$H_f < \Delta H \text{ (Elevasi pipa dari reservoir – Elevasi di zona 1)}$$

$$0,280 \text{ m} < 2 \text{ m} \dots\dots\dots \text{ok}$$

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{H_f}{L} = \frac{0,280}{46} = 0,00609$$

$$v = 0,3545 \times 150 \times 0,1^{0,63} \times 0,00609^{0,54}$$

$$v = 0,793 \text{ m/s}$$

- Zona 2/ Lingkungan 7
Debit (Q) = 3,494 l/det
Panjang pipa 2 (L) = 432 m
D = 75 mm
C_{HW} = 150

Kehilangan dalam pengaliran

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

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,003494^{1,852}}{150^{1,852} \times 0,075^{4,8704}} \times 432 = 3,655 \text{ m}$$

Kontrol:

$$H_f < \Delta H \text{ (Elevasi pipa dari reservoir – Elevasi di zona 1)}$$

$$3,655 \text{ m} < 14 \text{ m} \dots\dots\dots \text{ok}$$

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{H_f}{L} = \frac{3,655}{432} = 0,00846$$

$$v = 0,3545 \times 150 \times 0,075^{0,63} \times 0,00846^{0,54}$$

$$v = 0,769 \text{ m/s}$$

Desain Kapasitas Reservoir Distribusi Dan Bak Penampung

Reservoir dibuat karena aliran air yang terjadi tidaklah statis. Pada jam tertentu aliran air yang dibutuhkan lebih kecil dari debit rata-rata akan tetapi kadang pada jam sibuk aliran air yang dibutuhkan lebih besar dari debit kebutuhan rata-

rata. Oleh karena itu dibutuhkan reservoir distribusi agar menanggulangi aliran air yang tidak statis ini.

Perhitungan Kapasitas Reservoir Distribusi :

- Debit yang direncanakan untuk mendesain kapasitas reservoir distribusi berdasarkan besarnya kebutuhan total pada tahun 2027 yaitu 6,234 liter/detik = 538,62 m³/hari.
- Direncanakan Suplai air pemompaan merata dalam 8 jam mulai dari jam 06.00 – 07.00 sampai jam 13.00 – 14.00 dimana total suplai air dalam 8 jam sama dengan besarnya kebutuhan total pada tahun 2027 yaitu 6,234 liter/detik = 538,62 m³/hari.

Tabel 6.Perhitungan Volume Air di Reservoir

Jam	Suplai Air Pemompaan m ³	Pemakaian Air perum. Griya Pemula m ³	Volume Air Di Reservoir m ³
			X
00 - 01	0,00	0,00	X
01 - 02	0,00	0,00	X
02 - 03	0,00	0,00	X
03 - 04	0,00	0,00	X
04 - 05	0,00	0,00	X
05 - 06	0,00	14,97	x - 14,97
06 - 07	67,33	57,30	x - 4,94
07 - 08	67,33	63,01	x - 0,62
08 - 09	67,33	48,95	x + 17,76
09 - 10	67,33	33,77	x + 51,31
10 - 11	67,33	16,56	x + 102,08
11 - 12	67,33	15,57	x + 153,84
12 - 13	67,33	21,28	x + 199,89
13 - 14	67,33	13,04	x + 254,18
14 - 15	0,00	11,06	x + 243,12
15 - 16	0,00	29,19	x + 213,92
16 - 17	0,00	62,94	x + 150,99
17 - 18	0,00	58,52	x + 92,47
18 - 19	0,00	46,33	x + 46,14
19 - 20	0,00	21,97	x + 24,17
20 - 21	0,00	18,34	x + 5,83
21 - 22	0,00	5,83	X
22 - 23	0,00	0,00	X
23 - 24	0,00	0,00	X
Total	538,62	538,62	

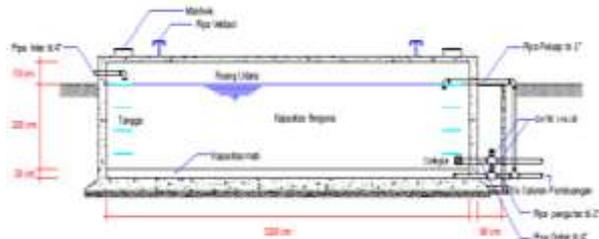
- Volume minimal = X – 14,97
 - Pada volume minimal bak tepat kosong:
X – 14,97 = 0
 - Volume Maksimum :
X + 254,18 = 14,97 + 254,18 = 269,15
 - Maka kapasitas berguna dari reservoir,
minimal = 269,15 m³
 - Menentukan ukuran reservoir :
Volume reservoir > 269,15 m³
p x l x t > 269,15 m³
- Direncanakan :
- Panjang (p) = 12 m
Lebar (l) = 12 m
Tinggi (t) = 2 m

Dalam hal ini tinggi merupakan kedalaman dari kapasitas air berguna.

Maka: 12 m x 12 m x 2 m > 269,15 m³
288 m³ > 269,15 m³.....OK

Direncanakan pula tinggi jagaan adalah 0,5 m dan tinggi kapasitas mati adalah 0,2 m. Sehingga total tinggi dari reservoir adalah 2 m + 0,5 m + 0,2 m = 2,7 m

Maka Dimensi Reservoir Distribusi adalah (12 m x 12 m x 2,7 m)



Gambar 9. Reservoir Distribusi

Perhitungan Kapasitas Bak Penampung:

- Debit yang direncanakan untuk mendesain kapasitas bak penampung sebesar 6,25 liter/detik = 540 m³/hari
- Suplai air dari PT.Air Manado merata dalam 24 jam dimana total suplai air dalam satu hari yaitu 6,25 liter/detik = 540 m³/hari.

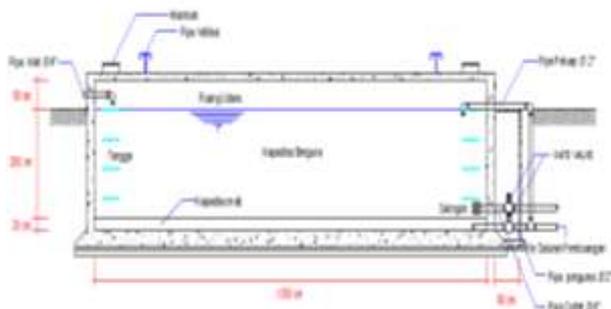
Tabel 7. Perhitungan Volume Air di Reservoir

Jam	Suplai Air PT.Air Manado m ³	Dipompa Ke reservoir Distribusi m ³	Volume Air di Reservoir m ³
			X
00 - 01	22,50	0	x + 22,50
01 - 02	22,50	0	x + 45,00
02 - 03	22,50	0	x + 67,50
03 - 04	22,50	0	x + 90,00
04 - 05	22,50	0	x + 112,50
05 - 06	22,50	0	x + 135,00
06 - 07	22,50	67,33	x + 90,17
07 - 08	22,50	67,33	x + 45,35
08 - 09	22,50	67,33	x + 0,52
09 - 10	22,50	67,33	x - 44,31
10 - 11	22,50	67,33	x - 89,14
11 - 12	22,50	67,33	x - 133,96
12 - 13	22,50	67,33	x - 178,79
13 - 14	22,50	67,33	x - 223,62
14 - 15	22,50	0	x - 201,12
15 - 16	22,50	0	x - 178,62
16 - 17	22,50	0	x - 156,12
17 - 18	22,50	0	x - 133,62
18 - 19	22,50	0	x - 111,12
19 - 20	22,50	0	x - 88,62
20 - 21	22,50	0	x - 66,12
21 - 22	22,50	0	x - 43,62
22 - 23	22,50	0	x - 21,12
23 - 24	22,50	0	x + 1,38
Total	540,00	538,62	

- Direncanakan pemompaan dari bak penampung ke reservoir distribusi merata dalam 8 jam mulai dari jam 06 – 07 sampai jam 13 – 14 dimana total suplai air dalam 8 jam sama dengan besarnya kebutuhan total pada tahun 2027 yaitu 6,23 liter/detik = 538,62 m³/hari.
 - Volume minimal = X – 223,62
 - Pada volume minimal bak tepat kosong:
X – 223,62 = 0
 - Volume Maksimum:
X + 135 = 223,62 + 135 = 358,62
 - Maka kapasitas berguna dari reservoir, minimal = 358,62 m³
 - Menentukan ukuran reservoir :
Volume reservoir > 358,62 m³
p x l x t > 358,62 m³
- Direncanakan :
- Panjang (p) = 13,5 m
 Lebar (l) = 13,5 m
 Tinggi (t) = 2 m
- Dalam hal ini tinggi merupakan kedalaman dari kapasitas air berguna.
- Maka : 13,5m x 13,5m x 2m > 358,62 m³
 364,5 m³ > 358,62 m³.....OK

Direncanakan pula tinggi jagaan adalah 0,5 m dan tinggi kapasitas mati adalah 0,2 m. Sehingga total tinggi dari bak penampung adalah 2 m + 0,5 m + 0,2 m = 2,7 m

Maka Dimensi bak penampung adalah (13,5 m x 13,5 m x 2,7 m)



Gambar 10. Bak Penampung

PEMBAHASAN

Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk di perumahan Griya Pemula (Welong Abadi) dihitung berdasarkan analisa regresi linier. Pada tahun 2027 jumlah penduduk perumahan Griya Pemula mencapai 2613 jiwa.

Kebutuhan dan Kehilangan Air

Kebutuhan dan kehilangan air pada tahun 2027 dengan target pelayanan 80% kebutuhan air domestiknya adalah 3,87 l/det, Sedangkan kebutuhan air non domestik adalah 0,58 l/det. Untuk kehilangan air sebanyak 1,78 liter/detik. Sehingga jumlah kebutuhan air total yaitu sebesar 6,23 liter/detik.

Ketersediaan Air

Pengembangan yang akan direncanakan untuk mengatasi kekurangan air yaitu dengan cara menambah kapasitas ketersediaan air menjadi 6,25 liter/detik atau 25 % dari debit yang direncanakan diambil dari jaringan pipa PT. Air Manado yang sudah ada di sekitar daerah perumahan (pipa Ø200 mm). Berdasarkan informasi yang diberikan dari pihak PT. Air Manado, debit air untuk zona layanan Kelurahan Malendeng tersebut sekitar 90 m³/jam atau sama dengan 25 liter/detik.

Desain Sistem Jaringan Air Bersih

Pipa transmisi

- Pipa transmisi air bersih dari pipa PT. Air Manado menuju bak Penampung menggunakan pipa jenis HDPE, didapat diameter untuk pipa transmisi yaitu 100 mm dengan panjang 251 m.
- Pipa transmisi air bersih dan pompa dari bak Penampung menuju reservoir distribusi menggunakan pipa jenis HDPE, didapat diameter untuk pipa transmisi yaitu 100 mm dengan panjang 196 m. Untuk pompa direncanakan menggunakan jenis pompa centrifugal dengan efisiensi pompa sebesar 70%.

Pipa distribusi

Pipa Distribusi air bersih dari reservoir distribusi menuju daerah layanan menggunakan pipa jenis PVC, didapat diameter untuk pipa distribusi antara 75mm - 100 mm dengan panjang keseluruhan 478 m.

Bak Penampung

Berdasarkan hasil analisa didapat kapasitas bak penampung yaitu sebesar 358,62m³ dengan dimensi (13,5x13,5x2,7) m.

Reservoir Distribusi

Berdasarkan hasil analisa pemakaian air jam-jaman maka didapat kapasitas reservoir yaitu sebesar 269,15 m³ dengan dimensi (12 x 12 x 2,7) m.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Kebutuhan air bersih dengan pelayanan 80% di zona pelayanan Perumahan Griya Pemula sampai pada tahun 2027 mencapai 6,23 liter/detik. Berdasarkan informasi dari PT. Air Manado bahwa debit yang tersedia untuk pelayanan di Kelurahan Malendeng adalah 25 liter/detik. Namun yang akan dimanfaatkan hanya sebesar 25% atau 6,25 liter/detik saja.
2. Pengembangan sistem penyediaan air bersih terdiri dari pipa transmisi air bersih dari pipa PT. Air Manado menuju Bak Penampung Ø100 mm dan panjang (L) = 251 m, pipa transmisi air bersih dari bak penampung menuju reservoir distribusi Ø100 mm dan

panjang (L) = 196 m, Bak penampung berukuran (13,5 x 13,5 x 2,7)m dan reservoir distribusi berukuran (12 x 12 x 2,7)m, pipa distribusi Ø75 mm s/d Ø100 mm.

Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal perlu adanya penataan kembali sistem eksisting jaringan yang ada agar program peningkatan pelayanan air bersih terhadap masyarakat dapat berjalan sebagaimana mestinya.
2. Apabila sistem jaringan air bersih telah dioperasikan, maka sebaiknya pengelolaannya diserahkan kepada pihak yang berkompeten dalam pekerjaan ini, dan diperlukan keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan sarana tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Manado., 2007. *Manado dalam angka 2007*.

Bappeda Kota Manado. *Peta administrasi Kelurahan Malendeng, Kecamatan Paldua*.

[http : //www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010](http://www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010)

Kimpraswil, 2002. *Pedoman/Petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan*, Direktorat Jendral Cipta Karya.

Supranto, J., 1984. *Statistik*, Jilid 1 Edisi Ketiga, Erlangga Jakarta,

Triatmadja, Radiana., 2008. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, Yogyakarta.