

PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH DI KELURAHAN WOLOAN TIGA KOTA TOMOHON

Bryan Fredrik Paolo Mawey

Isri R. Mangangka, Lingkankawet

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: bryanmawey@gmail.com

ABSTRAK

Kelurahan Woloan Tiga harus meningkatkan sistem jaringan air bersih untuk pemenuhan kebutuhan pokok akan air bersih masyarakat serta dapat mempengaruhi aspek sosial, kesehatan masyarakat, peningkatan tata kehidupan desa dan juga faktor ekonomi di kelurahan. Seiring dengan terjadinya pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi, khususnya dari rumah panggung maka diperlukan peningkatan sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat hingga 25 tahun kedepan.

Pemenuhan kebutuhan air bersih di perkotaan dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan sumber daya air, yaitu : mengalirkan air dari sumbernya ke tempat pengguna atau pelayanan umum, dan mengusahakan sendiri dengan menggali sumur.

Proyeksi penduduk adalah suatu metode yang dipakai untuk memperkirakan jumlah penduduk dimasa yang akan datang berdasarkan data perkembangan penduduk pada tahun yang telah lalu, sedangkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci pakaian dan mandi, dan dapat dijadikan air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Dengan diketahuinya jumlah penduduk maka kebutuhan air dapat dihitung. Kebutuhan air diharapkan tidak melebihi ketersediaan air yang ada. Selanjutnya dapat dilakukan perencanaan jaringan sistem distribusi air bersih.

Pengumpulan data dilakukan dengan memilah antara data primer dan data sekunder. Untuk jenis data primer, maka data yang dikumpulkan yakni jumlah penduduk untuk kepentingan proyeksi pada 25 tahun yang akan datang (2040), kebutuhan air rumah tangga (domestik), kebutuhan air non domestik (sebatas industri kecil), dan ketersediaan air di daerah Woloan Tiga.

Untuk Proyeksi jumlah penduduk maka digunakan analisis regresi linier dan didapatkan jumlah penduduk tahun 2040 sebesar 2912 jiwa. Kebutuhan air total pada tahun tersebut sebesar 3,7157 liter/detik sedangkan ketersediaan air dari mata air Tatow sebesar 4,34 liter/detik. Jumlah hidran umum yang direncanakan sebanyak 13 buah dengan debit rata-rata yang mengalir sebesar 0,2858 liter/detik. Kapasitas pompa yang digunakan dalam perencanaan yakni 7,4314 liter/detik dengan head 67 meter.

Berdasarkan hasil simulasi dengan EPANET menunjukkan dengan menggunakan pompa berkapasitas seperti di atas dan pipa transmisi berdiameter 100 mm sepanjang 635 meter terjadi tekanan di pompa sebesar 82,76 meter head, dan sistem jaringan tersebut mampu mentransport air dengan debit sebesar 7,43 liter/detik.

Kata kunci : Woloan Tiga, Air Bersih, EPANET, Regresi Linier, Proyeksi Penduduk, Head, Pompa

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lokasi studi kelurahan Woloan Tiga adalah sebuah kelurahan yang terletak di kota Tomohon Kecamatan Tomohon Barat, Provinsi Sulawesi Utara dengan luas wilayah 140 Ha. Sebelah Utara berbatasan dengan kelurahan Kayawu kecamatan Tomohon Utara, sebelah Timur dengan kelurahan Woloan Dua kecamatan Tomohon Barat, sebelah Selatan dengan kelurahan Pinaras kecamatan Tomohon Selatan, sebelah Barat dengan kelurahan Tara-tara Tiga

kecamatan Tomohon Barat. Jumlah penduduk tercatat pada akhir tahun 2014 berjumlah 2812 jiwa.

Berdasarkan kondisi yang ada di kelurahan Woloan Tiga, penduduk mempunyai masalah terhadap ketersediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan mereka. Seperti diketahui bahwa wilayah Tomohon terkenal dengan tanaman hiasnya, sehingga hampir sebagian besar penduduknya memelihara tanaman hias, baik untuk dijual ataupun sebagai kebiasaan memelihara. Sebagian kecil penduduknya juga memiliki usaha mem-produksi rumah-rumah

kayu untuk diperjualbelikan. Oleh karena itu kebutuhan air haruslah mencukupi terutama air bersih. Saat ini cara masyarakat mendapatkan air bersih adalah melalui penggalian sumur, yangmana pada saat musim panas bisa mengalami kehabisan air. Selain itu juga, untuk ketersediaan air melalui jaringan PDAM sering bermasalah di dalam penyaluran airnya.

RumusanMasalah

Berdasarkan dari latar belakang yang ada bahwa seiring dengan terjadinya pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi, khususnya dari rumah panggung maka diperlukan peningkatan sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat hingga 25 tahun kedepan.

PembatasanMasalah

Pembatasan masalah yang diambil pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Analisa kebutuhan air bersih hanya sampai 25 tahun kedepan (Tahun 2040).
2. Sistem pelayanan air bersih yang ditinjau hanya sebatas hingga ke hidran-hidran umum.
3. Kebutuhan air dibatasi pada kebutuhan air domestik dan non-domestik (hanya sebatas industri kecil).
4. Perhitungan struktur bangunan air tidak dibahas.

Maksud dan TujuanPenelitian

Adapun maksud penelitian ini terdiri atas :

1. Untuk menganalisa kebutuhan air bersih penduduk Kelurahan Woloan Tiga hingga 25 tahun kedepan (Tahun 2040).
2. Untuk merencanakan sistem jaringan air bersih dalam rangka memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat Kelurahan Woloan Tiga berdasarkan sumber – sumber air yang tersedia.

Dan yang menjadi tujuan penelitian ini yaitu:

Untuk merencanakan peningkatan sistem jaringan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Kelurahan Woloan Tiga hingga 25 tahun kedepan.

Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberi informasi dan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam meningkatkan sistem jaringan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk di Kelurahan Woloan Tiga.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan Kota dan Dampaknya Terhadap Penyediaan Prasarana Perkotaan

Perkembangan kota yang merupakan bagian dari pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah pada dasarnya bukan hanya merupakan kemauan dari pemerintah sendiri, tetapi juga terjadi akibat dari perkembangan penduduk dan semakin banyaknya kebutuhan dari masyarakat kota itu sendiri. Tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi dan terbatasnya ruang yang tersedia terutama bagi kota-kota pusat pengembangan wilayah dapat menimbulkan persoalan.

Demikian halnya yang terjadi dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi penduduk perkotaan. Pada beberapa negara berkembang seperti Indonesia, terjadi kesenjangan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi penduduk kotanya. Perkembangan kota akibat dari meningkatnya perekonomian dan pembangunan serta ekonomi sosial masyarakatnya menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan sarana dan prasarana kota seperti sistem jaringan air bersih perkotaan. Meningkatnya perekonomian dan pembangunan suatu kota dapat dilihat dari tingkat pendapatan penduduknya serta berkembangnya wilayah perkotaan tersebut.

Perkembangan pembangunan jaringan air bersih yang baru, yang tidak dapat mengiringi laju perkembangan penduduk yang ada menyebabkan terjadinya kesenjangan kebutuhan akan air bersih sehingga terjadi penurunan cakupan pelayanan. Tuntutan penduduk perkotaan akan kualitas dan kuantitas yang memadai serta kontinuitas aliran yang merupakan bagian dari operasional dan pelayanan air bersih juga turut mewarnai berbagai permasalahan yang dihadapi dalam pembangunan sistem penyediaan air bersih.

Prasarana Air Bersih Sebagai Prasarana Fisik Kota

Dengan adanya pertumbuhan penduduk perkotaan yang sangat pesat di Indonesia, telah menyebabkan timbulnya berbagai macam permasalahan khususnya terkait dengan masalah pelayanan infrastruktur dasar perkotaan seperti sistem drainase kota, sistem saluran limbah, sistem pengelolaan sampah dan air bersih. Menurut Bulkin (1995), pada dasarnya jumlah kebutuhan pelayanan infrastruktur dasar perkotaan dipengaruhi oleh tiga variabel, yaitu :

1. Jumlah penduduk yang dilayani.
2. Luas wilayah yang ditempati oleh penduduk.
3. Pendapatan perkapita.

Menurut Model Penyiapan Program Pembangunan Prasarana dan Sarana Dasar Perkotaan Tahun 1994, pemenuhan kebutuhan air bersih suatu daerah perkotaan dapat dianalisis berdasarkan:

1. Faktor penduduk.
 2. Tingkat pelayanan.
 3. Jenis pelayanan dan satuan kebutuhan air
- Menurut Linsey, R.K et al (1995) ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan air bersih diperkotaan, yaitu :

1. Iklim
2. Ciri-ciri penduduk,
3. Ukuran kota.

Penggunaan air bersih perkotaan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Mc. Ghee, Terence J, 1991) :

1. Besaran kota,
2. Karakteristik penduduk,
3. Berbagai macam faktor seperti iklim dan kualitas air.

Pemanfaatan Sumber Daya Air di Perkotaan

Menurut Kammere (1976), pemenuhan kebutuhan air bersih di perkotaan dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan sumber daya air, yaitu :

1. Mengalirkan air dari sumbernya ke tempat pengguna atau pelayanan umum.
2. Mengusahakan sendiri dengan menggali sumur.

Menurut Algamar (1994), sistem penyediaan air minum bila dilihat dari bentuk dan tekniknya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Sistem penyediaan air minum individual (*individual water system atau rural water supply sistem*).
2. Sistem penyediaan air minum komunitas atau perkotaan (*community municipality water supply system atau public water supply sistem*).

Sistem Pelayanan Air Bersih Perkotaan

Pada kenyataannya, penyediaan dan pelayanan air bersih menjadi tidak efektif dan efisien. Menurut Ditjen Cipta Karya (1997), faktor-faktor yang sangat dominan dan sering menjadi persoalan dalam air bersih adalah :

1. Sumber air baku seperti mata air dan air tanah, kualitas dan kuantitasnya semakin menurun dan jaraknya semakin jauh dari daerah pelayanan (aksesibilitas). Air baku

adalah air yang belum diolah, diambil dari sumbernya seperti sungai dan atau air tanah yang mempunyai kualitas air yang memenuhi persyaratan standar air baku untuk air bersih. Menurunnya kualitas dan kuantitas air baku bisa juga disebabkan karena faktor kesalahan manusia seperti terjadinya pencemaran lingkungan, kerusakan hutan disekitar daerah aliran sungai atau daerah hulu yang merupakan daerah resapan air (*catchment area*) dan lain sebagainya,

2. Belum dimanfaatkannya secara optimal kapasitas produksi terpasang (*idle capacity*) dari perusahaan air minum yang ada,
3. Tingkat kebocoran yang masih sangat tinggi baik kebocoran fisik atau teknis melalui jaringan pipa distribusi (akibat umur jaringan pipa yang sudah tua) maupun kebocoran administratif akibat ketidakmampuan para pelaksana atau sistem yang ada,

Permasalahan Dalam Penyediaan Air Bersih Perkotaan

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa perubahan tata guna lahan telah memberikan pengaruh yang negatif terhadap daerah aliran sungai dan ketidakseimbangan sistem hidrologinya seperti hilangnya air dari permukaan tanah (*evaporasi*) dari volume curah hujan (*presipitasi*), berubahnya karakteristik dari permukaan tanah dari daerah aliran sungai yang akan mempengaruhi *detention* dan penyimpanan *run off* (Rilley, 1998; Zhang Lu, 2001).

Menurut Emil Salim (1985), masalah air bersih yang menjadi tantangan dimasa depan adalah :

1. Penyelamatan air dari eksploitasi secara berlebihan dan pencemaran yang semakin meningkat baik itu air sungai, air danau, air rawa maupun air laut,
2. Permintaan air semakin meningkat didorong oleh pertumbuhan penduduk dan keperluan pembangunan seperti air minum, irigasi, perikanan, industri dan sebagainya,
3. Kualitas air yang ada cenderung menurun sebagai akibat dari meningkatnya pencemaran air. Kondisi ini disebabkan karena pembuangan air limbah ke sungai, tanah dan laut.

Kebutuhan Air Bersih Perkotaan

Kebutuhan air bersih suatu kota, umumnya dinyatakan sebagai fungsi dari jumlah penduduk

dan kebutuhan air perkapitanya (dalam liter/orang/hari). Perkiraan rata-rata untuk kebutuhan penduduk dan industri, memberikan ukuran yang berguna untuk menentukan jumlah rata-rata air yang harus diolah untuk memenuhi pemakaian air bagi rumah tangga (domestik).

Strategi Pengembangan Kapasitas Pelayanan Air Bersih

Strategi pengembangan kapasitas pelayanan air bersih dilakukan dengan cara mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dalam pelayanan air bersih sehingga dapat dirumuskan strategi pengembangan kapasitas pelayanan. Menurut Rangkuti (2006), strategi merupakan alat untuk mencapai tujuan. Tujuan dari perencanaan strategi adalah agar dapat melihat secara obyektif kondisi-kondisi internal dan eksternal sehingga dapat mengantisipasi perubahan lingkungan eksternal. Perencanaan strategi penting untuk memperoleh keunggulan bersaing dan memiliki produk yang sesuai dengan keinginan konsumen dengan dukungan yang optimal dari sumber daya yang ada.

METODE PENELITIAN

Rencana Pelaksanaan Penelitian

Penetapan tipe analisis regresi untuk proyeksi jumlah penduduk

Berdasarkan kajian pustaka yang telah diuraikan sebelumnya maka langkah awal dalam rangka melakukan proyeksi jumlah penduduk yakni menetapkan tipe analisis regresi yang akan digunakan. Terdapat tiga tipe analisis regresi yang akan dipakai, yakni regresi linier, regresi eksponensial, dan regresi logaritmis.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan memilah antara data primer dan data sekunder. Untuk jenis data primer, maka data yang dikumpulkan yakni jumlah penduduk untuk kepentingan proyeksi pada 25 tahun yang akan datang (2040), kebutuhan air rumah tangga (domestik), kebutuhan air non domestik (sebatas industri kecil), dan ketersediaan air di daerah Woloan Tiga. Sebagian data primer dikumpulkan dengan menghubungi instansi-instansi yang terkait, dan sebagian lagi dikumpulkan melalui badan pusat statistik provinsi Sulawesi Utara.

Untuk jenis data sekunder, maka yang diperlukan yakni peta topografi daerah tinjauan, dalam hal ini Woloan Tiga, data sosial ekonomi Woloan Tiga, serta data aset gedung yang terdapat pada daerah tinjauan (aset pendidikan).

Analisis yang digunakan

Di dalam rangka memperoleh proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2040 maka digunakan analisis regresi. Proyeksi jumlah penduduk diperlukan untuk menghitung kebutuhan air penduduk dari daerah tinjauan. Selanjutnya digunakan analisis kebutuhan air demi mendapatkan kebutuhan air total penduduk. Pada akhirnya, di dalam rangka memperoleh sistem jaringan air bersih maka perlu ditetapkan jenis ukuran pipa, jumlah hidran, dan panjang pipa antara hidran-hidran yang telah ditentukan. Untuk penelitian ini maka diharapkan diperoleh sistem jaringan air bersih yang memenuhi kebutuhan penduduk Woloan Tiga.

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kelurahan Woloan Tiga merupakan bagian dari kecamatan Tomohon Barat dimana Kota Tomohon merupakan salah satu daerah administrasi Tingkat II yang ada di Sulawesi Utara.

Kecamatan Tomohon Barat (posisi dari kelurahan Woloan Tiga) memiliki luas sebesar 26,47 km², sedangkan luas dari kelurahan Woloan Tiga sendiri yakni sebesar 1,07 km².

HASIL DAN PEMBAHASAN

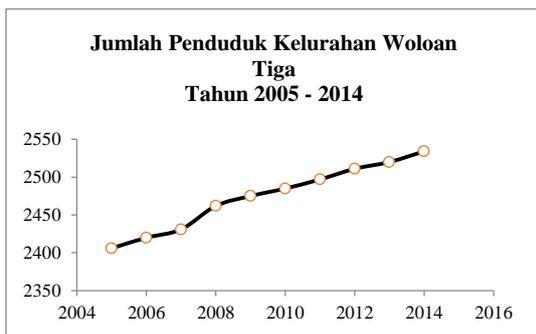
Proyeksi Jumlah Penduduk

Data Jumlah penduduk

Data jumlah penduduk diperoleh dari berbagai sumber instansi terkait yaitu, Dinas Catatan Sipil Tomohon, Kantor Kecamatan Tomohon Barat dan Kantor Lurah setempat. Jumlah penduduk hasil inventarisasi selengkapnyanya yang dapat diperoleh dapat dilihat padaa Tabel berikut ini :

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Kelurahan Woloan Tiga

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk |
|-----|-------|-----------------|
| 1. | 2005 | 2406 |
| 2. | 2006 | 2420 |
| 3. | 2007 | 2431 |
| 4. | 2008 | 2462 |
| 5. | 2009 | 2475 |
| 6. | 2010 | 2485 |
| 7. | 2011 | 2497 |
| 8. | 2012 | 2511 |
| 9. | 2013 | 2520 |
| 10. | 2014 | 2534 |



Gambar 1. Jumlah Penduduk Kelurahan Woloan Tiga 2005 – 2014

Analisa Proyeksi Jumlah Penduduk

Sebelum melakukan analisa kebutuhan air baku maka langkah awal yang harus dilakukan untuk mendukung analisa kebutuhan air baku tersebut adalah dilakukannya analisa proyeksi jumlah penduduk sebab kebutuhan air baku dimasa datang dihitung berdasarkan jumlah penduduk. Analisa proyeksi jumlah penduduk pada saat penelitian ini dilakukan untuk jangka panjang.

Dalam penelitian ini, maka hasil perencanaan harus dapat mengakomodir kebutuhan air baku di masa datang. Sebagaimana analisa kebutuhan air baku, maka analisa proyeksi jumlah penduduk dibuatkan untuk perioda masa 25 tahun kedepan.

Regresi Linier

Berdasarkan analisis yang dilakukan maka hasil dari regresi linier dapat dilihat pada Tabel 2. di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi Linier

| Tahun | No. | Jumlah Penduduk | (x)(y) | x ² | y ² | y | (y-y) | (y-y) ² |
|-------|-----|-----------------|--------|----------------|----------------|------|-------|--------------------|
| | (x) | (y) | | | | | | |
| 2005 | 1 | 2406 | 2406 | 1 | 578536 | 2406 | -355 | 1255 |
| 2006 | 2 | 2420 | 4840 | 4 | 585640 | 2420 | -309 | 1514 |
| 2007 | 3 | 2431 | 7293 | 9 | 591076 | 2431 | -224 | 5016 |
| 2008 | 4 | 2462 | 9848 | 16 | 606144 | 2462 | -92 | 8464 |
| 2009 | 5 | 2475 | 12375 | 25 | 612525 | 2475 | -67 | 4489 |
| 2010 | 6 | 2485 | 14910 | 36 | 617525 | 2485 | -37 | 1369 |
| 2011 | 7 | 2497 | 17479 | 49 | 623509 | 2497 | -19 | 361 |
| 2012 | 8 | 2511 | 20088 | 64 | 630561 | 2511 | -9 | 81 |
| 2013 | 9 | 2520 | 22680 | 81 | 635040 | 2520 | -10 | 100 |
| 2014 | 10 | 2534 | 25340 | 100 | 642116 | 2534 | -16 | 256 |
| | 55 | 2498 | 13259 | 365 | 622877 | | | 291 |

dengan persamaan :

- $Y = 2395,2 + 14,3454545.X$
- $r^2 = 5,69316 \times 10^{-06}$
- $S_e = 6,03173$

Regresi Logaritma

Selanjutnya, berdasarkan analisis yang dilakukan maka hasil dari regresi logaritma dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi Logaritma

| Tahun | No. | Jumlah Penduduk | (x)(y) | x ² | y ² | y | (y-y) | (y-y) ² |
|-------|-----|-----------------|--------|----------------|----------------|------|-------|--------------------|
| | (x) | (y) | | | | | | |
| 2005 | 1 | 0 | 2406 | 0 | 578536 | 2406 | 7918 | 36200 |
| 2006 | 2 | 0,69 | 2420 | 0,48 | 585640 | 2420 | 6000 | 4200 |
| 2007 | 3 | 1,10 | 2431 | 1,21 | 591076 | 2431 | 4900 | 3200 |
| 2008 | 4 | 1,39 | 2462 | 1,92 | 606144 | 2462 | 4000 | 2400 |
| 2009 | 5 | 1,61 | 2475 | 2,60 | 612525 | 2475 | 3900 | 2300 |
| 2010 | 6 | 1,79 | 2485 | 3,20 | 617525 | 2485 | 3800 | 2100 |
| 2011 | 7 | 1,95 | 2497 | 3,80 | 623509 | 2497 | 3700 | 1900 |
| 2012 | 8 | 2,06 | 2511 | 4,24 | 630561 | 2511 | 3600 | 1600 |
| 2013 | 9 | 2,20 | 2520 | 4,84 | 635040 | 2520 | 3500 | 1400 |
| 2014 | 10 | 2,30 | 2534 | 5,29 | 642116 | 2534 | 3400 | 1300 |
| | 55 | 15,00 | 2498 | 37,00 | 622877 | | | 1100 |

dengan persamaan :

- $Y = 2386,8 + 57,78124.ln(X)$
- $r^2 = 5,41406 \times 10^{-06}$
- $S_e = 11,84989$

Regresi Eksponensial

Berikutnya, berdasarkan analisis yang dilakukan maka hasil dari regresi eksponensial dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Analisis Regresi Eksponensial

| Tahun | No | Jumlah Penduduk | | (x)(y) | x ² | y ² | Y | yi-Y | (yi-Y) ² |
|-------|-----|-----------------|-------|--------|----------------|----------------|---------|----------|---------------------|
| | (x) | (y) | ln(y) | | | | | | |
| 2005 | 1 | 2486 | 7.79 | 7.8 | 1 | 60.62 | 2395.99 | -2388.21 | 5703527.58 |
| 2006 | 2 | 2478 | 7.79 | 15.6 | 4 | 60.71 | 2396.88 | -2388.21 | 5703527.68 |
| 2007 | 3 | 2491 | 7.80 | 23.4 | 9 | 60.78 | 2396.88 | -2388.21 | 5703523.68 |
| 2008 | 4 | 2462 | 7.81 | 31.2 | 16 | 60.88 | 2396.81 | -2388.28 | 5703508.89 |
| 2009 | 5 | 2475 | 7.81 | 39.1 | 25 | 60.86 | 2396.81 | -2388.28 | 5703503.48 |
| 2010 | 6 | 2485 | 7.82 | 46.9 | 36 | 60.82 | 2396.82 | -2388.28 | 5703511.96 |
| 2011 | 7 | 2497 | 7.82 | 54.8 | 49 | 60.78 | 2396.83 | -2388.28 | 5703516.68 |
| 2012 | 8 | 2511 | 7.83 | 62.6 | 64 | 60.78 | 2396.83 | -2388.28 | 5703517.72 |
| 2013 | 9 | 2528 | 7.83 | 70.5 | 81 | 60.34 | 2396.84 | -2388.21 | 5703520.37 |
| 2014 | 10 | 2534 | 7.84 | 78.4 | 100 | 60.43 | 2396.84 | -2388.21 | 5703522.64 |
| Σ | 55 | 2494 | 8 | 488 | 385 | 60.1 | | | 57035158 |

dengan persamaan :

- $Y = 2396, \cdot E^{0,005807 \cdot X}$
- $r^2 = 34,671555$
- $S_e = 2670,1$

Hasil analisa regresi menunjukkan kesesuaian trend terbaik (*best fit*) data pengamatan dari masing-masing kelurahan/desa yang ada di wilayah perencanaan terhadap empat model trend diberikan pada Tabel 5 berikut.

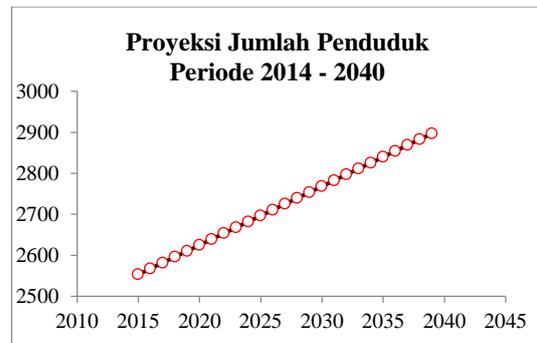
Tabel 5. Hasil Analisa Regresi Perkembangan Penduduk Woloan Tiga

| Trend Linier | | Trend Logarithm | | Trend Eksponensial | | Trend Terbaik |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|---------------|
| r ² | S _e | r ² | S _e | r ² | S _e | |
| 5,6516E-06 | 6,183275 | 5,4440E-06 | 11,8899 | 9,025716 | 2670,184 | Trend Ekspon |

Berdasarkan hasil analisa di atas diketahui trend regresi terbaik yaitu Trend Regresi Linier, maka proyeksi jumlah penduduk untuk wilayah kelurahan Woloan Tiga dalam kurun waktu 2014 – 2040 akan dipakai tipe trend ini dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.2 di bawah ini.

Tabel 6. Proyeksi Jumlah Penduduk Periode Dua Puluh Lima Tahunan Kedepan

| No | Tahun | Jumlah Penduduk | No | Tahun | Jumlah Penduduk |
|----|-------|-----------------|----|-------|-----------------|
| 1 | 2015 | 2553 | 14 | 2028 | 2739 |
| 2 | 2016 | 2567 | 15 | 2029 | 2754 |
| 3 | 2017 | 2582 | 16 | 2030 | 2768 |
| 4 | 2018 | 2596 | 17 | 2031 | 2783 |
| 5 | 2019 | 2610 | 18 | 2032 | 2797 |
| 6 | 2020 | 2625 | 19 | 2033 | 2811 |
| 7 | 2021 | 2639 | 20 | 2034 | 2826 |
| 8 | 2022 | 2653 | 21 | 2035 | 2840 |
| 9 | 2023 | 2668 | 22 | 2036 | 2854 |
| 10 | 2024 | 2682 | 23 | 2037 | 2869 |
| 11 | 2025 | 2696 | 24 | 2038 | 2883 |
| 12 | 2026 | 2711 | 25 | 2039 | 2897 |
| 13 | 2027 | 2725 | 26 | 2040 | 2912 |



Gambar 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Periode 2014 – 2040

Analisa Kebutuhan Air Bersih

Menurut Pedoman Perencanaan Sumber Daya Air, Buku 3 : Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Air RKI, kebutuhan air baku secara umum dibagi menjadi 3 bagian yaitu kebutuhan air untuk komponen rumah tangga, untuk komponen perkotaan dan untuk komponen rumah tangga, atau domestik, municipal & industry (DMI). Dalam penelitian ini penulis juga membaginya berdasarkan ketiga komponen tersebut.

Kebutuhan Air Rumah Tangga (Domestik)

Kebutuhan air rumah tangga didasarkan pada jumlah penduduk dan standar pemakaian air dalam liter/kapita/hari. Prediksi kebutuhan air di masa akan datang didasarkan pada hasil proyeksi jumlah penduduk yang ada di wilayah perencanaan.

Berdasarkan jumlah penduduk dan standar kebutuhan air tersebut maka proyeksi kebutuhan air rumah tangga untuk periode dua puluh lima tahunan pada kelurahan Woloan Tiga yakni sebagai berikut. :

Diketahui :

$$HU = 30 \text{ liter/jiwa/hari}$$

$$P_n(2040) = 90\% \times 2912 \text{ jiwa} = 2621 \text{ jiwa}$$

$$1 \text{ hari} = 60 \times 60 \times 24 = 86.400 \text{ detik}$$

Maka untuk Sambungan Hidran Umum

$$Q_{r(HU)} = \frac{S_{HU} \times P_n}{86.400}$$

$$Q_{r(HU)} = \frac{30 \times 2621}{86.400}$$

$$= 0,91 \text{ liter/detik}$$

Hasil selengkapnya kebutuhan air Hidran Umum (Domestik) kelurahan Woloan Tiga dapat dilihat pada Tabel 7 pada halaman berikut :

Tabel 7 Kebutuhan Air Domestik Kelurahan Woloan Tiga

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Kebutuhan Air Domestik | |
|-----|-------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| | | | Hydrant Umum | Total (Ltr/detik) |
| 1 | 2015 | 2553 | 0.20 | 0.20 |
| 2 | 2016 | 2567 | 0.20 | 0.20 |
| 3 | 2017 | 2582 | 0.20 | 0.20 |
| 4 | 2018 | 2596 | 0.20 | 0.20 |
| 5 | 2019 | 2610 | 0.20 | 0.20 |
| 6 | 2020 | 2625 | 0.20 | 0.20 |
| 7 | 2021 | 2639 | 0.20 | 0.20 |
| 8 | 2022 | 2653 | 0.20 | 0.20 |
| 9 | 2023 | 2668 | 0.20 | 0.20 |
| 10 | 2024 | 2682 | 0.20 | 0.20 |
| 11 | 2025 | 2696 | 0.20 | 0.20 |
| 12 | 2026 | 2711 | 0.20 | 0.20 |
| 13 | 2027 | 2725 | 0.20 | 0.20 |
| 14 | 2028 | 2739 | 0.20 | 0.20 |
| 15 | 2029 | 2754 | 0.20 | 0.20 |
| 16 | 2030 | 2768 | 0.20 | 0.20 |
| 17 | 2031 | 2783 | 0.20 | 0.20 |
| 18 | 2032 | 2797 | 0.20 | 0.20 |
| 19 | 2033 | 2811 | 0.20 | 0.20 |
| 20 | 2034 | 2826 | 0.20 | 0.20 |
| 21 | 2035 | 2840 | 0.20 | 0.20 |
| 22 | 2036 | 2854 | 0.20 | 0.20 |
| 23 | 2037 | 2869 | 0.20 | 0.20 |
| 24 | 2038 | 2883 | 0.20 | 0.20 |
| 25 | 2039 | 2897 | 0.20 | 0.20 |
| 26 | 2040 | 2912 | 0.20 | 0.20 |

Kebutuhan Air Perkotaan

Kebutuhan air perkotaan mencakup kebutuhan untuk masing-masing sarana dan prasaran perkotaan yaitu pendidikan, kesehatan, perkantoran dan sarana lainnya yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang.

Kebutuhan Air untuk Perkantoran

Kebutuhan air perkantoran didasarkan pada jumlah pegawai. Berdasarkan inventarisasi langsung di lapangan dan tinjauan terhadap Rencana Tata Ruang Tomohon untuk wilayah penelitian, maka pada kelurahan Woloan Tiga terdapat 1 (satu) buah kantor kelurahan.

Jumlah pegawai kantor pemerintahan diasumsikan konstan sampai pada tahun 2040 dengan standar kebutuhan perkapita 10 ltr/orang/hari. Berdasarkan inventarisasi, jumlah pegawai pada kantor kelurahan Woloan Tiga berjumlah 5 (lima) orang. Dengan demikian maka jumlah kebutuhan untuk sarana kantor kelurahan Woloan Tiga yakni sebagai berikut :

Kebutuhan Air setiap tahunnya :

$$S_k = 10 \text{ liter/orang/hari}$$

$$P_k = 5 \text{ jiwa}$$

$$Q_{\text{Tahunan}} = (10 \times 5)/86400 = 0,000578704 \text{ liter/detik}$$

$$Q_{K.Total} = 25 \times Q_{\text{Tahunan}} = 25 \times 0,000578704 \text{ liter/detik} = 0,014467593 \text{ liter/de}$$

Kebutuhan Air untuk Sekolah

Berdasarkan inventarisasi sarana pendidikan saat ini, jumlah sarana unit pendidikan sebanyak 2 (dua) buah dengan jumlah siswa sebanyak 213 jiwa.

Jumlah siswa didasarkan jumlah sarana yang dihitung berdasarkan jumlah penduduk terhadap standar layanan lembaga pendidikan dalam RTRW Kota Tomohon menurut tingkatan pendidikan, sampai tahun 2015, adalah 1800 jiwa/unit (Ratio Jumlah Sekolah).

Berdasarkan kondisi dan pertimbangan wilayah, maka asumsi yang akan digunakan pada wilayah kelurahan Woloan Tiga yakni menggunakan asumsi sistem regional dengan pertimbangan adanya kemungkinan warga yang menempuh pendidikan di wilayah luar. Sedangkan untuk sarana jenjang pendidikan yang belum ada di wilayah tersebut, asumsi didasarkan pada standar rencana tata ruang.

Berdasarkan proyeksi jumlah siswa dan standar pemakaian air per kapita sebesar 10 ltr/siswa/hari untuk fasilitas pendidikan, maka hasil analisa kebutuhan air untuk sarana pendidikan untuk kelurahan Woloan Tiga dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Kebutuhan untuk Sarana Kesehatan

Kebutuhan sarana kesehatan didasarkan pada jumlah puskesmas/posyandu yang ada di kelurahan/desa wilayah perencanaan. Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2040 dan ratio tingkat layanan, kebutuhan sarana puskesmas minimal 1 (satu) unit pada masing-masing kelurahan/desa. Sehingga jumlah kebutuhan air untuk sarana kesehatan sampai dengan tahun 2040 adalah konstan. Kebutuhan untuk masing-masing puskesmas berdasarkan standar adalah 2 m³/hari, dan untuk wilayah kelurahan Woloan Tiga 2 m³/hari atau 0,023 liter/detik.

Kebutuhan Air Industri

Kebutuhan air yang tidak termasuk dalam komponen kebutuhan air rumah tangga (domestik) dan perkotaan (municipal), dalam penelitian ini semuanya digolongkan sebagai komponen kebutuhan air industri (industry). Kebutuhan air industri untuk wilayah perencanaan dihitung terhadap kegiatan industri

yang ada dan dianggap akan ada di wilayah penelitian.

Kebutuhan Air Industri Rumah Tangga/Tanaman Hias

Kota Tomohon merupakan pusat budidaya tanaman hias/bunga di Propinsi Sulawesi Utara. Sebagai ikon wilayah ini, program penanaman bunga dan tanaman hias terus dilaksanakan sampai pada tingkat kelurahan di seluruh wilayah Kota dan akan menjadi salah satu komoditas andalan di masa depan.

Tabel 8 Kebutuhan Air Siswa di Kelurahan Wolon Tiga

| No | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Jumlah Siswa (Jiwa) | Kebutuhan Air Siswa (Ltr/dtk) |
|----|-------|------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 2015 | 2593 | 413 | 0,04 |
| 2 | 2016 | 2587 | 414 | 0,04 |
| 3 | 2017 | 2582 | 415 | 0,04 |
| 4 | 2018 | 2586 | 416 | 0,04 |
| 5 | 2019 | 2600 | 417 | 0,04 |
| 6 | 2020 | 2625 | 418 | 0,04 |
| 7 | 2021 | 2625 | 419 | 0,04 |
| 8 | 2022 | 2639 | 420 | 0,04 |
| 9 | 2023 | 2668 | 421 | 0,04 |
| 10 | 2024 | 2682 | 422 | 0,04 |
| 11 | 2025 | 2696 | 423 | 0,04 |
| 12 | 2026 | 2711 | 424 | 0,04 |
| 13 | 2027 | 2725 | 425 | 0,04 |
| 14 | 2028 | 2739 | 426 | 0,04 |
| 15 | 2029 | 2754 | 427 | 0,04 |
| 16 | 2030 | 2768 | 428 | 0,04 |
| 17 | 2031 | 2783 | 429 | 0,04 |
| 18 | 2032 | 2797 | 430 | 0,04 |
| 19 | 2033 | 2811 | 431 | 0,04 |
| 20 | 2034 | 2826 | 432 | 0,04 |
| 21 | 2035 | 2840 | 433 | 0,04 |
| 22 | 2036 | 2854 | 434 | 0,04 |
| 23 | 2037 | 2869 | 435 | 0,04 |
| 24 | 2038 | 2883 | 436 | 0,04 |
| 25 | 2039 | 2897 | 436 | 0,04 |
| 26 | 2040 | 2912 | 437 | 0,04 |

Berdasarkan pemantauan di lapangan, penanaman dan budidaya bunga dan tanaman hias dilakukan di masing-masing rumah tangga sebagai hiasan pekarangan sekaligus untuk dijual dan merupakan sumber pendapatan sampingan rumah tangga. Karena kegiatan ini merupakan kegiatan rumah tangga, maka asumsi kebutuhan air untuk bunga dan tanaman hias ini didasarkan pada jumlah KK (kepala keluarga), dan proyeksi perkembangan jumlah KK didasarkan pada proyeksi perkembangan penduduk dan ratio jumlah jiwa per keluarga. Hasil proyeksi jumlah KK dan jumlah kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 9.

Dengan semakin sulitnya mendapatkan bahan baku kayu hutan, para pengusaha mulai memakai kayu kelapa sebagai bahan baku alternatif, walaupun dengan metode pengerjaan yang lebih sulit. Dengan melihat potensi kayu kelapa yang berlimpah di Propinsi Sulawesi

Utara, mengindikasikan kemungkinan perkembangan industri ini di masa depan.

Table 9. Jumlah Kebutuhan Air untuk Bunga dan Tanaman Hias

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk | Jumlah KK | Kebutuhan Air untuk |
|-----|-------|-----------------|-----------|------------------------|
| | | (Jiwa) | | Tanaman Hias (Ltr/dtk) |
| 1 | 2015 | 2593 | 636 | 0,04 |
| 2 | 2016 | 2587 | 642 | 0,04 |
| 3 | 2017 | 2582 | 645 | 0,04 |
| 4 | 2018 | 2586 | 649 | 0,04 |
| 5 | 2019 | 2610 | 653 | 0,04 |
| 6 | 2020 | 2625 | 656 | 0,04 |
| 7 | 2021 | 2639 | 660 | 0,04 |
| 8 | 2022 | 2653 | 663 | 0,04 |
| 9 | 2023 | 2668 | 667 | 0,04 |
| 10 | 2024 | 2682 | 671 | 0,04 |
| 11 | 2025 | 2696 | 674 | 0,04 |
| 12 | 2026 | 2711 | 678 | 0,04 |
| 13 | 2027 | 2725 | 681 | 0,04 |
| 14 | 2028 | 2739 | 685 | 0,04 |
| 15 | 2029 | 2754 | 688 | 0,04 |
| 16 | 2030 | 2768 | 692 | 0,04 |
| 17 | 2031 | 2783 | 696 | 0,04 |
| 18 | 2032 | 2797 | 699 | 0,04 |
| 19 | 2033 | 2811 | 703 | 0,04 |
| 20 | 2034 | 2826 | 706 | 0,04 |
| 21 | 2035 | 2840 | 710 | 0,04 |
| 22 | 2036 | 2854 | 714 | 0,04 |
| 23 | 2037 | 2869 | 717 | 0,04 |
| 24 | 2038 | 2883 | 721 | 0,04 |
| 25 | 2039 | 2897 | 724 | 0,04 |
| 26 | 2040 | 2912 | 728 | 0,04 |

Asumsi penggunaan air didasarkan pada jumlah luasan kawasan industri dengan standar penggunaan 0.4 ltr/det/ha. Dengan luasan hasil inventarisasi sebesar 4 ha, maka kebutuhan air adalah 1.60 ltr/det. Jika perkembangan diasumsikan 1 % per perioda tahunan, maka kebutuhan air untuk sektor ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Proyeksi Kebutuhan Air Industri Rumah Panggung

| No. | Tahun | Proyeksi Luas | Kebutuhan Air untuk |
|-----|-------|---------------|---------------------|
| | | Lahan (Ha) | |
| 1 | 2015 | 4,32 | 1,728 |
| 2 | 2016 | 4,36 | 1,744 |
| 3 | 2017 | 4,40 | 1,760 |
| 4 | 2018 | 4,44 | 1,776 |
| 5 | 2019 | 4,48 | 1,792 |
| 6 | 2020 | 4,52 | 1,808 |
| 7 | 2021 | 4,56 | 1,824 |
| 8 | 2022 | 4,60 | 1,840 |
| 9 | 2023 | 4,64 | 1,856 |
| 10 | 2024 | 4,68 | 1,872 |
| 11 | 2025 | 4,72 | 1,888 |
| 12 | 2026 | 4,76 | 1,904 |
| 13 | 2027 | 4,80 | 1,920 |
| 14 | 2028 | 4,84 | 1,936 |
| 15 | 2029 | 4,88 | 1,952 |
| 16 | 2030 | 4,92 | 1,968 |
| 17 | 2031 | 4,96 | 1,984 |
| 18 | 2032 | 5,00 | 2,000 |
| 19 | 2033 | 5,04 | 2,016 |
| 20 | 2034 | 5,08 | 2,032 |
| 21 | 2035 | 5,12 | 2,048 |
| 22 | 2036 | 5,16 | 2,064 |
| 23 | 2037 | 5,20 | 2,080 |
| 24 | 2038 | 5,24 | 2,096 |
| 25 | 2039 | 5,28 | 2,112 |
| 26 | 2040 | 5,32 | 2,128 |

Rekapitulasi Kebutuhan Air

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kebutuhan air di kelurahan Woloan Tiga maka total kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 5.9 di bawah ini :

Tabel 11 Rekapitulasi Kebutuhan Air Kelurahan Woloan Tiga

| No. Tahun | Jumlah Penduduk (Jw) | Kebutuhan Air Rumah Rata-rata (Ltr/Dtk) | Kebutuhan Air Perkotaan | | | Kebutuhan Air untuk Tameng Bas | | Total Kebutuhan Air (Ltr/Dtk) |
|-----------|----------------------|---|-------------------------|---------|--------|--------------------------------|----------|-------------------------------|
| | | | Perumahan | Sekolah | Kantor | Perumahan | Panggung | |
| 1 2015 | 2553 | 4.0 | 4000 | 4000 | 402 | 404 | 1.28 | 251 |
| 2 2016 | 2567 | 4.2 | 4000 | 4000 | 402 | 405 | 1.28 | 276 |
| 3 2017 | 2582 | 4.0 | 4000 | 4000 | 402 | 402 | 1.28 | 281 |
| 4 2018 | 2596 | 4.2 | 4000 | 4000 | 402 | 400 | 1.52 | 286 |
| 5 2019 | 2610 | 4.0 | 4000 | 4000 | 402 | 402 | 2.08 | 291 |
| 6 2020 | 2625 | 4.1 | 4000 | 4000 | 402 | 400 | 2.08 | 297 |

Analisa Kehilangan Air

Untuk menganalisa kehilangan air sampai pada tahun 2039 diambil angka sebesar 30 % sebagai angka yang cukup aman untuk memprediksi kehilangan air di daerah layanan kelurahan Woloan Tiga dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Jaringan pipa transmisi dan distribusi air bersih dalam keadaan baik (tidak ada kebocoran dan kerusakan yang parah)
2. Kecermatan dan ketelitian dalam pembacaan meter air.

Tabel 12. Rekapitulasi Kehilangan Air Kelurahan Woloan Tiga

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Kebutuhan Air (Ltr/Dtk) | Kehilangan Air (Ltr/Dtk) |
|-----|-------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 2015 | 2553 | 2.671 | 0.801 |
| 2 | 2020 | 2625 | 2.776 | 0.452 |
| 3 | 2025 | 2696 | 2.881 | 0.469 |
| 4 | 2030 | 2768 | 2.986 | 0.486 |
| 5 | 2035 | 2840 | 3.091 | 0.503 |
| 6 | 2040 | 2912 | 3.197 | 0.520 |

Total Kebutuhan Air Kelurahan Woloan Tiga

Adapun hasil akhir yang menyangkut kebutuhan air secara menyeluruh lihat table 13.

Identifikasi Kebutuhan Air Baku di kelurahan Woloan Tiga

Kebutuhan air baku khususnya kebutuhan air bersih untuk masyarakat di Kelurahan Woloan Tiga saat ini hanya dipasok oleh PDAM Tomohon. Adanya pemisahan manajemen PDAM Tomohon dari PDAM Minahasa sehingga dihentikannya operasi

Instalasi Kasuang mengakibatkan pasokan air dari PDAM sangat terbatas.

Tabel 13. Kebutuhan Air Total kelurahan Woloan Tiga

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Kebutuhan Air Total (Ltr/Dtk) |
|-----|-------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2015 | 2553 | 3.47 |
| 2 | 2016 | 2567 | 3.50 |
| 3 | 2017 | 2582 | 3.53 |
| 4 | 2018 | 2596 | 3.56 |
| 5 | 2019 | 2610 | 3.58 |
| 6 | 2020 | 2625 | 3.29 |
| 7 | 2021 | 2639 | 3.25 |
| 8 | 2022 | 2653 | 3.28 |
| 9 | 2023 | 2668 | 3.30 |
| 10 | 2024 | 2682 | 3.33 |
| 11 | 2025 | 2696 | 3.35 |
| 12 | 2026 | 2711 | 3.37 |
| 13 | 2027 | 2725 | 3.40 |
| 14 | 2028 | 2739 | 3.42 |
| 15 | 2029 | 2754 | 3.45 |
| 16 | 2030 | 2768 | 3.47 |
| 17 | 2031 | 2783 | 3.50 |
| 18 | 2032 | 2797 | 3.52 |
| 19 | 2033 | 2811 | 3.55 |
| 20 | 2034 | 2826 | 3.57 |
| 21 | 2035 | 2840 | 3.59 |
| 22 | 2036 | 2854 | 3.62 |
| 23 | 2037 | 2869 | 3.64 |
| 24 | 2038 | 2883 | 3.67 |
| 25 | 2039 | 2897 | 3.69 |
| 26 | 2040 | 2912 | 3.72 |

Dampak dari kurangnya pasokan air bersih untuk didistribusikan oleh PDAM, khususnya di wilayah penelitian yang termasuk daerah layanan PDAM saat ini tingkat kualitas layanannya sangat rendah. Berdasarkan hasil interview yang dilakukan terhadap Perangkat Kelurahan dan tokoh-tokoh masyarakat dan masyarakat di wilayah Kelurahan Woloan Tiga, ternyata layanan PDAM sangat tidak mencukupi. Air dari PDAM sering tidak mengalir selama 24 jam, dan walaupun mengalir, debitnya sangat kecil.

Analisa Ketersediaan Air

Potensi ketersediaan air

Sungai Ranowanko merupakan daerah aliran sungai yang melintasi di sebagian besar wilayah perencanaan, meliputi hampir keseluruhan Kecamatan Tomohon Barat dan Desa Kayawu. Potensi Sungai Ranowanko dapat digunakan untuk air irigasi dan kebutuhan air baku lainnya. Alokasi sumber air Sungai Ranowanko untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi diperhitungkan tersendiri, sehingga sisa setelah pengambilan air irigasi merupakan potensi Sungai Ranowanko untuk pemenuhan kebutuhan air baku lainnya. Potensi Sungai Ranowanko untuk kebutuhan air baku lainnya

setelah dikurangi kebutuhan air irigasi. Debit potensial yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air baku lainnya diambil debit terkecil. Salah satu sumber air baku lain yang ada di wilayah ini yakni mata air Tatow yang berada di lokasi kelurahan Woloan Satu. Pada penelitian ini maka sumber air dalam sistem jaringan diambil dari mata air Tatow.

Ada mata air Tatow, debit ketersediaan air dapat ditentukan berdasarkan pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga dapat ditentukan debit minimum dari ketersediaan air pada mata air Tatow. Hasil pengukuran didapat untuk debit ketersediaan air mata air Tatow sebesar 5,43 liter/detik. Sebagai jagaan ketersediaan air maka debit yang ada dikurangi nilai sebesar 20%. Hal ini dilakukan sebagai langkah untuk perencanaan distribusi air. Hasil yang menjadi debit akhir untuk ketersediaan mata air Tatow dalam rangka tujuan perencanaan yakni sebesar 4,34 liter/detik. Dengan demikian mata air Tatow mampu memasok seluruh kebutuhan air penduduk desa Woloan Tiga pada tahun 2040.

Analisa Debit Penggunaan Rata-rata di Hidran Umum

Sebagaimana dalam analisa kebutuhan air, debit air yang dibutuhkan akan disalurkan melalui hidran-hidran umum dan sambungan rumah (SR). Meskipun dalam analisa kebutuhan air telah diantisipasi terhadap adanya sambungan rumah (SR) sebanyak 60%, akan tetapi pada tahun-tahun awal setelah jaringan dikonstruksi, layanan air baku akan didominasi melalui hidran umum (HU). Prosentase jumlah sambungan rumah akan bertambah secara bertahap hingga mencapai titik optimal 60% diasumsikan terjadi pada tahun 2019. Dengan demikian jumlah hidran umum yang direncanakan akan dibangun diharapkan dapat memberikan pelayanan yang cukup memuaskan.

Berdasarkan pedoman Tata Cara Rancangan Teknik Bidang Air Minum (AB-K/RE-RT/TC/040/98) yang dikeluarkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (sekarang Departemen Pekerjaan Umum), untuk kategori kota kecil, satu unit hidran umum dapat melayani 100 hingga 200 jiwa. Dengan pertimbangan bahwa asumsi adanya sambungan rumah sampai dengan 60% pada tahun 2019, maka dalam perencanaan ini digunakan standar sampai dengan 200 jiwa per hidran umum. Dengan demikian, jumlah hidran umum rencana dihitung

berdasarkan standar 200 jiwa per hidran umum terhadap jumlah penduduk hasil proyeksi untuk tahun 2019 dan untuk kelurahan Woloan Tiga yakni sebanyak 13 (tiga belas) unit.

Untuk keperluan analisa jaringan perpipaan, jumlah kebutuhan air tiap hidran merupakan representasi dari jumlah kebutuhan air masyarakat di wilayah sekitar hidran tersebut. Debit aliran rata-rata yang mengalir di tiap hidran umum adalah debit kebutuhan dibagi jumlah hidran. Dalam perencanaan ini, sistem jaringan rencana diharapkan dapat melayani hingga 25 tahun kedepan, karenanya untuk menganalisa debit aliran rata-rata yang mengalir di tiap hidran umum dilakukan terhadap kebutuhan air masing-masing desa/kelurahan untuk tahun 2040.

Debit kebutuhan air tahun 2040 sebagaimana telah dihitung yakni sebesar 3,7157 liter/detik. Sedangkan debit ketersediaan air tahun 2040, untuk tujuan perencanaan, yakni sebesar 4,34 ltr/detik. Dengan demikian debit aliran rata-rata di hidran umum dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui :

Debit Kebutuhan Air : 3,7157 liter/detik

Debit Ketersediaan Air : 4,34 liter/detik

Jumlah Hidran Umum : 13 buah

Debit Aliran rata-rata di hidran umum yakni sebesar :

$$= (3,7157 \text{ ltr/dtk}) / 13$$

$$= \mathbf{0,2858 \text{ liter/detik}}$$

Desain Sistem Jaringan Perpipaan

Pada kelurahan Woloan Tiga, maka sumber air yang diambil berasal dari mata air Tatow yang letaknya berada di kelurahan Woloan Satu.

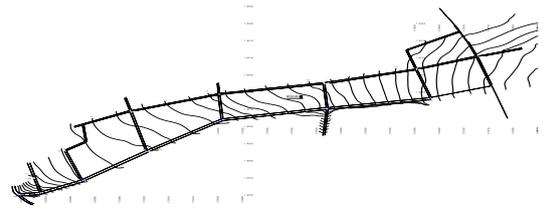
Berdasarkan kondisi geografis kelurahan Woloan Tiga (Gambar 5. 4) maka titik awal jaringan pipa ditentukan pada posisi koordinat X: 700720, Y : 145700 pada ketinggian $\pm 730,00$ m dari permukaan laut. Didalam proses desain, ditetapkan Hidran Umum sebanyak 13 (tiga belas) buah. Adapun rencana desain jaringan perpipaan di kelurahan Woloan Tiga secara keseluruhan yakni sebagai berikut :

HU1 \rightarrow X : 700720, Y : 145700, h = $\pm 730,03$ m (dari permukaan laut)

Panjang Pipa (L2) = 124 m (sampai kepada HU2)

Ukuran Pipa (D2) = Ø100 mm
 HU2 → X : 700005, Y : 145675, h = ±725,5 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L3) = 90 m (sampai kepada HU3)
 Ukuran Pipa (D3) = Ø100 mm
 Panjang Pipa (L9) = 190 m (sampai kepada HU9)
 Ukuran Pipa (D9) = Ø75 mm
 HU3 → X : 700630, Y : 145590, h = ±727,87 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L4) = 210 m (sampai kepada HU4)
 Ukuran Pipa (D4) = Ø75 mm
 HU4 → X : 700435, Y : 145560, h = ±719,21 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L5) = 108 m (sampai kepada HU5)
 Ukuran Pipa (D5) = Ø50 mm
 HU5 → X : 700305, Y : 145545, h = ±716 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L6) = 110 m (sampai kepada HU6)
 Ukuran Pipa (D6) = Ø50 mm
 HU6 → X : 700205, Y : 145545, h = ±713,18 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L7) = 180 m (sampai kepada HU7)
 Ukuran Pipa (D7) = Ø37,5 mm
 HU7 → X : 699925, Y : 145350, h = ±708,00 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L8) = 180 m (sampai kepada HU8)
 Ukuran Pipa (D8) = Ø37,5 mm
 HU9 → X : 700420, Y : 145640, h = ±720,89 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L10) = 98 m (sampai kepada HU10)
 Ukuran Pipa (D10) = Ø37,5 mm
 HU10 → X : 700150, Y : 145595, h = ±718,00 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L11) = 153 m (sampai kepada HU11)

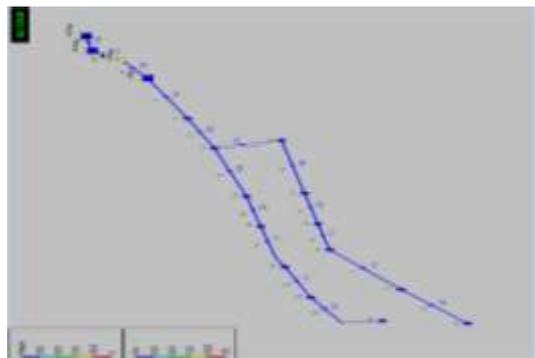
Ukuran Pipa (D11) = Ø50 mm
 HU11 → X : 700035, Y : 145550, h = ±714,00 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L12) = 151 m (sampai kepada HU12)
 Ukuran Pipa (D12) = Ø37,5 mm
 HU12 → X : 700025, Y : 145550, h = ±711,34 m (dari permukaan laut)
 Panjang Pipa (L13) = 160 m (sampai kepada HU13)
Ukuran Pipa (D13) = Ø37,5 mm



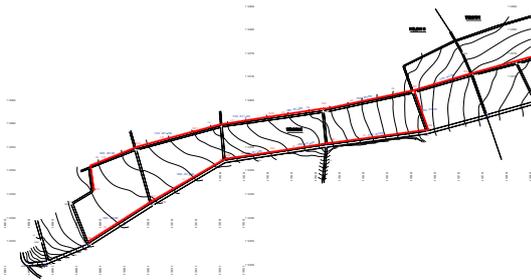
Gambar 3. Peta Topografi Desa Woloan Tiga

Adapun Sistem Jaringan yang didesain pada kelurahan Woloan Tiga yakni sistem jaringan yang memanfaatkan, seperti yang telah disebutkan di atas, sumber mata air Tatow yang bertujuan untuk melayani wilayah Kelurahan Woloan Tiga. Kerena letak mata air Tatow lebih rendah dibanding dengan wilayah layanan, maka sistem jaringan rencana ini terpaksa harus menggunakan pompa. Dari mata air Tatow, air dikumpulkan di reservoir penampung di dekat lokasi mata air, kemudian air dipompa ke reservoir pembagi sebelum didistribusikan ke seluruh wilayah Woloan Tiga.

Hasil simulasi Epanet sistem jaringan rencana ini diberikan pada Gambar 4, sedangkan nilai-nilai parameter node dan link masing masing diberikan pada Tabel 14. dan Tabel 15.



Gambar 4. Hasil Simulasi Sistem Jaringan Woloan Tiga



Gambar 5. Gambar Skema Jaringan Woloan Tiga

Tabel 13. Parameter Node Sistem Jaringan Woloan Tiga

| Node ID | Elevation m | Base Demand LPS | Demand LPS | Head m | Pressure m |
|------------------|-------------|-----------------|------------|--------|------------|
| Junc 1 | 730 | 0.2950 | 0.57 | 737.16 | 7.16 |
| Junc 2 | 726.5 | 0.2950 | 0.57 | 736.13 | 9.63 |
| Junc 3 | 727.9 | 0.2950 | 0.57 | 735.92 | 8.12 |
| Junc 4 | 719.2 | 0.2950 | 0.57 | 734.53 | 15.33 |
| Junc 5 | 716.4 | 0.2950 | 0.57 | 731.12 | 14.72 |
| Junc 6 | 713.4 | 0.2950 | 0.57 | 729.08 | 15.68 |
| Junc 7 | 709.9 | 0.2950 | 0.57 | 722.68 | 12.78 |
| Junc 8 | 708.05 | 0.2950 | 0.57 | 721.18 | 13.05 |
| Junc 9 | 705.8 | 0.2950 | 0.57 | 734.87 | 14.07 |
| Junc 10 | 719.5 | 0.2950 | 0.57 | 731.77 | 13.27 |
| Junc 11 | 714.8 | 0.2950 | 0.57 | 728.93 | 14.13 |
| Junc 12 | 711.4 | 0.2950 | 0.57 | 723.96 | 12.56 |
| Junc 13 | 709.1 | 0.2950 | 0.57 | 721.99 | 12.89 |
| Junc R.Pompa | 671 | 0 | 0.00 | 747.39 | 76.39 |
| Flacet R.Plg | 738 | N/A | -1.77 | 738.00 | 0.00 |
| Flacet M.A. Talo | 673.7 | N/A | -3.88 | 673.70 | 0.00 |
| Flacet R.Prep | 671 | N/A | -1.77 | 671.00 | 0.00 |

Tabel 14 Parameter Link Sistem Jaringan Woloan Tiga

| Link ID | Length m | Diameter mm | Roughness | Flow LPS | Velocity m/s | Und Headloss m/m |
|---------|----------|-------------|-----------|----------|--------------|------------------|
| Pipe 1 | 65 | 150 | 140 | 7.43 | 0.42 | 1.33 |
| Pipe 2 | 124 | 100 | 140 | 6.06 | 0.67 | 0.26 |
| Pipe 3 | 90 | 100 | 140 | 3.43 | 0.44 | 2.29 |
| Pipe 4 | 210 | 75 | 140 | 2.86 | 0.65 | 6.63 |
| Pipe 5 | 108 | 50 | 140 | 2.25 | 1.18 | 31.61 |
| Pipe 6 | 110 | 50 | 140 | 1.71 | 0.87 | 18.98 |
| Pipe 7 | 180 | 37.5 | 140 | 1.14 | 1.64 | 36.58 |
| Pipe 8 | 160 | 37.5 | 140 | 0.57 | 0.52 | 9.05 |
| Pipe 9 | 180 | 75 | 140 | 2.86 | 0.65 | 6.63 |
| Pipe 10 | 90 | 50 | 140 | 2.25 | 1.18 | 31.61 |
| Pipe 11 | 153 | 50 | 140 | 1.71 | 0.87 | 18.98 |
| Pipe 12 | 151 | 37.5 | 140 | 1.14 | 1.64 | 36.58 |
| Pipe 13 | 160 | 37.5 | 140 | 0.57 | 0.52 | 9.05 |
| Pipe 14 | 32 | 50 | 140 | 3.00 | 1.80 | 64.37 |
| Pipe 15 | 1624 | 100 | 140 | 5.64 | 0.72 | 5.70 |
| Pump P1 | | N/A | N/A | 8.66 | 0.90 | 76.39 |

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dihasilkan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- Proyeksi jumlah penduduk kelurahan Woloan Tiga pada tahun 2040 dengan menggunakan persamaan $Y = 2395,2 + 14,3454545.X$ sebesar 2912 jiwa.
- Kebutuhan air kelurahan Woloan Tiga pada tahun proyeksi yakni sebesar 3,7157 Liter/detik. Debit rata-rata aliran di Hidran Umum untuk jumlah hidran umum (HU) sebanyak 13 buah yakni sebesar 0,2858 liter/detik.
- Pompa yang akan digunakan berkapasitas minimum $Q = 7,4314$ liter/detik, Head = 67 m dengan jam operasi pompa 12 jam per hari. Berdasarkan hasil simulasi dengan EPANET menunjukkan dengan menggunakan pompa berkapasitas seperti di atas dan pipa transmisi berdiameter 100 mm sepanjang 635 meter terjadi tekanan di pompa sebesar 82,76 meter head, dan sistem jaringan tersebut mampu mentransport air dengan debit sebesar 7,43 liter/detik.

Saran

Diharapkan untuk perencanaan-perencanaan selanjutnya dapat dilakukan terhadap daerah-daerah yang masih bermasalah di dalam kebutuhan air, terutama di wilayah Sulawesi Utara.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

DPU Ditjen Cipta Karya. 1987. Buku *Utama Sistem Jaringan Pipa. Diktat Kursus Perpipaan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih.

Dugdale, R.H., 1986, *Mekanika Fluida*. Erlangga. Jakarta.

Giles, Ronald V., 1986, *Mekanika Fluida dan Hidrolika*. Erlangga. Jakarta.

Kadoatie, Robert J., *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Edisi Revisi.

Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.

Pedoman Perencanaan Sumber Daya Air, Buku 3 : Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Air RKI, (2000), The Java Irrigation Improvement and Water Resources Management Project