

SKRIPSI

**EVALUASI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI PERUMDA AIR MINUM
TIRTA JAM GADANG KOTA BUKITTINGI ZONA PELAYANAN
RESERVOAR BIRUGO**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil



Oleh:

RENDRA HIDAYAT
191000222201115

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2022/2023**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**EVALUASI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI PERUMDA AIR
MINUM TIRTA JAM GADANG KOTA BUKITTINGGI ZONA
PELAYANAN RESERVOAR BIRUGO**

Oleh:

RENDRA HIDAYAT
191000222201115

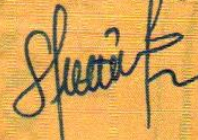
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Ir. Surya Eka Priana, M.T.
NIDN. 1016026603

Dosen Pembimbing II




Selpa Dewi, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat




MASRIL, S.T., M.T.
NIDN. 10.0505.7407

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd., M.T.
NIDN. 1013098502

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal .. Maret 2023 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, Maret 2023
Mahasiswa,


Rendra Hidayat
191000222201115

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal

1. Ir. Surya Eka Priana, M.T.
2. Selpa Dewi, S.T., M.T.
3. Zuheldi, S.T., M.T.
4. Helga Yermadona, S.Pd., M.T.

1. 
2. 
3. 
4. 

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


HELGA YERMADONA, S.PD., M.T.
NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rendra Hidayat

NIM : 191000222201115

Judul Skripsi : Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, .. Maret 2023

Mahasiswa



RENDRA HIDAYAT

191000222201113

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikannya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagai persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini yaitu kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik serta seluruh yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang;
2. Bapak Masril, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
3. Bapak Hariyadi, S.KOM., M.KOM., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
4. Ibuk Helga Yermadona, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil;
5. Ibuk Helga Yermadona, S.pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Bapak Ir.Surya Eka Priana, M.T., IPP., selaku Dosen pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
7. Ibuk Selpa Dewi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
8. Bapak/Ibuk Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat

bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik sipil.

Bukittinggi Februari 2023

Penulis



ABSTRAK

Secara geografis wilayah kota Bukittinggi terletak di bagian tengah Provinsi Sumatera Barat pada $100,21^{\circ}$ - $100,25^{\circ}$ Bujur Timur dan $00,76^{\circ}$ - $00,19^{\circ}$ Lintang Selatan. Berdasarkan administrasi, Kedudukan lokasi Kota Bukittinggi Memiliki batas-batas sebagai berikut, bagian utara wilayah Kecamatan Tilatang Kamang Agam bagian selatan wilayah Banuhampu Sungai Puar, Kabupaten Agam, bagian barat wilayah Kecamatan IV Koto, Kab. Agam dan bagian timur wilayah Kecamatan IV Angkat Candung, Kab. Agam. Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi terbentuk pada tahun 1976 melalui Peraturan Daerah (PERDA) No. 2 tahun 1975 dengan nama Seksi Air Minum Daerah Tk.II. Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi. Hingga saat ini jaringan pipa Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi telah tersebar sekitar 86,4% dari wilayah pelayanan walaupun masih ada sebagian wilayah yang dilakukan penggiliran dalam hal pendistribusian air. Dengan kondisi sistem perpipaan (jaringan perpipaan) zona pelayanan reservoir Birugo adalah buatan Belanda dengan perhitungan diameter pipa 150 mm mampu melayani ± 2.617 SR (Sambungan Rumah), dengan panjang bentang pipa terpasang $\pm 23,183$ Km dengan debit rata-rata ± 17 L/dt dan terdapat penurunan atau pelanggan non aktif sebesar ± 1.119 SR dengan total pelanggan potensial saat ini sebanyak ± 8.666 SR pada masa saat berdirinya PDAM Bukittinggi sudah mengalami perbaikan yang belum maksimal sehingga tidak terpenuhinya debit dan tekanan maksimal kebutuhan air bersih bagi pelanggan zona pelayanan reservoir Birugo, Kapasitas total kebutuhan air di zona pelayanan reservoir Birugo 190.929 m³/bulan. Pipa Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan reservoir Birugo menggunakan pipa jenis HDPE dengan diameter 1 ¼ inchi, 1 ½ inchi, 2 inchi, 2 ½ inchi, 3 inchi, 4 inchi, 5 inchi, 5 ½ inchi, 6 inchi, 7 inchi, 8 inchi, 9 inchi, 10 inchi, 11 inchi, 12 inchi. Setelah *software* Epanet 2.0 dijalankan dengan pola pemakaian air selama 24 jam ditemukan beberapa titik pelayanan zona reservoir Birugo mengalami penurunan tekanan yang tidak memenuhi standar pelayanan tekanan Minimum 10 meter kolom air (mka) / atau 1 atm. Untuk memaksimalkan pelayanan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan Birugo, penulis menyarankan agar dapat memasang sistem pompa booster untuk menambah tekanan dipelayanan yang kurang maksimal.

Kata kunci : Jaringan pipa, EPANET 2.0, Evaluasi,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air Bersih	6
2.2 Sistem Distribusi Air Bersih.....	6
2.3 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih.....	7
2.3.1 Persyaratan Kualitas.....	8
2.3.2 Persyaratan Kuantitas (Debit)	9
2.3.3 Persyaratan Kontinuitas	11
2.3.4 Persyaratan Tekanan Air	12
2.4 Sistem Pengaliran Air Bersih	12
2.5 Kebutuhan Air Bersih.....	13
2.6 Kehilangan Air	15
2.7 Kehilangan Tinggi Tekan (Headloss).....	15
2.7.1 Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (<i>Major Losses</i>).....	15
2.7.2 Kehilangan Tinggi Tekan Minor (<i>Minor Losses</i>)	17

2.8	Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak	18
2.9	Sistem Penyediaan Air Bersih	19
2.9.1	Bangunan Pengambilan.....	19
2.9.2	Sistem Transmisi Air Bersih	19
2.9.3	Sistem Distribusi	19
2.10	Konsep Dasar Aliran Fluida	20
2.11	Pengenalan Aplikasi Epanet 2.0.....	21
2.12	Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih.....	22
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Metode Analisa Data	23
3.2	Lokasi	25
3.3	Pengolahan dan Analisis Data	25
3.4	Kondisi Eksisting.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Pembagian Wilayah dan Jumlah Pelanggan Zona Birugo	27
4.2	Menghitung Kebutuhan Air Pelanggan	28
4.3	Pola Pemakaian Air	30
4.4	Data Node & Pipa.....	31
4.5	Hasil Simulasi Dengan Epanet 2.0	38
Bab V PENUTUP		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Estimasi Pelanggan Berdasarkan Titik Kumpul Node.....	27
Tabel 4. 2 Pemakaian Air oleh Pelanggan	29
Tabel 4. 3 Pola Pemakaian Air.....	30
Tabel 4. 4 Elevasi & Best Deman Pada Setiap Node.....	32
Tabel 4. 5 Length ,Diameter & Roughness pada pipa	34
Tabel 4. 6 Tabel Pipa Simulasi Epanet 2.0 pada Jam 16.00	39
Tabel 4. 7 Tabel Node Simulasi Epanet 2.0 Pada Jam 16.00.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Aliran Steady dan Seragam	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Peta Jaringan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Birugo	26
Gambar 4. 1 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Part 1.....	38
Gambar 4. 2 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Part 2.....	39
Gambar 4. 3 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Pada Jam 16.00	46
Gambar 4. 4 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Pada jam 16.00	47



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geografis wilayah kota Bukittinggi terletak di bagian tengah Provinsi Sumatera Barat pada 100,21°-100,25° Bujur Timur dan 00,76° -00,19° Lintang Selatan. Berdasarkan administrasi, Kedudukan lokasi Kota Bukittinggi Memiliki batas batas sebagai berikut, bagian utara wilayah Kecamatan Tilatang Kamang Agam bagian selatan wilayah Banuhampu Sungai Puar, Kabupaten Agam, bagian barat wilayah Kecamatan IV Koto, Kab. Agam dan bagian timur wilayah Kecamatan IV Angkat Candung, Kab. Agam

Wilayah administrasi Kota Bukittinggi Terdiri dari 3 (Tiga) Kecamatan dan 24 Kelurahan dengan luas daerah dengan seluruh daerah seluruhnya 25,239 Ha (25,239 Km²) adapun Kecamatan dan kelurahan tersebut adalah Kecamatan Guguk Panjang 7 Kelurahan /6.831 Km², Kecamatan Mandiangin Koto Selayan 9 Kelurahan/ 12.156 Km² Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh 8 Kelurahan/ 6.252 Km². Kota Bukittinggi merupakan salah satu pusat perdagangan grosir terbesar di pulau Sumatera yaitu pasar Aur Kuning. Dari sektor perekonomian, Bukittinggi merupakan kota dengan PDRB terbesar kedua di Sumatera Barat setelah Kota Padang. Tempat wisata yang ramai di kunjungi adalah Jam Gadang, yaitu sebuah menara jam yang terletak di jantung kota sekaligus menjadi simbol bagi Kota Bukittinggi.

Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi terbentuk pada tahun 1976 melalui Peraturan Daerah (PERDA) No. 2 tahun 1975 dengan nama Seksi Air Minum Daerah Tk.II Bukittinggi kemudian nama tersebut dilebur/ dialihkan bentuknya menjadi PDAM Kota Bukittinggi, PDAM Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi, dan terakhir melalui perda Nomor 1 Tahun 2021, Tanggal 21 Mei 2021 nama tersebut menjadi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi. Hingan saat ini jaringan pipa Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi telah tersebar sekitar 86,4% dari wilayah pelayanan walaupun masih ada sebagian wilayah yang dilakukan penggiliran dalam hal pendistribusian air.

Sistem penyediaan air bersih Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi terbagi atas dua sistem yaitu dengan menggunakan sistem gravitasi $\pm 68,41\%$ dan dengan menggunakan sistem perpompaan $\pm 31,59\%$ secara keseluruhan dilakukan dengan sistem gravitasi.

Dengan ketinggian daerah dimana terdapat sumber air baku (Mata Air Sungai Tanang 998 Mdpl dan Cingkariang 1000 Mdpl) dapat mencapai daerah pelayanan tertinggi ± 943 Mdpl, Akan tetapi sebagaimana kita ketahui kelemahan dari sistem ini adalah pada saat permukaan air turun (berkurangnya debit sumber) yang berpengaruh kepada tekanan air, akan sangat menyulitkan dalam pengoperasian pendistribusian air.

Perumda Air Minum Tirta Jam gadang Kota Bukittinggi Memiliki Sumber air Baku terdiri dari Mata Air Sungai Tanang, Mata Air Cingkariang, air permukaan sungai Batang Tambuo, Sumur Dangkal Kubang Putih, dan Sumur Bor Bukit Apit, dimana sebelum didistribusikan air baku tersebut di olah dan transmisikan kedalam beberapa reservoir yang berada diluar dan didalam Kota Bukittinggi

Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi membagi daerah pelayan menjadi beberapa zona terdiri atas Zona Reservoir Bangkaweh, Zona Reservoir Birugo, Zona Reservoir Benteng, Zona Reservoir Mandiangin Zona Tabek Gadang 20L, Zona Tabek Gadang 10L, Zona Reservoir Belakang Balok

Dengan kondisi sistem perpipaan (jaringan perpipaan) zona pelayanan reservoir Birugo adalah buatan Belanda dengan perhitungan diameter pipa 150 mm mampu melayani $\pm 2,617$ SR (Sambungan Rumah), dengan panjang bentang pipa terpasang $\pm 23,183$ Km dengan debit rata- rata ± 17 L/dt dan terdapat penurunan atau pelanggan non aktif sebesar ± 1.119 SR dengan total pelanggan potensial saat ini sebanyak ± 8.666 SR pada masa saat berdirinya PDAM Bukittinggi sudah mengalami perbaikan yang belum maksimal sehingga tidak terpenuhnya debit dan tekanan maksimal kebutuhan air bersih bagi pelanggan zona pelayan reservoir Birugo, maka dari itu penulis tertarik untuk mengambil Judul **Analisa Kembali Jaringan Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang menjadi dasar dilakukan penelitian ini yaitu dilakukannya **Analisa Kembali Jaringan Pipa Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo**, untuk menganalisis kebutuhan debit air dan tekanan air menggunakan analisis aplikasi EPANET 2.0 sistem jaringan distribusi air bersih Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo dengan kondisi saat ini. Selanjutnya, berdasarkan hasil yang diperoleh, apakah penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi bagi perusahaan dalam hal ini Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo dalam pengembangan Jaringan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi sistem jaringan distribusi air bersih yang dibutuhkan di Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Zona Pelayanan Reservoir Birugo pada saat ini.
- b. Mengidentifikasi jumlah pelanggan dan data pipa (jenis pipa dimensi pipa, tekanan air pada pipa)
- c. Kondisi eksisting studi penelitian, yakni daerah pelayan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan Reservoir Birugo.
- d. Hasil studi lapangan dibandingkan dengan hasil analisa EPANET 2.0 berdasarkan data yang diperoleh.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Bergerak dari paparan diatas maka penelitian ini memiliki tujuan dan manfaat penelitian sebagai berikut:

- a. Untuk Mengidentifikasi sistem jaringan distribusi air bersih di Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo dengan menggunakan software EPANET 2.0

- b. Untuk memperoleh hasil evaluasi yang dapat di jadikan sebagai rekomendasi bagi perusahaan terkait, yakni Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo.
- c. Mampu menambah wawasan tentang kondisi sistem jaringan distribusi air bersih di Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo dengan menggunakan *software* EPANET 2.0 dan membandingkan dengan kondisi sebenarnya.
- d. Mampu menjadikan bahan pertimbangan atau rekomendasi bagi perusahaan terkait yakni Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo berdasarkan hasil evaluasi dan analisis yang telah dilakukan.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan software EPANET 2.0 demi meningkatkan pelayanan pendistribusi air bersih khususnya Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo.

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan hal –hal yang menjadi Latar belakang, Rumusan masalah, Tujuan penelitian, Ruang Lingkup, Manfaat penelitian dan Sistematika penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan di bahas tentang air bersih, sistem distribusi air bersih, Persyaratan dalam menyediakan air bersih, sistem pengaliran air bersih, kebutuhan air bersih, kehilangan air, kehilangan tinggi tekan (*headloss*), Kebutuhan air total, Kebutuhan air harian, fluktuatif kebutuhan air, Sistem penyediaan air bersih, konsep dasar aliran fluida, pengenalan aplikais EPANET 2,0 , analisis jaringan pipa distribusi air bersih,

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini akan di bahas konsep metode penelitian, lokasi penelitian,

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang perhitungan kapasitas kebutuhan air dan tekanan air dalam pipa

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan analisa yang telah dilakukan serta untuk kesempurnaan penelitian ini



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Tanpa air tidak akan ada kehidupan di muka bumi. Bumi mengandung sejumlah besar air, lebih kurang $1,4 \times 10^6 \text{ km}^3$ yang terdiri atas samudera, laut, sungai, danau, gunung es, dan sebagainya (Selintung *et al.*, 2012). Air adalah sumber utama bagi setiap manusia dan juga untuk organisme hidup. Tidak hanya untuk keperluan domestik, tetapi juga untuk keperluan industri dan irigasi distribusi air dapat dimanfaatkan. Air melayani manusia dan organisme hidup pada masa lampau melalui lembah sungai dan sungai kecil (Kanth *et al.*, 2011). Air bersih adalah salah satu elemen mendasar yang diperlukan untuk hampir semua komponen biotik untuk menjalankan aktivitas kehidupan fundamental mereka yang berbeda. Air yang dibutuhkan untuk keperluan minum lebih ditekan dengan terus bertambahnya populasi dan untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat di tingkat perkotaan maupun pedesaan, ada kebutuhan untuk menggantikan metode tradisional dan usang dalam mendesain jaringan distribusi air dengan akurat, cepat dan perangkat lunak dan metode berbasis komputer (Sonaje dan Joshi, 2015).

2.2 Sistem Distribusi Air Bersih

Menurut Enri Damanhuri (1989) dalam bukunya yang berjudul Pendekatan Sistem Dalam Pengendalian dan Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum, sistem distribusi air bersih adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidrant kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan (bila diperlukan), dan *reservoir* distribusi. Sistem distribusi air adalah kerangka hidraulik yang terdiri dari aspek seperti pipa, tangki, pompa reservoir, katup, dll. Hal ini diperlukan untuk memasok air ke publik, pasokan air yang efisien sangat penting dalam merancang jaringan distribusi air baru atau dalam menjangkau yang sudah ada. Juga perlu untuk menyelidiki dan

Distribusi air juga merupakan salah satunya aspek utama pada kota yang berada dalam tahap pengembangan dan bergantung pada pertumbuhan populasi. Jaringan distribusi air harus memenuhi permintaan peningkatan pertumbuhan populasi. Untuk meningkatkan standar hidup distribusi air memiliki peran yang cukup penting. Kekurangan pasokan air adalah yang utama (Kanth *et al.*, 2011). Penentuan aliran dan tekanan di jaringan pipa telah menjadi jumlah besar dan perhatian bagi mereka yang bergerak dalam bidang desain, konstruksi dan konservasi sistem distribusi air publik. Analisis dan desain jaringan pipa menciptakan masalah yang relatif kompleks, terutama jika jaringan beristirahat dari berbagai pipa seperti yang sering terjadi dalam sistem distribusi air di daerah perkotaan besar. Dalam kekosongan percepatan cairan yang signifikan, perilaku jaringan dapat ditentukan oleh kelanjutan bahkan kondisi negara, yang membentuk komponen kecil tetapi vital untuk menilai kecukupan jaringan (Halagalimath *et al.*, 2016).

2.3 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

Sebagaimana yang terdapat pada Peraturan Pemerintah Nomor 122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, bagian kedua mengenai jaringan perpipaan, paragraf pertama dengan judul Umum pasal 4 ayat (2) SPAM jaringan perpipaan yang dimaksud pada ayat satu, yaitu diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas air minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran air minum. Sehingga, dalam penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu:

1. Kualitas air bersih

Air bersih di pengaruhi oleh bahan baku air itu sendiri atau mutu air tersebut baik yang langsung berasal dari alam atau yang sudah melalui proses pengolahan.

2. Kuantitas air

Tergantung jumlah dan ketersediaan air yang akan diolah pada penyediaan air bersih yang dibutuhkan sesuai dengan banyaknya konsumen yang akan dilayani.

3. Kontinuitas air

Menyangkut kebutuhan air yang terus menerus digunakan karena air merupakan kebutuhan pokok manusia apalagi air sangat dibutuhkan pada musim kemarau tiba.

2.3.1 Persyaratan Kualitas

Air baku yang digunakan menghasilkan air bersih yang telah memenuhi syarat yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, pada pasal (8) mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas I yaitu air yang diperuntukan untuk air baku air minum yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya.
2. Kelas II yaitu air yang diperuntukan untuk (prasarana/ sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, untuk mengaliri tanaman.
3. Kelas III yaitu air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar peternakan, untuk mengaliri tanaman. Atau untuk peruntukan lainnya yang samajenis kegunaannya.
4. Kelas IV yaitu air yang digunakan untuk mengaliri tanaman atau untuk peruntukan lainnya yang mempersyaratkan mutu yang sama kegunaannya.

Kualitas atau mutu air yang mengalir dalam suatu jaringan pipa distribusi air sangat penting, tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air bersih yaitu agar para konsumen pengguna distribusi air bersih terhindar dari berbagai macam penyakit. Perjalanan air langsung berhubungan dengan dinding pipa yang mempengaruhi kebersihan air.

Parameter wajib persyaratan kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum dapat dilihat pada Tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Persyaratan Kualitas Air Minum

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan			
	a. Parameter Mikrobiologi			
	1. E. Coli	Jumah per 100ml sampel	0	
	2. Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	
	b. Kimia an-organik			
	1. Arsen	mg/l	0,01	
	2. Fluorida	mg/l	1,5	
	3. Total Kromium	mg/l	0,05	
	4. Kadmium	mg/l	0,003	
	5. Nitrit, (sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3	
	6. Nitrat, (sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50	
	7. Sianida	mg/l	0,007	
	8. Selenium	mg/l	0,001	
	2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
		a. Parameter Fisik		
		1. Bau		Tidak berbau
		2. Warna	TCU	15
3. Total zat padat terlarut (TDS)		mg/l	500	
4. Kekeruhan		NTU	5	
5. Rasa			Tidak berasa	
6. Suhu		°C	Suhu udara ±3	
b. Parameter Kimiawi				
1. Aluminium		mg/l	0,2	
2. Besi		mg/l	0,3	
3. Kesadahan		mg/l	500	
4. Khlorida		mg/l	250	
5. Mangan		mg/l	0,4	
6. pH		6,5-8,5		
7. Seng	mg/l	3		
8. Sulfat	mg/l	250		
9. Tembaga	mg/l	2		
10. Amonia	mg/l	1,5		

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010

2.3.2 Persyaratan Kuantitas (Debit)

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah

penduduk yang akan dilayani.

Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya.

Secara umum penyediaan air bersih berasal dari sumber air permukaan atau air dalam tanah. Untuk wilayah Kota Bukittinggi zona Birugo, sumber penyediaan air yang dikelola oleh PDAM berasal dari mata air Sungai Tanang dan sungai Batang Tambuo. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan adalah agar kebutuhan masyarakat akan tersedianya air bersih dapat terlayani dengan baik. Untuk hal-hal yang dapat mengurangi jumlah air yang didistribusikan antara lain disebabkan oleh banyaknya sambungan pipa dan panjangnya jalur pipa sedapat mungkin dihindarkan. Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih dapat ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga bisa ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Dan kuantitas adalah syarat yang terpenting dalam melayani konsumen agar kebutuhannya sehari-hari berjalan sesuai dengan kemampuan konsumen masing-masing.

Untuk membuktikan kondisi tersebut menggunakan rumus kontinuitas :

$$Q_1 = Q_2 \quad (2-1)$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad (2-2)$$

Dimana :

Q_1 = debit didaerah 1 (m³/det)

Q_2 = debit didaerah 2 (m³/det)

A_1 = luas penampang didaerah 1 (m²)

A_2 = luas penampang didaerah 2 (m²)

V_1 = kecepatan rata-rata didaerah 1 (m/det)

V_2 = kecepatan rata-rata didaerah 2 (m/det)

Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan

masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air sering kali di pakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat.

2.3.3 Persyaratan Kontinuitas

Dalam penyediaan air bersih tidak hanya berhubungan dengan kualitas dan kuantitas air saja, tetapi dari segi kontinuitas juga harus mendukung. Kontinuitas adalah di mana air harus bisa tersedia secara terus-menerus meskipun dimusim kemarau selama umur rencana. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air adalah agar kebutuhan masyarakat akan terpenuhi secara terus-menerus walaupun musim kemarau. Salah satu cara menjaga agar kontinuitas air tetap tersedia adalah dengan membuat tempat penampungan air (*reservoir*) untuk menyimpan air sebagai persediaan air musim kemarau.

Persyaratan kontinuitas juga sangat penting untuk menghitung aliran kelanjutan pemakaian air baku untuk air bersih secara terus – menerus setiap harinya. Kontinuitas aliran dapat ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kebutuhan konsumen dan aspek reservoir pelayanan air. Aspek kebutuhan konsumen, sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya dalam jumlah yang tidak dapat ditentukan. Karena itu diperlukan aspek ini pada waktu yang tidak ditentukan. Dan aspek pelayanan reservoir diperlukan karena fasilitas energi reservoir yang siap setiap saat.

Sistem pada air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air harus tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap pemakaian air.

Pemakaian air dapat diprioritaskan, yaitu minimal selama 12 jam per hari pada jam – jam aktifitas kehidupan . jam aktifitas di Indonesia adalah pukul 06.00 sampai dengan 18.00. Sistem jaringan perpipaan dirancang untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh lebih dari 0,6 – 1,2 m/dt. Ukuran pipa pun harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi,

maka dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kualitas aliran terpenuhi.

2.3.4 Persyaratan Tekanan Air

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa tersebut. Menurut standar dari DPU (Departemen Pekerjaan Umum), dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 10 mka (meter kolom air) atau 1 atm dan paling tinggi adalah 22 mka (setara dengan gedung 6 lantai). Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat plumbing (*closet, urinoir, faucet, lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

2.4 Sistem Pengaliran Air Bersih

Air merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup umumnya dan manusia khususnya. Air sebagai pemenuh kebutuhan untuk berbagai kebutuhan sehari-hari, diantaranya untuk keperluan aktifitas domestik, keperluan industri, sosial, perkantoran dan kebutuhan-kebutuhan lainnya.

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, *reservoir*, pompa dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Menurut Howard S Peavy *et.al* (1985) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut;

a. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air

mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

b. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

c. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam *reservoir* distribusi. Karena *reservoir* distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.

2.5 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih berdasarkan kategori kota dan jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2. 2 Kebutuhan Air Bersih berdasarkan Kategori Kota dan Jumlah Penduduk

Kategori kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air (ltr /org /hr)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
II	Kota Besar	500.000 – 1 juta	170
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	130
V	Desa	10.000 – 20.000	100
VI	Desa Kecil	3.000 – 10.000	60

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum RI Ditjen Cipta Karya, 2007

Berdasarkan jumlah penduduknya, Kota Bukittinggi termasuk kategori

Kota Sedang dengan jumlah penduduk sebanyak 126.000 jiwa (data BPS, 2020), maka kebutuhan air nya adalah sebesar 150 ltr/org/hr (DPU RI Ditjen Cipta Karya, 2007).

Perencanaan Pembangunan Daerah merupakan suatu proses penyusunan tahapan kegiatan yang melibatkan berbagai unsur pemangku kepentingan guna pemanfaatan dan pengalokasian sumber daya yang ada, dalam rangka meningkatkan kesejahteraan sosial dalam suatu wilayah/daerah dan dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 8 Tahun 2008 tentang Tahapan, Tatacara Penyusunan, Pengendalian dan Evaluasi Pelaksanaan Rencana Pembangunan Daerah mengamanatkan bahwa perencanaan pembangunan daerah dirumuskan secara transparan, responsif, efisien, efektif, akuntabel, partisipatif, terukur, berkeadilan, dan berwawasan lingkungan, serta melalui 5 (lima) pendekatan yaitu pendekatan teknokratik, partisipatif, politik atas bawah (*top-down*) dan bawah atas (*bottom-up*).

Dokumen perencanaan daerah, sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional, meliputi dokumen Perencanaan Jangka Panjang (RPJP), Perencanaan Jangka Menengah (RPJM) dan Rencana Tahunan (RKP), memiliki keterkaitan satu dengan yang lain untuk menjamin kesinambungan pembangunan di daerah. Seiring dengan berakhirnya masa bhakti Wali Kota dan Wakil Wali Kota Bukittinggi pada tahun 2020 dan terpilihnya Wali Kota dan Wakil Wali Kota Bukittinggi yang baru, dan untuk memenuhi ketentuan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah berikut perubahan dan aturan pelaksanaannya, maka paska pelantikan Wali Kota dan Wakil Wali Kota terpilih, Pemerintah Kota Bukittinggi berkewajiban untuk menyusun Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Bukittinggi Tahun 2020-2024.

Perda RPJMD Kota Bukittinggi Tahun 2020-2024 pada dasarnya merupakan penjabaran visi, misi dan program kerja Wali Kota dan Wakil Wali Kota terpilih yang penyusunannya berpedoman pada Rencana Pembangunan

Jangka Panjang Daerah (RPJPD), memperhatikan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan RPJMD Provinsi. Selain itu penyusunan Perda RPJMD tersebut dilakukan melalui berbagai tahapan analisis data dan informasi hasil pembangunan, perumusan permasalahan dan isu strategis, perumusan tujuan, sasaran, strategi dan arah kebijakan serta penetapan indikator daerah. Untuk selanjutnya, Perda RPJMD Kota Bukittinggi Tahun 2020-2024 dijadikan sebagai pedoman dalam penyusunan Rencana Strategis Satuan Kerja Perangkat Daerah (Renstra SKPD).

2.6 Kehilangan Air

Kehilangan air didefinisikan sebagai jumlah air yang hilang akibat:

1. Pemasangan sambungan yang tidak tepat
2. Terkena tekanan dari luar sehingga menyebabkan pipa retak atau pecah
3. Penyambungan liar

2.7 Kehilangan Tinggi Tekan (Headloss)

Kehilangan tinggi tekan dalam pipa dapat dibedakan menjadi 2 yaitu kehilangan tinggi tekan mayor (major losses) dan kehilangan tinggi tekan minor (minor losses).

2.7.1 Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)

Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor ini yaitu dari Chezy-Manning, Darcy-Weisbach, Hazen-Williams, Colebrook-White dan Swamme-Jain. Berikut beberapa teori menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor :

Persamaan Chezy-Manning

$$HL = \frac{4.66nn^2LQ^2}{D^{5.33}} \quad (2-3)$$

Di mana:

HL = headloss (feet)

Q = debit aliran (cfs)

L = panjang pipa (feet)

D = diameter pipa (feet)

n = koefisien kekasaran *Manning*.

Persamaan Darcy-Weisbach

Menurut Kodoatie (2002), nilai H_f adalah

$$H_f = f \frac{Lv^2}{D \cdot 2g} \quad (2-4)$$

Di mana :

H_f = headloss (m)

g = percepatan gravitasi (m^2/s)

L = panjang pipa (m)

d = diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

f = faktor gesekan (tanpa satuan).

Persamaan Hazen-Williams

$$HL = \frac{4.727LQ^{1,852}}{C^{1,853}D^{4,871}} \quad (2-5)$$

Di mana:

HL = headloss (feet)

Q = debit aliran (cfs)

L = panjang pipa (feet)

D = diameter pipa (feet)

C = koefisien kekasaran (faktor *Hazen Williams*)

Untuk melihat nilai koefisien kekasaran pipa Chw (*Hazen-William*) dapat dilihat dalam Tabel 2.3 seperti di bawah ini:

Tabel 2. 3 Nilai koefisien kekasaran pipa Chw (*Hazen-William*)

<i>Pipe Materials</i>	C
<i>Brass</i>	130-140
<i>Cast iron (common in oder water lines)</i>	
<i>New, unined</i>	130
<i>10-year-old</i>	107-113
<i>20-year-old</i>	89-100
<i>30-year-old</i>	75-90
<i>40-year-old</i>	64-83
<i>Concretetor concrete lined</i>	
<i>Smooth</i>	140
<i>Average</i>	120
<i>Rough</i>	100

Sumber : Houghtalen, Robert J (2010)

Sambungan Tabel 2.3

<i>Pipe Materials</i>	C
<i>Copper</i>	130-140
<i>Ductile Iron (cement mortar lined)</i>	140
<i>Glass</i>	140
<i>High Density polyethylene (HDPE)</i>	150
<i>Plastic</i>	130-150
<i>Poyvinyl chloride (PVC)</i>	150
<i>Steel</i>	
<i>Commercial</i>	140-150
<i>Rivete</i>	90-110
<i>Welded (seamless)</i>	100
<i>Vitified clay</i>	110

Sumber : Houghtalen, Robert J (2010)

2.7.2 Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Pada umumnya kehilangan minor akan lebih besar terjadi apabila perlambatan kecepatan aliran didalam pipa yang dibandingkan dengan tingkat kecepatan dari akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisah aliran dibidang batas pipa.

Secara umum rumus kehilangan tinggi tekan akibat *minor losses* :

$$H_f = S \times L \quad (2-6)$$

Dimana :

S = kemiringan garis energi (m)

h_f = Kehilangan tinggi tekanan (m)

L = Panjang pipa (m) Kebutuhan Air Total

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

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad (2-7)$$

Dimana :

Q_r = kebutuhan air rata-rata (ltr/hari)

Q_d = Kebutuhan air domestik (ltr/hari)

Q_n = Kebutuhan air non domestik (ltr/hari)

Q_a = kehilangan air (ltr/hari)

2.8 Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum adalah kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan, dan tahun dimana kebutuhan airnya sangat tinggi.

$$Q_m = 1,25 \times Q_r \quad (2-8)$$

Dimana:

Q_m = debit kebutuhan air harian maksimum (liter/hari)

Q_t = debit kebutuhan air total (liter/hari)

Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak.

$$Q_p = 1,75 \times Q_t \quad (2-9)$$

Dimana :

Q_m = Debit kebutuhan air jam puncak (liter/hari)

Q_t = Debit kebutuhan air total (liter/hari) Fluktuasi Kebutuhan Air

Jumlah pemakaian air oleh pelanggan berbeda-beda, dikarenakan perbedaan jumlah anggota keluarga, mata pencaharian, dan faktor lainnya. Aktivitas yang berbeda tersebut menyebabkan pemakaian air selama satu hari mengalami perubahan naik dan turun atau dapat disebut fluktuasi kebutuhan air.

Pada umumnya kebutuhan air dibagi dalam tiga kelompok :

1. Kebutuhan rata - rata

Pemakaian air rata-rata menggunakan persamaan berikut:

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \quad (2-10)$$

Dimana :

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m^3 /jam)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

2. Kebutuhan harian maksimum

Kebutuhan air harian dengan menggunakan rumus:

Kebutuhan air per hari = Jumlah penduduk x kebutuhan rata-rata per hari

3. Kebutuhan pada jam puncak

Jam puncak merupakan jam dimana terjadi pemakaian air terbesar. Faktor jam puncak mempunyai nilai yang berbalik dengan jumlah penduduk. Semakin tinggi jumlah penduduk maka besarnya faktor jam puncak akan semakin kecil. Hal terjadi karena dengan bertambahnya jumlah penduduk maka aktivitas penduduk tersebut semakin beragam sehingga fluktuasi pemakaian air makin kecil (Soufyan, Takeo. 2005).

Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan dasar dan nilai kebocoran dengan pendekatan sebagai berikut :

$$Q_{h-max} = C_1 \cdot Q_h \quad (2.11)$$

dimana :

Q_h = pemakaian air (m³/dtk)

C_1 = konstanta yang bernilai antara 1,2 – 2,0

Q_{h-max} = pemakaian air jam puncak (m³/detik)

2.9 Sistem Penyediaan Air Bersih

Menurut Kalensun et al., (2016) bahwa dalam sistem penyediaan air bersih, terdapat tiga hal yang penting, yaitu bangunan pengambilan, sistem transmisi air bersih, dan sistem distribusi air bersih.

2.9.1 Bangunan Pengambilan

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau intake.

2.9.2 Sistem Transmisi Air Bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan airbaku ke bangunan pengolahan air bersih.

2.9.3 Sistem Distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air

melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (*reservoir*) ke daerah pelayanan (konsumen)

2.10 Konsep Dasar Aliran Fluida

Untuk aliran fluida dalam pipa khususnya untuk air terdapat kondisi yang harus diperhatikan dan menjadi prinsip utama, kondisi fluida tersebut adalah fluida merupakan fluida inkompresibel, fluida dalam keadaan *steady* dan seragam. Menurut Larry, Wiley dan Sons (2004), dijelaskan bahwa :

$$Q = V \times A \quad (2-12)$$

Dimana:

Q = laju aliran (m^3/s)

A = luas penampang aliran (m^2)

V = kecepatan aliran (m/s)

Menurut Larry (2004), untuk aliran *steady* dan seragam seperti yang tergambar pada gambar 2.1 dalam pipa dengan diameter pipa konstan pada waktu yang sama berlaku:

$$V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2 \quad (2-13)$$

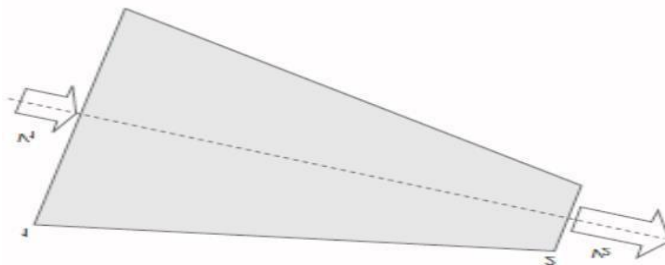
Di mana:

V_1 = kecepatan awal di dalam pipa (m/s)

A_1 = adalah luas penampang saluran pada awal pipa (m^2)

V_2 = kecepatan akhir di dalam pipa (m/s),

A_2 = luas penampang saluran pada akhir pipa (m^2).



Gambar 2. 1 Aliran Steady dan Seragam

Gambar 2.1 menjelaskan bahwa aliran yang terjadi pada suatu sistem adalah seragam, dimana energi pada setiap titik adalah sama, besarnya kecepatan berbanding terbalik dengan luas penampang pipa. Semakin besar luas penampang maka kecepatan akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

2.11 Pengenalan Aplikasi Epanet 2.0

Epanet adalah salah satu *software* yang banyak digunakan untuk menganalisa jaringan distribusi air. Program komputer yang berbasis *windows* ini melakukan simulasi profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa yang terdiri dari titik/*node* pipa, pompa, *valve*, dan *reservoir*. Aplikasi ini dapat juga menjadi dasar analisa dari berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya (Lewis, 2000).

Epanet 2.0 juga dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dalam sistem jaringan pipa distribusi air bersih. Sebagai contoh Epanet 2.0 digunakan sebagai penentu alternatif sumber apabila terdapat banyak sumber. Epanet 2.0 juga digunakan sebagai penentu prioritas terhadap pipa yang akan dibersihkan atau diganti. *Output* dari Epanet 2.0 antara lain gambaran debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air pada masing-masing titik/*node* dan besarnya konsentrasi unsur kimia yang terkandung di dalam air bersih yang didistribusikan (Soufyan dan Morimura, 2005).

Kegunaan Program Epanet 2.0 (Rossman et al., 2000) :

- a. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air sertadegradasi unsur kimia yang ada dalam air pipa distribusi.
- b. Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan berbagai unsur lainnya.
- c. Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dan sistem jaringan pipadistribusi air bersih seperti:
 1. Sebagai penentuan alternatif sumber / instalasi, apabila terdapat banyak sumber/instalasi.
 2. Sebagai simulasi dalam menentukan alternatif pengoperasian pompa dalammelakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.
 3. Digunakan sebagai pusat *treatment* seperti dimana dilakukan proses khlorinasibaik diinstalasi maupun dalam sistem jaringan.
 4. Dapat digunakan sebagai penentuan prioritas terhadap pipa yang akan dibersihkan/diganti.

2.12 Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih

Analisis jaringan pipa perlu dilakukan dalam pengembangan suatu jaringan distribusi maupun perencanaan suatu jaringan pipa baru. Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

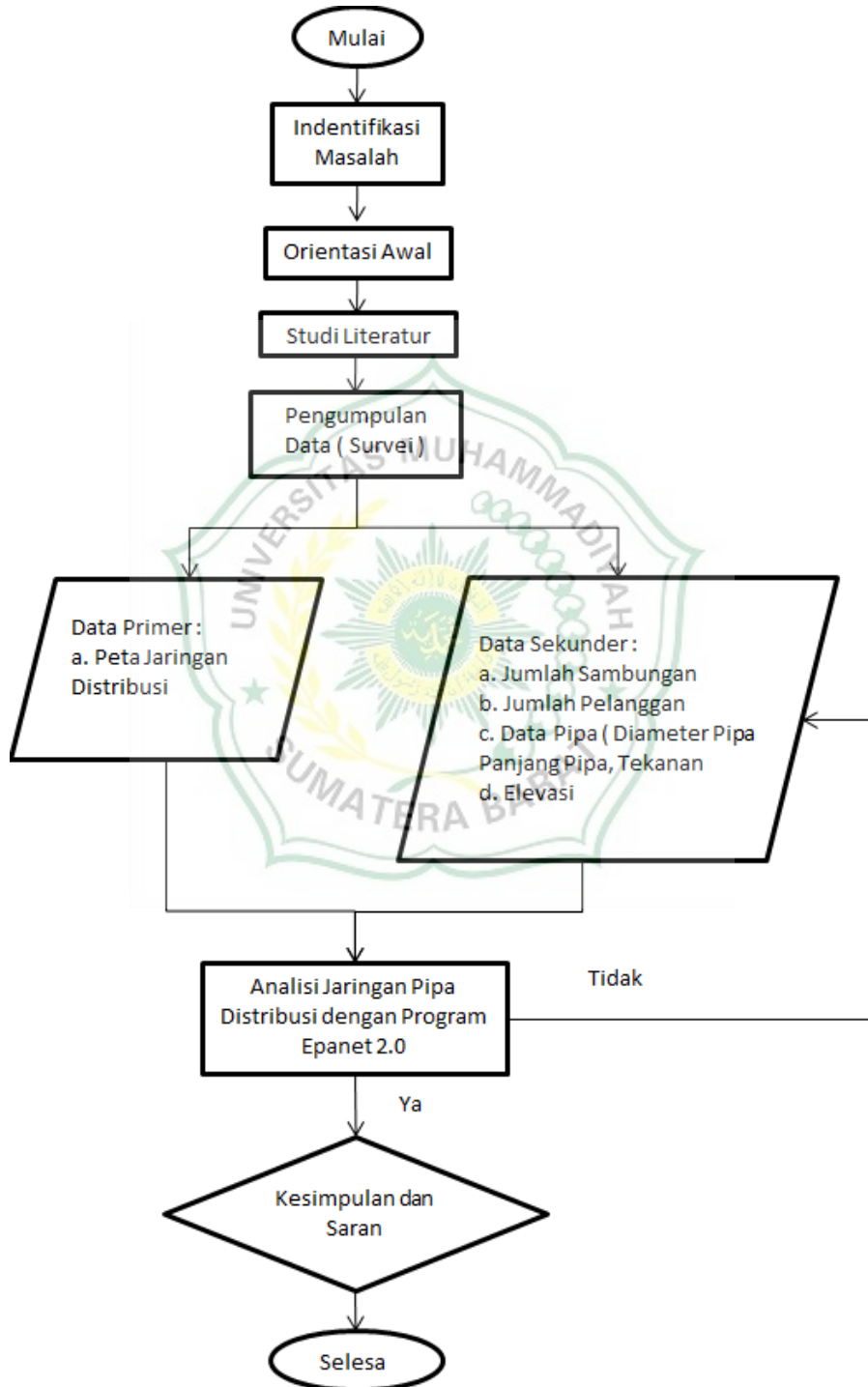
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam analisis sistem jaringan pipa distribusi air bersih:

1. Peta distribusi beban, berupa peta tata guna lahan, kepadatan dan batas wilayah. Jugapertimbangan dari kebutuhan/beban (area pelayanan).
2. Daerah pelayanan sektoral dan besar beban. Juga titik sentral pelayanan (*junctionpoints*).
3. Kerangka induk, baik pipa induk primer maupun pipa induk sekunder.
4. Untuk sistem induk, ditentukan distribusinya berdasarkan debit puncak.
5. Pendimensian (*dimensioneering*). Dengan besar debit diketahui, dan kecepatan aliran yang diijinkan, dapat ditentukan diameter pipa yang diperlukan.
6. Kontrol tekanan dalam aliran distribusi, menggunakan prinsip kesetimbangan energi. Kontrol atau analisa tekanan ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, disesuaikan dengan rangka distribusi.
7. Detail sistem pelayanan (sistem mikro dari distribusi) dan perlengkapan distribusi(gambar alat bantu).
8. Gambar seluruh sistem, berupa peta tata guna lahan, peta pembagian distribusi, peta kerangka, peta sistem induk lengkap, gambar detail sistem mikro.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Analisa Data

Langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir tersebut diatas, langkah-langkah penyelesaian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Mulai

Mahasiswa mencari dosen pembimbing dan menentukan judul penelitian yang ingin dibawakan dalam membuat tugas akhir.

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui sekilas ulasan kondisi lapangan dan bagaimana permasalahan yang ada pada objek penelitian.

3. Orientasi Awal

Dilakukan orientasi awal untuk menganalisis dan memperoleh hipotesa bagaimana kondisi pada objek penelitian, setelah dilakukan identifikasi sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk mencari referensi sebelumnya sebagai bahan untuk solusi permasalahan yang ada.

4. Studi Literatur

Penelitian ini adalah mencari, mengumpulkan, dan mempelajari referensi serta berbagai kegiatan yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir.

5. Pengumpulan data (*survey*)

Data yang dikumpulkan merupakan data yang relevan. Data-data tersebut diperoleh di Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi yang berkaitan dengan tugas akhir. *Survey* dilakukan untuk melihat kondisi eksisting lokasi tempat penelitian, permasalahan yang ada di tempat penelitian, dan untuk melihat data yang ada di tempat penelitian.

6. Analisa

Analisa yang dilakukan adalah untuk mengetahui apakah sistem distribusi sudah memenuhi kebutuhan masyarakat dan menganalisis simulasi dari program Epanet 2.0

7. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa sistem distribusi, ditarik kesimpulan dari hasil yang didapat dan diberikan saran kepada Perumda Air Minum Tirta Jam

Gadang Kota Bukittinggi dalam melakukan peningkatan system distribusi air bersih.

3.2 Lokasi

Analisis dilakukan dengan observasi langsung untuk melihat kondisi eksisting di lapangan dan data dari Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi, zona pelayanan reservoir Birugo.

3.3 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang sudah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis kemudian dilakukan pembahasan sesuai dengan studi literatur. Adapun pengolahan dan analisis data pada penelitian ini yaitu menganalisa sistem distribusi menggunakan *software* Epanet 2.0

3.4 Kondisi Eksisting

Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi yang beralamat di Jl. Panorama No 3, Kota Bukittinggi, Provinsi Sumatera Barat, saat ini melayani 6 zona, yaitu zona Bangkaweh, Birugo, Benteng, Mandiingin, Palolok & Tabek Gadang

Berdasarkan data yang diperoleh, Perumda Air Minum Jam Gadang Kota Bukittinggi dengan pelanggan sebanyak 9.718 pelanggan Aktif, memiliki 6 sumber air baku air minum, yaitu Mata Air Sungai Tanang, Mata Air Cingkariang, Sumur Dangka Kubang Putih WTP Tabek Gadang 1 WTP Tabek Gadang 2 Embung Tabek Gadang.

Data produksi dan data pelanggan PDAM Tirtanadi cabang Toba Samosir dapat di lihatseperti pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 di bawah ini :

Tabel 3. 1Data Produksi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi

No	Sumber	Kapasitas	
		M3	Liter/detik
1	Mata Air Sungai Tanang	4.976.640	160
2	Mata Air Cingkariang	311.040	10

3	Sumur Dangkal Kubang Putih	108.864	6
4	WTP Tabek Gadang 10	93.312	10
5	WTP Tabek Gadang 20	168.480	20
6	Embung Tabek Gadang	622.080	40

Sumber: Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi - Data Bulan Januari 2015

Pada penelitian ini penulis akan menganalisis pipa jaringan pada Zona Biruto Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi. Untuk mengetahui letak wilayah pelayanan Zona Burugo dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3. 2 Peta Jaringan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Birugo
sumber: Google Earth pro 2022

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembagian Wilayah dan Jumlah Pelanggan Zona Birugo

Daerah pendistribusian air bersih Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Birugo dibagi menjadi beberapa titik pendistribusian, yaitu daerah Asrama Kodim , Asrama Polisi, Sapiran, Stasiun , Tangah Sawah, Gurun Panjang , Tarok , Hamka, Situpo Raya , Perintis Kemerdekaan, Pasar Bawah , Pemuda , Pasar Banto, Mandiangin , Jangkak, Ipuah Mandiangin , Ipuah Laweh , Kusuma Bahkti , dan Gulai Bancah. Pembagian wilayah ini sesuai dengan keadaan Eksisting jaringan pipa Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Birugo yang bertujuan untuk mengetahui pola pemakaian air pelanggan pada saat jam puncak serta jam pemakaian minimum pada tiap tiap daerah pelayanan. Analisis ini mengambil pola pertumbuhan Pembangunan seperti perumahan yang sudah mulai padat dikarenakan Bukittinggi adalah salah satu kota tujuan wisata, pusat perdagangan dan pusat pelayan kesehatan yang memadai. Estimasi pelanggan pada masing masing jalan diperlihatkan pada Tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4. 1 Estimasi Pelanggan Berdasarkan Titik Kumpul Node

No	Nama Jalan	Jumlah Pelanggan (SR)
1.	Komplek Polres	57
2.	Komplek Kodim	380
3.	Jl. Urip Sumo harjo	34
4.	Jl. Guru Hamzah	64
5.	Jl. M. Syafei	48
6.	Jl. Melati	140
7.	Simpang Tarok	24
8.	Jl. Syech Arrasulli Depan	200
9.	Jl. Syech Ibrahim Musa	278
10.	Jl. Ungek DT. Bagindo	563
11.	Jl. Syech Arrasulli Belakang	236
12.	Jl. Syech Arrasulli Dalam	65

13.	Jl. Gurun Panjang Depan	143
14.	Jl. Pincuran Gaung	205
15.	Jl. Gurun Panjang Belakang	150
16.	Jl. Sutan Syahrir	112
17.	Jl. Dr. Hamka	608
18.	Jl. Situpo Raya	283
19.	Simpang Lambau	146
20.	Jl. Sawah Paduan	425
21.	Jl. Sudirman	12
22.	Jl. Perintis Kemerdekaan	215
23.	Jl. Soekarno Hatta	699
24.	Jl. Syech Jamil Jambek	161
25.	Komplek Pertanian	26
26.	Komplek Pu	25
27.	Jl. Pemuda	110
28.	Jl. Mandiangin	585
29.	Jl. Bahder Johan	474
30.	Jl. Ipuah Mandiangin	367
31.	Jl. Kusuma Bahkti	886
32.	Gulai Bancah	945
	Total SR	8.666 SR

Sumber : Estimasi Jumlah Pelanggan zona pelayanan Birugo (Google Earht 2022)

4.2 Menghitung Kebutuhan Air Pelanggan

Dengan keadaan existing Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi memiliki Sumber Air Baku yang belum memadai yang bersumber dari Mata air Sungai Tanang, 20 Ltr/dt, Batang Air Tambuo 20 Ltr/dt , dengan jam Operasi 24 jam Berdasarkan asumsi pemakaian air oleh pelanggan dari Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Birugo didapat Jumlah SR sebanyak 8.666 SR

Rata Rata Pemakaian Pelanggan Kota Sedang = 150 L/ orang / Hari

Dengan setiap SR rata -rata 5 jiwa / orang

$$\begin{aligned} \text{Dengan rata rata pemakaian} &= 150 \cdot \frac{\frac{L}{\text{orang}}}{\text{hari}} \div 86400 \frac{\text{detik}}{\text{hari}} \\ &= 0.0017 \frac{\frac{L}{\text{orang}}}{\text{detik}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian disetiap SR} &= 5 \text{ orang} \times 0,0017 \text{ L/orang / detik} \\ &= 0,0085 \text{ Ltr/ SR/ detik} \end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Pemakaian Air oleh Pelanggan

No	Nama Jalan	Jumlah Pelanggan (SR)	Jumlah (Orang /SR)	Pemakaian Air (m ³)
1	Komplek Polres	57	5	1.256
2	Komplek Kodim	380	5	8.372
3	Jl. Urip Sumuharjo	34	5	749
4	Jl. Guru Hamzah	64	5	1.410
5	Jl. M. Syafei	48	5	1.058
6	Jl. Melati	140	5	3.084
7	Simpang Tarok	24	5	529
8	Jl. Syech Arrasulli Depan	200	5	4.406
9	Jl. Syech Ibrahim Musa	278	5	6.125
10	Jl. Ungek DT. Bagindo	563	5	12.404
11	Jl. Syech Arrasulli Belakang	236	5	5.200
12	Jl. Syech Arrasulli Dalam	65	5	1.432
13	Jl. Gurun Panjang Depan	143	5	3.151
14	Jl. Pincuran Gaung	205	5	4.517
15	Jl. Gurun Panjang Belakang	150	5	3.305
16	Jl. Sutan Syahrir	112	5	2.468
17	Jl. Dr. Hamka	608	5	13.395
18	Jl. Situpo Raya	283	5	6.235
19	Simpang Lambau	146	5	3.217
20	Jl. Sawah Paduan	425	5	9.364
21	Jl. Sudirman	12	5	264

22	Jl. Perintis Kemerdekaan	215	5	4.737
23	Jl. Soekarno Hatta	699	5	15.400
24	Jl. Syech Jamil Jambek	161	5	3.547
25	Komplek Pertanian	26	5	573
26	Komplek Pu	25	5	551
27	Jl. Pemuda	110	5	2.424
28	Jl. Mandiangin	585	5	12.889
29	Jl. Bahder Johan	474	5	10.443
30	Jl. Ipuah Mandiangin	367	5	8.086
31	Jl. Kusuma Bahkti	886	5	19.520
32	Gulai Bancah	945	5	20.820
	Total SR	8.666		190.929

Sumber : Identifikasi jumlah bangunan rumah yang dilayani zona Birugo (Google Earht 2022)

Berdasarkan data diatas jumlah pemakaian pelanggan dari Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona Birugo didapat jumlah pemakaian sebanyak 175.206 M³/bulan

4.3 Pola Pemakaian Air

Data pemakaian air diperlukan untuk mengetahui pola pemakaian air oleh pelanggan yang bertujuan untuk mendapatkan jam puncak (Pemakaian air maksimum) dan Jam minimum pemakaian air. Data pemakain air Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona di asumsikan dengan besar kemungkinan pemakaian air rata-rata penduduk Indonesia selama 24 jam. Data Pemakaian air Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona Birugo dapat dilihat pada tabel yang ada di bawah ini

Untuk data pola pemakaian air pada Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Seperti Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4. 3 Pola Pemakaian Air

JAM	Persentase Pemakaian	Q rata -rata	l/dt	m ³ /jam
1:00 – 2:00	0,2	73,66	14,73	53,04
2:00 – 3:00	0,3	73,66	22,10	79,55

3:00 – 4:00	0,4	73,66	29,46	106,07
4:00 – 5:00	0,7	73,66	51,56	185,62
5:00 – 6:00	1	73,66	73,66	265,18
6:00 – 7:00	1,2	73,66	88,39	318,21
7:00 – 8:00	1,3	73,66	95,76	344,73
8:00 – 9:00	1,2	73,66	88,39	318,21
9:00 – 10:00	1	73,66	73,66	265,18
10:00 – 11:00	0,9	73,66	66,29	238,66
11:00 – 12:00	0,9	73,66	66,29	238,66
12:00 – 13:00	1	73,66	73,66	265,18
13:00 – 14:00	1,1	73,66	81,03	291,69
14:00 – 15:00	1,1	73,66	81,03	291,69
15:00 – 16:00	1,3	73,66	95,76	344,73
16:00 – 17:00	1,4	73,66	103,12	371,25
17:00 – 18:00	1,6	73,66	117,86	424,28
18:00 – 19:00	1,6	73,66	117,86	424,28
19:00 – 20:00	1,5	73,66	110,49	397,76
20:00 – 21:00	1,3	73,66	95,76	344,73
21:00 – 22:00	1,1	73,66	81,03	291,69
22:00 – 23:00	0,9	73,66	66,29	238,66
23:00 – 24:00	0,7	73,66	51,56	185,62
24:00 – 1:00	0,3	73,66	22,10	79,55
Total pemakai				6.364,22

Sumber : Contoh pola pemakaian pada salah satu perumahan di Bukittinggi

Q Rata –Rata : 73,66 Ltr /dt

Jam Minimum : 01.00 – 02:00

Jam Puncak : 17.00 – 19.00

Data pemakaian air diperlukan untuk mengetahui pola pemakaian air oleh pelanggan yang bertujuan untuk mendapatkan jam puncak (pemakaian air maksimum) dan jam minimum pemkaain air. Data pemakaian air bersih pada Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang kota Bukittinggi zona pelayanan birugo dengan mengasumsikan pola yang umum dipakaian rumah pelanggan dengan durasi pemakaian selama 24 jam.

4.4 Data Node & Pipa

Pengukuran Ketinggian (elevasi) dapat di lakukan dengan menggunakan Googe Earht, pengukuran dilakukan di node – node tertentu berdasarkan peta

jaringan distribusi existing . Hasil pengukuran kemudian dicatat dalam bentuk Tabel input yang akan dimasukkan kedalam simulasi Epanet

Tabel 4. 4 Elevasi & Best Deman Pada Setiap Node

Node ID	Elevation m	Base Demand	
		LPS	SR
RES.BIRUGO	938	0,00	0
Junc 1	937	0,00	0
Junc 2	936	0,00	0
Junc 3	932	0,49	56
Junc 4	928	0,00	0
Junc 5	927	0,00	0
Junc 6	929	0,21	24
Junc 7	928	0,00	0
Junc 8	928	0,00	0
Junc 9	927	0,00	0
Junc 10	926	0,00	0
Junc 11	928	0,54	62
Junc 12	928	0,63	73
Junc 13	920	1,55	179
Junc 14	916	0,48	55
Junc 15	916	0,00	0
Junc 16	927	0,15	17
Junc 17	927	0,00	0
Junc 18	927	0,15	17
Junc 19	927	0,00	0
Junc 20	925	1,28	147
Junc 21	923	0,00	0
Junc 22	924	0,16	18
Junc 23	923	0,00	0
Junc 24	926	0,17	20
Junc 25	927	0,00	0
Junc 26	923	0,26	30
Junc 27	922	0,00	0
Junc 28	925	0,38	44
Junc 29	925	0,00	0
Junc 30	928	0,26	30
Junc 31	925	1,48	170
Junc 32	920	0,00	0
Junc 33	920	0,40	46
Junc 34	919	0,00	0
Junc 35	916	0,43	50
Junc 36	915	0,00	0

Junc 37	922	0,00	0
Junc 38	923	0,14	16
Junc 39	923	0,00	0
Junc 40	923	0,32	37
Junc 41	918	0,00	0
Junc 42	917	0,61	70
Junc 43	916	0,00	0
Junc 44	919	0,33	38
Junc 45	917	0,00	0
Junc 46	918	1,19	137
Junc 47	915	0,00	0
Junc 48	920	3,85	444
Junc 49	917	1,04	120
Junc 50	916	0,00	0
Junc 51	917	0,23	26
Junc 52	918	0,00	0
Junc 53	927	1,23	142
Junc 54	925	0,00	0
Junc 55	923	0,40	46
Junc 56	922	0,38	44
Junc 57	917	0,52	60
Junc 58	915	0,00	0
Junc 59	924	0,52	60
Junc 60	925	1,26	145
Junc 61	926	0,00	0
Junc 62	928	0,49	56
Junc 63	928	2,56	295
Junc 64	921	0,00	0
Junc 65	920	0,54	62
Junc 66	914	0,00	0
Junc 67	916	0,71	82
Junc 68	914	3,69	425
Junc 69	912	0,00	0
Junc 70	918	0,72	83
Junc 71	916	0,00	0
Junc 72	932	3,30	380
Junc 73	926	0,10	12
Junc 74	921	0,35	40
Junc 75	919	0,00	0
Junc 76	917	0,61	70
Junc 77	919	0,00	0
Junc 78	916	0,00	0
Junc 79	915	0,95	109

Junc 80	914	0,00	0
Junc 81	917	0,31	36
Junc 82	919	0,00	0
Junc 83	913	2,17	250
Junc 84	912	0,00	0
Junc 85	915	0,31	36
Junc 86	916	0,00	0
Junc 87	914	1,09	126
Junc 88	916	0,00	0
Junc 89	915	0,22	25
Junc 90	913	0,00	0
Junc 91	914	0,23	26
Junc 92	913	0,00	0
Junc 93	913	0,69	79
Junc 94	913	3,20	369
Junc 95	912	0,00	0
Junc 96	912	0,00	0
Junc 97	912	0,00	0
Junc 98	911	0,61	70
Junc 99	910	0,00	0
Junc 100	909	0,00	0
Junc 101	909	1,30	150
Junc 102	903	0,00	0
Junc 103	908	2,07	238
Junc 104	903	2,04	235
Junc 105	905	0,00	0
Junc 106	911	2,07	238
Junc 107	909	0,00	0
Junc 108	909	1,38	159
Junc 109	896	2,53	291
Junc 110	905	5,16	594
Junc 111	902	8,20	945
Junc 112	904	0,00	0
Junc 113	909	1,25	144
Junc 114	908	1,94	223
Junc 115	912	0,00	0
Total		73,66	8.666

Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0

Tabel 4. 5 Length ,Diameter & Roughness pada pipa

	Length	Diameter	Roughness
Link ID	m	mm	
Pipe 1	16	310	130

Pipe 2	37	310	130
Pipe 3	260	217	130
Pipe 4	339	217	130
Pipe 5	24	217	130
Pipe 6	405	217	130
Pipe 7	87	217	130
Pipe 8	15	174	130
Pipe 9	17	124	130
Pipe 10	44	124	130
Pipe 11	155	97	130
Pipe 12	539	85	130
Pipe 13	434	85	130
Pipe 14	298	48	130
Pipe 15	89	48	130
Pipe 16	55	90	130
Pipe 17	129	85	130
Pipe 18	44	85	130
Pipe 19	46	85	130
Pipe 20	370	69	130
Pipe 21	184	69	130
Pipe 22	127	31	130
Pipe 23	139	31	130
Pipe 24	79	58	130
Pipe 25	67	58	130
Pipe 26	254	38	130
Pipe 27	94	38	130
Pipe 28	145	48	130
Pipe 29	71	48	130
Pipe 30	121	139	130
Pipe 31	170	139	130
Pipe 32	250	139	130
Pipe 33	129	124	130
Pipe 34	144	108	130
Pipe 35	196	48	130
Pipe 36	165	48	130
Pipe 37	6	85	130
Pipe 38	69	69	130
Pipe 39	64	69	130
Pipe 40	172	69	130
Pipe 41	128	58	130
Pipe 42	225	48	130
Pipe 43	162	48	130
Pipe 44	162	38	130

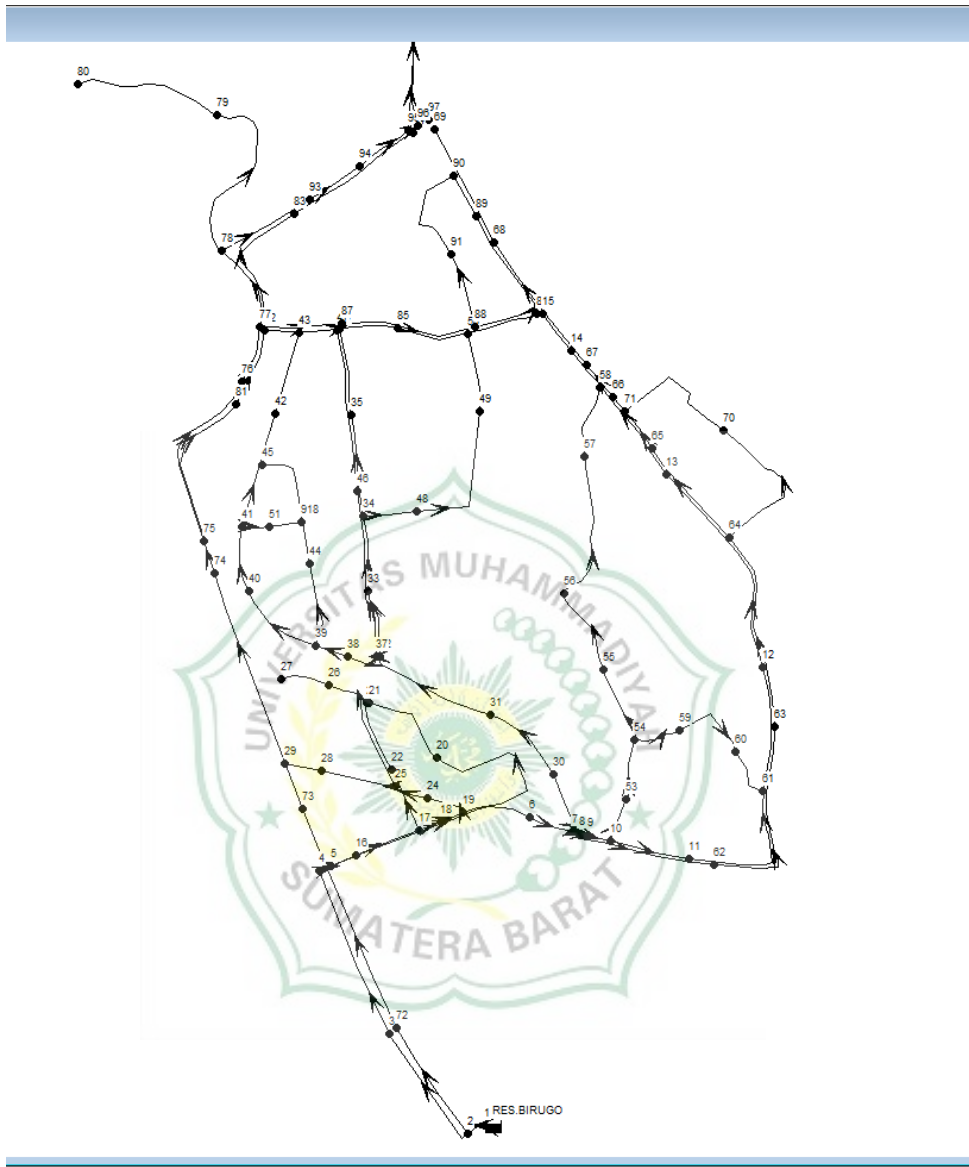
Pipe 45	244	38	130
Pipe 46	320	69	130
Pipe 47	311	69	130
Pipe 48	103	108	130
Pipe 49	285	69	130
Pipe 50	149	69	130
Pipe 51	52	40	130
Pipe 52	63	40	130
Pipe 53	84	108	130
Pipe 54	118	97	130
Pipe 55	150	69	130
Pipe 56	173	58	130
Pipe 57	288	48	130
Pipe 58	142	48	130
Pipe 59	93	85	130
Pipe 60	154	69	130
Pipe 61	100	69	130
Pipe 62	271	139	130
Pipe 63	396	139	130
Pipe 64	384	124	130
Pipe 65	225	108	130
Pipe 66	125	108	130
Pipe 67	79	108	130
Pipe 68	294	97	130
Pipe 69	244	97	130
Pipe 70	317	58	130
Pipe 71	264	58	130
Pipe 72	244	275	130
Pipe 73	456	275	130
Pipe 74	482	244	130
Pipe 75	64	244	130
Pipe 76	367	244	130
Pipe 77	111	244	130
Pipe 78	173	217	130
Pipe 79	368	58	130
Pipe 80	286	58	130
Pipe 81	321	85	130
Pipe 82	154	85	130
Pipe 83	288	85	130
Pipe 84	277	85	130
Pipe 85	256	38	130
Pipe 86	277	38	130
Pipe 87	160	69	130

Pipe 88	260	48	130
Pipe 89	332	48	130
Pipe 90	89	48	130
Pipe 91	146	48	130
Pipe 92	215	48	130
Pipe 93	195	217	130
Pipe 94	114	217	130
Pipe 95	116	217	130
Pipe 96	19	195	130
Pipe 97	25	195	130
Pipe 98	244	124	130
Pipe 99	186	124	130
Pipe 100	60	69	130
Pipe 101	92	69	130
Pipe 102	566	69	130
Pipe 103	212	108	130
Pipe 104	369	85	130
Pipe 105	149	85	130
Pipe 106	317	195	130
Pipe 107	164	195	130
Pipe 108	135	174	130
Pipe 109	709	174	130
Pipe 110	624	155	130
Pipe 111	641	139	130
Pipe 112	299	139	130
Pipe 113	159	97	130
Pipe 114	190	85	130
Pipe 115	121	85	130
Total	23.183		

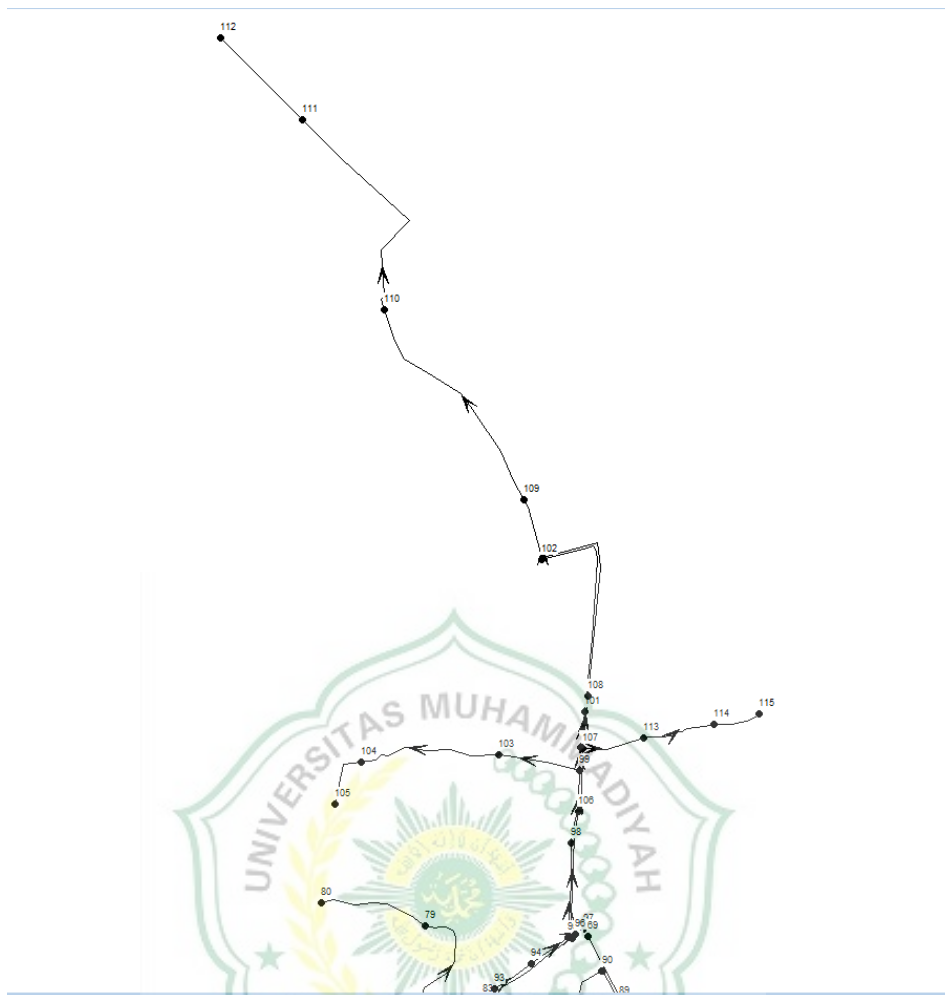
Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0

4.5 Hasil Simulasi Dengan Epanet 2.0

Berikut ini adalah report jaringan dan tabel hasil simulasi Epanet untuk node pada pemakaian jam Puncak 16:00



Gambar 4. 1 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Part 1 Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0



Gambar 4. 2 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Part 2
 Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0

Tabel 4. 6Tabel Pipa Simulasi Epanet 2.0 pada Jam 16.00

	Flow	Velocity
Link ID	LPS	m/s
Pipe 1	114,93	1,52
Pipe 2	114,93	1,52
Pipe 3	47,60	1,29
Pipe 4	46,82	1,27
Pipe 5	46,82	1,27
Pipe 6	42,74	1,16
Pipe 7	42,40	1,15
Pipe 8	25,95	1,09
Pipe 9	12,02	1,00
Pipe 10	12,02	1,00
Pipe 11	5,12	0,69

Pipe 12	4,26	0,75
Pipe 13	3,25	0,57
Pipe 14	0,77	0,42
Pipe 15	0,00	0,00
Pipe 16	4,08	0,64
Pipe 17	3,84	0,68
Pipe 18	3,58	0,63
Pipe 19	3,34	0,59
Pipe 20	2,05	0,55
Pipe 21	0,00	0,00
Pipe 22	0,26	0,34
Pipe 23	0,00	0,00
Pipe 24	1,30	0,49
Pipe 25	1,02	0,39
Pipe 26	0,42	0,37
Pipe 27	0,00	0,00
Pipe 28	0,61	0,34
Pipe 29	0,00	0,00
Pipe 30	16,45	1,08
Pipe 31	16,03	1,06
Pipe 32	13,66	0,90
Pipe 33	9,15	0,76
Pipe 34	8,51	0,93
Pipe 35	0,69	0,38
Pipe 36	0,00	0,00
Pipe 37	4,51	0,80
Pipe 38	2,61	0,70
Pipe 39	2,38	0,64
Pipe 40	1,86	0,50
Pipe 41	1,34	0,51
Pipe 42	0,98	0,54
Pipe 43	0,00	0,00
Pipe 44	0,53	0,47
Pipe 45	0,00	0,00
Pipe 46	1,90	0,51
Pipe 47	0,00	0,00
Pipe 48	7,82	0,85
Pipe 49	1,66	0,45
Pipe 50	0,00	0,00
Pipe 51	0,37	0,29
Pipe 52	0,00	0,00
Pipe 53	6,90	0,75
Pipe 54	4,93	0,67

Pipe 55	2,08	0,56
Pipe 56	1,44	0,55
Pipe 57	0,83	0,46
Pipe 58	0,00	0,00
Pipe 59	2,85	0,50
Pipe 60	2,02	0,54
Pipe 61	0,00	0,00
Pipe 62	13,94	0,92
Pipe 63	13,15	0,87
Pipe 64	9,06	0,75
Pipe 65	7,91	0,86
Pipe 66	7,04	0,77
Pipe 67	7,04	0,77
Pipe 68	5,90	0,80
Pipe 69	0,00	0,00
Pipe 70	1,15	0,44
Pipe 71	0,00	0,00
Pipe 72	67,33	1,13
Pipe 73	62,05	1,04
Pipe 74	61,89	1,32
Pipe 75	61,33	1,31
Pipe 76	56,87	1,22
Pipe 77	55,89	1,20
Pipe 78	53,42	1,44
Pipe 79	1,52	0,58
Pipe 80	0,00	0,00
Pipe 81	4,46	0,79
Pipe 82	3,97	0,70
Pipe 83	3,47	0,61
Pipe 84	0,00	0,00
Pipe 85	0,50	0,44
Pipe 86	0,00	0,00
Pipe 87	2,46	0,66
Pipe 88	0,72	0,40
Pipe 89	0,35	0,19
Pipe 90	0,00	0,00
Pipe 91	0,37	0,20
Pipe 92	0,00	0,00
Pipe 93	51,90	1,40
Pipe 94	50,80	1,37
Pipe 95	45,68	1,24
Pipe 96	36,05	1,21
Pipe 97	0,00	0,00

Pipe 98	9,63	0,80
Pipe 99	8,66	0,72
Pipe 100	2,08	0,56
Pipe 101	2,08	0,56
Pipe 102	0,00	0,00
Pipe 103	6,58	0,72
Pipe 104	3,26	0,58
Pipe 105	0,00	0,00
Pipe 106	36,05	1,21
Pipe 107	32,74	1,10
Pipe 108	27,63	1,16
Pipe 109	25,42	1,07
Pipe 110	21,38	1,13
Pipe 111	13,12	0,86
Pipe 112	0,00	0,00
Pipe 113	5,10	0,69
Pipe 114	3,10	0,55
Pipe 115	0,00	0,00

Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0

Tabel 4. 7 Tabel Node Simulasi Epanet 2.0 Pada Jam 16.00

	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
RES.BIRUGO	-114,93	938	0
Junc 1	0	937,88	0,88
Junc 2	0	937,62	1,62
Junc 3	0,78	935,57	3,57
Junc 4	0	932,99	4,99
Junc 5	0	932,81	5,81
Junc 6	0,34	930,2	1,2
Junc 7	0	929,65	1,65
Junc 8	0	929,54	1,54
Junc 9	0	929,38	2,38
Junc 10	0	928,97	2,97
Junc 11	0,86	927,98	-0,02
Junc 12	1,01	923,32	-4,68
Junc 13	2,48	921,05	1,05
Junc 14	0,77	919,3	3,3
Junc 15	0	919,3	3,3
Junc 16	0,24	932,48	5,48
Junc 17	0	931,56	4,56
Junc 18	0,24	931,28	4,28
Junc 19	0	931,03	4,03

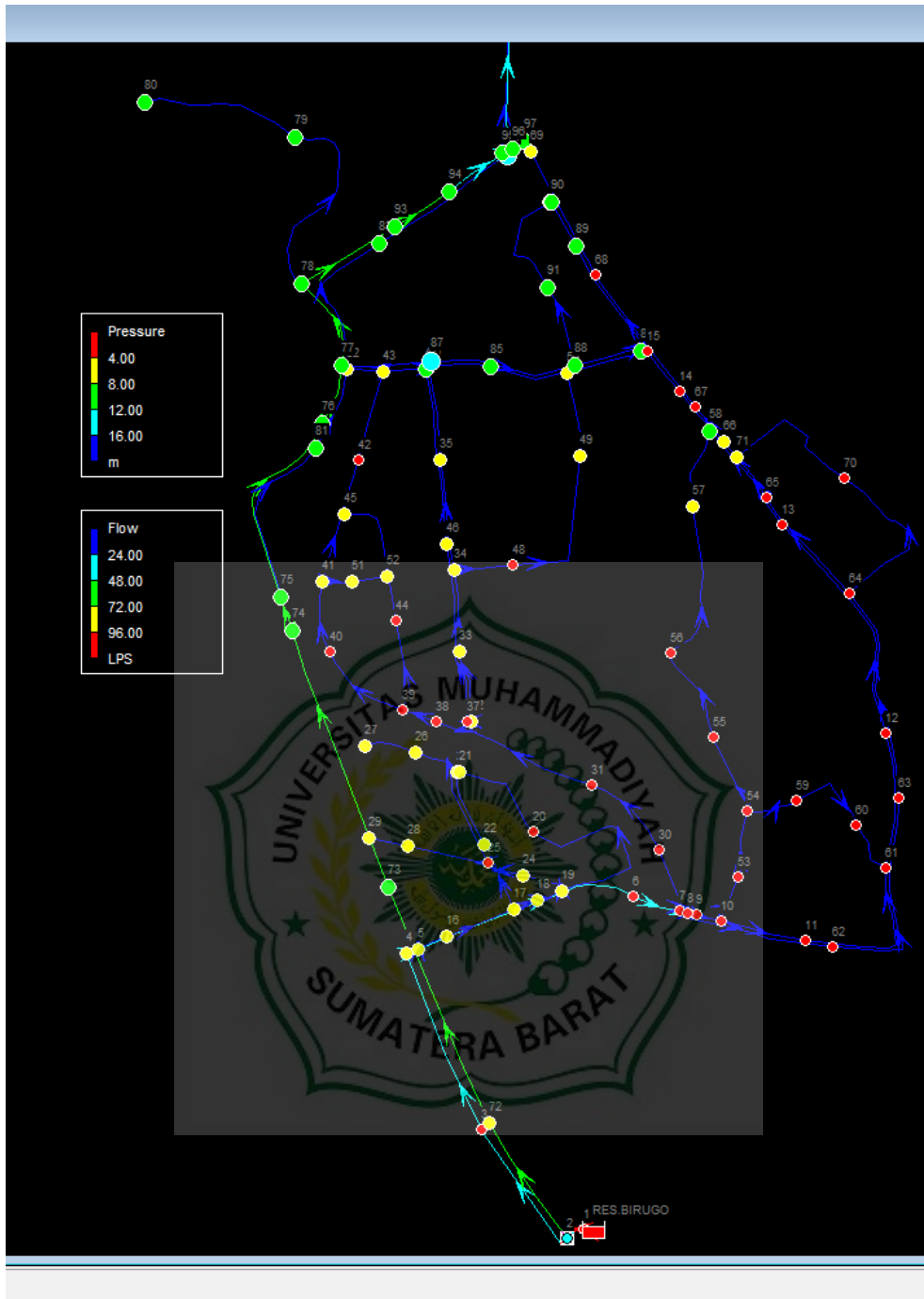
Junc 20	2,05	928,75	3,75
Junc 21	0	928,75	5,75
Junc 22	0,26	930,74	6,74
Junc 23	0	930,74	7,74
Junc 24	0,27	930,54	4,54
Junc 25	0	930,27	3,27
Junc 26	0,42	928,78	5,78
Junc 27	0	928,78	6,78
Junc 28	0,61	929,72	4,72
Junc 29	0	929,72	4,72
Junc 30	0,42	928,48	0,48
Junc 31	2,37	926,91	1,91
Junc 32	0	925,21	5,21
Junc 33	0,64	924,48	4,48
Junc 34	0	923,08	4,08
Junc 35	0,69	922,15	6,15
Junc 36	0	922,15	7,15
Junc 37	0	925,15	3,15
Junc 38	0,22	924,49	1,49
Junc 39	0	923,97	0,97
Junc 40	0,51	923,09	0,09
Junc 41	0	922,25	4,25
Junc 42	0,98	920,19	3,19
Junc 43	0	920,19	4,19
Junc 44	0,53	922,49	3,49
Junc 45	0	922,49	5,49
Junc 46	1,9	923,43	5,43
Junc 47	0	923,43	8,43
Junc 48	6,16	922,22	2,22
Junc 49	1,66	921,03	4,03
Junc 50	0	921,03	5,03
Junc 51	0,37	922,05	5,05
Junc 52	0	922,05	4,05
Junc 53	1,97	928,42	1,42
Junc 54	0	927,71	2,71
Junc 55	0,64	926,76	3,76
Junc 56	0,61	925,46	3,46
Junc 57	0,83	923,51	6,51
Junc 58	0	923,51	8,51
Junc 59	0,83	927,33	3,33
Junc 60	2,02	926,41	1,41
Junc 61	0	926,41	0,41
Junc 62	0,78	927,62	-0,38

Junc 63	4,1	925,1	-2,9
Junc 64	0	922,96	1,96
Junc 65	0,86	921,06	1,06
Junc 66	0	920,2	6,2
Junc 67	1,14	919,66	3,66
Junc 68	5,9	917,21	3,21
Junc 69	0	917,21	5,21
Junc 70	1,15	921,4	3,4
Junc 71	0	921,4	5,4
Junc 72	5,28	936,47	4,47
Junc 73	0,16	934,62	8,62
Junc 74	0,56	931,14	10,14
Junc 75	0	930,68	11,68
Junc 76	0,98	928,41	11,41
Junc 77	0	927,74	8,74
Junc 78	0	926,06	10,06
Junc 79	1,52	923,02	8,02
Junc 80	0	923,02	9,02
Junc 81	0,5	927,65	10,65
Junc 82	0	926,48	7,48
Junc 83	3,47	924,78	11,78
Junc 84	0	924,78	12,78
Junc 85	0,5	924,4	9,4
Junc 86	0	924,4	8,4
Junc 87	1,74	926,36	12,36
Junc 88	0	925	9
Junc 89	0,35	924,54	9,54
Junc 90	0	924,54	11,54
Junc 91	0,37	924,78	10,78
Junc 92	0	924,78	11,78
Junc 93	1,1	924,26	11,26
Junc 94	5,12	923,25	10,25
Junc 95	0	922,4	10,4
Junc 96	0	922,25	10,25
Junc 97	0	922,25	10,25
Junc 98	0,98	920,88	9,88
Junc 99	0	919,93	9,93
Junc 100	0	919,55	10,55
Junc 101	2,08	918,96	9,96
Junc 102	0	918,96	15,96
Junc 103	3,31	918,65	10,65
Junc 104	3,26	916,7	13,7
Junc 105	0	916,7	11,7

Junc 106	3,31	919,74	8,74
Junc 107	0	918,65	9,65
Junc 108	2,21	917,52	8,52
Junc 109	4,05	912,4	16,4
Junc 110	8,26	906,65	1,65
Junc 111	13,12	902,59	0,59
Junc 112	0	902,59	-1,41
Junc 113	2	917,64	8,64
Junc 114	3,1	916,73	8,73
Junc 115	0	916,73	4,73

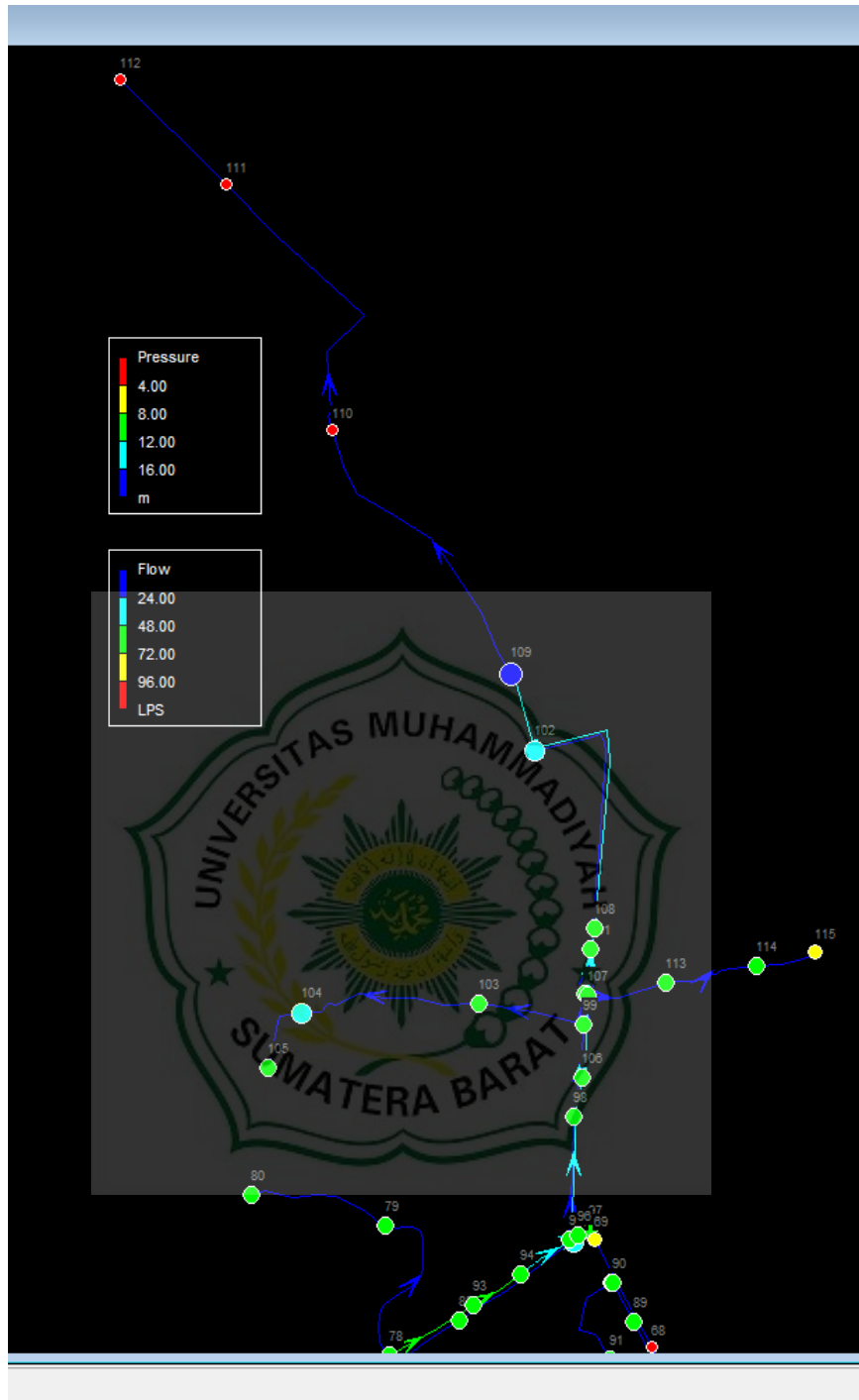
Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0





Keterangan :
 → :Aliran (Flow)
 ● :Tekanan (Pressure)
 LPS : Liter Per Second

Gambar 4. 3 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Pada Jam 16.00 Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0



Keterangan :
 → : Aliran (Flow)
 ● : Tekanan (Pressure)
 LPS : Liter Per Second

Gambar 4. 4 Sket Peta Jaringan Pipa Simulasi Epanet 2.0 Pada jam 16.00

Sumber : Hasil dari aplikasi Epanet 2.0

Bab V **PENUTUP**

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Diperoleh hasil Perhitungan dari data eksisting :
 - a. Estimasi Sambungan Rumah (SR) Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan reservoir Birugo adalah 8.666 SR dengan dengan rata-rata pemakaian air 150 liter/orang / hari.
 - b. Kapasitas total kebutuhan air di zona pelayanan reservoir Birugo 190.929 m³/ bulan
 - c. Pipa Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan reservoir Birugo menggunakan pipa jenis HDPE dengan diameter 1 ¼ inchi, 1 ½ inchi, 2 inchi, 2 ½ inchi, 3 inchi, 4 inchi, 5 inchi, 5 ½ inchi, 6 inchi, 7 inchi, 8 inchi, 9 inchi, 10 inchi, 11 inchi, 12 inchi.

Berdasarkan hasil analisis sistem jaringan distribusi air bersih Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan reservoir Birugo menggunakan *software* Epanet 2.0 yang telah dilakukan diperoleh :

1. Untuk ukuran diameter pipa dengan jumlah sambungan rumah potensial zona pelayanan Birugo saat ini 8,666 SR perlunya penyesuaian diameter pipa
2. Setelah *software* Epanet 2.0 dijalankan dengan pola pemakaian air selama 24 jam ditemukan beberapa titik pelayanan zona reservoir Birugo mengalami penurunan tekan yang tidak memenuhi standar pelayanan tekanan terendah minimum rata-rata 10 meter kolom air (mka) / atau 1 atm

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan penelitian dari data yang diperoleh, maka dapat diberikan beberapa saran berikut :

1. Untuk memaksimalkan pelayanan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan Birugo, penulis menyarankan agar dapat

memasang sistem pompa booster untuk menambah tekanan dipelayanan yang kurang maksimal

2. Pihak Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi perlu menganalisis ulangan seluruh jaringan pipa distribusi menggunakan software Epanet 2.0 ,seperti zona pelayanan reservoir Bangkaweh, zona pelayanan reservoir Benteng, zona pelayanan Mandiingin, zona pelayanan WTP Tabek Gadang 20 liter , zona pelayanan WTP Tabek Gadang 10 liter
3. Pihak Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi dapat melakukan pengembangan sistem jaringan pipa distribusi menggunakan software Epanet 2.0 karena aplikasi ini dapat membantu dalam mendisain sistem jaringan distribusi air bersih
4. Untuk penanggulangan kekurang debit air Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi zona pelayanan Reservoir Birugo harus menggunakan sistem penggiliran.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadullah, Rasooli, Kang Dongshik. 2016. *Designing of Hydraulically Balanced Water Distribution Network Based on GIS and EPANET*. Okinawa: International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Vol.7, No.2.
- Alkali, A.N., S.G.Yadima, B.Usman, U.A.Ibrahim, A.G.Lawan. 2017. *Design of a Water Supply Distribution Network using EPANET 2.0: A Case Study of Maiduguri Zone 3, Nigeria*. Maiduguri: Arid Zone Journal of Engineering, Technology an Environment, Vol.13(13):347-355.
- DPU Ditjen Cipta Karya. (2007). *Pedoman Kebijakan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT)*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal CiptaKarya.
- Halagalimath, Shivalingaswami S., Vijaykumar H., Nagaraj S.Patil. 2016. *Hydraulic modeling of water supply network using EPANET*. Karnataka: International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol:03, Issue:03, ISSN-e-2395:0056, ISSN-p-2393-0072.
- Kaneda, T dan Jason Bremner. (2014). *Understanding Population Projections: Assumptions Behind The Numbers*. Washington : Population Reference Bureau.
- Kanth, M. Prudhvi, S.Maanasa, T. Naga Rupesh. 2014. *Design of Water Distribution Network by using EPANET Software*. Vijayawada : ELK Asia Psific Journals –Special Issue, ISBN 978-81-930411-5-4.
- M, Arunkumar, Nethaji Mariapan V.E. 2011. *Water Demand Analysis Of Municipal Water Supply Using EPANET Software*. India: International Journal on Applied Bioengineering, Vol. 5 No.1.

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (2007). Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta : Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Permenkes No.492 (2010). Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta : Menteri Kesehatan Republik Indonesian
- Rossman, Lewis A. 2000. *Epanet Users Manual*.US : Ekamitra Engineering.
- Saminu, A., Abubakar, Nasiru, L.Sagir. 2013. *Design of NDA Water Distribution Network Using EPANET*. Kaduna: International Journal of Emergencing Science and Engineering (IJESE), Vol-1, issue-9, 2319-6378.
- Sathyanathan, R, Mozammil Hasan, V. T. Deeptha. 2016. *Water Distribution Network Design for SRM University using EPANET*. Kattankulathur: Asian Journal of Applied Science (ISSN: 2321-089), Vol.04-Issue 03.
- Savic, D., G. Ferrari. 2014. *Design and performance of district metering areaqs in water*. UK: Procedia Engineering 89 (2014) 1136-1143.
- Selintung, M., M.P.Hatta, A. Sudirman. 2012. *Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih di Kabupaten Maros dengan menggunakan Software EPANET 2.0*. Makassar: Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin.
- Sonaje, Nitin P., Mandar G Joshi. 2015. *A Review Of Modeling And Application OF Water Distribution Networks (WDN) Software*. Kolhapur: International journalof Technical Research and Application Vol.3, Issue-6, pp.174-178.
- Tsakiris, G., M. Spiliotis. 2012. *Applying resilience indices for assessing the reliability of water distribution systems*. Athens: E.W. Publications, Water Utility Journal 3 : 19-27.

Vyas, Janki H., Narendra J. Shrimali, Mukesh A. Modi. 2013. *Optimization of Dhrafad Regional Water Supply Scheme using EPANET*. Gujarat: International Journal of Innovative in Science, Engineering and Technology, Vol.2, Issue:10, ISSN:2319-8753.

Zolapara, Bhagvat, Neha Joshipura, Jaydeep Patel. 2015. *Case Study on Designing Water Supply Distribution Network Using Epanet for Zone-1 of Vilage Kherali*.Gujarat: Indian Journal of Research, Vol.4, Issue-7, ISSN-2550-1991.



LAMPIRAN



Dokumentasi Reservoir Birugo

