



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Hi. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung. Phone 0721-701979

SURAT TUGAS

No. 035/ST/FT-UBL/VIII/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung dengan ini memberi tugas kepada:

Nama : Ilyas Sadad, ST, MT
Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung
Lama Penelitian : 6 bulan

Untuk melaksanakan kegiatan di bidang penelitian dengan judul :

“KAJIAN JARINGAN PDAM MENGGUNAKAN APLIKASI EPANET”

Demikian Surat Tugas ini dibuat untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya dan setelah dilaksanakan kegiatan tersebut agar melaporkan kepada Dekan dengan melampirkan hasil penelitian.

Bandar Lampung, 4 Agustus 2020

Dekan,


FAKULTAS TEKNIK
UBL
SOLUTION FOR PROGRESSIVE
Ir. Junardi, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Efektifitas Jaringan PDAM menggunakan Aplikasi Epanet.

Pelaksana

- a. Nama Lengkap : ILYAS SADAD, ST, MT
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIDN : 0231087801
- d. Pangkat / Golongan : Penata Muda Tingkat I/IIIB
- e. Jabatan : Asisten Ahli
- f. Program Studi : Teknik Sipil
- g. Fakultas : Teknik
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Bandar Lampung
- i. Pusat Penelitian : LPPM Universitas Bandar Lampung
- j. Alamat : Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.26 Bandar Lampung
Telp.0721-701979, Kode Pos. 35142
- k. Alamat Rumah : Jl. Raden Gunawan Perum Griya Angkasa Islami Blok.M
No.1 Rajabasa Pemuka 35144 Bandar Lampung.
- l. Telepon/HP : 085367657548
- m. Email : ilyas.sadad@gmail.com
- n. Waktu Pelaksanaan : 6 bulan.

Bandar Lampung, 13 Desember 2020

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bandar Lampung,



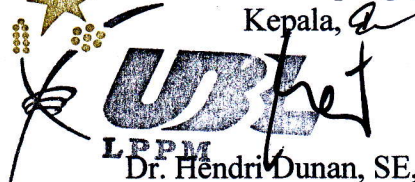
Ir. Jurnardi, MT

Ketua Pelaksana

Ilyas Sadad, ST, MT

Menyetujui,
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Bandar Lampung (LPPM-UBL)

Kepala,



Dr. Hendri Dunan, SE, MM



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
(LPPM)
Jl. Z.A. Pagar Alam No : 26 Labuhan Ratu, Bandar Lampung Tlp: 701979
E-mail : lppm@ubl.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 053 / S.Ket / LPPM-UBL / II / 2021



Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Bandar Lampung dengan ini menerangkan bahwa :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. N a m a | : Ilyas Sadad, ST.,M.T |
| 2. NIDN | : 0231087801 |
| 3. Tempat, tanggal lahir | : Tanjung Karang, 31 Agustus 1978 |
| 4. Pangkat, golongan ruang, TMT | : Penata Muda Tk.I,III/b Tmt 03 Desember 2013 |
| 5. Jabatan | : Asisten Ahli 150 (Inpassing), 03 Desember 2013 |
| 6. Bidang Ilmu | : Teknik Sipil |
| 7. Jurusan / Program Studi | : Teknik Sipil |
| 8. Unit Kerja | : Fakultas Teknik UBL. |

Telah melaksanakan Penelitian dengan Judul

:"Kajian Jaringan PDAM menggunakan Aplikasi EPANET"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 10 Februari 2021
Kepala LPPM-UBL 

Dr. Hendri Dunan, SE.,M.M

Tembusan:

1. Rektor UBL (sebagai laporan)
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

PENELITIAN MANDIRI
KAJIAN JARINGAN PDAM MENGGUNAKAN
APLIKASI EPANET

Oleh:

Ilyas Sadad , ST.,MT.
0231087801



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG

2020

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan sumber Kehidupan dimana sumber air ini sangat bermanfaat dan berguna untuk keberlangsungan mahluk hidup. Dimana air sangat sangat dibutuhkan untuk pertanian, industri, rekreasi, rumah tangga dan lain.

Dalam hal mendapatkan air bersih perlu adanya perencanaan, pengelolaan dan pendistribusian dengan kualitas air yang baik. Seperti yang dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum di Daerah Pringsewu. Dengan demikian diharapkan PDAM mampu mendistribusikan secara menyeluruh pada lokasi yang telah memiliki jaringan.

Beberapa lokasi sumber air bersih yang menyuplai PDAM Peringsewu antara lain sumber air Kerawang di Kecamatan Ambarawa dan sumber air di sungai Way Sekampuh. Sumber-sumber ini merupakan sumber air yang mensuplai keperluan air bersih untuk masyarakat sekitar, dengan demikian untuk kebutuhan air bersih dapat memnuhi kebutuhan air setandar nasional sebesar 80%. Sumber air yang dipergunakan PDAM Pringsewu adalah dari sungai Way Sekampuh merupan sumber air yang digunakan PDAM Pringsewu dengan kapasitas debit *reservoir* total sebesar 75 lt/det dengan kemampuan produksi sebesar 60 lt/det.

Sesuai dengan data yang diperoleh bahwa keinginan dan kebutuhan masyarakat terhadap pelayanan air bersih sangat tinggi. Dengan tingginya permintaan terhadap kebutuhan air bersih maka perlu melakukan kajian/analisa kebutuhan air bersih di Desa Podomoro Kabupaten Pringsewu pada saat ini terhadap pelayanan air bersih yag berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang sistem penyediaan air bersih yang ada?
2. Bagaimana menentukan jaringan pipa yang baik?
3. Bagaimana cara menganalisis kebutuhan air bersih?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah antara lain :

1. Jaringan pipa yang dianalisa adalah sumber sampai kereservoir.
2. Analisis detail struktur bangunan pendukung tidak diperhitungkan.
3. menganalisa kebutuhan air masyarakat pada Dusun 2 RT 001/RW 002 Desa Podomoro.

1.4 Maksud Dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk Menganalisa dan mendesain Sistem jaringan pipa di Desa Podomoro Kabupaten Pringsewu.

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisa data jumlah penduduk dan menghitung kebutuhan air bersih.
2. Menganalisa system jaringan pipa air bersih.
3. Mendesain jaringan pipa air bersih menggunakan program EPANET.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Air

Air adalah sumber daya alam yang mutlak dipergunakan bagi hidup dan kehidupan manusia dan dalam sistem tata lingkungan, air adalah unsur lingkungan. Kebutuhan manusia akan kebutuhan air selalu meningkat dari waktu ke waktu, bukan saja karena meningkatnya jumlah manusia yang memerlukan air tersebut, melainkan juga karena meningkatnya intensitas dan ragam dari kebutuhan akan air (*M. Daud Silalahi, 2002*).

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H₂O, satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini, fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri.

Dalam usaha mempertahankan kelangsungan hidupnya, manusia berupaya memenuhi kebutuhan air yang cukup bagi dirinya sendiri misalnya untuk keperluan rumah tangga seperti memasak, mandi, mencuci dan pekerjaan lainnya. Selain itu air juga diperlukan untuk kebersihan jalan, pasar, tempat rekreasi, restoran, hotel, keperluan industri, pertanian, peternakan dan lain-lainnya.

Kekurangan ketersediaan air bersih dapat mengakibatkan berbagai macam dampak merugikan terhadap masalah kesehatan dan lingkungan, maka untuk menghindari hal tersebut, ketersediaan kebutuhan air bersih pada masyarakat harus dipenuhi sesuai dengan masyarakat yang memakainya.

2.1.2 Sumber Air Bersih

Dalam penyediaan air, terdapat beberapa proses yang wajib dilakukan demi mendapatkan kriteria kualitas, kuantitas, dan kontinuitas yang baik agar layak untuk di konsumsi oleh manusia supaya tidak menimbulkan akibat- akibat tertentu yang merugikan bagi tubuh manusia. Berikut ini adalah 5 macam sumber air minum yang dapat digunakan yaitu:

1. Air laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3 % dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

2. Air Atmosfer (Air Hujan)

Untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya jangan langsung menampung air hujan saat hujan turun karena masih mengandung banyak kotoran, sebaiknya air hujan mulai di tampung beberapa saat setelah hujan turun. Selain hal tersebut, yang juga harus diperhatikan adalah air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur dan bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan.

3. Air Permukaan

Air Permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, limbah industri dan lainnya. Air di permukaan (*surface water*) terdistribusi kedalam beberapa tempat, yaitu: danau, sungai dan anak sungai, tambak, embung serta waduk (Indarto, 2010).

Untuk air sungai yang digunakan sebagai air minum harus melalui pengolahan yang sempurna karena mengingat air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada

umumnya dapat mencukupi.

Air rawa dapat berwarna disebabkan oleh adanya zat – zat organik yang membusuk, misalnya asam yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O₂ kurang sekali (anaerob), maka unsur – unsur Fe dan Mn ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh alga (lumut) karena adanya sinar matahari dan O₂.

4. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah didalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Kedalaman air tanah tidaklah sama pada setiap tempat, tergantung pada tebal dan tipisnya lapisan permukaan diatasnya, serta tergantung pada kedudukan lapisan air tanah tersebut.

Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam :

- a. Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan bertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tapi lebih banyak megandung zat kimia (garam – garam yang terlarut) karena molekul lapisan tanah yang mempunyai unsur – unsur kimia tertentu untuk masing – masing lapisan tanah. Setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul yang merupakan air tanah dangkal. Dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air melalui sumur – sumur dangkal. Air tanah dangkal ini terdapat pada kedalaman 15,00 m.
- b. Air tanah dalam terdapat setelah lapis rapat air yang pertama.

Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga kedalaman (biasanya antara 100 – 300 m) akan didapatkan suatu lapisan air. Jika

tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur keluar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut sumur artesis. Jika air tak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini. Kualitas dari air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri.

Dampak negatif dari pengambilan air tanah secara berlebihan terhadap air tanah dan lingkungan sekitar adalah :

a. Penurunan Muka Air Tanah.

Air tanah merupakan satu bagian dalam proses sirkulasi alamiah. Jika pemanfaatan air tanah itu memutuskan sistem sirkulasi yakni jika air yang dipompa melebihi besarnya pengisian kembali (*recharge*) maka akan terjadi pengurangan volume air tanah yang ada. Berkurangnya volume air tanah itu akan kelihatan dalam bentuk penurunan permukaan air tanah (Mori, 1976).

b. Pencemaran Air Tanah.

Akibat pengambilan air tanah yang intensif di daerah tertentu dapat menimbulkan pencemaran air tanah yang intensif di daerah tersebut, dan dapat menimbulkan pencemaran air tanah dalam yang berasal dari air tanah dangkal. Sehingga kualitas air tanah yang semula baik menjadi menurun dan bahkan tidak dapat dipergunakan sebagai bahan baku air minum. Akibat pengambilan air tanah yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya intrusi air laut karena pergerakan air laut ke tanah.

c. Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air berasal dari air tanah dalam, hampir tak terpengaruh oleh musim serta kualitas dan kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya air ke permukaan tanah), mata air terbagi atas :

- 1) Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng.

- 2) Timbul, dimana air keluar kepermukaan pada suatudataran.

2.1.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air meliputi kebutuhan air untuk domestik (air rumah tangga) dan non domestik (pelayanan kantor, perniagaan, pariwisata, hidran umum, peabuhan, dsb), industri, pemeliharaan sungai, perikanan, peternakan, dan irigasi. Kebutuhan air domestik dan non domestik berdasarkan jumlah penduduk saat ini dan tahun yang diproyeksikan lalu dihitung berdasarkan pada jumlah penduduk dan kosumsi pemakaian air perkapita per hari. Untuk jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya diperoleh dari data sensus penduduk.

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Menurut Jumlah Penduduk

Kategori Kota	JumlahPenduduk	Sumbungan Rumah L/org/hr)	Sumbungan Umum (L/org/hr)	Kehilangan Air
Metropolitan	>1.000.000	190	30	20%
KotaBesar	500.000– 1.000.000	170	30	20%
KotaSedang	100.000– 500.000	150	30	20%
KotaKecil	20.000– 100.000	130	30	20%
Desa	<20.000		30	20%

(Sumber : Ditjen PU Cipta Karya, 2007)

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, memasak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya (Kharina, 2015). Kebutuhan air domestik (rumah tangga) dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan air perkapita. Kriteria penentuan kebutuhan air domestik yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, menggunakan parameter jumlah penduduk sebagai penentuan jumlah air yang dibutuhkan perkapita per hari. Adapun kriteria

tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Penentuan Kebutuhan Air Domestik

Jumlah Penduduk	Domestik (l/kapita/hr)	Non Domestik (l/kapita/hr)	Kehilangan Air (l/kapita/hr)
>1.000.000	150	60	5
500.000 –	135	40	4

(Sumber : Ditjen PU Cipta Karya, 2007)

1. Kebutuhan air untuk perkantoran
Kebutuhan air bersih untuk kantor ditetapkan 25 liter/pegawai/hari (Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU), yang merupakan rerata kebutuhan air untuk minum, wudhu, mencuci tangan atau kaki, kakus dan lain sebagainya yang berhubungan dengan keperluan air dikantor
2. Kebutuhan air untuk rumah sakit
Kebutuhan air untuk rumah sakit dihitung berdasarkan jumlah tempat tidur. Menurut Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU, pemakaian air untuk fasilitas kesehatan adalah sebesar 250 liter/tempat tidur/hari.
3. Kebutuhan air untuk pendidikan
Menurut Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU, kebutuhan air bersih untuk siswa sekolah adalah sebesar 25 liter/siswa/hari, lain sebagainya yang berhubungan dengan keperluan air di kantor.
4. Kebutuhan air untuk peribadatan
Kebutuhan air untuk peribadatan dihitung berdasarkan luas bangunan rumah ibadah (m^2). Satuan pemakaian air menurut Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU, untuk rumah peribadatan ditentukan sebesar 50 liter/siswa/hari.
5. Kebutuhan air untuk hotel

Kebutuhan air bersih untuk sarana perhotelan/penginapan didasarkan pada kebutuhan untuk tiap tempat tidur dan data jumlah tempat tidur yang ada. Satuan pemakaian air menurut Direktorat Teknik Penyehatan, Dirlend Cipta Karya DPU, untuk perhotelan ditentukan sebesar 200 liter/tempat tidur/hari.

6. Kebutuhan air untuk industri

Menurut Direktorat Teknik Penyehatan, Dirlend Cipta Karya DPU, pemakaian air untuk industri adalah sebesar 10% dari konsumsi air domestik

7. Kebutuhan air untuk lain-lain

Kebutuhan lain-lain meliputi kebutuhan air untuk mengatasi kebakaran, taman, dan penghijauan, serta kehilangan atau kebocoran air. Menurut Direktorat Teknik Penyehatan, Dirlend Cipta Karya DPU, kebutuhan air untuk umum, kehilangan air dan kebakaran diambil 45% dari kebutuhan air total domestik. Distribusi persentase kebutuhan sebagai berikut: 3% untuk umum yang berupa kebutuhan air untuk taman kota dan penghijauan, 28% untuk kehilangan air dan 14% untuk kebutuhan air pemadam kebakaran.

2.1.4 Sistem Distribusi dan Air Bersih

Sistem distribusi air bersih terbagi atas reservoir dan sistem perpipaan distribusi dijelaskan selengkapnya pada pernyataan dibawah ini:

a. Bak Penampung / Reservoir



Gambar 2.1 Bak Penampung / Reservoir

Reservoir adalah tangki yang terletak pada permukaan tanah maupun diatas permukaan tanah yang berupa tower air baik untuk sistem gravitasi ataupun pemompaan yang mempunyai 3 fungsi, yaitu:

- 1) Penyimpanan, berfungsi untuk :
 - a. Melayani fluktuasi pemakaian perjam
 - b. Cadangan air untuk pemadam kebakaran
 - c. Pelayanan dalam keadaan darurat, diakibatkan oleh terputusnya sumber pada transmisi, ataupun terjadinya kerusakan atau gangguan pada suatu bangunan pengolahan air.
- 2) Pemerataan aliran dan tekanan akibat variasi pemakaian di dalam daerah distribusi.
- 3) Sebagai distributor pusat atau sumber pelayanan dalam daerah distribusi.

Lokasi reservoir tergantung dari sumber topografi. Penempatan reservoir mempengaruhi system pengaliran distribusi, yaitu dengan gravitasi, pemompaan, atau kombinasi gravitasi pemompaan

- b. Sistem Perpipaan Distribusi



Gambar 2.2 Sistem Perpipaan Distribusi

Adalah sistem yang mampu membagikan air pada setiap konsumen dengan berbagai cara, baik dalam bentuk sambungan langsung rumah (*house connection*) atau sambungan melalui kran (*public tap*). Pada zat cair ideal sewaktu mengalir di dalam pipa tidak ada tenaga yang hilang, tetapi pada zat cair biasa yang mempunyai kekentalan terjadi gesekan antara zat cair dengan dinding pipa dan/atau antara zat cair dengan zat cair itu sendiri, sehingga terjadi kehilangan tenaga.

Perpipaan distribusi menyampaikan air ke masyarakat konsumen. Ada beberapa pola sistem jaringan distribusi, yaitu :

- 1) Sistem cabang (*branch*), Merupakan sistem sirip cabang pohon. Sistem perpipaan ada akhirnya (*bagian ujung*). Tapping untuk suplai ke bangunan dapat diperoleh dari cabang utama kecil (*sub-mains*) yang dihubungkan oleh pipa mains (*secondary feeders*). Pipa mains dihubungkan ke pipa utama (*trunk lines/primary feeders*). Aliran dalam perpipaan cabang selulusama.

Keuntungan:

- a) Pendistribusian sangat sederhana
- b) Perencanaan pipa mudah
- c) Ukuran pipa merupakan ukuran yang ekonomis

Kerugian:

- a) Endapan dapat berkumpul karena aliran diam bila flushing tidak dilakukan, sehingga dapat menimbulkan bau dan rasa.
 - b) Bila ada bagian yang diperbaiki, bagian bawahnya tidak akan mendapat air.
 - c) Tekanan berkurang bila area pelayanan bertambah.
- 2) Sistem loop/grid, tidak ada ujungnya. Air mengalir lebih dari satu arah.

Keuntungan:

- a) Air mengalir dengan arah bebas, tidak ada alirandiam.
- b) Perbaikan pipa tidak akan menyebabkan daerah lain tidak kebagian air, karena ada aliran dari arah lain.
- c) Pengaruh karena variasi/ fluktuasi pemakaian air dapat dikurangi (minimal).

Kerugian:

- a) Perhitungan perpipaan lebih kompleks
- b) Diperlukan lebih banyak pipa dan perlengkapannya (fit ings).

Tekanan air dalam sistem jaringan distribusi

Tekanan air dalam suatu sistem jaringan distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- a) Kecepatan aliran
- b) Diameter pipa
- c) Perbedaan ketinggian pipa

- d) Jenis dan umur pipa
- e) Panjang pipa

Dalam pendistribusian air bersih tekanan air juga bisa mengalami penurunan. Penyebab terjadinya penurunan tekanan adalah:

- a) Terjadinya gesekan antara aliran air dengan dinding pipa
- b) Jangkauan pelayanan.
- c) Kebocoran pipa
- d) Konsumen menggunakan mesin hisap(pompa)

2.1.5 Kehilangan Air

Masalah kehilangan air (Unaccounted For Water) masih merupakan salah satu masalah yang sangat besar bagi pengelola air minum di Indonesia. Tingkat kebocoran jaringan perpipaan sulit diukur secara teliti. Perusahaan Air Minum (PDAM) pada umumnya menggunakan selisih antara produksi dan penjualan untuk melukiskan efektivitas pelayanan air minum dan efisiensi upaya penurunan kehilangan air. Menurut prinsip analisis perimbangan air dari International Water Association, air yang terpakai tapi tidak terbayar dan air yang hilang dikategorikan sebagai air tak berekening (NRW -non revenue water). Menurut ketentuan yang berlaku, seluruh rumah tangga ataupun industri yang menggunakan jasa PDAM dalam penyediaan kebutuhan akan air harus dipasang meter air, dan rekening air harus dibayar berdasarkan hasil bacaan meter air.

Pemerintah kota diwajibkan memberikan kompensasi yang sewajarnya atas pemakaian air kelompok masyarakat tertentu. (*Nur Puji Ekawati, 2010*)

Kewajiban manajemen hanya mengontrol kehilangan air secara fisik. Kehilangan air dibagi menjadi kehilangan air secara manajemen dan kehilangan air secara fisik. Golongan tersebut terakhir terjadi di sarana berupa sambungan-sambungan pipa, dan pipa distribusi dalam kondisi operasional yang normal. Kehilangan air secara manajemen atau

secara komersial adalah kehilangan air yang disebabkan oleh hal-hal lain, dan ini bisa sangat berbeda. Tetapi kebanyakan penyebab itu sangat berkaitan dengan kesalahan prosedural manajemen atau kegagalan melaksanakan prosedur manajemen secara ketat.

Jenis-jenis penyebab kehilangan air secara manajemen pada umumnya:

1. Pendaftaran pengguna air terlambat atas sejumlah pelanggan baru, ataupun yang dikategorikan sebagai pelanggan yang berganti yang menyebabkan perusahaan air minum tak dapat menagih rekening tepat pada waktunya atau berdasarkan penggolongan tarif yang tepat
2. Jenis meter air tidak cocok, tingkat akurasi rendah, atau kalibrasi, pemeliharaan dan pergantian meter air tidak terlaksana sebagaimana mestinya.
3. Pembaca meter main taksir, atau pelanggan tidak membayar rekening tepat waktu
4. Penggunaan air di perkantoran pemerintah lokal, penyiraman kebun atau industri pemadam kebakaran tidak ditakar dengan meter air, atau tidak dibayar sejalan dengan prosedur yang berlaku
5. Sambungan liar atau penggunaan air tanpa meter air.

Penyebab-penyebab kehilangan air secara fisik:

1. Kebocoran pada sambungan pipa, hidran dan valve karena penyambungan dan pemeliharaan yang sembarangan.
2. Pipa atau tangki air bocor karena terbuat dari bahan yang tidak bermutu, pipa dan peralatannya tua atau karena tekanan yang berlebihan
3. Penggunaan air pada penggelontoran pipa dengan prosedur yang tidak normal
4. Kebocoran karena tekanan yang terlalu tinggi pada jaringan perpipaan dan tekanan yang muncul secara tak wajar.

Penanggulangan kehilangan air yang dilakukan ada yang bersifat penanggulangan darurat (emergency) maupun mengarah ke sifat analisis untuk membentuk suatu metoda pemeliharaan yang berkesinambungan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kebutuhan Air Bersih

1. Klasifikasi Golongan Pelanggan PDAM Pringsewu

Pengkatagorian kebutuhan air bersih menurut buku panduan pelanggan PDAM Pringsewu adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan sosial meliputi :
 - 1) Sosial umum :
Seperti : kamar mandi/wc umum.
 - 2) Sosial khusus :
Seperti : tempat ibadah,sekolah negeri dan swasta.
- b. Non niaga meliputi:
 - 1) Rumah tangga A:
Seperti : Rumah dengan type $< 21 \text{ m}^2$ yang berlokasi di perdesaan.
 - 2) Rumah tangga B:
Seperti : Rumah dengan type $\geq 21 \text{ m}^2$ yang berlokasi di perkotaan.
 - 3) Rumah tangga C:
Seperti : Tempat tinggal dan usaha yang menguntungkan.
- c. Niaga meliputi:
 - 1) Niaga kecil
Seperti : warung, penginapan / losmen.
 - 2) Niaga besar
Seperti : pasar swalayan, pompa bensin.
- d. Industri meliputi:
 - 1) Industri kecil
Seperti : usaha konveksi, kerajinan.
 - 2) Industribesar

Seperti : pabrik teh, pabrikgula.

e. Sekolah :

Seperti : play group, TK, SMP, SMA,dll. f.

f. Instansi Pemerintah

Seperti : Sarana instansi pemerintah, kantor kantor pemerintah.

2. Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Pringsewu

Dengan cara analisis data jumlah pelanggan dan realisasi penggunaan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

Kebutuhan = Jumlah Pelanggan * Realisasi Penggunaan

Dengan:

Kebutuhan = penggunaan (m³/tahun)

Jumlah pelanggan = pemakai (orang)

Realisasi penggunaan = kebutuhan realisasi (m³/plg/bln)

Kebutuhan airbersih yang akan datang untuk PDAM Pringsewu dapat diprediksikan dengan menggunakan analisis regresi linear.

Rumus yang dipakai adalah sebagai berikut (Sudjana, 1992:06).

$$Y = A + (B * x) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

$$Y = \text{Kebutuhan air bersih PDAM Pringsewu (m}^3\text{/tahun)}$$

$$A = \frac{\Sigma Y - B \Sigma X}{n}$$

$$B = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X . \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

x = Tahun Proyeksi

X = Tahun yang diketahui

Y = Kebutuhan menurut tahun yang di tinjau (m³ /tahun)

Kebutuhan air bersih untuk tiap-tiap Kecamatan dapat dirumuskan

sebagai berikut.

$$Y_t = Y_i + (Y_i + \% \text{ kehilangan air})$$

Dengan :

Y_t = Kebutuhan air bersih per Kecamatan (m^3 /tahun)

Y_i = Kebutuhan Kecamatan (m^3 /tahun)

% kehilangan air

Kebutuhan air bersih untuk tiap-tiap jenis pelanggan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_t = Y_i + (Y_i + \% \text{ kehilangan air})$$

Dengan :

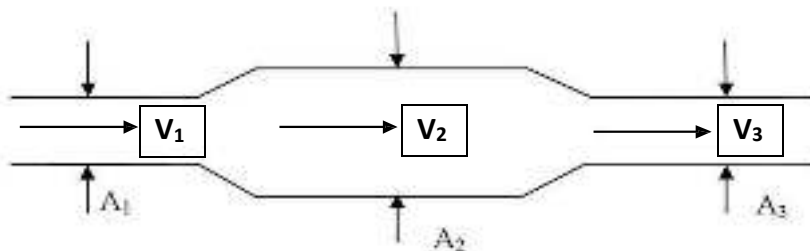
Y_t = Kebutuhan air bersih menurut jenis pelanggan (m^3 /tahun)

Y_i = Kebutuhan Kecamatan (m^3 /tahun)

% kehilangan air = Prosentase menurut jenis pelanggan (%)

2.2.2 Debit Aliran

Debit aliran air pada pengaliran dalam pipa dianggap konstan karena air dianggap fluida yang tidak dimampatkan. Oleh sebab itu berlaku persamaan kontinuitas :



Gambar 2.3. Debit Aliran Pipa

$$Q = A.V = \text{konstan}$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_n$$

$$\text{Atau } A_1.V_1 = A_2.V_2 = A_3.V_3 = A_n.V_n$$

Dimana :

Q = debit aliran (m³/det)

A = luas penampang aliran atau pipa (m²) V = kecepatan aliran (m/det)

Kecepatan suatu aliran dapat dihitung menggunakan persamaan Hazen Williams sebagai berikut. (Bambang Triatmodjo, 1992 : 62).

$$Q = 0,2785 \cdot Chw \cdot D^{2,63} \cdot S^{0,54}$$

Dengan

Q = Debit aliran pipa (m^3)

Chw = Koefisien kekasaran Hazen william

D = Diameter suatu pipa(m)

S = Kemiringan hidrolis (m/m)

Dengan menggunakan rumus diatas maka besarnya kecepatan dan debit aliran bisa dihitung.

2.2.3 Aliran Air

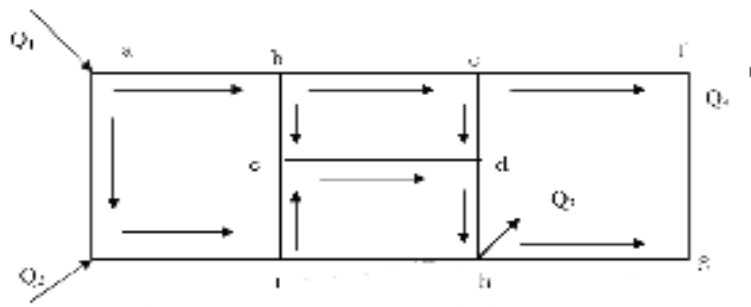
Pengertian zat cair dalam aliran dapat dibedakan menjadi dua macam aliran yaitu sebagai berikut :

1. Aliran Laminer adalah berlangsung dalam lapisan atau dalam jalur-jalur yang beraturan. Ciri-ciri aliran tersebut bahwa unsur unsur zat cair yang terpisah bergerak dalam lapisan-lapisan sejajar secara beraturan, seperti aliran air dalam tanah.
2. Aliran Turbulen adalah aliran dengan pergerakan berpusar. Ciri-ciri yang khusus bahwa aliran sesungguhnya yang di arahkan secara aksial timbul gerak- gerak sampingnya yang tidak beraturan dan berubah-ubah, sehingga berbagai jalur aliran akan saling mempengaruhi satu sama dan karenanya terjadi pusaran.

2.2.4 Jaringan Pipa

Sistem jaringan merupakan bagian yang paling mahal dari suatu perusahaan air minum. Oleh karena itu harus dibuat perencanaan yang teliti untuk mendapatkan sistem distribusi yang efisien. Jumlah atau debit air yang disediakan tergantung pada jumlah penduduk dan macam industri yang dilayani. (Iwan Rustanto, 2002)

Analisis jaringan pipa ini cukup rumit dan memerlukan perhitungan yang besar, oleh karena itu penggunaan komputer dalam analisis ini akan mengurangi kesulitan. Untuk jaringan pipa kecil, pemakaian kalkulator untuk perhitungan masih bisa dilakukan. Untuk menyelesaikan perhitungan sistem jaringan pipa, pada penelitian ini menggunakan metode Hardy Cross dan bantuan program komputer. (Deki Susanto, 2007)



Gambar 2.4 Contoh Sistem Jaringan Pipa

Aliran keluar dari sistem biasanya dianggap terjadi pada awal titik-titik simpul. Metode Hardy Cross ini dilakukan secara iteratif. Pada awal hitungan ditetapkan debit aliran melalui masing-masing pipa secara sembarang. Kemudian dihitung debit di semua pipa berdasarkan nilai awal tersebut. Prosedur hitungan diulangi lagi sampai persamaan kontinuitas di setiap titik simpul dipenuhi.

Prinsip metode Hardy Cross adalah bahwa debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar.

Pada jaringan pipa harus dipenuhi persamaan kontinuitas dan energi yaitu :

1. Aliran di dalam pipa harus memenuhi hukum-hukum gesekan pipa untuk aliran pipa dalam pipa tunggal.

$$HF = \frac{8L}{\pi} Q$$

Aliran yang masuk pada tiap-tiap titik harus sama dengan aliran yang keluar $\sum 0$.

2. Jumlah aljabar dari kehilangan energi dalam satu jaringan tertutup harus sama dengan nol $\sum 0$

Prosedur perhitungan dengan menggunakan metode Hardy Cross adalah sebagai berikut :

1. Pilih pembagian debit melalui tiap-tiap pipa Q_0 hingga terpenuhi syarat kontinuitas.
2. Hitung kehilangan energi pada tiap-tiap pipa dengan rumus $hf = k.Q^2$
3. Jaringan pipa dibagi menjadi sejumlah jaringan tertutup sedemikian hingga setiap pipa termasuk dalam paling sedikit satu jaringan.
4. Hitung jumlah kerugian tinggi energi sekeliling tiap-tiap jaring, yaitu \sum . Jika pengaliran seimbang maka $\sum = 0$.
5. Hitung nilai \sum^2 untuk tiap jaring.
6. Pada tiap jaringan diadakan koreksi debit ΔQ supaya kehilangan tinggi energi dalam jaringan seimbang. Adapun koreksinya adalah sebagai berikut :

$$\Delta Q = \frac{\sum}{\sum}$$

7. Dengan debit yang telah terkoreksi sebesar $Q = Q + \Delta Q$ prosedur dari 1 sampai 6 diulang hingga akhirnya ΔQ dengan Q adalah debit yang sebenarnya. Q adalah debit yang dimisalkan dan ΔQ adalah debit koreksi. Penurunan rumus diatas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Hf &= kQ^2 = k(Q^2 + 2Q\Delta Q + \Delta Q^2) \\ &= kQ^2 + 2Q\Delta Q + \Delta Q^2 \end{aligned}$$

Untuk $\Delta Q < Q$ maka $\Delta Q^2 = 0$

$$Hf = kQ^2 + 2Q\Delta Q$$

Jumlah kehilangan energi pada tiap jaringan adalah nol $\sum = 0$

$$Hf = kQ^2 + 2Q\Delta Q = 0$$

$$\Delta Q = \frac{\sum}{\sum}$$

Hitungan jaringan pipa sederhana dilakukan dengan membuat tabel untuk setiap jaring. Dalam setiap jaring tersebut jumlah aljabar kehilangan energi adalah nol dengan catatan aliran searah jarum jam (ditinjau dari

pusat jaringan) diberi tanda positif sedangkan yang berlawanan arah jarum jam bertanda negatif. Untuk memudahkan hitungan dalam tiap jaringan selalu dimulai dengan aliran yang searah jarum jam. Koreksi debit dihitung dengan rumus (2.11). Arah koreksi debit harus disesuaikan dengan arah aliran. Apabila dalam satu jaringan kehilangan energi karena aliran searah jarum jam lebih besar dari yang berlawanan ($\sum Q^2 > 0$) maka arah koreksi debit berlawanan dengan arah jarum jam (negatif). Jika suatu pipa menyusun dua jaringan maka koreksi debit untuk pipa tersebut terdiri dari dua buah Δ yang diperoleh dari dua jaringan tersebut. Hasil hitungan yang benar dicapai apabila $\Delta Q = 0$ (Bambang Triatmojo, 1993)

2.3 Analisa Jaringan Menggunakan Software

1. Epanet 2

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. EPANET menajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (water age) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan. EPANET di design sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Juga dapat digunakan untuk berbagai analisa berbagai aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan design, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa khlor, dan analisa pelanggan. EPANET dapat membantu dalam memanage strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu system. Semua itu mencakup :

- Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu sistem

- Alternatif pemompaan dlm penjadwalan pengisian/ pengosongan tangki.
- Penggunaan treatment, misal khlorinasi pada tangki penyimpanan
- Pen-target-an pembersihan pipa dan penggantinya.

Dijalankan dalam lingkungan windows, EPANET dapat terintegrasi untuk melakukan editing dalam pemasukan data, running simulasi dan melihat hasil running dalam berbagai bentuk (format), Sudah pula termasuk kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik, serta citra kontur.

2. Tahapan Menggunakan EPANET

Tahapan dalam menggunakan EPANET untuk pemodelan system distribusi air :

- a. Gambarj aringan yang menjelaskan system distribusi atau mengambil dasar jaringan sebagai file text.
- b. Mengedit properties dari object.
- c. Gambarkan bagaimana system beroperasi.
- d. Memilih tipe analisis.
- e. Jalankan (run) analisis hidolis/kualitas air.
- f. Lihat hasil dari analisis.

3. Metode Newton Raphson

Metode Newton Raphson merupakan metode pendekatan yang menggunakan satu titik awal dan mendekatinya dengan memperhatikan gradien pada titik tersebut. Metode ini dimulai dengan mencari garis singgung kurva pada titik $(x, f(x))$ Perpotongan garis singgung dengan sumbu x yaitu X_{i+1} , akan menjadi nilai x yang baru, dengan cara dilakukan berulang-ulang.

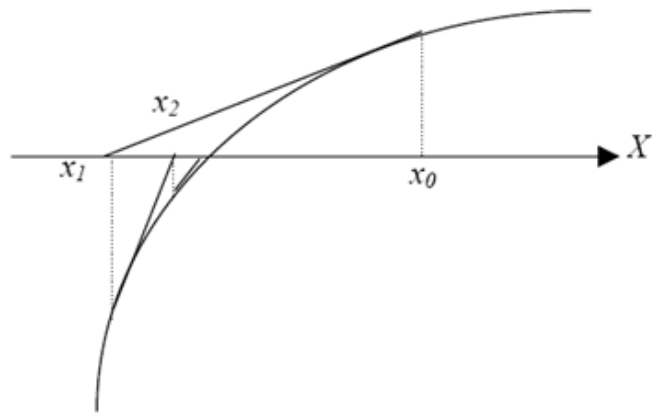
Metode Newton Raphson sering digunakan karena kesederhanaannya dan mempunyai konvergensi yang cepat. Karena metode ini merupakan metode Terbuka, maka tetap diperlukan nilai tebakan

awal. Jika terkaan awal pada akar adalah x_i , sebuah garis singgung (tangen) dapat ditarik dari titik $[x_i, f(x_i)]$. Titik dimana garis singgung ini memotong sumbu x biasanya menyatakan taksiran akar yang lebih baik.

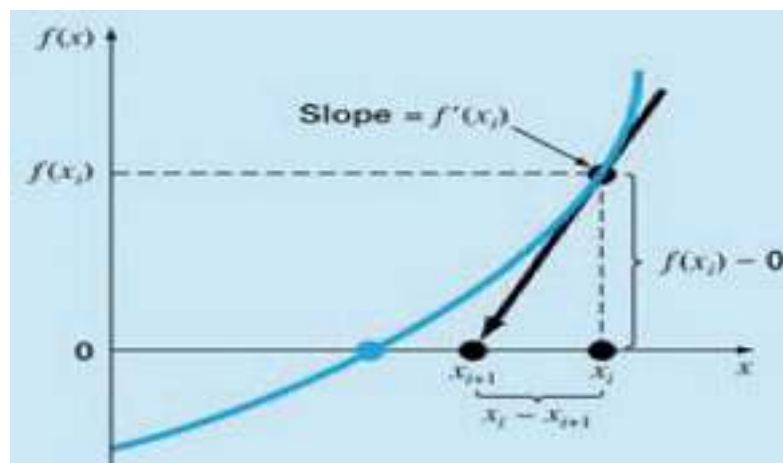
Titik pendekatan ke $n+1$ dituliskan dengan (berdasarkan tafsiran geometris):

$$X_{n+1} = X_n - \frac{f(X_n)}{f'(X_n)} \quad (1)$$

Metode Newton Raphson dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Pencarian akar menggunakan metode Newton Raphson



Gambar 2.5 Grafik Metode Newton-Raphson

Dikutip dari: Steven C. Chapra & Raymond P. Canale (2002).
Numerical

Methods for Engineers, *chapter 5*

Penurunan dan Analisis Galat Metode Newton-Raphson dari Uraian

Deret Taylor

Selain dari penurunan geometri, metode Newton-Raphson juga dapat dikembangkan dari Uraian deret Taylor. Penurunan alternatif ini berguna dalam memberikan wawasan tentang laju kekonvergenan metode. Berikut diulas mengenai deret Taylor sebagai

$$f(x_{i+1}) = f(x_i) + f'(x_i)(x_{i+1} - x_i) + \frac{f''(x_i)}{2}(x_{i+1} - x_i)^2$$

dimana e terletak sembarang dalam selang x_i sampai x_{i+1} . Suatu versi hampiran dapat diperoleh dengan memotong deret setelah suku turunan pertama:

$$f(x_{i+1}) \approx f(x_i) + f'(x_i)(x_{i+1} - x_i)$$

Pada perpotongan dengan sumbu x , $f(x_{i+1})$ akan sama dengan nol, atau:

$$0 = f(x_i) + f'(x_i)(x_{i+1} - x_i)$$

yang dapat diselesaikan untuk

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

yang identik dengan persamaan (1). Jadi kita sudah menurunkan rumus

Newton-Raphson dengan memakai deret Taylor.

Selain dari penurunan, deret Taylor juga dapat dipakai untuk menaksir galat rumus tersebut. Ini dapat dikerjakan dengan menyadari bahwa jika digunakan deret Taylor yang lengkap, maka akan diperoleh hasil yang esak.

Algoritma Metode Newton-Raphson

1. Definisikan fungsi $f(x_0)$ dan $f'(x)$.
2. Ambil range nilai $x=[a,b]$ dengan jumlah pembagi n .
3. Tentukan batas toleransi kesalahan (e) dan iterasi maksimumnya (n).
4. Tentukan nilai pendekatan awalnya, x_0 .
5. Hitung $f(x_0)$ dan $f'(x_0)$.
6. Untuk iterasi $i = 1 \dots n$ atau dengan batas $f(x_i) > e$

$$X_{n+1} = X_n - \frac{f(X_n)}{f'(X_n)}$$

7. Akar persamaan adalah nilai x_i yang terakhir diperoleh.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Podomoro salah satu Desa yang berada di Kecamatan Pringsewu Kabupaten Pringsewu Pripinsi Lampung. Desa Podommoro saat ini terdiri dari 3 Dusun dan 17 RT. Dengan rincian Dusun 1 ada 6 RT, Dusun 2 ada 5 RT dan Dusun 3 ada 6 RT. Jarak Desa Podomoro ke kecamatan berjarak 1 Km dan Jarak Desa Podomoro ke Kabupaten berjarak 5 Km dengan luas Desa Podomoro adalah 253 Ha.

Dengan jumlah penduduk 4479 jiwa.



Gambar 3.1 Peta Kabupaten Penelitian



Gambar 3.2 Desa Penelitian

3.2. Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Pengukuran debit di sumber air di desa Podomoro, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan metode Apung, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan benda apung.



Gambar 3.3 Aliran Debit Air Dari Sungai Way Sekampuh

3.3 Survey Perkembangan Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk disuatu wilayah sangat berpengaruh pada jumlah kebutuhan air di wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan pengambilan data jumlah penduduk yang akan digunakan untuk mengetahui kebutuhan air bersih.

3.4 Survey dan Investigasi Kebutuhan Air Baku untuk Air Bersih

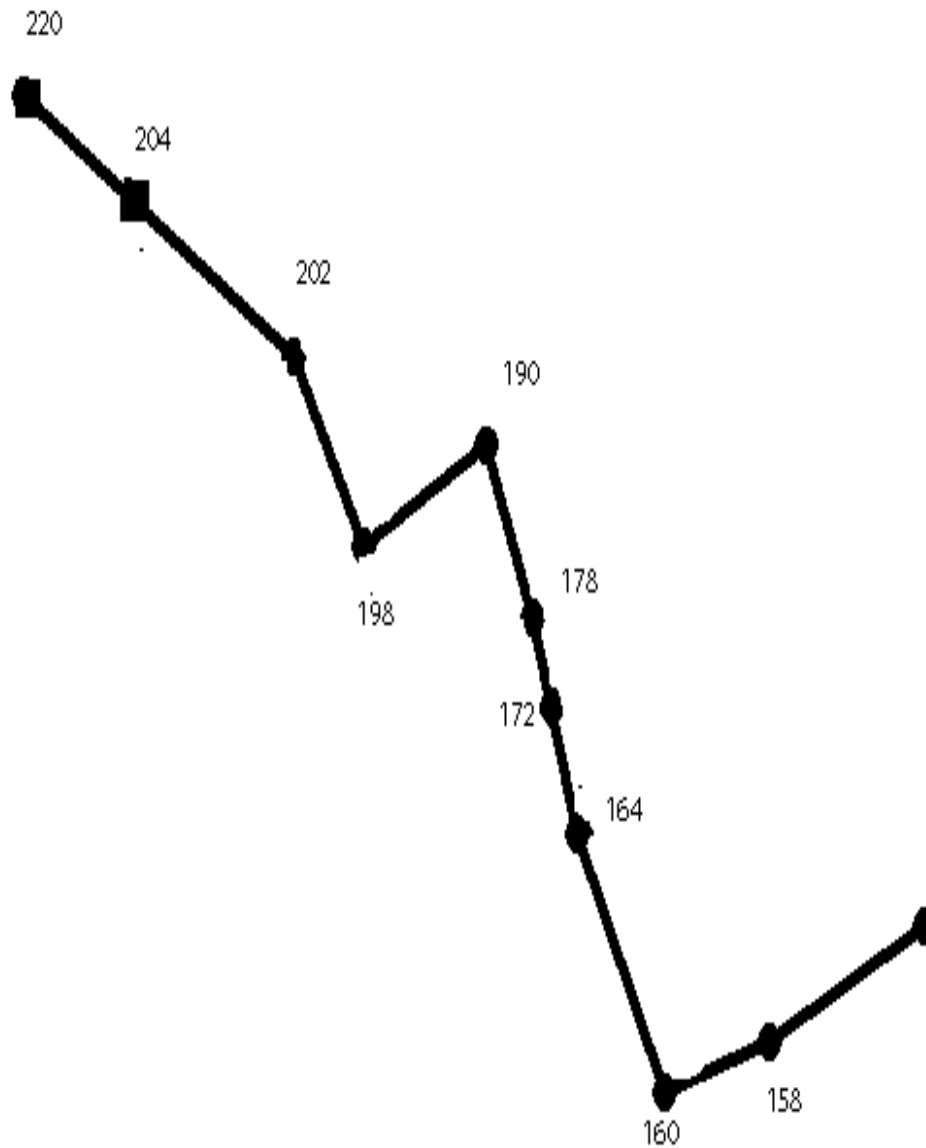
Survey dan investigasi dilakukan dengan cara wawancara dengan masyarakat, dan pemerintah desa. Berdasarkan hasil survey dapat diketahui karakteristik desa serta taraf hidup masyarakat sehingga besar kebutuhan air bersih rata-rata perkapita dapat diprediksi.

3.5 Desain Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Sumber mata air
Pemilihan sumber air harus dilakukan survey langsung dilapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan.
- b. Bangunan penangkap air
Bronkaptering adalah bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.
- c. Bak Penampung/Reservoir
Dibuat untuk menyimpan air apabila kebutuhan pemakai rendah, menyediakan air bila kebutuhan pemakai meningkat., kemudian di distribusikan ke daerah pelayanan/konsumen melalui jaringan pipa distribusi.
- d. Desain sistem jaringan pipa (transmisi)

Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan bantuan software EPANET

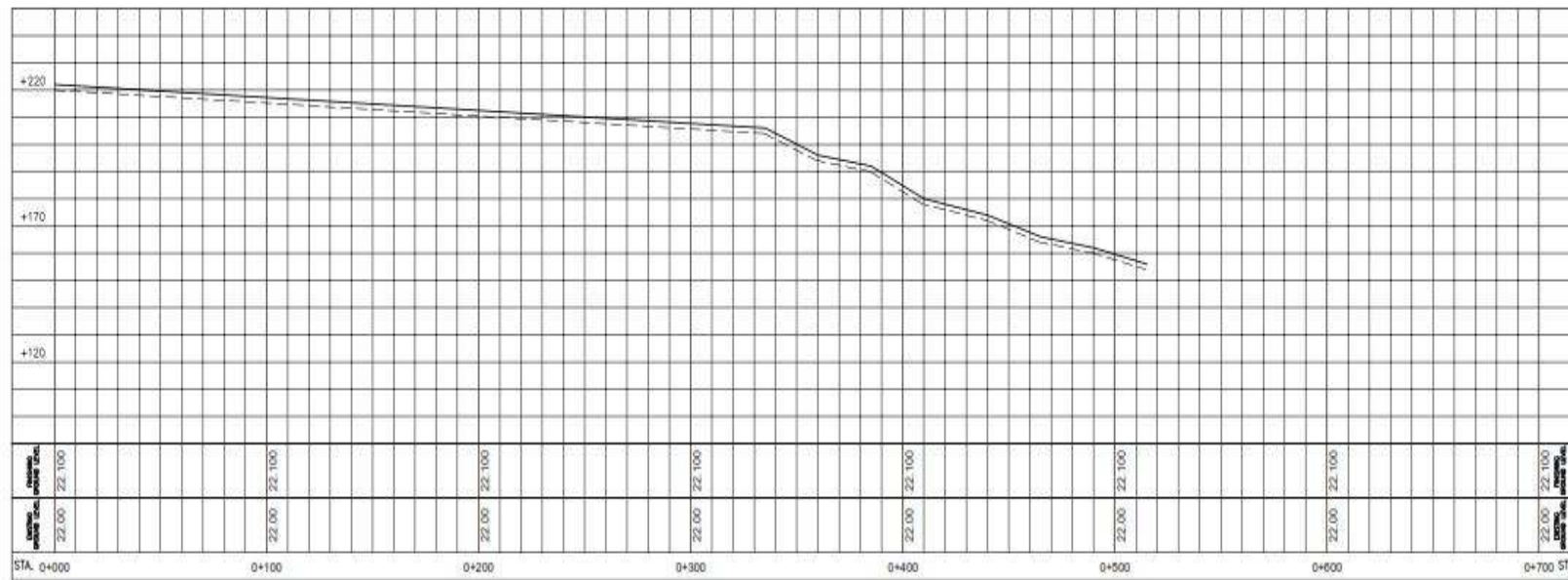


Gambar 3.4 Peta Topografi Jalur Pipa

KETERANGAN:

--- Level Muka Tanah Existing

— Rencana Pipa

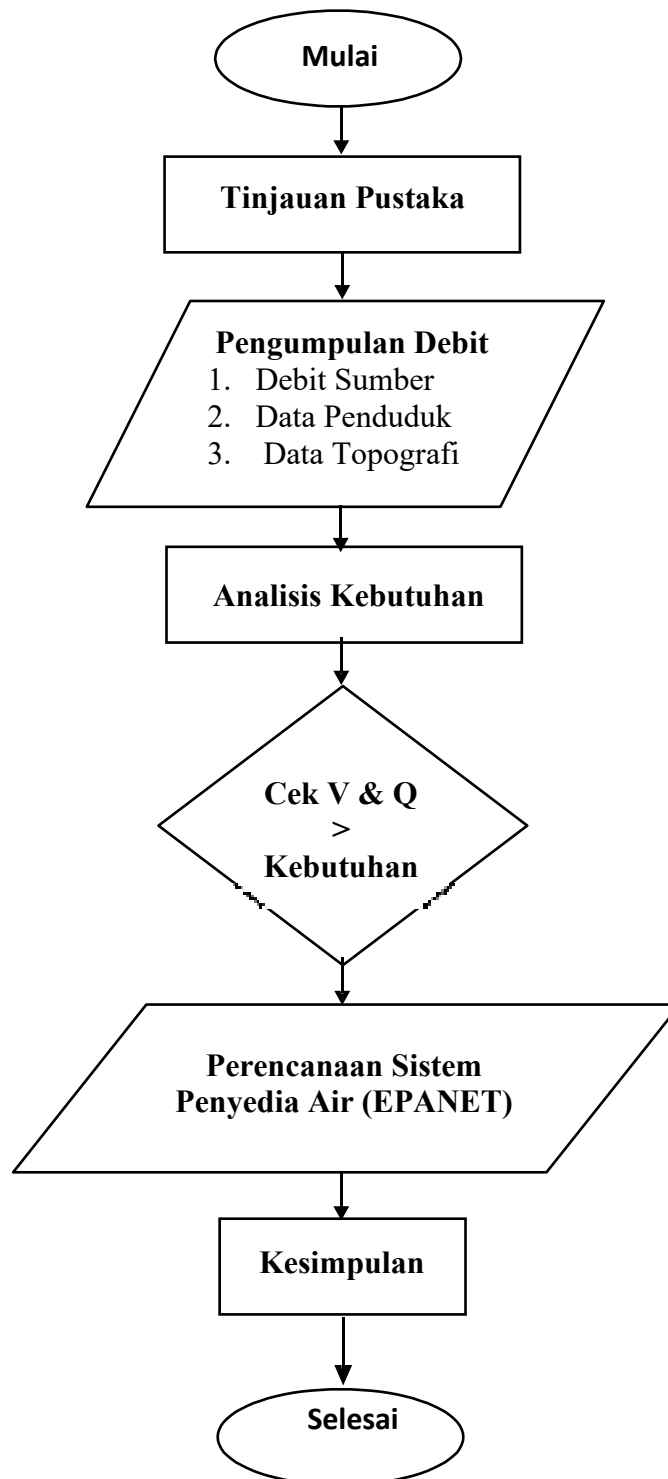


Tabel 3.1 Data Survey Pengukuran Jalur Pipa

<i>No</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>Id</i>
1	-2127	8813,56	5000	J1
2	6745,76	500.00	220	J2
3	1737,29	5406,78	205	J7
4	2974,58	6542,37	194	J12
5	4483,05	5864,41	190	J13
6	5330,51	5254,24	178	J16
7	6296,61	4728,81	172	J19
8	7703,39	3728,81	164	J22
9	8940,68	8940,68	160	J23
10	9788,68	5932,20	158	J24

3.6 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan berdasarkan langkah-langkah pekerjaan :



Gambar 3.6 Bagan Air Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum PDAM Pringsewu

Dari hasil survey sumber air yang terletak \pm 5 km dari Desa Podomoro diperoleh debit mata air 1 liter/detik. Pengukuran debit air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan Metode Apung. Pengukuran dilakukan pada musim kemarau selanjutnya dilakukan wawancara dengan beberapa penduduk untuk mengetahui apakah pernah terjadi debit yang lebih kecil, dan ternyata debit pada saat pengukuran merupakan debit yang terkecil selama beberapa tahun terakhir. Kawasan disekitar hulu sungai masih terjaga dengan baik sehingga diperkirakan tidak terjadi penurunan debit sampai sepuluh tahun yang akan datang.

Pencatatan hasil pengukuran debit air dengan Metoda Apung

Tanggal Pengukuran : 15 Juli 2020
Nama Sumber Air : PDAM Pringsewu
Lokasi Sumber air : Pringsewu
Kecamatan/Kabupaten :
Pringsewu/Pringsewu

Tabel 4.1. Perhitungan Luas Penampang

Titik	Lebar (L) (Meter)	Kedalaman (H)
Titik 1	4	1,2
Titik 2	4,3	1,35
Jumlah	8,3	2,55
Rata-rata	4,15	1,275

Luas penampang (A) merupakan hasil perkalian antara Lebar rata-rata (L)

saluran/aliran dengan Kedalaman rata-rata (H) saluran/aliran air.

dimana :

$A = \text{Luas Penampang (m}^2\text{)} \times \text{L rata-rata} = \text{Lebar rata-rata (meter)}$

$H \text{ rata-rata} = \text{Kedalaman rata-rata (meter)}$

$A = L \text{ rata-rata} \times H \text{ rata-rata}$

$A = 4,15 \times 1,275 \text{ m}$

$A = 7,2625 \text{ m}^2$

Penghitungan Kecepatan (v)

Panjang saluran/lintasan pengukuran (P) = 1,5 meter (Panjang lintasan harus tetap)

Tabel 4.2. Perhitungan Kecepatan

Pengulangan	Waktu Pengukuran (T) (detik)
Pengukuran 1	8
Pengukuran 2	7
Jumlah	15
Rata-rata	7,5

Kecepatan (v) adalah hasil pembagian antara panjang saluran/aliran (P) dibagi dengan waktu rata-rata (T rata-rata).

dimana :

$V = \text{Kecepatan (meter/detik)} \times P = \text{Panjang saluran (meter)}$

$T \text{ rata-rata} = \text{Waktu rata-rata (detik)}$

$$V = \frac{P}{T \text{ rata-rata}}$$

$$V = \frac{1,5}{7,5}$$

$$V = 0,2 \text{ m/dt}$$

Perhitungan Debit air

Debit air (Q) merupakan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/aliran dengan kecepatan (v) aliran air. Dimana:

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{Luas penampang saluran (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran air (m/detik)}$$

$$Q = A.V$$

$$Q = 7,2625 \times 0,2 = 1,4525 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q = 1452,5 \text{ l/dt}$$

4.2 Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air pada masyarakat. Dalam hal ini penelitian dilakukan pada Dusun 2 RT 001/RW 002 Desa Podomoro Kecamatan Pringsewu dengan jumlah penduduk 370 jiwa.

4.3 Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layanan air bersih untuk masyarakat Dusun 2RT 001/RW 002 Desa Podomoro adalah melalui Kran Umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari lebih besar dari standart perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 liter/orang/hari.

Berikut ini perhitungan debit kebutuhan air.

$$Q_d = y \times 60 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Q_d = 370 \text{ jiwa} \times 60$$

$$\text{liter/orang/hari} \quad Q_d = 370 \text{ jiwa} \times$$

$$60 \text{ liter/orang/hari} \quad Q_d =$$

$$22.200 \text{ liter/hari}$$

4.4 Analisis Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik. (Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990) Berikut ini perhitungan debit kehilangan air.

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 15\%$$

$$Q_a = (0,25 \text{ liter/detik} + 0,0125 \text{ liter/detik}) \times 15\%$$

$$Q_a = 0,04 \text{ liter/detik}$$

4.5 Analisis Kebutuhan Air Total

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

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

$$Q_t = 0,25 + 0,0125 + 0,04$$

$$Q_t = 0,3025 \text{ liter/detik}$$

4.6 Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum

Seiring dengan perkembangan kota, tuntutan masyarakat terhadap fasilitas yang disediakan oleh pemerintah akan meningkat termasuk kebutuhan air bersih yang memadai baik saat ini maupun untuk saat mendatang. Penggunaan air dari kota yang satu dengan kota yang lain berbeda.

Ketidaksamaan tersebut disebabkan oleh faktor cuaca, lingkungan hidup, penduduk, industri dan faktor faktor lainnya.

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor tertentu Pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,2. (Petunjuk Praktis perencanaan pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006)

$$Q_m = 1,1 \times Q_t$$

$$Q_m = 1,1 \times 0,3025$$

$$Q_m = 0,332 \text{ liter/detik}$$

$$Q_p = 1,2 \times Q_t$$

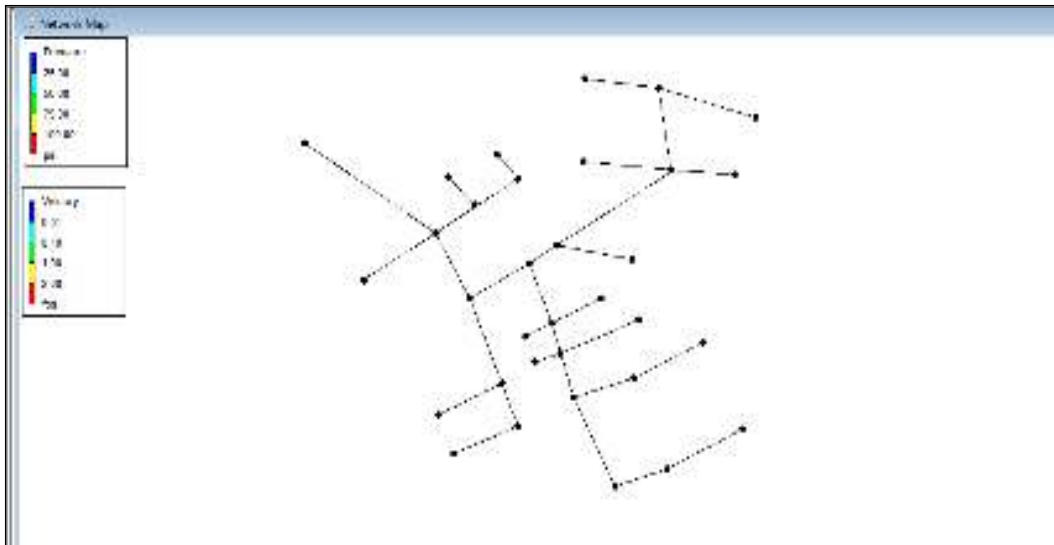
$$Q_p = 1,2 \times 0,3025$$

$$Q_p = 0,363 \text{ liter/detik}$$

4.7 Rencana Jaringan Pipa Primer

Desain Pipa Primer dari Bronkaptering sampai ke Reservoir menggunakan pipa jenis PVC. Penggunaan pipa PVC dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke reservoir dipasang dalam tanah. Dipakai pipa PVC karena sifatnya yang kuat tahan dari kebocoran. Perpipaan dihitung dengan bantuan program EPANET.

Tinjauan dimensi pipa terpasang dimaksudkan untuk mengetahui layak tidaknya dimensi pipa yang terpasang dalam mendistribusikan air dari reservoir untuk daerah Podomoro.



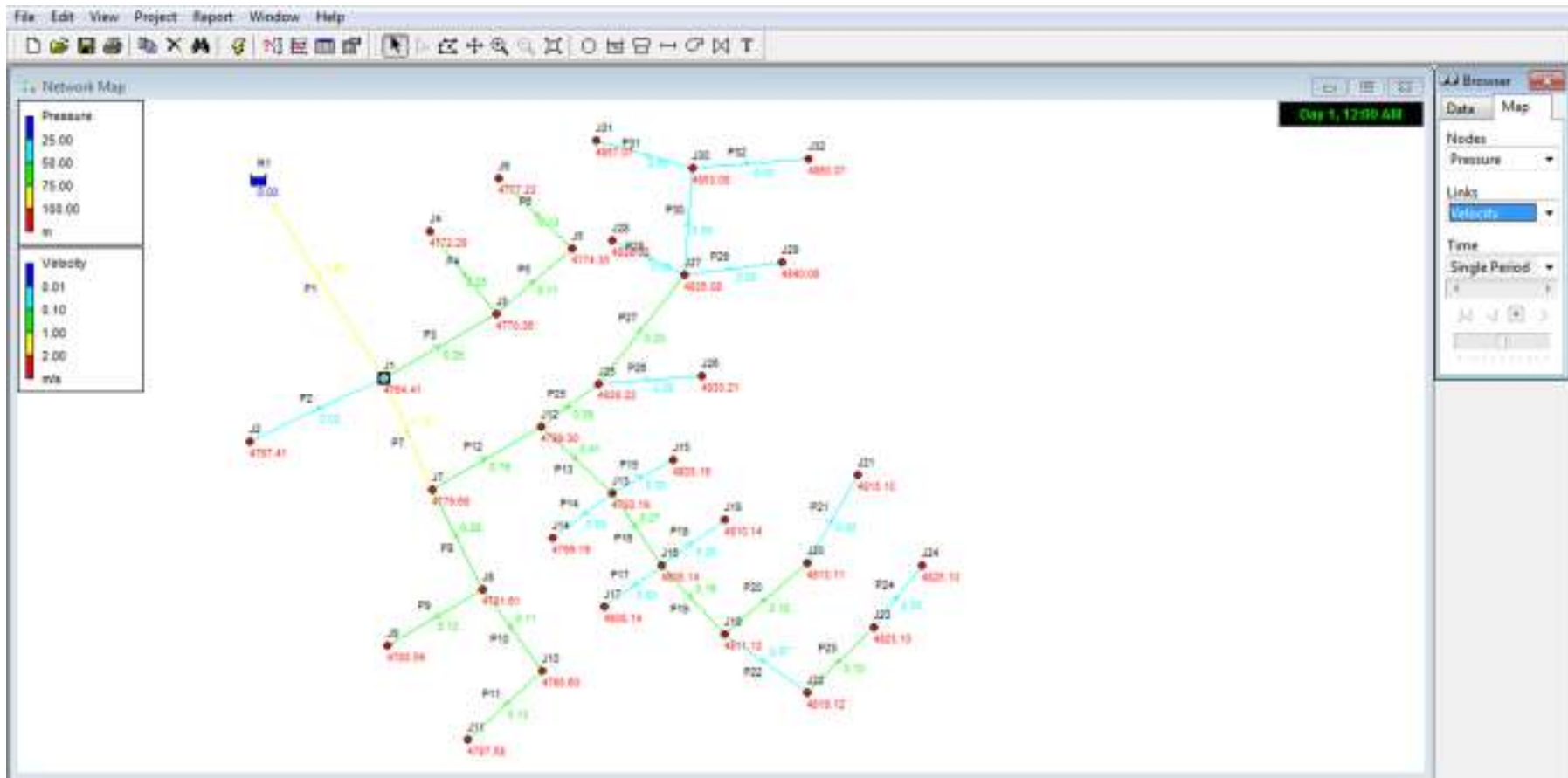
Gambar 4.1 Rencana Jaringan Pipa

Tabel 4.3. Data Pipa Model 1

No Pipa	Panjang (m)	Kekasaran (CHW)	Debit (mm/det)	Diameter (mm)	Elevansi
1	335	110	2.4	75	220
2	25	110	0.4	50	217
3	25	110	1.5	75	214
4	25	110	0.5	50	212
5	25	110	0.25	75	210
6	150	110	0.25	50	207
7	25	110	0.25	75	204
8	30	110	0.5	75	202
9	25	110	0.25	50	200
10	25	110	0.25	75	198
11	25	110	0.25	50	196
12	25	110	0.1	75	194
13	25	110	0.5	75	190
14	25	110	0.05	50	184
15	25	110	0.05	50	180
16	25	110	0.35	75	178
17	25	110	0.05	50	175
18	25	110	0.1	50	173
19	30	110	0.2	75	172
20	25	110	0.1	50	170
21	25	110	0.1	50	168
22	25	110	0.1	75	164
23	25	110	0.1	50	160
24	25	110	0.1	50	158
25	25	110	0.5	75	155
26	25	110	0.1	50	150
27	90	110	0.4	75	148
28	25	110	0.1	50	145
29	25	110	0.1	50	143
30	25	110	0.2	75	130
31	25	110	0.1	50	126
32	25	110	0.1	50	123

4.7.1 Model 1 Jaringan Pipa

Percobaan pertama ini peneliti mengasumsikan diameter pipa dari sumber atau broncaptering ke reservoir menggunakan pipa PVC diameter 75 (3 inch) pemilihan pipa PVC dikarenakan pemasangan pipa dari awal sumber hingga reservoir berada didalam tanah. Selanjutnya pipa ditanam didalam tanah dengan material pipa PVC diameter 75 mm(3inch) dan 40 mm (2,5 inch). Dari percobaan pertama ini, hasil nilai running program Epanet semuanya bernilai positif Gambar rencana jaringan pipa dan tabel keluaran (output) Epanet dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rencana Jaringan Pipa (Model 1)

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
Pipe P1	335	75	110	10.75	2.43	120.54	Open
Pipe P2	25	50	110	0.40	0.20	1.96	Open
Pipe P3	25	75	110	2.50	0.57	8.10	Open
Pipe P4	25	50	110	0.50	0.25	2.95	Open
Pipe P5	25	75	110	0.50	0.11	0.40	Open
Pipe P6	150	50	110	0.25	0.13	0.82	Open
Pipe P7	25	75	110	5.45	1.23	34.25	Open
Pipe P8	30	75	110	1.25	0.28	2.24	Open
Pipe P9	25	50	110	0.25	0.13	0.82	Open
Pipe P10	25	75	110	0.50	0.11	0.42	Open
Pipe P11	25	50	110	0.25	0.13	0.82	Open
Pipe P12	25	75	110	3.95	0.89	18.88	Open
Pipe P13	25	75	110	2.25	0.51	6.66	Open
Pipe P14	25	50	110	0.50	0.25	2.95	Open
Pipe P15	25	50	110	0.05	0.03	0.04	Open
Pipe P16	25	75	110	1.20	0.27	2.07	Open
Pipe P17	25	50	110	0.05	0.03	0.05	Open
Pipe P18	25	50	110	0.10	0.05	0.15	Open
Pipe P19	30	75	110	0.70	0.16	0.76	Open
Pipe P20	25	50	110	0.20	0.10	0.55	Open
Pipe P21	25	50	110	0.10	0.05	0.14	Open
Pipe P22	25	75	110	0.30	0.07	0.17	Open
Pipe P23	25	50	110	0.20	0.10	0.54	Open
Pipe P24	25	50	110	0.10	0.05	0.15	Open

Gambar 4.3 Parameter Link (Model 1)

Berdasarkan perhitungan model diatas, maka didapatkan analisa sebagai berikut :

Ø Pipa Jaringan	: 75 mm (PVC)	
	: 50 mm (PVC)	
Q	: 1452,5 lt/dt x 60 = 87150 lt/menit	
V	: 10,75 lt/dt	
Reservoir	: 5 m ³ = 5000 lt	
Waktu Pengisian Reservoir	: 5000/1452,5	= 3,442 dt
		= 0,05 menit
Waktu distribusi Reservoir	: 5000/10,75	= 465,12 dt
		= 7,75 menit
Waktu Pengisian Reservoir		
Selama distribusi	: 7,75 menit x 60 lt/menit	= 465,12 lt
		= 46.512 m ³
Standar Kebutuhan Air	: 60 lt/o/h	
Kebutuhan Air	: 60 x 370 (jumlah penduduk)	
	: 22.200 lt/o/h	
	: 22.200/2 (dibagi 2 waktu pagi sore)	
	: 11.1 lt/o/p-s=11,100m ³	

4.7.2 Model 2 Jaringan Pipa

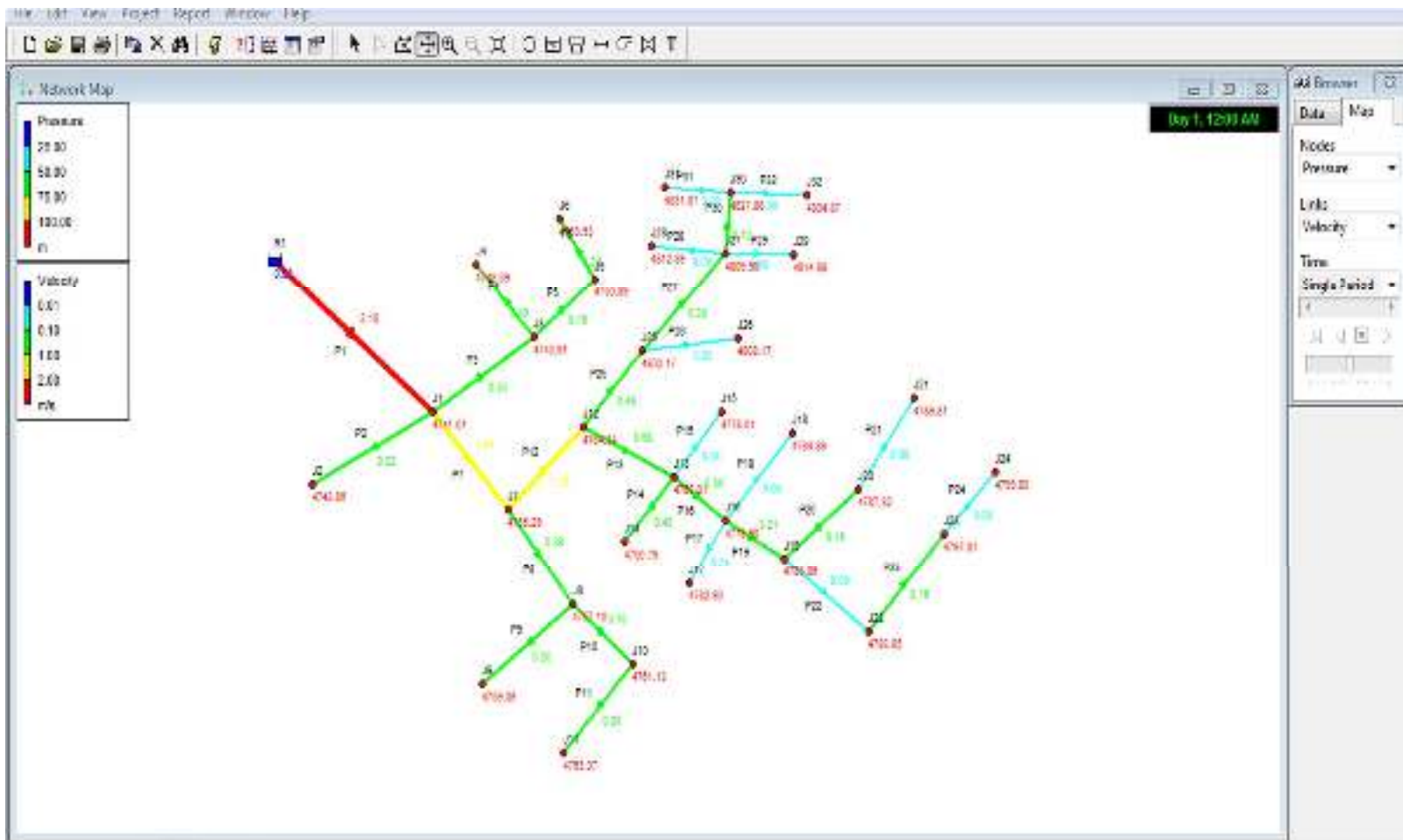
Percobaan pertama ini peneliti mengasumsikan diameter pipa dari sumber atau broncaptering ke reservoir menggunakan pipa PVC diameter 75 mm (3 inch) pemilihan pipa PVC dikarenakan pemasangan pipa dari awal sumber hingga reservoir berada didalam tanah. Selanjutnya pipa ditanam didalam tanah dengan material pipa PVC diameter 65 mm (2,5 inch). Dari percobaan kedua ini, hasil nilai running program Epanet kurang efisien dibandingkan dengan model 1 pada percobaan sebelumnya.

Gambar rencana jaringan pipa

dan tabel keluaran (output) Epanet dapat dilihat pada Gambar 4.4. berikut ini.

Tabel 4.4. Data Pipa Model 2

No Pipa	Panjang (m)	Kekasaran (CHW)	Debit (mm/det)	Diameter (mm)	Elevansi
1	335	110	2.4	65	220
2	25	110	0.4	40	217
3	25	110	1.5	65	214
4	25	110	0.5	40	212
5	25	110	0.25	65	210
6	150	110	0.25	40	207
7	25	110	0.25	65	204
8	30	110	0.5	65	202
9	25	110	0.25	40	200
10	25	110	0.25	65	198
11	25	110	0.25	40	196
12	25	110	0.1	65	194
13	25	110	0.5	65	190
14	25	110	0.05	40	184
15	25	110	0.05	40	180
16	25	110	0.35	65	178
17	25	110	0.05	40	175
18	25	110	0.1	40	173
19	30	110	0.2	65	172
20	25	110	0.1	40	170
21	25	110	0.1	40	168
22	25	110	0.1	65	164
23	25	110	0.1	40	160
24	25	110	0.1	40	158
25	25	110	0.5	65	155
26	25	110	0.1	40	150
27	90	110	0.4	65	148
28	25	110	0.1	40	145
29	25	110	0.1	40	143
30	25	110	0.2	65	130
31	25	110	0.1	40	126
32	25	110	0.1	40	123



Gambar 4.4 Rencana Jaringan Pipa (Model 2)

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Status
Pipe P1	335	65	110	10.23	3.08	220.83	0.030	Open
Pipe P2	25	40	110	0.40	0.32	5.81	0.045	Open
Pipe P3	25	65	110	2.50	0.75	16.25	0.037	Open
Pipe P4	25	40	110	0.50	0.40	8.76	0.043	Open
Pipe P5	25	65	110	0.50	0.15	0.82	0.046	Open
Pipe P6	150	40	110	0.25	0.20	2.43	0.048	Open
Pipe P7	25	65	110	4.93	1.49	57.15	0.033	Open
Pipe P8	30	65	110	1.25	0.38	4.50	0.041	Open
Pipe P9	25	40	110	0.25	0.20	2.43	0.048	Open
Pipe P10	25	65	110	0.50	0.15	0.82	0.046	Open
Pipe P11	25	40	110	0.25	0.20	2.43	0.048	Open
Pipe P12	25	65	110	3.43	1.03	29.21	0.035	Open
Pipe P13	25	65	110	1.73	0.52	8.22	0.039	Open
Pipe P14	25	40	110	0.05	0.04	0.13	0.065	Open
Pipe P15	25	40	110	0.05	0.04	0.13	0.065	Open
Pipe P16	25	65	110	1.13	0.34	3.74	0.041	Open
Pipe P17	25	40	110	0.05	0.04	0.13	0.065	Open
Pipe P18	25	40	110	0.03	0.02	0.06	0.076	Open
Pipe P19	30	65	110	0.70	0.21	1.54	0.044	Open
Pipe P20	25	40	110	0.20	0.16	1.61	0.050	Open

Gambar 4.5 Parameter Link (Model 2)

Berdasarkan perhitungan model diatas, maka didapatkan analisa sebagai berikut :

Ø Pipa Jaringan	: 65 mm (PVC)	
	: 40 mm (PVC)	
Q	: 1452,5 lt/dt x 60	= 87150 lt/menit
V	: 10,23 lt/dt	
Reservoir	: 5 m ³	= 5000 lt
Waktu Pengisian Reservoir	: 5000/1452,5	= 3,442 dt
	= 0,057 menit	
Waktu distribusi Reservoir	: 5000/10,23	= 488,76 dt
	= 8,146 menit	
Waktu Pengisian Reservoir Selama distribusi	: 8,146 menit x 60 lt/menit	= 488,76 lt
		= 48,876m ³
Standar Kebutuhan Air	: 60 lt/o/h	
Kebutuhan Air	: 60 x 370 (jumlah penduduk)	
	: 22.200 lt/o/h	
	: 22.200/2 (dibagi 2 waktu pagi sore)	
	:11.1 lt/0/p-s	= 11,100 m3

Tabel 4.5 Komparasi Jaringan Pipa Model 1 & Model 2

No	Data	Model 1	Model 2
	Diameter Pipa	75mm & 50mm	65mm & 40mm
	Hasil	Model 1	Model 2
1	Q	10,75 I/dt	10,23 I/dt
2	V	2,43 m/dt& 0,20m/dt	3,08 m/dt&0,32m/dt
3	Waktu	7,75 menit	8,146 menit

Berdasarkan hasil perhitungan diatas peneliti menyimpulkan model 1 sebagai

perhitungan yang lebih efisien terhadap waktu yang dibutuhkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

1. membutuhkan air bersih di desa Podomoro sebesar 22.200 liter/org
2. Berdasarkan analisa dari 2 percobaan model jaringan yang telah dilakukan, model 1 dengan pipa PVC diameter 75 mm (3 inci) & pipa PVC diameter 50 (2 inci) di dapat $Q=10,75$ l/dt $V=2,43$ m/dt waktu yang di butuhkan 7,75 menit,dan pipa model 2 dengan pipa PVC diameter 65 (2,5 inci) & pipa PVC diameter 40 (2 inci) di dapat $Q=10,23$ l/dt $V=3,08$ m/dt waktu yg di butuhkan 8,146 menit
3. Dari perbandingan model 1 dan model 2 menyimpulkan bahwa model ke 2 lebih efisien karena lebih irit biaya dan waktu yang di perlukan tidak beda jauh dengan model 1.

1.2. Saran

1. Petugas pengelola air sebaiknya memperluas pengetahuan tentang aplikasi design jaringan pipa supaya lebih mudah dan cepat.
2. Pemerintah sebaiknya selalu memantau tentang peraturan standar dan spesifikasi baik dari segi perencanaan maupun bahan material buku yang sudah menjadi standarisasi perencanaan jaringan air bersih seperti RPIJM Bidang PU/Cipta Karya.

DAFTAR PUSTAKA

- Deki Susanto, 2007. *The Distribution Analysis at Distribution Net Pipeline at Sondakan Sub-Zone of PDAM Surakarta by Simultaneous Loop Equation Method*. Thesis. Surakarta : Industry Department of Industry Faculty, Sebelas Maret University.
- DPU Dirjen Cipta Karya, 1996.
- M. Daud Silalahi, Desember 2002, Majalah Air Minum, hal.52, Edisi No.97. Manar Badr, Mariam Salib dan Marwa Abdelrassoul. 2011. *Water Resources* Notoatmodio, D. (2007). *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta. Penerbit: Rineke Cipta.
- Streeter, Victor L. Et all, 1998, *Solutions Mannual to Company Fluid Dinamics, McGraw-Hil I Book Company*, United State of America.
- Suryana, R. (2013). *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal Di Kecamatan Biringkanayya*, Kota Makassar.
- Walangitan, M. R., Sapulete, M., & Pangemanan, J. (2016). *Gambaran Kualitas Air Minum Dari Depot Air Minum Isi Ulang Di Kelurahan Ranotana-Weru Dan Kelurahan Karombasan Selatan Menurut Parameter Mikrobiologi*. *Jurnl Kedokteran Komunitas dan Tropik*.
- Wandrivel, R., Suharti, N., & Lestari, Y. (2012). *Kualitas Air Minum Yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi*. *Jurnal Kesehatan Andalas*.

LAMPIRAN