



**PERENCANAAN SISTEM PERPIPAAN JARINGAN
DISTRIBUSI AIR BERSIH**

*(Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten
Situbondo, Jawa Timur)*

SKRIPSI

Oleh

Ion Ahmad Suwandi
NIM 121710201049

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**PERENCANAAN SISTEM PERPIPAAN JARINGAN
DISTRIBUSI AIR BERSIH**

*(Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten
Situbondo, Jawa Timur)*

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Ion Ahmad Suwandi
NIM 121710201049

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS JEMBER
2017
PERSEMBAHAN**

“Saya persembahkan skripsi ini untuk Almarhumah Ibu Elly Asiyatidan Bapak Sutiono Atif tercinta yang memberikan ketulusan doa, dukungan serta semangat yang luar biasa.”



MOTTO

Kalau ingin melakukan perubahan jangan tunduk terhadap kenyataan, asalkan kau yakin di jalan yang benar maka lanjutkan. Perjalanan mencari ilmu adalah nilai yang kau tabung untuk hari esok.

-K.H Abdurrahman Wahid-

Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah
(HR.Turmudzi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ion Ahmad Suwandi

NIM : 121710201049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ***“Perencanaan Sistem Perpipaan Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur)”*** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 November 2017

Ion Ahmad Suwandi
NIM 121710201049

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PERPIPAAN JARINGAN
DISTRIBUSI AIR BERSIH**

*(Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten
Situbondo, Jawa Timur)*

Oleh

Ion Ahmad Suwandi

NIM 121710201049

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

: Dr. Sri Wahyuningsih, S.P.,

M.T

Dosen Pembimbing Anggota

: Prof. Dr. Indarto S. TP., DEA.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **“Perencanaan Sistem Perpipaan Jaringan Distribusi Air Bersih** (*Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur*)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari/tanggal : Senin, 21 November 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.
NIP. 197211301999032001

Prof., Dr. Indarto, S.TP., DEA.
NIP. 197001011995121001

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP.,
M.Eng., Ph.D
NIP. 198410082008121002

Dr. Yeny Dhokhikah S.T., M.T
NIP. 197301271999023002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009



RINGKASAN

Perencanaan Sistem Perpipaan Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur); Ion Ahmad Suwandi 121710201049; 2017; 38 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jaringan distribusi air bersih. Penelitian dilaksanakan di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo. Perencanaan sistem perpipaan jaringan distribusi air bersih menggunakan bantuan *software* EPANET 2.0. Input yang dibutuhkan dalam penelitian adalah: pengukuran debit, data GPS, panjang jaringan, serta daerah layanan. Data lain yang dibutuhkan yaitu jumlah penduduk Dusun Pelabuhan. Pembuatan peta lokasi dibuat menggunakan bantuan *software* Quantum GIS. Penelitian ini menghasilkan; nilai tekanan dan kecepatan aliran air dalam pipa, peta lokasi penelitian, peta jaringan perpipaan dan gambar simulasi jaringan perpipaan jaringan distribusi air baku untuk air minum. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah sebuah gambar visualisasi jaringan distribusi. Selain gambar jaringan dari penelitian yang dilakukan juga menghasilkan data pendukung untuk merencanakan sebuah jaringan distribusi. Hasil dari simulasi program EPANET 2.0 dinyatakan dapat dijalankan sesuai perhitungan yang telah dilakukan. Hal itu dibuktikan dengan dilakukan evaluasi menggunakan standar parameter hidrolis yang ditinjau dari aspek tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa.

SUMMARY

Planning the system piping clean water distribution network (Case Studies In The Village Of Agel, Jangkar, Situbondo, East Java); Ion Ahmad Suwandi 121710201049; 2017; 38 Pages; Department Of Agricultural Engineering Faculty Of Agricultural Technology University Of Jember.

This research aims to plan clean water distribution network. The research implemented at Agel, discrit Jangkar, Situbondo regency. Planning the system piping clean water distribution network using software EPANET 2.0. The main input for this study is discharged measurement, GPS data, the length of the network, and area service. Other data required in reseacrh the number of residents. Location map created using Quantum GIS. This research of resulted in: the value pressure and the speed water flow in pipes, location research, map piping network and the image simulation of the piping network water distribution for water drink. The results obtained in this study of image visualizing distribution network. In addition to the picture of the network research conducted as well generate supporting data to plan a distribution network. Other result of research earn data to plan a distribution network. The result of the simulation program EPANET 2.0 stated can be executed according the calculations have been done. Evidenced by the evaluation carried using standard parameters hidrolis reviewed aspects of pressure and flow velocities in pipe.

PRAKATA

Rasa syukur ke hadirat Allah SWT yang tak pernah lupa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang luar biasa besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “***Perencanaan Sistem Perpipaan Jaringan Distribusi Air Bersih*** (*Studi Kasus di Dusun Pelabuhan, Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

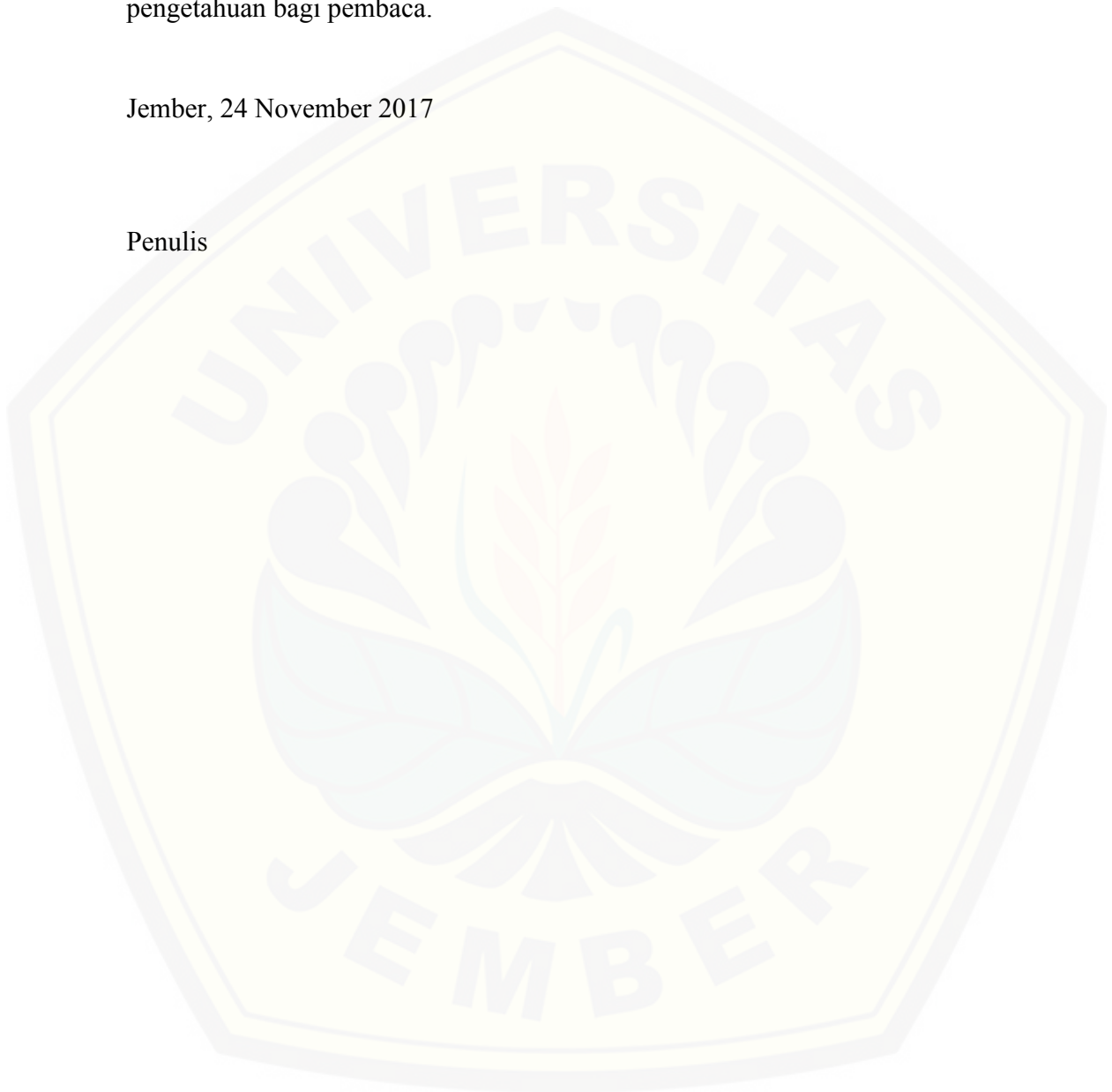
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis menyampaikan rasa terima kasih yang teramat dalam kepada:

1. D.r. Sri Wahyuningsih, S.P., M.Tselaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
2. Prof., Dr. Indarto, S.T.P., DEA.selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D dan Dr. Yeny Dhokhikah S.T., M.T Selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, serta bimbingan yang membangun dalam perbaikan penulisan skripsi ini;
4. Dr. Dedy Wirawan S.T.P., M.Si. selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Keluarga, dan sahabat-sahabat TEP 2012 yang telah berbagi kisah, suka duka, dan pengalaman selama masa perkuliahan;
6. Sahabat-sahabatku (A. Zaini, Rendy S.B Fhajar Sidik Moh Fadli), terima kasih atas segala doa, semangat, bantuan dan motivasinya;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kesalahan. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 24 November 2017

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Mata Air	3
2.2 Kebutuhan Air	3
2.3 Persyaratan Air Bersih	4
2.3.1 Persyaratan Kuantitas (Debit)	4
2.3.2 Persyaratan Tekanan dan Kecepatan	5
2.3.3 Persyaratan Kontinuities	5
2.4 Pola Jaringan Perpipaan	5
2.4.1 Pola Jaringan Perpipaan Melingkar	5
2.4.2 Pola Jaringan Perpipaan Bercabang	6
2.4.3 Pola Jaringan Perpipaan Gabungan	7

2.5	Software EPANET	7
2.6	Kemampuan Hidrolis EPANET	8
BAB 3. METODOLOGI		9
3.1	Waktu dan Tempat	9
3.2	Alat dan Bahan	10
	3.2.1 Alat	10
	3.2.2 Bahan	10
3.3	Diagram Alir Penelitian	10
3.4	Tahapan Penelitian	12
	3.4.1 Inventarisasi Data	12
	3.4.2 Pembuatan Peta	13
	3.4.3 Simulasi Jaringan Perpipaan Menggunakan Model EPANET	14
3.5	Metode Analisis Data	19
BAB 4. PEMBAHASAN		21
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	21
4.2	Peta Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum Dusun Pelabuhan	22
4.3	Analisis Kebutuhan Air Baku Air Minum dan Kapasitas Debit Sumber	22
4.4	Kebutuhan Air Baku Air Minum Setiap Tandon	24
4.5	Skema Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum Dusun Pelabuhan	26
4.6	Simulasi Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum Dusun Pelabuhan	27
	4.6.1 Nilai Tekanan Air Dalam Pipa Distribusi	28
	4.6.2 Nilai Kecepatan Air Dalam Pipa Distribusi	30
4.7	Evaluasi Nilai Tekanan dan Kecepatan Air Dalam Pipa Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum	32
4.8	Analisis Tinggi Sumber Air	34
BAB 5. PENUTUP		35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36



DAFTAR TABEL

2.1 Kebutuhan Air Penduduk Kategori Desa	4
3.1 Standar Parameter Hidrolis	20
3.2 Evaluasi Tinggi Lokasi Sumber Air	20
4.1 Titik Koordinat Sumber Air dan Debit	21
4.2 Kebutuhan Total Air Baku Air Minum	23
4.3 Kebutuhan Air Total Saluran Rumah Tangga Tandon 1	24
4.4 Kebutuhan Air Total Saluran Rumah Tangga Tandon 2	24
4.5 Kebutuhan Air Total Saluran Rumah Tangga Tandon 3	25
4.6 Kebutuhan Air Total Saluran Rumah Tangga Tandon 4	25
4.7 Nilai Tekanan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 1	29
4.8 Nilai Tekanan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 2	29
4.9 Nilai Tekanan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 3	29
4.10 Nilai Tekanan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 4	30
4.11 Nilai Kecepatan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 1	31
4.12 Nilai Kecepatan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 2	31
4.13 Nilai Kecepatan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 3	31
4.14 Nilai Kecepatan Air Dalam Pipa Distribusi (SR) Tandon 4	32
4.15 Nilai Elevasi, Jarak Pipa, Tekanan dan Kecepatan Aliran Pipa Tandon	33
4.16 Nilai Tekanan dan Kecepatan Aliran Pipa Distribusi	33
4.17 Nilai Elevasi dan Jarak Pipa Jaringan Distribusi	34

DAFTAR GAMBAR

2.1 Pola Jaringan Perpipaan Melingkar	6
2.2 Pola Jaringan Perpipaan Bercabang	7
3.1 Peta Lokasi Penelitian	9
3.2 Diagram Alir Penelitian	11
3.3 Jaringan Perpipaan Model EPANET	14
3.4 Dialog Project Default (EPANET)	15
3.5 Dialog Map Option (EPANET)	16
3.6 Map Dimensions (EPANET)	17
3.7 Lembar Kerja Epanet(EPANET)	17
3.8 Contoh Tabel Run Pada Link (EPANET)	19
4.1 Peta Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum	22
4.2	
Peta Daerah Layanan Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum	26
4.3 Skema Jaringan Distribusi Air Bakun Air Minumn	27
4.4 Simulasi Jaringan Distribusi Model EPANET	28

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Sumber Air 1	37
Gambar Sumber Air 2	37
Gambar Simulasi Jaringan Distribusi Air Baku untuk Air Minum Dusun Pelabuhan	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Hingga saat ini penyediaan air bersih untuk masyarakat masih mendapatkan permasalahan yang belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang ada pada saat ini adalah rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat, terutama di daerah pedesaan.

Air baku untuk air minum merupakan salah satu kebutuhan yang sangat mendasar bagi manusia karena dibutuhkan terus menerus dalam sehari-hari untuk bertahan hidup. Bertambahnya penduduk akan semakin meningkat juga penggunaan air bersih disuatu daerah.

Desa Agel merupakan desa yang berada di daerah dataran rendah yang memiliki potensi perairan yang cukup untuk kebutuhan rumah tangga maupun pertanian. Dusun Pelabuhan adalah salah satu dusun yang terdapat di Desa Agel. Dusun tersebut terdapat dua sumber mata air yang dijadikan warga sebagai air baku untuk air minum. Permasalahan yang timbul adalah, warga sering mengantri untuk mendapatkan air bersih tersebut. Hal itu dikarenakan waktu pengambilan air secara bersamaan dan jarak tempuh yang cukup jauh. Oleh pemerintah desa tidak ada upaya untuk mengembangkan air sumber tersebut. Agar memudahkan mendapatkan air baku untuk air minum perlu adanya upaya untuk membangun jaringan distribusi air yang dapat mengalirkan air sumber tersebut sampai ke pemukiman warga Dusun Pelabuhan.

Perancangan jaringan distribusi air menggunakan bantuan *software* EPANET. Aplikasi EPANET merupakan program komputer yang mampu menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air di dalam jaringan pipa (Rossman, 2000: 1-2).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu, bagaimana untuk merancang jaringan distribusi air baku untuk air minum sistem perpipaan menggunakan model EPANET.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu menyajikan rancangan jaringan distribusi air baku untuk air minum Dusun Pelabuhan menggunakan simulasi EPANET 2.0.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu membuat rancangan sistem perpipaan jaringan distribusi air baku air minum warga Dusun Pelabuhan menggunakan *software* EPANET 2.0.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan informasi tentang dasar perancangan sistem perpipaan jaringan distribusi air baku untuk air minum.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa dalam hal perencanaan jaringan distribusi air minum.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mata Air

Menurut Sutrisno (1991: 12-20), mata air merupakan air tanah yang keluar dari permukaan dengan sendirinya. Mata air tersebut kualitasnya sama dengan kualitas air dalam. Berdasarkan kemunculan mata air tersebut terbagi atas rembesan dan umbul. Rembesan air adalah air yang keluar dari lereng-lereng sedangkan air umbul merupakan air yang keluar kepermukaan pada suatu daratan. Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi.

2.2 Kebutuhan Air

Penyediaan air bersih selain kualitas dan kuantitasnya harus berlaku. Sehingga pengawasan terhadap kualitas air minum agar tetap memenuhi syarat-syarat kesehatan berdasarkan Permenkes RI No 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum (Permenkes, 2002).

Menurut Sunjaya dalam Karsidi (1999 :18) Ditinjau dari jumlah air yang dibutuhkan manusia, kebutuhan dasar air bersih adalah jumlah minimal yang perlu disediakan agar manusia dapat hidup secara layak yaitu memperoleh air yang diperlukan untuk aktivitas dasar sehari-hari. Ditinjau dari segi kuantitasnya kebutuhan air menurut Sunjaya adalah:

- a. Kebutuhan minum dan mengolah makanan 5 liter/orang per hari.

- b. Kebutuhan air higien yaitu untuk mandi dan membersihkan dirinya 25-30 liter/orang per hari.
- c. Kebutuhan untuk mencuci pakaian dan peralatan 25-30 liter/orang per hari.

Penentuan jumlah jiwa dalam 1 KK menurut PERMENPU No. 14/PRT/M/2010 tentang standar pelayanan air bersih dengan asumsi 1 KK setara dengan 5 jiwa. Menurut kebijakan operasional DPU Cipta Karya yang merupakan standar pemerintah, kebutuhan air domestik berdasarkan kategori desa ditunjukkan pada Tabel 2.1 No 6.

Tabel 2.1 Kebutuhan air penduduk kategori desa

No	Kategori	Jumlah Penduduk	Penyediaan Air (L/org/hari)		Kehilangan	Faktor Jam Puncak
			SR	HU		
1	Kota Metropolitan	> 1.000.000	170	30	20%	1,65-2
2	Kota Besar	500.000-1.000.000	150	30	20%	1,65-3
3	Kota Sedang	100.000-500.000	130	30	20%	1,65-4
4	Kota Kecil	20.000-100.000	100	30	20%	1,65-5
5	Ibukota Kecamatan	< 20.000	90	30	20%	1,65-6
6	Desa	3.000-10.000	70	30	20%	1,65-7

Sumber: DPU Cipta Karya, 2000

2.3 Persyaratan Air Bersih

Menurut ketentuan umum PERMENKES RI No. 416/Menkes/per/IX/1990 air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyedia air minum.

Menurut PERMENPU No. 14/PRT/M/2010 air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas

fisik, kimia, biologi, dan radiologis sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

2.3.1 Persyaratan Kuantitas (Debit)

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

2.3.2 Persyaratan Tekanan dan Kecepatan

Dalam pendistribusian air, untuk menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib yang harus diperhatikan adalah tekanan dan kecepatan air dalam pipa distribusi.

2.3.3 Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air minum harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air baku tersebut dapat tersedia 24 jam perhari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00.

2.4 Pola Jaringan Perpipaan

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari satu poin ke poin lainnya dalam jaringan. Arah aliran adalah titik dengan tekanan hidrolik tertinggi (energi internal per berat air) menuju titik dengan tekanan rendah. (Rossman, 2000)

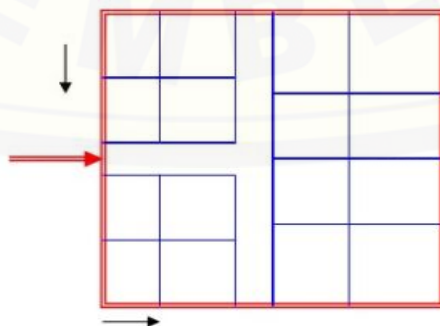
Menurut Raswari (1986: 103-106), sistem pipa untuk setiap jaringan tidak jauh berbeda. Perbedaan-perbedaan tersebut mungkin terjadi hanya pada kondisi khusus atau batasan tertentu yang diminta pada setiap proyek.

2.4.1 Pola Jaringan Perpipaan Melingkar

Sistem jaringan perpipaan melingkar terdiri dari pipa pipa induk dan pipa cabang yang saling berhubungan satu sama lainnyadan membentuk *loop* (melingkar), sehingga terjadi sirkulasi air ke seluruh jaringan distribusi. Dari segi ekonomis sistem ini kurang menguntungkan, karena diperlukan pipa yang lebih panjang, katup dan diameter pipa yang bervariasi. Sedangkan dari segi hidrolis (pengaliran) sistem ini lebih baik karena jika terjadi kerusakan pada sebagian blok dan selama diperbaiki, maka yang lainnya tidak mengalami gangguan aliran karena masih dapat pengaliran dari *loop* lainnya. Sistem jaringan perpipaan melingkar digunakan untuk daerah dengan karakteristik sebagai berikut.

- Bentuk dan luasannya menyebar ke seluruh arah.
- Pola jaringan berhubungan satu dengan lainnya.
- Elevasi tanahnya relatif datar.

Gambar 2.1 adalah gambar pola jaringan perpipaan melingkar.



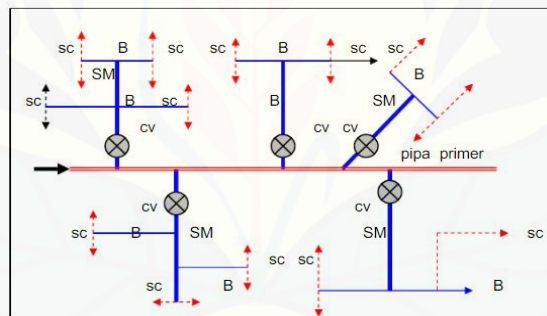
Gambar 2.1 Pola Jaringan perpipaan melingkar (Peavy:1985).

2.4.2 Pola Jaringan Perpipaan Bercabang

Sistem jaringan bercabang terdiri dari pipa induk utama (*main feeder*) disambungkan dengan pipa sekunder, lalu disambungkan lagi dengan pipa cabang lainnya, sampai akhirnya pada pipa yang menuju ke konsumen. Ditinjau dari segi ekonomis sistem ini menguntungkan, karena panjang pipa lebih pendek dan diameter pipa kecil. Sistem jaringan perpipaan bercabang digunakan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik sebagai berikut.

- Bentuk dan arah perluasan memanjang dan terpisah.
- Pola jalur jalannya tidak berhubungan satu sama lainnya.
- Luas daerah pelayanan relatif kecil.
- Elevasi permukaan tanah mempunyai perbedaan tinggi dan menurun secara teratur.

Gambar 2.2 adalah gambar pola jaringan perpipaan bercabang.



Gambar 2.2 Pola jaringan perpipaan bercabang (Peavy:1985)

2.4.3 Pola Jaringan Perpipaan Gabungan

Sistem jaringan perpipaan kombinasi merupakan gabungan dari sistem melingkar dan sistem bercabang. Sistem ini diterapkan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik sebagai berikut.

- Kota yang sedang berkembang.
- Bentuk perluasan kota yang tidak teratur, demikian pula jaringan jalannya tidak berhubungan satu sama lain pada bagian tertentu.
- Terdapat daerah pelayanan yang terpencil dan elevasi tanah yang bervariasi.

2.5 Software EPANET

Analisis hidraulika sistem jaringan pipa secara manual dianggap kurang efisien, terlebih apabila sistem jaringan pipa yang ditinjau cukup rumit dan kompleks. Hal ini menyebabkan perhitungan akan memakan waktu yang cukup lama, serta kemungkinan terjadi kekeliruan dan hasil yang tidak akurat menjadi cukup besar. Oleh karena itu penggunaan komputer dianggap lebih baik dan efisien mengingat konstruksi sistem jaringan pipa merupakan bagian yang paling mahal dalam sistem distribusi air sehingga memerlukan perencanaan dan perancangan yang baik pula (Baitullah, 2011).

Menurut Rossman (2000: 5), model EPANET sebagai objek fisik yang mengandung sistem yang dioperasikan dengan beberapa parameter. Dalam model ini perhitungan yang digunakan EPANET untuk mensimulasikan kecenderungan hidraulik dan perjalanan air, baik dari segi kualitas dan kuantitas. Tampilan dasar *software* EPANET terdiri dari elemen *Menu bar*, 2 buah *tool bar*, *status bar*, *network map windows*, *browser windows*, dan *property editor window*.

2.6 Kemampuan Hidrolis EPANET

Menurut Rossman (2000: 9), fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat merupakan salah satu langkah efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. EPANET adalah alat bantu analisis hidrolis yang didalamnya terkandung banyak kemampuan. Kemampuan tersebut adalah sebagai berikut.

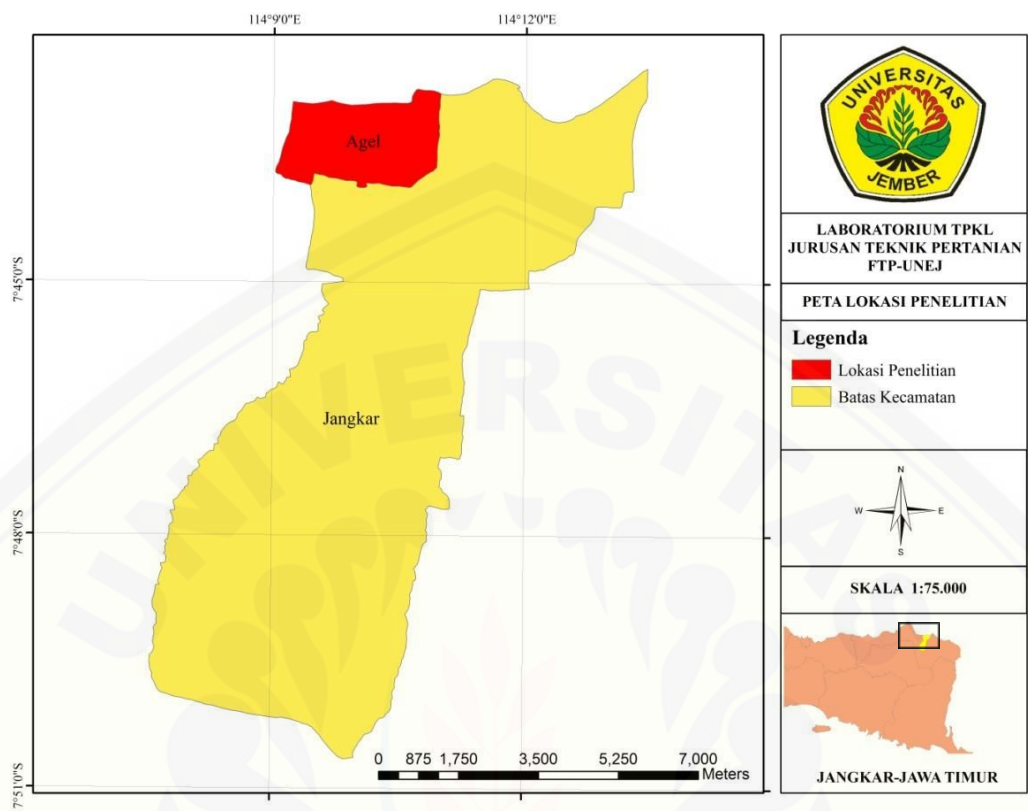
1. Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan.
2. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan Persamaan Hazzen-William, Darcy Weisbach, atau Chezy Manning.
3. Termasuk juga minor *headlosses* untuk *bend*, *fitting*, dsb.
4. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstan maupun variabel.
5. Menghitung energi pompa dan biaya.
6. Pemodelan terhadap variasi tipe dari *valve* termasuk *shutoff*, *check*, *preassure regulating*, dan *flow control valve*.

7. Tersedia tanki simpanan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya).
8. Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (*demand*) ganda pada *node*, masing-masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu.
9. Model yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (*springkel head*).
10. Dapat dioperasikan dengan sistem dasar pada tangki sederhana atau kontrol waktu, dan pada kontrol waktu yang lebih kompleks.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian tentang dilaksanakan pada bulan Juli 2017 sampai Oktober 2017. Wilayah yang di survey meliputi sumber air sampai daerah layanan jaringan distribusi. Penelitian dilaksanakan di Dusun Pelabuhan, Desa Agel Kecamatan Jangkar Kabupaten Situbondo. Gambar 3.1 menunjukkan lokasi penelitian.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

3.2.1 Alat

- a. Alat untuk Mengukur Debit:
 - 1) Stopwatch
 - 2) Gelas ukur
 - 3) Alat tulis untuk mencatat hasil dari pengukuran debit.

b. Peralatan untuk Survey Wilayah:

- 1) GPS
- 2) Alat tulis
- 3) Kamera
- 4) Seperangkat komputer

c. Perangkat Lunak (*Software*) yang Digunakan dalam Penelitian:

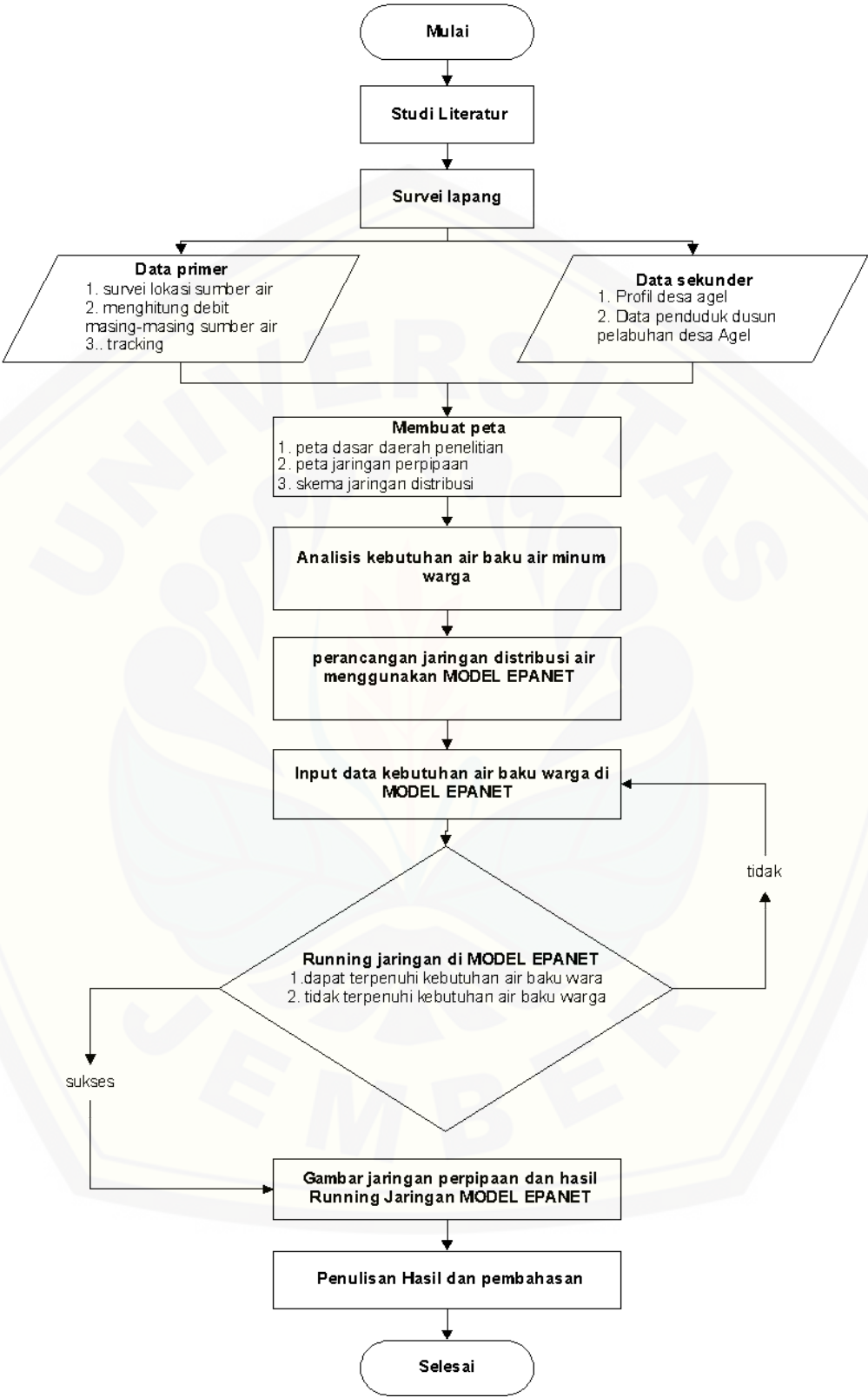
- 1) MS. EXCEL
- 2) Model EPANET
- 3) Quantum GIS, untuk mengolah data wilayah dan pembuatan peta tematik.
- 4) MS. Visio

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data lokasi sumber mata air, debit dua sumber mata air yang berada di Dusun Pelabuhan tersebut, data penduduk di Dusun Pelabuhan, serta peta dasar Dusun Pelabuhan.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar metode penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Inventarisasi Data

Adapun inventerisasi data yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

a. Survei wilayah penelitian.

Survei wilayah penelitian dilakukan guna untuk mengetahui tempat penelitian. survei wilayah ini diharapkan dapat menghasilkan data yang mencukupi apa yang dibutuhkan dalam penelitian seperti sumber air, topografi, akses lokasi dan lain sebagainya. Survei wilayah dilakukan sebelum penelitian dilaksanakan.

b. Data ketersediaan sumber air yang mencakup data debit sumber air.

Perhitungan debit air akan dilakukan di 2 sumber air dengan menggunakan persamaan:

$$Q = V \times A \quad (3.1)$$

Keterangan:

Q = debit air (m³/det);

V = kecepatan air (m/det);

A = luas penampang (m²).

c. Data kebutuhan air baku air minum warga.

Perhitungan dilakukan untuk menentukan besar debit konsumsi yang dibutuhkan oleh warga Dusun Pelabuhan. Persamaan untuk menghitung kebutuhan air baku untuk air minum penduduk yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q \text{ total air baku} &= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Konsumsi L/hari} \\ &= (1/\text{jam}) : 86400 \\ &= (1/\text{detik}) \end{aligned}$$

$$Q \text{ kehilangan} = 15\% \times Q \text{ total air baku}$$

$$\text{Kebutuhan air baku} = Q \text{ total air baku} + Q \text{ kehilangan (l/detik)} \quad (3.2)$$

d. Data wilayah.

Adapun data wilayah penelitian yang dibutuhkan meliputi:

1) Profil Desa Agel;

Profil desa agel digunakan untuk mengetahui lebih jelas tentang bagaimana desa Agel tersebut, seperti tata letak dan batas-batas daerah yang menjelaskan tentang desa Agel tersebut guna memperjelas informasi tentang daerah penelitian yang dilakukan.

2) Data penduduk Dusun Pelabuhan;

Data penduduk digunakan untuk menghitung kebutuhan air baku air minum warga perhari.

3) *Tracking*

Tracking ini ada tiga perlakuan. Titik pertama adalah lokasi sumber air, titik kedua adalah sebaran lokasi perumahan warga yang menjadi sasaran distribusi air, dan ketiga adalah jalur jaringan perpipaan. *Tracking* dilakukan digunakan sebagai data awal pembuatan rancangan distribusi jaringan air.

Strategi pengumpulan data primer yaitu dengan terjun langsung ke lokasi penelitian. Selanjutnya melakukan pengukuran sebagai data awal perhitungan. Sedangkan untuk pengumpulan data skunder yaitu, dengan mengunjungi kantor desa guna mendapatkan informasi data yang valid.

3.4.2 Pembuatan Peta

Peta adalah gambar yang dapat mempermudah mengetahui lokasi disuatu daerah. Peta dibuat setelah data *tracking* terkumpul. Data yang diperoleh selanjutnya dikumpulkan, kemudian dikelola di perangkat komputer dengan menggunakan *software* Quantum GIS. Peta yang dibuat adalah sebagai berikut :

a. Peta lokasi penelitian

Langkah-langkah pembuatan peta lokasi penelitian :

- 1) Buka Software Quantum GIS.
- 2) tambahkan file kecamatan dan desa ke layer.
- 3) overlay file kecamatan dengan desa.

- 4) Layout peta lokasi penelitian.
- b. Peta jaringan distribusi
 - 1) Buka software Quantum GIS
 - 2) Masukkan data hasil *tracking* yang meliputi ; titik sumber dan tandon.
 - 3) Masukkan peta lokasi penelitian yang sudah didownload dari google eart.
 - 4)Membuat jalur pipa distribusi air dari sumber ke tandon menggunakan tools pada aplikasi Quantum GIS.
 - 5) Layout peta jaringan distribusi air baku untuk air minum.
- c. Peta layanan jaringan distribusi air baku untuk air minum.
 - 1) Buka software Quantum GIS
 - 2) masukkan peta jaringan distribusi
 - 3) Menentukan daerah layanan distribusi air baku untuk air minum
 - 4) Layout peta daerah layanan distribusi air baku untuk air minum.
- d. Skema jaringan distribusi

Skema jaringan distribusi dibuat menggunakan *software* MS Visio.

3.5 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini metode analisis yang digunakan yaitu standar parameter hidrolis sesuai dengan standar program pada Model EPANET 2.0. Parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi secara teknis jaringan distribusi air baku untuk air minum berdasarkan elevasi, debit, kecepatan dan tekanan saat perancangan dibuat. Standar parameter hidrolis dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel. 3.1 Standar parameter hidrolis			
No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	kecepatan aliran dalam pipa		
	a. Kecepatan minimum	V min	0,2 m/detik
	b. Kecepatan maksimum	V maks	3 m/detik
2	tekanan air dalam pipa		
	a. tekanan minimum	h min	10 m kolom air
	b. tekanan maksimum	h maks	80 m kolom air

Sumber : EPANET 2.0 (2000)

Selain standar parameter hidrolis juga diperlukan evaluasi tinggi lokasi sumber air oleh Departemen Pekerjaan Umum (DPU) untuk mengetahui jenis sistem distribusi aliran sumber air di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2 yang merupakan tabel evaluasi lokasi sumber air.

Tabel 3.2 Evaluasi lokasi sumber air			
No .	Beda Tinggi antara Sumber Air dan Daerah Pelayanan	Jarak	Penilaian
1.	Lebih besar dari 30 m	< 2 km	Baik, sistem gravitasi
2.	> 10 - 30 m	< 1 km	Berpotensi, tapi detail disain rinci diperlukan untuk sistem gravitasi, pipa berdiameter besar mungkin diperlukan.
3.	3 - ≤ 10 m	< 0,2 km	Kemungkinan diperlukan pompa kecuali untuk sistem yang sangat kecil
4.	Lebih kecil dari 3 m	-	Diperlukan pompa

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum (2007).

Berdasarkan Tabel 4.17 di atas semua pipa distribusi mempunyai beda tinggi dengan sumber air ≤ 10 . Maka dapat disimpulkan sebagai kriteria ketiga. Sehingga sistem distribusinya berpotensi baik dengan sistem gravitasi.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terkait perancangan sistem perpipaan jaringan distribusi air baku untuk air minum di Dusun Pelabuhan berhasil dijalankan sesuai dengan standar parameter hidrolis EPANET. Hal itu dibuktikan dengan data yang dihasilkan bahwa nilai tekanan dan kecepatan air dalam pipa tandon 1,2,3 dan 4 menghasilkan nilai lebih besar dari standar minimum parameter hidrolis EPANET, yaitu tekanan terkecil 10 mka dan kecepatan terkecil 0,2 m/detik.

5.2 Saran

Dusun Pelabuhan memiliki beberapa sumber air bersih yang layak untuk dijadikan konsumsi rumah tangga. Oleh karena itu perlu adanya pembangunan jaringan distribusi air baku untuk air minum. Dengan adanya jaringan distribusi

tersebut diharapkan dapat memudahkan warga untuk mendapatkan air baku untuk air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- Baitullah, M., A., A. 2011. *Komputasi Analisis Hidraulika Jaringan Pipa Air Minum*. Palembang
http://seminar_nasional_kebumian_2011_komputasi_analisis_hidraulika_jaringan_air_minum.pdf. [Diakses pada 19 Januari 2017]
- Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Cipta Karya. 2000. *Analisis Kebutuhan Air Bersih*. Jakarta
- Peavy, H. 1985. *Environmental Engineering*, New Delhi, McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990. *Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih*. Jakarta.
www.slidshare.net/..permenkes-416-1990-syarat-syarat-dan-pengawasan-kualitas-air. [Diakses pada 20 Januari 2017]
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.

Psda.jatengprov.go.id/./kepdiren%20cipta%20karya%20No.61%20tahun%201998[Diakses pada 20 Januari 2017]

Raswari. 1986. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: UI Press.

Rossmann, L., A. 2000. *EPANET 2 Users Manual*. Cincinnati: U.S Environmental Protection Agency. Terjemahan oleh Ekamitra Engineering. 2004. *EPANET 2 Users Manual*. Jakarta: Ekamitra Engineering. http://Buku_Manual_Program_EPANET_Versi_Bahasa_Indonesia.pdf. [Diakses pada 18 Januari 2017].

Sutrisno, T. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.

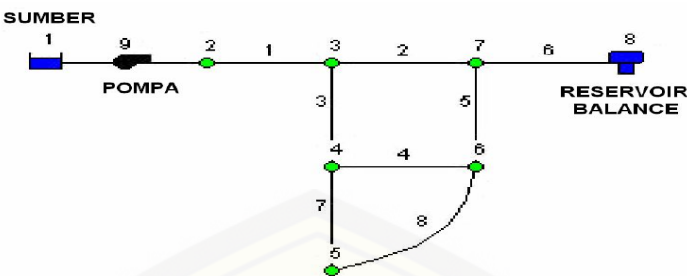
Lampiran

1. Simulasi Jaringan Perpipaan Menggunakan Model EPANET

Menggambar jaringan dengan menggunakan bantuan komputer dilakukan untuk mempermudah pekerjaan. Penggambaran jaringan distribusi dilakukan setelah data awal (titik *GPS*) terkumpul. Berikut adalah tahapan untuk menggambar jaringan distribusi menggunakan bantuan model EPANET 2.0.

a) Contoh Jaringan

Jaringan perpipaan yang akan di analisa merupakan data yang diperoleh saat *tracking area*. Gambar 3.2 adalah hasil dari simulasi jaringan menggunakan model EPANET.



Gambar 1. Jaringan perpipaan model EPANET

Gambar 1 di atas telah dijelaskan bahwa angka 1 tersebut adalah sumber air yang kemudian didistribusikan oleh pompa (angka 9) dan seterusnya akan mengalir melewati sambungan (*junction*) dimana sambungan tersebut adalah titik untuk menentukan kemana air tersebut akan dialirkan sesuai dengan karakter dan keinginan penulis.

Keterangan :

-  : Gambar reservoir pada lembar kerja model EPANET
-  : Gambar junction pada lembar kerja model EPANET
-  : Gambar tangki air pada lembar kerja model EPANET
-  : Gambar pipa air pada lembar kerja model EPANET
-  : Gambar pompa air pada lembar kerja model EPANET

b) Mengatur *Object Properties*.

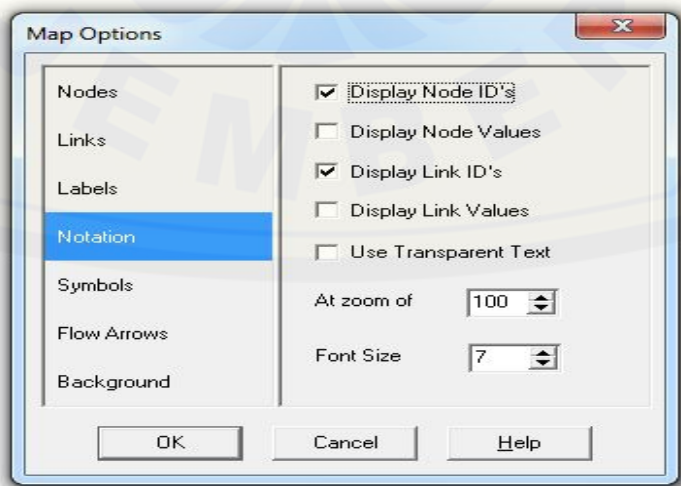
Perintah pertama adalah membuat proyek baru di EPANET dan memastikan pilihan pada opsi *default* atau jika telah berjalan pilih **File>>New** dari menu bar untuk menciptakan proyek baru. Kemudian pilih **Project>>Default** untuk membuka from dialog ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Dialogproject default(EPANET)

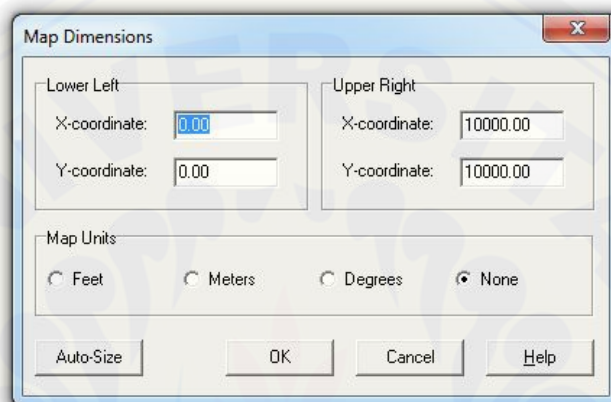
Penggunaan dialog tersebut diharapkan agar EPANET secara otomatis memberi label pada obyek barunya secara berurutan dimulai dari 1 sebanyak yang ditambahkan pada jaringan.

Selanjutnya memilih beberapa pilihan penampilan yang akan ditambahkan pada peta, akan ditampilkan label ID dan symbol. Pilih menu **View>>Option** untuk menyampaikan *dialogmap option* dan pilih halaman *Notation* seperti Gambar 3 di bawah.



Gambar 3 *Dialogmap option*(EPANET)

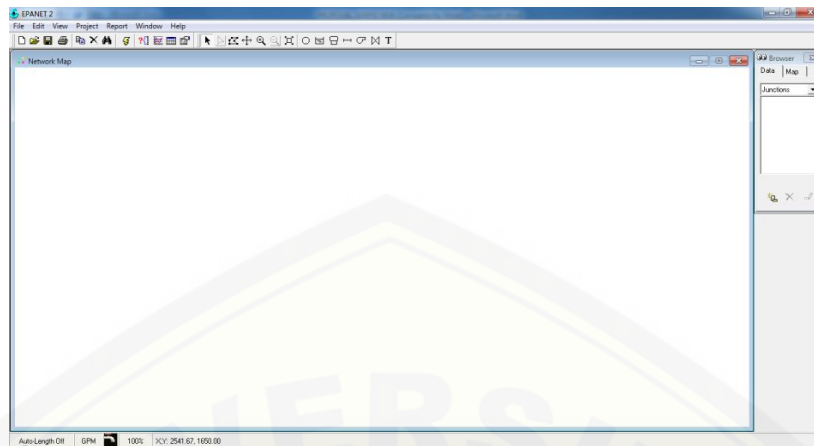
Jika sudah dipilih maka selanjutnya mengukur skala peta, di atur untuk dimensi standar pada penggunaan proyek baru. Untuk mengatur skala yaitu pilih menu **View>>Dimensions** dan atur sesuai ukuran yang ditentukan. Gambar 4 adalah tampilan untuk mengatur skala.

Gambar 4. *Map dimensions* (EPANET)

Jika sudah diatur semua pengaturan yang diinginkan tekan tombol **Ok** untuk memulai pengerjaan jaringan perpipaan.

c) Menggambar Jaringan

Menggambar jaringan dengan menggunakan model EPANET. Setelah menyetel lembar kerja EPANET kemudian kita akan menggambar jaringan dengan langkah-langkah yang dijelaskan di bawah berikut. Gambar 5 adalah lembar kerja *software* EPANET 2.0



Gambar 5. Lembar kerja EPANET (EPANET)

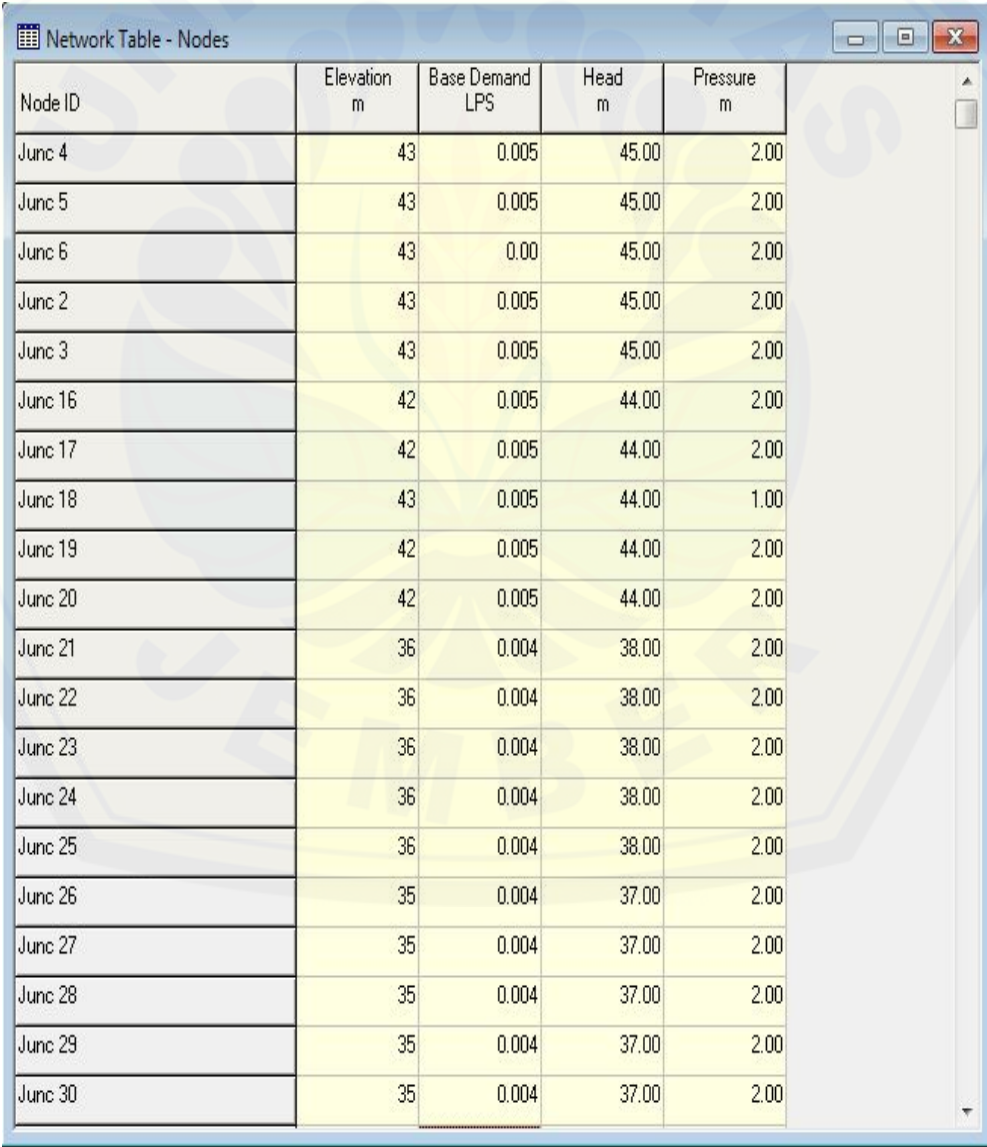
Untuk menggambar jaringan pada lembar kerja terdapat toolbar yang dimunculkan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Mula-mula kita akan menambah reservoir. Kemudian tambahkan junction dan kemudian klik pada lembar kerja dari node 2 sampai node 7 dan akhirnya tambahkan tangki pada lembar kerja letakkan sesuai dengan konsep jaringan yang telah ditentukan. Selanjutnya kita akan menambah pipa yang fungsinya untuk menyambungkan node 2, 3, 4, sampai dengan node 7. Ketika semua node tersambung, akhirnya kita akan menambah pompa dengan mengklik gambar tersebut letakkanlah pada lembar kerja dan tempatkan pada node yang telah ditentukan. Hasil gambar rancangan jaringan yang digambar akan nampak seperti Gambar 1 Di atas.

d) *Running Analysis* jaringan.

Ketika rancangan jaringan sudah selesai dibuat maka selanjutnya akan dilakukan analisis jaringan. Analisis jaringan ini dilakukan guna untuk mengetahui apakah jaringan yang dibuat sudah bisa digunakan sebagai data dasar perencanaan distribusi air menggunakan jaringan perpipaan. Analisis yang digunakan dalam model EPANET ini ada dua yaitu analisis periode tunggal dan analisis pada periode yang panjang.

Untuk menjakankan analisis periode tunggal tersebut pilih *project runanalysis* atau klik tombol *run* pada *standard Toolbar*. Kemudian

setelah diklik tombol tersebut akan keluar hasil dari *runstatus* yang berisi perintah yaitu *run was succesful*. Jika dalam menjalankan sudah sukses proses selanjutnya untuk membuat daftar tabular dari hasil perhitungan seperti halnya kecepatan aliran dan tekanan yaitu dengan cara memilih **Report>>Table**, atau langsung dengan mengklik gambar  pada *standart toolbar*. Gambar 6 adalah contoh dari tampilan setelah me *Run* hasil dari rancangan jaringan tadi. Terlihat elevasi pada gambar 6 tersebut nilai yang bervariasi adalah nilai yang diberikan terhadap masing-masing *junction* itu nilainya berbeda-beda sesuai dengan keadaan lapang.



Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 4	43	0.005	45.00	2.00
Junc 5	43	0.005	45.00	2.00
Junc 6	43	0.00	45.00	2.00
Junc 2	43	0.005	45.00	2.00
Junc 3	43	0.005	45.00	2.00
Junc 16	42	0.005	44.00	2.00
Junc 17	42	0.005	44.00	2.00
Junc 18	43	0.005	44.00	1.00
Junc 19	42	0.005	44.00	2.00
Junc 20	42	0.005	44.00	2.00
Junc 21	36	0.004	38.00	2.00
Junc 22	36	0.004	38.00	2.00
Junc 23	36	0.004	38.00	2.00
Junc 24	36	0.004	38.00	2.00
Junc 25	36	0.004	38.00	2.00
Junc 26	35	0.004	37.00	2.00
Junc 27	35	0.004	37.00	2.00
Junc 28	35	0.004	37.00	2.00
Junc 29	35	0.004	37.00	2.00
Junc 30	35	0.004	37.00	2.00

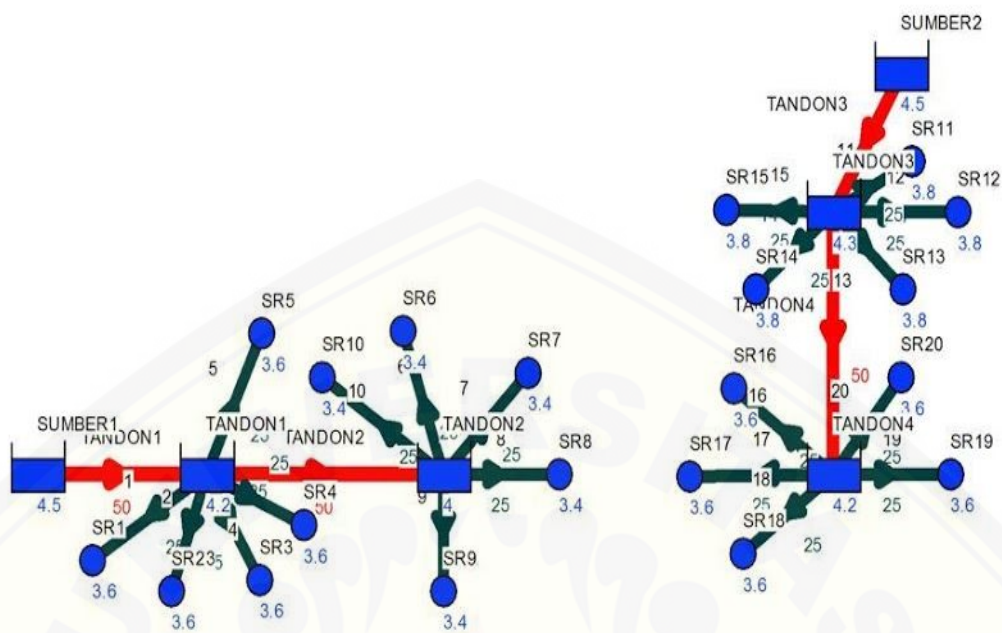
Gambar 6. Contoh tabel hasil *run* pada *link* (EPANET)



Gambar 7. Sumber Air 1



Gambar 8 Sumber Air 2



Gambar 8. Simulasi Jaringan Distribusi Air Baku Air Minum Dusun Pelabuhan