TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JARINGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DUSUN POLOWIDI DESA TRIMULYO KECAMATAN SLEMAN YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

DISUSUN OLEH :

FITRI UMIATI 12.513.015

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JARINGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DUSUN POLOWIDI DESA TRIMULYO KECAMATAN SLEMAN YOGYAKARTA

DESIGN NETWORK OF WATER SUPPLY SYSTEMS: A CASE STUDY OF POLOWIDI, TRIMULYO VILLAGE, SLEMAN REGENCY, YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

FITRI UMIATI
12.513.015

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Hudori, S.T., M.T
Tanggal : 24 Oktober 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Hudori, S.T., M.T
Tanggal : 24 Oktober 2017

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JARINGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DUSUN POLOWIDI DESA TRIMULYO KECAMATAN SLEMAN YOGYAKARTA

DESIGN NETWORK OF WATER SUPPLY SYSTEMS: A CASE STUDY OF POLOWIDI, TRIMULYO VILLAGE, SLEMAN REGENCY, YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

FITRI UMIATI
12.513.015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Penguji I	Penguji II	Penguji III
Hudori, S.T., M.T.	**Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.**	**Adam Rus Nugroho, S.T., M.T.**
Tanggal : 24 Oktober 2017	**Tanggal : 24 Oktober 2017**	**Tanggal : 24 Oktober 2017**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Penelitian ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Penelitian ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam penelitian ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia (apabila menggunakan *software* khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Oktober 2017

Yang membuat pernyataan,

Fitri Umiati

12.513.015

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah 'Azza wa Jalla pencipta alam semesta berserta isinya, dan tempat berlindung bagi umatnya. Shalawat serta salam penulis limpahkan kepada Nabi Muhammad Sallallahu 'Alaihi Wasallam.

Alhamdulillahirobbil'alamin atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul "**PERENCANAAN JARINGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DUSUN POLOWIDI DESA TRIMULYO KECAMATAN SLEMAN YOGYAKARTA"**.

Penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat dorongan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan arahan serta adanya kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada:

1) Kedua orangtua dan keluarga saya yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tiada pernah berhenti.
2) Bapak Hudori, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3) Seluruh Dosen Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan saya ilmu.
4) Bapak Sunaryo selaku Kepala Dukuh Polowidi.
5) Pak Tukiyat selaku ketua pembangunan, pengadaan dan pengurus sarana air bersih "Tirto Mulyo".

6) Sahabat-sahabat dari awal pertama kuliah yang saling berbagi dalam keadaan susah maupun senang: Kebo, Teteh Debby, dan Zahra.
7) Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan Angkatan 2012 yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
8) Seluruh pihak-pihak terkait yang ikut serta membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, terimakasih banyak.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang berkaitan dengan keilmuan maupun dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Oktober 2017

Fitri Umiati

ABSTRACT

Polowidi is one of the villages in the Sub-district of Sleman Trimulyo utilizes wells as a source of raw water. Currently, the network is not functioning due to various things, one of them the water not flowing evenly so that the need for evaluation of the network. The purpose of this research was to evaluate and plan for alternative water supply network for a period of 20 years. The method of data collection is done by measurement of the discharge of the source water using pumps and elevation measurements using the theodolite. Next, make the water network modeling using the formula calculation and program/software EPANET 2.0. Based on the results of the analysis using the EPANET, existing network has the biggest pressure at point 5 of 16.68 m and the lowest pressure at point 1 of 4.62 m. While the largest velocities on pipes A of 0.37 m/s and lowest velocities on the pipe D of 0.03 m/s, headloss found on the largest pipe A of 4.1 m/km and the lowest headloss on pipes of D amounted to 0.06 m/km. While in the alternative planning the biggest pressure values obtained at point 8 of 24.52 m and the lowest pressure at point 1 of 10.2 m while the largest velocities on pipes C of 0.42 m/s and the lowest velocities on pipes at F of 0.30 m/s, headloss found on the largest pipe G of 9.86 m/km and the lowest headloss on the pipe A of 3.55 m/km. Based on the criteria of Ministerial Regulation No.18/PRT/M/2007 then alternative planning already meets the criteria, i.e. the value of the minimum velocity of 0.3 m/s, pressure on the node above the 10 m and headloss optimum range 1-4 m/km or a maximum of 10 m/km.

Keywords: Polowidi, Network, Water Supply System, EPANET 2.0

ABSTRAK

Polowidi merupakan salah satu dusun di Desa Trimulyo Kecamatan Sleman yang memanfaatkan sumur sebagai sumber air baku. Saat ini jaringan eksisting tidak berfungsi disebabkan berbagai hal, salah satunya aliran air yang tidak merata sehingga perlu adanya evaluasi pada jaringan tersebut. Tujuan penelitian ini untuk melakukan evaluasi dan merencanakan alternatif jaringan air bersih untuk jangka waktu 20 tahun. Metode pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran debit dari sumber air menggunakan pompa dan pengukuran elevasi menggunakan alat ukur theodolite. Selanjutnya membuat pemodelan jaringan air menggunakan rumus perhitungan dan program/software EPANET 2.0. Berdasarkan hasil analisis menggunakan EPANET, jaringan eksisting mempunyai nilai tekanan terbesar pada titik 5 sebesar 16,68 m dan tekanan terendah pada titik 1 sebesar 4,62 m. Sedangkan kecepatan aliran terbesar pada pipa A sebesar 0,37 m/s dan dan kecepatan aliran terendah pada pipa D sebesar 0,03 m/s. Kehilangan tekanan terbesar terdapat pada pipa A sebesar 4,1 m/km dan kehilangan tekanan terendah pada pipa D sebesar 0,06 m/km. Sedangkan pada perencanaan alternatif diperoleh nilai tekanan terbesar pada titik 8 sebesar 24,52 m dan tekanan terendah pada titik 1 sebesar 10,12 m. Sedangkan kecepatan aliran terbesar pada pipa C sebesar 0,42 m/s dan kecepatan aliran terendah pada pipa F sebesar 0,30 m/s. Kehilangan tekanan terbesar terdapat pada pipa G sebesar 9,89 m/km dan kehilangan tekanan terendah pada pipa A sebesar 3,55 m/km. Berdasarkan kriteria dari Peraturan Menteri No.18/PRT/M/2007 maka perencanaan alternatif sudah memenuhi kriteria, yaitu nilai kecepatan minimum 0,3 m/s, tekanan pada node di atas 10 m dan kehilangan tekanan kisaran optimum 1 – 4 m/km atau maksimal 10 m/km.

Kata Kunci: Polowidi, Jaringan, Sistem Penyediaan Air, EPANET 2.0

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....**Error! Bookmark not defined.**
PERNYATAAN i
KATA PENGANTAR iv
ABSTRACT..... vi
ABSTRAK..... vii
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL..... xii
DAFTAR LAMPIRAN..... xiv
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Perencanaan..... 2
1.4 Manfaat Perencanaan..... 2
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Kebutuhan Air Bersih..... 4
2.1.1 Pertumbuhan Penduduk 4
2.1.2 Kebutuhan Air Domestik 6
2.1.3 Kebutuhan Air Non Domestik 8
2.1.4 Kebutuhan Total Air Bersih..... 8
2.1.5 Kehilangan Air..... 9
2.1.6 Pola Pemakaian Air..... 9
2.1.7 Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih 10
2.2 Sistem Penyediaan Air Bersih 11
2.2.1 Sumber Air Baku 11
2.2.2 Sistem Transmisi..... 12
2.2.3 Sistem Distribusi..... 14
2.2.4 Reservoir..... 17
2.2.5 Pompa 17
2.3 Analisa Program EPANET 2.0..... 18

2.3.1 Pengenalan EPANET 2.0 18
2.3.2 Menjalankan Simulasi Jaringan Pipa 19
BAB III GAMBARAN UMUM DAERAH PERENCANAAN 21
3.1 Wilayah Administrasi 21
3.2 Geografis 21
3.3 Penduduk 22
3.4 Kondisi Eksisting 23
3.4.1 Wilayah Layanan Air Bersih 23
3.4.2 Sumber Air Bersih 24
3.4.3 Bak Penampung 25
3.4.4 Kondisi Pelayanan 26
3.4.5 Pengelola Jaringan 26
BAB IV METODOLOGI PERENCANAAN 27
4.1 Kerangka Perencanaan 27
4.2 Survei Lokasi dan Identifikasi 28
4.3 Studi Literatur 28
4.4 Metode Pengumpulan Data 29
4.4.1 Data Primer 29
4.4.2 Data Sekunder 31
4.5 Analisis Data 31
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 35
5.1 Analisis Kebutuhan Air 35
5.1.1 Proyeksi Penduduk 35
5.1.2 Kebutuhan Air 41
5.1.2 Reservoir dan Pompa 43
5.2 Jaringan Eksisting 47
5.2.1 Analisa Kondisi Eksisting 47
5.3 Jaringan Perencanaan 51
5.2.1 Analisa Simulasi Perencanaan 1 51
5.2.2 Analisa Simulasi Perencanaan 2 56
BAB VI BOQ DAN RAB 61
6.1 BOQ (Bill Of Quantity) 61
6.1.1 Pengadaan Pipa 61
6.1.2 Pengadaan Aksesoris 62

6.1.3 Pekerjaan Galian 64
6.1.4 Pekerjaan Urugan 66
6.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 67
6.2.1 Perencanaan 1 67
6.2.2 Perencanaan 2 69
6.3 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 72
6.3.1 Perencanaan 1 72
6.3.2 Perencanaan 2 73
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 74
7.1 Kesimpulan 74
7.2 Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 75
LAMPIRAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Administrasi Desa Trimulyo Kecamatan Sleman 22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Distribusi Air 24
Gambar 3. 3 Ilustrasi Sistem Air Baku dengan 1 Transmisi dan 1 Reservoir (Induk) 24
Gambar 3. 4 Sumur Sumber Air Baku 25
Gambar 3. 5 Bak Penampung 25
Gambar 4. 1 Diagram Alir Perencanaan 27
Gambar 4. 2 Kondisi Sumber Air Baku Sebelum Pengurasan 29
Gambar 4. 3 Pengukuran Debit Menggunakan Pompa 30
Gambar 4. 4 Pengukuran Kedalaman Sumber Air 30
Gambar 4. 5 Jaringan Sistem Penyediaan Air di Dusun Polowidi 31
Gambar 4. 6 Flowchart Pengoperasian EPANET 2.0 32
Gambar 5. 1 Grafik Proyeksi Penduduk Tahun 2015 – 2035 40
Gambar 5. 2 Diagram Pemilihan Pompa 46
Gambar 5. 3 Hasil Simulasi Eksisting Parameter Tekanan 48
Gambar 5. 4 Hasil Simulasi Eksisting Parameter Unit Headloss 49
Gambar 5. 5 Hasil Simulasi Eksisting Parameter Kecepatan Aliran 50
Gambar 5. 6 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Tekanan 53
Gambar 5. 7 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Unit Headloss 54
Gambar 5. 8 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Kecepatan Aliran 55
Gambar 5. 9 Hasil Simulasi Perencanaan 2 Parameter Tekanan 58
Gambar 5. 10 Hasil Simulasi Perencanaan 2 Parameter Unit Headloss 59
Gambar 5. 11 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Kecepatan Aliran 59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Kebutuhan Air Domestik 6
Tabel 2. 2 Kriteria Perencanaan Air Bersih 7
Tabel 2. 3 Kriteria Kebutuhan Air Non Domestik 8
Tabel 2. 4 Variasi Pemakaian Air 9
Tabel 2. 5 Kriteria Pipa Transmisi 13
Tabel 2. 6 Kriteria Pipa Distribusi 14
Tabel 2. 7 Nilai Koefisien Hazen-William 15
Tabel 2. 8 Nilai Koefisien Kerugian untuk Kelengkapan Pipa 16
Tabel 3. 1 Data Jumlah Penduduk Dusun Polowidi 23
Tabel 3. 2 Struktur Organisasi dan Kelembagaan 26
Tabel 5. 1 Data Pertumbuhan Penduduk dari Tahun 2006 - 2015 35
Tabel 5. 2 Proyeksi Mundur Penduduk Dusun Polowidi 37
Tabel 5. 3 Standar Deviasi Metode Aritmatik 38
Tabel 5. 4 Standar Deviasi Metode Geometrik 38
Tabel 5. 5 Standar Deviasi Metode Least Square 39
Tabel 5. 6 Proyeksi Maju dengan Metode Geometrik 39
Tabel 5. 7 Proyeksi Kebutuhan Air di Dusun Polowidi 41
Tabel 5. 8 Kebutuhan Air Non Domestik di Dusun Polowidi 42
Tabel 5. 9 Debit Puncak Perencanaan 1 pada Tapping 47
Tabel 5. 10 Data Pipa Eksisting dari EPANET 2.0 48
Tabel 5. 11 Debit Puncak Perencanaan 1 pada Tapping 51
Tabel 5. 12 Data Junction Perencanaan 1 dari EPANET 2.0 52
Tabel 5. 13 Data Pipa Perencanaan 1 dari EPANET 2.0 52
Tabel 5. 14 Debit Puncak Perencanaan 2 pada Tapping 56
Tabel 5. 15 Data Junction Perencanaan 2 dari EPANET 2.0 56
Tabel 5. 16 Data Pipa Perencanaan 2 dari EPANET 2.0 57
Tabel 6. 1 Pengadaan Pipa Perencanaan 1 61
Tabel 6. 2 Pengadaan Pipa Perencanaan 2 61

Tabel 6. 3 Pengadaan Aksesoris Perencanaan 1 62
Tabel 6. 4 Pengadaan Aksesoris Perencanaan 2 63
Tabel 6. 5 Pekerjaan Galian Perencanaan 1..... 64
Tabel 6. 6 Pekerjaan Galian Perencanaan 2..... 65
Tabel 6. 7 Pekerjaan Urugan Perencanaan 1..... 66
Tabel 6. 8 Pekerjaan Urugan Perencanaan 2..... 66
Tabel 6. 9 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan 1 67
Tabel 6. 10 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan 2 69
Tabel 6. 11 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 1..... 72
Tabel 6. 12 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 2..... 73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Analisa Perhitungan Unit Harga Perencanaan 1

Lampiran 2 : Daftar Analisa Perhitungan Unit Harga Perencanaan 2

Lampiran 3 : Gambar Jalur Perencanaan Pipa Desain Perencanaan 1

Lampiran 4 : Gambar Jalur Perencanaan Pipa Desain Perencanaan 2

Lampiran 5 : Gambar Detail Junction Perencanaan 1

Lampiran 6 : Gambar Detail Junction Perencanaan 1

Lampiran 7 : Gambar Detail Reservoir

Lampiran 8 : Gambar Tipikal *Thrust Block*

Lampiran 9 : Gambar Tipikal Galian Normal Pipa

Lampiran 10 : Gambar Tipikal Galian *Crossing* Jalan

Lampiran 11 : Gambar Tipikal Galian Gorong-gorong

Lampiran 12 : Zona *Tapping* Perencanaan 1

Lampiran 13 : Zona *Tapping* Perencanaan 2

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan hal paling penting bagi setiap makluk hidup di dunia terutama bagi manusia. Setiap manusia mutlak membutuhkan air bersih agar aktivitas dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan adanya penyediaan air bersih yang secara kualitas dan kuantitas memenuhi standar yang berlaku dan harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), hingga tahun 2015 diperkirakan pemenuhan kebutuhan air bersih di Indonesia baru mencapai 68,9 persen dari total kebutuhan air bersih penduduk secara nasional. Dari data tersebut diketahui sebagian masyarakat Indonesia belum mendapatkan air bersih atau air saat ini kualitasnya belum memenuhi standar untuk dikonsumsi atau dapat dikategorikan berbahaya.

Di Indonesia, baru sekitar 20 persen masyarakat mendapatkan akses air bersih layak minum. Akses air bersih berupa sumber daya air yang perlu dikelola secara berkelanjutan. Setiap sistem pengelolaan sumber daya air yang ada pada hakikatnya harus berkelanjutan (*sustainable water resources management system*). Sumber daya air berkelanjutan merupakan suatu sistem yang dirancang dan dikelola untuk dapat memenuhi tujuan masyarakat dalam hal sosial dan ekonomi tanpa mengganggu kelestarian aspek ekologisnya saat ini dan di masa yang akan datang (Albertson, 1994).

Berbagai upaya dilakukan manusia untuk mendapatkan akses air dengan cara memperoleh sumber air sendiri. Salah satunya dengan memanfaatkan air tanah yang berupa sumur. Sumur merupakan salah satu sumber air yang telah dimanfaatkan masyarakat selama ini untuk memenuhi kebutuhannya. Air sumur ini dapat diperoleh dengan cara pemompaan atau dengan cara artesis yaitu memancar sendiri dari dalam tanah.

Dusun Polowidi merupakan salah satu dusun di Desa Trimulyo Kecamatan Sleman yang memanfaatkan sumur sebagai sumber air baku. Air baku tersebut dimanfaatkan oleh warga sebagai sumber kebutuhan sehari – hari baik secara individu maupun komunal, untuk itu perlu adanya sistem penyaluran air ke rumah warga guna memudahkan dalam mendapatkan air bersih yang berupa sambungan di setiap rumah warga Dusun Polowidi. Oleh karena itu, dengan ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan persoalan masyarakat Dusun Polowidi dalam pengembangan jaringan sistem penyediaan air bersih.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat ditarik beberapa permasalahan yang berkaitan dengan perencanaan ini sebagai berikut :

1. Melakukan evaluasi pada jaringan eksisting di Dusun Polowidi.
2. Merencanakan alternatif jaringan transmisi dan distribusi air bersih di Dusun Polowidi.

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan ini sebagai berikut:

1. Mengevaluasi dan memberikan alternatif pengembangan jaringan eksisting air bersih di Dusun Polowidi.
2. Merencanakan dan menganalisa jaringan transmisi dan distribusi air bersih di Dusun Polowidi

1.4 Manfaat Perencanaan

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif pemecahan masalah dalam pengembangan jaringan distribusi air bersih di Dusun Polowidi untuk jangka waktu 20 tahun mendatang.
2. Memberikan desain jaringan distribusi dengan penyaluran yang efektif dan efisien dengan menekan biaya seminimal mungkin dan memperoleh hasil yang semaksimal mungkin.

3. Memberikan *bill of quantity* dan rancangan anggaran biaya dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih di Dusun Polowidi.
4. Memberdayakan masyarakat dengan memberikan pengarahan seputar pemeliharaan dan penggunaan air bersih guna kelangsungan sarana dan prasaranan penyediaan air bersih.

1.5 Batasan Masalah

Perencanaan ini memiliki batasan – batasan dalam perencanaan agar tetap pada jalur perencanaan.

1. Lokasi perencanaan berada di Dusun Polowidi Desa Trimulyo Kecamatan Sleman Yogyakarta.
2. Evaluasi perencanaan jaringan eksisting air bersih di Dusun Polowidi.
3. Perencanaan jaringan air bersih di Dusun Polowidi untuk jangka waktu 20 tahun.
4. Sumber air baku berasal dari sumur.
5. Perencanaan teknis meliputi :
    - Kebutuhan air bersih.
    - Kapasitas produksi reservoir.
    - Jaringan distribusi air bersih.
    - Sistem pengaliran dan pemompaan.
    - Model jaringan distribusi menggunakan program EPANET 2.0.
    - Perhitungan dimensi pipa dengan program EPANET 2.0.
    - *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 tentang penyelenggaraan Sistem Pengembangan Air Minum (SPAM) menjadi pedoman dalam perencanaan SPAM yang terdiri dari kegiatan perencanaan jaringan dan pelayanan air bersih untuk menciptakan kesejahteraan masyarakat. Kebutuhan air minum yang diperlukan untuk suatu daerah pelayanan ditentukan berdasarkan jumlah dan proyeksi penduduk terlebih dahulu.

Perencanaan jaringan distribusi air bersih ini direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk selama 20 tahun yang dibagi dalam 4 tahap, yaitu tahun 2020, 2025, 2030, dan 2035 dengan target 70% hingga 100% penduduk dapat terlayani sesuai dengan standar perencanaan air bersih yang ada.

2.1.1 Pertumbuhan Penduduk

Beberapa hal yang perlu diketahui untuk dapat menghitung kebutuhan air dalam jangka waktu tertentu, antara lain sebagai berikut (Supranto, 1984):

- Jumlah penduduk pada tahun awal sebagai dasar untuk menghitung jumlah penduduk dalam proyeksi pada masa yang akan datang.
- Pertumbuhan jumlah penduduk sebagai dasar untuk mengetahui rata – rata dan persentase pertumbuhan jumlah penduduk pada tiap tahun.

Pada perencanaan ini diketahui bahwa pertumbuhan penduduk diproyeksikan untuk jangka waktu 20 tahun ke depan. Jumlah penduduk dapat diperoleh dari data pemerintahan salah satunya data sensus penduduk. Sedangkan metode untuk menentukan pertumbuhan jumlah penduduk tiap tahun antara lain adalah sebagai berikut:

1. Metode Geometrik

   Rumus dasar metode geometrik, yaitu :

   $P_n = P_0(1 + r)^n$ ..... (2.1)

   $r = \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^{1/t} - 1$ ..... (2.2)

   Keterangan :

   P_n = penduduk pada tahun n

   P_o = penduduk pada tahun awal

   r = angka pertumbuhan penduduk geometrik

   n = waktu dalam tahun (periode proyeksi)

   t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

2. Metode Aritmatika

   Rumus dasar metode aritmatik, yaitu :

   $P_n = P_0 - K_a(T_n - T_0)$ ..... (2.3)

   $K_a = \frac{(P_0 - P_t)}{T_2 - T_1}$ ..... (2.4)

   Keterangan :

   P_n = penduduk pada tahun n

   P_o = penduduk pada tahun awal

   K_a = konstanta aritmatika

   T_n = Tahun ke n yang diketahui

   T_o = Tahun awal

3. Metode *Least Square* (Kuadrat Minimum)

   $Y = a + b\,X$ ..... (2.5)

   $b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - \sum x}$ ..... (2.6)

   $a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$ ..... (2.7)

   Keterangan :

   Y = nilai variabel berdasarkan garis regresi

   X = variabel independen

   a = konstanta

b = koefisien arah regresi linier

Penentuan proyeksi penduduk yang akan digunakan dapat dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran yaitu dengan menghitung standar deviasi masing – masing sesuai metode. Metode yang dipilih adalah metode yang memiliki standar deviasi yang paling terkecil.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Yi-\bar{Y})^2}{n}} \quad \text{untuk } n \leq 20 \qquad (2.8)$$

Keterangan :

S = standar deviasi

Yi = jumlah penduduk pada tahun ke-i

$\bar{Y}$ = rata – rata jumlah penduduk

n = jumlah data

2.1.2 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan pada tempat – tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari, seperti untuk minum, mandi, masak, cuci dan sanitasi. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Kebutuhan air domestik untuk kota dibagi dalam beberapa kategori dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 1 Kriteria Kebutuhan Air Domestik

No	Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (L/orang/hari)
1	I	Kota Metropolitan	> 1.000.000	190
2	II	Kota Besar	500.000 s/d 1.000.000	170
3	III	Kota Sedang	100.000 s/d 500.000	150
4	IV	Kota Kecil	20.000 s/d 100.000	130
5	V	Pedesaan	< 3.000	60

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya Dinas PU, 1994

Tabel 2. 2 Kriteria Perencanaan Air Bersih

Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/org/hari)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) (liter/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3. Konsumsi unit non domestik a. Niaga Kecil (liter/unit/hari) b. Niaga Besar (liter/unit/hari) c. Industri Besar (liter/detik/ha) d. Pariwisata (liter/detik/ha)	 600 – 900 1000 – 5000 0.2 – 0.8 0.1 – 0.3	 600 – 900 1000 – 5000 0.2 – 0.8 0.1 – 0.3		 600 – 900 1000 – 5000 0.2 – 0.8 0.1 – 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian
6. Faktor Jam Puncak	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 *hari maks	1.75 *hari maks
7. Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (Jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 – 25	15 – 25	15 – 25	15 – 25	15 – 25
12. SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	80 : 20	80 : 20

13. Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya Dinas PU, 2000

2.1.3 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih di luar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik tersebut yaitu penggunaan air untuk bangunan – bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah dan tempat ibadah. Berikut kebutuhan air non domestik berdasarkan kategori V (desa).

Tabel 2. 3 Kriteria Kebutuhan Air Non Domestik

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	5	liter/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
3	Puskesmas	1200	liter/unit/hari
4	Masjid	3000	liter/unit/hari
5	Musolah	2000	liter/unit/hari
6	Pasar	12000	liter/hektar/hari
7	Komersial/Industri	10	liter/hari

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, 1996

2.1.4 Kebutuhan Total Air Bersih

Kebutuhan total air dihitung berdasarkan jumlah pemakaian air yang telah diproyeksikan untuk 5 – 20 tahun mendatang dan kebutuhan rata – rata setiap pemakai setelah ditambahkan dengan faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan untuk mengatasi kebocoran teknis/fisik diperhitungkan sebesar 20% dari jumlah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik yang didasarkan pada Peraturan Direktorat Jendral Cipta Karya Tahun 1998.

Kebutuhan air domestik dan non domestik dapat dihitung serta diperkirakan untuk 20 tahun yang akan datang. Hal tersebut dilakukan dengan cara menghitung rekapitulasi kebutuhan air per tahun dengan menggunakan data proyeksi penduduk.

2.1.5 Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan selisih antara jumlah air yang diproduksi di unit pengolahan dengan jumlah air yang dikonsumsi dari jaringan distribusi. Besarnya kebutuhan air akibat kebocoran atau kehilangan air cukup signifikan. Besarnya nilai kehilangan air tersebut berkisar antara 15 – 25% dari total kebutuhan air bersih baik domestik maupun non domestik. Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi karena adanya sambungan ilegal atau kebocoran dalam sistem tersebut dapat terjadi pada aksesoris dan sambungan pipa.

$$Q_{av} = Q_t \times 1{,}2 \quad \text{.....} \quad (2.9)$$

Keterangan :

Q_{av} = kebutuhan air rata – rata harian (liter/detik)

Q_t = kebutuhan air total (liter/detik)

2.1.6 Pola Pemakaian Air

Pola pemakaian air setiap wilayah selalu berbeda – beda disebabkan kegiatan sehari – hari serta mata pencaharian suatu wilayah tersebut. Pada tabel di bawah ini, Leeden *et al*. (1990) melakukan penelitian di Amerika Serikat dan menyatakan bahwa dalam satu hari pada jam – jam tertentu selalu terjadi variasi pemakaian air.

Tabel 2. 4 Variasi Pemakaian Air

No.	Uraian	Jam Pemakaian Air
1	Laju pemakaian air terendah	23.00 - 05.00
2	Laju pemakaian air tertinggi	05.00 - 12.00 (pemakaian puncak pada jam 07.00 - 08.00)
3	Laju pemakaian air menengah	12.00 - 17.00 (ketenangan pemakaian air sekitar jam 15.00)
4	Pemakaian malam hari meningkat	17.00 - 23.00 (puncaknya pada jam 18.00 - 20.00)

Sumber : Leeden *et al.* 1990

Pada tabel 2.4 di atas menjelaskan bahwa aktivitas yang dilakukan pada jam puncak sangat mempengaruhi pemakaian air. Namun, pemakaian air di Dusun Polowidi sangat berbeda dari yang diungkapkan oleh Leeden *et al*. (1990),

tetapi variasi pemakaian air yang diajukan Leeden dapat dijadikan dasar dalam penentuan variasi pemakaian air dengan menyesuaikan pada wilayah perencanaan.

2.1.7 Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Fluktuasi adalah prosentase pemakaian air pada tiap jam yang tergantung pada aktifitas masyarakat atau kebiasaan masyarakat serta pola tata kota. Sehingga kebutuhan air tiap waktu menjadi berubah/berfluktuasi. Hal ini perlu diperhitungkan untuk mendapatkan pelayanan kepada konsumen secara maksimal. Fluktuasi pemakaian air didasarkan kepada kebutuhan air harian maksimum (Q_{max}) serta faktor jam maksimum (Q_{peak}) dengan referensi kebutuhan air rata-rata sehingga dapat mengoptimalkan produksi air dan meningkatkan pelayanan (Red, 1993). Berikut persamaan untuk mengetahui fluktuasi kebutuhan air bersih, yaitu :

a. Kebutuhan air rata – rata harian (Q_{av})

$$Q_{av} = Q_{dom} + Q_{nondom} + Q_{kha} \quad \text{.....} \quad (2.10)$$

Keterangan :

Q_{av} = kebutuhan air rata – rata harian (liter/detik)

Q_{dom} = kebutuhan air domestik (liter/detik)

Q_{nondom} = kebutuhan air non domestik (liter/detik)

Q_{kha} = kehilangan air sebesar 10 – 20% (liter/detik)

b. Kebutuhan air harian maksimum (Q_{max})

$$Q_{max} = Q_{av} \times f_{max} \quad \text{.....} \quad (2.11)$$

Keterangan :

Q_{max} = kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)

Q_{av} = kebutuhan air rata – rata harian (liter/detik)

F_{max} = faktor harian maksimum (1,0 – 1,5)

c. Kebutuhan air jam maksimum (Q_{peak})

$$Q_{peak} = Q_{av} \times f_{peak} \quad \text{.....} \quad (2.12)$$

Keterangan :

Q_{peak} = kebutuhan air jam maksimum (liter/detik)

Q_{av} = kebutuhan air rata – rata harian (liter/detik)

F_{peak} = faktor fluktuasi jam maksimum (1,5 – 2,5)

d. Kebutuhan air harian minimum (Q_{min})

Kebutuhan air harian minimum adalah banyaknya kebutuhan air terkecil yang diperlukan dalam satu hari.

$Q_{min} = Q_{av} \times f_{min}$ ..... (2.13)

Keterangan :

Q_{min} = kebutuhan harian minimum (liter/detik)

Q_{av} = kebutuhan air rata – rata harian (liter/detik)

F_{min} = faktor harian minimum (0,25)

2.2 Sistem Penyediaan Air Bersih

Menurut Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum pasal 1 ayat (6) dan ayat (7), yang menjadi perbedaan antara Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dengan pengembangan SPAM adalah kegiatannya dalam membangun atau meningkatkan sistem yang telah dibangun sebelumnya dan membangun kesatuan yang utuh untuk melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat.

Ada beberapa hal yang perlu dilakukan dalam perencanaan penyediaan air bersih adalah analisa dengan menggunakan metode analisis statistik dan metode analisis deskriptif. Metode tersebut dilakukan melalui pendekatan kepadatan penduduk dan penggunaan sumber daya air (Maryati dan Humairah, 2015).

2.2.1 Sumber Air Baku

Hal utama dalam perencanaan adalah menentukan sumber air baku. Sumber air baku selain sungai adalah air tanah berupa sumur. Beberapa kriteria untuk menentukan sumber air baku apakah layak untuk dipilih, yaitu aspek hidrologi yang berhubungan dengan kuantitas debit air tanah yang terus menerus mencukupi, kualitas air tanah yang memenuhi syarat untuk dikonsumsi atau

sesuai syarat dari peraturan menteri kesehatan. Menurut Windayani (2010) disebutkan bahwa secara teknis sumur dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

a. Sumur Dangkal (*Shallow Well*)

   Sumber air ini berasal dari resapan air hujan di atas permukaan bumi terutama di dataran rendah. Sumur ini banyak terdapat di Indonesia dan mudah sekali terkontaminasi air kotor yang berasal dari kegiatan sehari – hari sehingga dibutuhkan perbaikan sanitasi untuk mencegahnya terkontaminasi. Dusun Polowidi saat ini menggunakan sumur dangkal sebagai sumber air baku.

b. Sumur Dalam (*Deep Well*)

   Sumber air ini berasal dari proses purifikasi alami dari air hujan oleh lapisan tanah. Sumber airnya lebih baik dari sumur dangkal karena tidak terkontaminasi dan memenuhi persyaratan sanitasi. Tetapi dibutuhkan kedalaman lebih dari 20 meter untuk mendapatkan sumber air ini. Dusun Polowidi saat ini hanya memiliki kedalaman hingga 6 meter.

2.2.2 Sistem Transmisi

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih. Untuk mendistribusikan air bersih dengan perpipaan terdapat beberapa sistem pengaliran, tergantung pada keadaan topografi, lokasi sumber air baku, beda tinggi daerah pengaliran atau daerah layanan. Sistem pengaliran tersebut antara lain :

a. Pengaliran Gravitasi

   Air bersih didistribusikan ke daerah layanan dengan memanfaatkan tekanan akibat gaya gravitasi pada daerah tersebut. Diperlukan beda elevasi antara sumber dan daerah layanan yang cukup besar supaya tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

b. Pengaliran Pemompaan dengan *Elevated Reservoir*

Sebelum air didistribusikan ke daerah layanan terlebih dahulu dipompa dan ditampung di reservoir kemudian didistribusikan dengan memanfaatkan tekanan akibat elevasi reservoir tersebut.

c. Pengaliran Pemompaan Langsung

Distribusi air ke daerah layanan dengan mengandalkan tekanan dari pompa, yang disesuaikan dengan tinggi tekanan minimum.

Indonesia melalui Badan Standarisasi Nasional (BSN) mempunyai beberapa kriteria dalam perhitungan hidrolis pipa transmisi yang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Kecepatan aliran maksimum dalam pipa adalah 3 m/detik. Kecepatan aliran maksimum dalam pipa hisap pompa 1,2 m/detik;
- Kehilangan tekanan maksimum 30% dari total *head* statis dan memenuhi persyaratan kemiringan hidrolis maksimum 5 m/1000 m atau sesuai dengan spesifikasi jenis pipa yang dipakai.

Tabel 2. 5 Kriteria Pipa Transmisi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit perencanaan	Q max	Kebutuhan air jam puncak Q max = F max x Q rata-rata
2	Faktor hari maksimum	F.max	1,10 – 1,10
3	Jenis saluran	-	Pipa atau saluran terbuka*
4	Kecepatan aliran air dalam pipa a. Kecepatan minimum b. Kecepatan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP	 V min V.max V.max	 0,3 – 0,6 m/det 3,0 – 4,5 m/det 6,0 m/det

5	Tekanan air dalam pipa a. Tekanan minimum b. Tekanan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	 h min h max h max h max h max	 1 atm 6 – 8 atm 10 atm 12.4 Mpa 9.0 Mpa

*Saluran terbuka hanya digunakan untuk transmisi air baku

Sumber : Permen No. 18/PRT/M/2007

2.2.3 Sistem Distribusi

Sistem distribusi adalah sistem pada jaringan perpipaan yang menghubungkan reservoir ke daerah pelayanan (konsumen). Pada dasarnya ada 2 (dua) sistem jaringan distribusi, yaitu sebagai berikut :

a. Jaringan Terbuka

Jaringan ini tidak saling menghubungkan pipa – pipa distribusi karena hanya terdapat satu arah pipa sehingga antar satu wilayah dengan wilayah lainnya disuplai dengan jalur pipa utama. Jaringan ini mempunyai banyak kekurangan, jika ada jalur dalam perbaikan maka cakupan layanan pada jalur lainnya tidak mendapatkan akses air bersih

b. Jaringan Tertutup

Jaringan ini saling menghubungkan pipa – pipa distribusi sehingga air mengalir dari beberapa jalur pipa lainnya. Sistem ini sangat baik digunakan untuk daerah yang akses jalannya saling berhubungan dan perkembangan daerah ke segala arah karena cakupan wilayah untuk jaringan ini dapat diperluas.

Tabel 2. 6 Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak Q peak = F peak x Q rata-rata
2	Faktor jam puncak	F puncak	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a. Kecepatan minimum b. Kecepatan maksimum	V min	0,3 – 0,6 m/det

	Pipa PVC atau ACP Pipa Baja atau DCIP	V max V max	3,0 – 4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a. Tekanan minimum b. Tekanan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	 h min h max h max h max h max	 (0,5 – 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh 6 – 8 atm 10 atm 12.4 Mpa 9 Mpa

Sumber : Permen No. 18/PRT/M/2007

Indonesia melalui Badan Standarisasi Nasional (BSN) mempunyai beberapa kriteria dalam melakukan analisis jaringan pipa distribusi, yaitu harus memenuhi beberapa ketentuan sebagai berikut :

- Jika jaringan pipa tidak lebih dari 4 (empat) *loop*, perhitungan dengan metode *hardy-cross* masih diizinkan secara manual. Jika lebih dari 4 (empat) *loop* harus dianalisa dengan bantuan program komputer;
- Kehilangan tekanan dalam pipa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Hazen – William* :

$$H_f = \left(\frac{Q}{0{,}2785 \times C \times D^{2{,}63}}\right)^{1{,}05} \times L \quad \text{..... (2.14)}$$

Keterangan :

H_f = kehilangan tekanan (m)

L = panjang pipa (m)

Q = debit (m^3/detik)

C = koefisien *Hazen – William* untuk pipa (Tabel 2.6)

D = diameter pipa (m)

Tabel 2. 7 Nilai Koefisien Hazen-William

No.	Jenis Pipa	Nilai C
1	*Asbes cement* (ACP)	120
2	U – PVC	120
3	PE	130
4	*Ductile* (DCIP)	110
5	Besi Tulang (CIP)	110
6	GIP	110

7	Baja	110
8	*Pre-stress Concrete* (PSC)	120

Sumber : SNI 7509: 2011

Pada tabel 2.7 di atas perlu diperhatikan bahwa nilai koefisisen Hazen William (C) dapat berbeda – beda tergantung dari jenis pipa dan lama pipa tersebut akan digunakan.

Tabel 2. 8 Nilai Koefisien Kerugian untuk Kelengkapan Pipa

Fitting	***Loss Coefficient***
Globe valve, fully open	*10.0*
Angle valve, fully open	*5.0*
Swing check valve, fully open	*2.5*
Gate valve, fully open	*0.2*
Short-radius elbow	*0.9*
Medium-radius elbow	*0.8*
Long-radius elbow	*0.6*
45 degree elbow	*0.4*
Closed return bend	*2.2*
Standart tee – flow through run	*0.6*
Standart tee – flow through branch	*1.8*
Square entrance	*0.5*
Exit	*1.0*

Sumber : Rosman, 2000

Perhitungan kehilangan tekanan minor melalui katup dan *fitting* dapat dianggap sebagai kehilangan tekanan yang ekuivalen dengan panjang pipa atau sebagai fungsi dari *head* kecepatan pada persamaan berikut ini.

$$h_m = K \times \frac{V^2}{2.g} \quad \text{.....} \quad (2.19)$$

Keterangan :

K = koefisien minor loss (Tabel 2.8)

v = kecepatan aliran (m/detik)

g = percepatan gravitasi (m/detik^2)

2.2.4 Reservoir

Persen pemompaan adalah berapa jam dalam satu hari pompa beroperasi dari nilai surplus maksimum dan defisit minimum yang dapat mempengaruhi grafik fluktuasi pemakaian air. Pada grafik tersebut dapat diketahui jam – jam puncak pemakaian air dalam satu hari.

Kapasitas reservoir berfungsi melayani kebutuhan air pada saat jam puncak. Namun selain menggunakan data fluktuasi pemakaian air, kapasitas reservoir dapat dihitung langsung dengan memperkirakan persen dari debit rata - rata yang telah ditentukan sebesar 15 - 30 % (Steel *et al*, 1989) atau 15 - 20 % (Hammer, 1986). Persamaan kapasitas reservoir pada umumnya yaitu 15 - 30 % x $Q_{\text{rata – rata}}$ x 1 hari.

2.2.5 Pompa

Pompa adalah alat yang digunakan untuk mengalirkan air pada kondisi elevasi yang lebih tinggi atau elevasi yang rendah dengan memberikan tekanan lebih untuk dapat mendistribusikan air. Pompa dibagi sesuai fungsinya sebagai berikut :

1. Penerapan dalam sistem pemompaan
   a. *Low Lift Pump*

      Pompa ini membantu menaikkan air apabila sumber berasal dari air sungai atau sumber yang lebih rendah ke unit pengolahan. Pompa ini mempunyai tekanan keluar yang kecil namun kapasitasi pompa besar.

   b. *High Lift Pump*

      Pada perencananaan ini, pompa membantu dalam proses mengalirkan air dari unit reservoir ke jaringan transmisi dan distribusi dengan menambah nilai tekanan pada titik – titik pipa.
2. Sesuai prinsip mekanik pompa dalam beroperasi
   a. *Positive Displacement*

Pompa ini mengalirkan air dengan jumlah yang stabil. Tekanan pada pompa tidak mempengaruhi kapasitas pompa pada saat beroperasi.

b. *Centrifugal Pump*

Pompa ini paling banyak digunakan dalam sistem distribusi air minum. Tekanan sangat berpengaruh pada kapasitas pompa. Pompa ini memberikan penambahan energi lebih melalui percepatannya dengan cara perputaran secara cepat.

2.3 Analisa Program EPANET 2.0

2.3.1 Pengenalan EPANET 2.0

EPANET adalah program yang digunakan untuk membuat jaringan pipa dengan nilai hidrolis dan aspek – aspek pendukung aliran air serta kualitas air dapat diketahui secara langsung. Aspek tersebut terdiri dari pipa, *junction*, reservoir, tangki air dan pompa. Pada setiap pipa dapat diketahui kondisi aliran air hingga tekanan yang terjadi pada setiap titik. Hasil tersebut diperoleh dalam bentuk tabel dan grafik. Selain itu, konsentrasi bahan kimia di dalam jaringan dan usia air juga dapat diketahui secara langsung (Rossman, 2000).

Hasil dari penggunaan *software* EPANET dalam menganalisis data dapat dilakukan dengan cepat bahkan dapat untuk mengerjakan tipe jaringan yang kompleks. Selain itu, jaringan yang dirancang menggunakan *software* ini dapat menahan kenaikan populasi hingga 5% bukan hanya 1% seperti yang dipertimbangkan sebelumnya seperti dalam skema jurnal sebelumnya (Ramana *et al*, 2015).

Secara umum hasil dari simulasi dengan EPANET 2.0 pada penyaluran air dapat dilakukan dengan baik, dimana air dapat dialirkan ke semua *junction* dengan tekanan dan debit tertentu sesuai besarnya debit air kebutuhan. Walaupun semua bisa dipenuhi, tetapi ada beberapa kriteria yang masih harus dipenuhi. American Water Works Assosiation (AWWA) (2005), menyebutkan beberapa kriteria, yaitu :

a. Kecepatan
   - Tidak lebih rendah dari 0,6 m/s untuk mencegah sedimentasi

- Tidak lebih dari 3 m/s untuk mencegah pengikisan dan kehilangan tekanan tinggi
- Kecepatan aliran umumnya digunakan adalah 1 – 1,5 m/s

b. Tekanan
   - Secara umum untuk setiap node dalam jaringan tekanan diisyaratkan tidak boleh kurang dari 1 atm.

c. Ukuran Pipa
   - Jaringan pipa yang menyediakan air untuk kebutuhan domestik mungkin sekecil 100 mm (4 inch) tapi tidak boleh lebih dari 400 m panjang (jika *dead-ended*) atau 600 m jika terhubung ke sistem pada kedua ujungnya.
   - Ukuran pipa untuk daerah populasi sedang yaitu 150 mm (6 in) dengan pipa induk tidak lebih dari 180 m.
   - Untuk daerah yang tingkat populasinya tinggi ukuran minimum pipa adalah 200 mm (8 inch) dengan pipa induk maksimum yang sama. Jaringan pipa utama tidak kurang dari 305 mm (12 inch) untuk diameternya.

d. Kehilangan Tekanan
   - Kisaran optimum adalah 1 – 4 m/km.
   - Kehilangan tekanan maksimum tidak boleh melebihi 10 m/km.

2.3.2 Menjalankan Simulasi Jaringan Pipa

Keberhasilan suatu simulasi ditandai dengan munculnya status pada lembar kerja EPANET, namun jika tidak berhasil maka akan muncul *report* atau laporan hasil simulasi yang menunjukkan indikasi adanya kesalahan yang terjadi pada hasil *nodes* atau *links*. Adapun pesan yang muncul pada jendela *status report*, antara lain:

- Pompa tidak dapat menyalurkan aliran

EPANET akan mengeluarkan pesan peringatan dan kesalahan ketika pompa bekerja di luar kisaran kurva pompa. Jika pompa membutuhkan tenaga melebihi *head* yang ada, secara langsung EPANET akan menutup pompa. Hal ini memberikan porsi pada jaringan sehingga terputusnya aliran dari berbagai sumber.

- Jaringan terputus

  EPANET mengklasifikasikan jaringan yang terputus jika tidak ada jalan bagi air untuk disalurkan ke sambungan pipa yang membutuhkannya. Hal tersebut dapat muncul jika tidak ada jalur terbuka diantara sambungan dengan kebutuhan air dan reservoar, tangki atau sambungan dengan kebutuhan airnya.

- Tekanan negatif

  Biasanya mengindikasikan bahwa terdapat masalah dengan jaringan yang dibuat atau dioperasikan. Tekanan negatif dapat muncul ketika bagian dari jaringan hanya dapat menerima sebagian air, mungkin karena jaringan tertutup.

BAB III
GAMBARAN UMUM DAERAH PERENCANAAN

3.1 Wilayah Administrasi

Kecamatan Sleman memiliki luas wilayah 57.482 Ha atau 574,82 km^2 atau sekitar 18% dari luas Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta 3.185,80 km^2 dengan jumlah penduduk sebesar 55.549 jiwa dan kepadatan 1,774 km^2/jiwa. Secara administratif Kecamatan Sleman terdiri dari 5 desa dan 83 dusun.

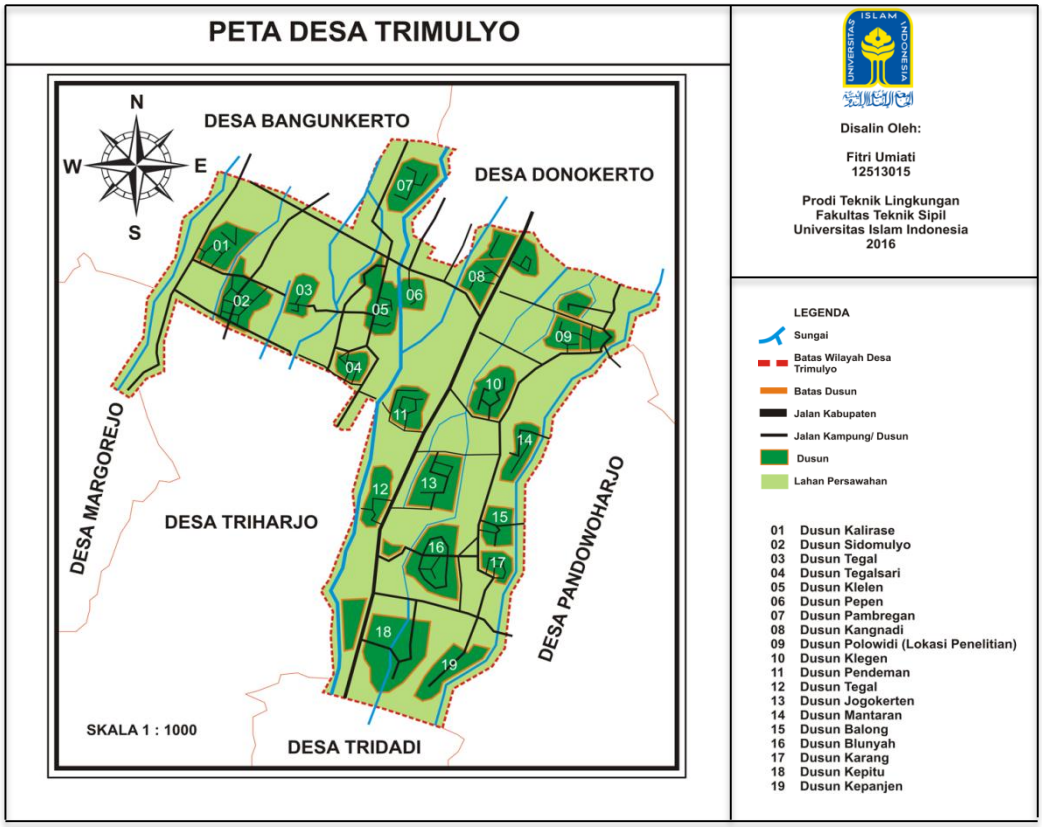
Berdasarkan karakteristik sumber daya yang ada, Kecamatan Sleman merupakan wilayah aglomerasi (perkembangan kota dalam kawasan tertentu) kota Yogyakarta. Wilayah ini merupakan pusat pendidikan, perdagangan dan jasa.

Wilayah perencanaan berada di Kecamatan Sleman tepatnya di Dusun Polowidi. Berdasarkan pembagian administratif desa, Dusun Polowidi merupakan salah satu dusun yang berada di Desa Trimulyo. Dusun Polowidi terbagi menjadi 2 RT, yaitu RT 1 dan RT 2.

3.2 Geografis

Dusun Polowidi memiliki luas wilayah 8,4 Ha atau seluas 0,08 km^2. Dusun ini berada di antara titik koordinat 7°40'28.36"S dan 110°21'58.77"E. Dusun Polowidi mempunyai batas – batas wilayah, antara lain :

Sebelah Utara : Dusun Sukodono, Desa Donokerto
Sebelah Barat : Dusun Kadisobo
Sebelah Selatan : Dusun Klegen
Sebelah Timur : Desa Pandowoharjo



Gambar 3. 1 Peta Administrasi Desa Trimulyo Kecamatan Sleman

3.3 Penduduk

Penduduk merupakan aset daerah karena merupakan subyek sekaligus obyek dari pembangunan. Oleh karena itu faktor penduduk berkompetensi untuk ditinjau berhubungan dengan pembangunan suatu daerah demi terwujudnya pembangunan. Penggunaan lahan di dusun ini didominasi dengan lahan persawahan dan lahan pertanian salak pondoh. Oleh karena itu, sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani.

Jumlah penduduk Dusun Polowidi pada tahun 2015 adalah sebesar 672 jiwa. Sedangkan kepadatan penduduk dusun ini sebesar 80 jiwa/Ha atau sekitar 8400 jiwa/km^2.

Berikut jumlah penduduk berdasarkan data penduduk yang diperoleh dari kantor kecamatan Trimulyo.

Tabel 3. 1 Data Jumlah Penduduk Dusun Polowidi

Tahun	Jumlah Penduduk	Jenis Kelamin	
		Laki - laki	Perempuan
2006	598	297	301
2007	601	305	305
2008	616	313	303
2009	631	333	298
2010	637	340	297
2011	647	348	299
2012	649	350	299
2013	650	359	291
2014	664	367	297
2015	672	370	302

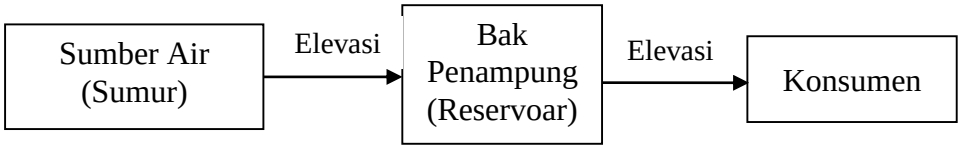
Sumber : Administrasi Kantor Kecamatan Trimulyo

3.4 Kondisi Eksisting

3.4.1 Wilayah Layanan Air Bersih

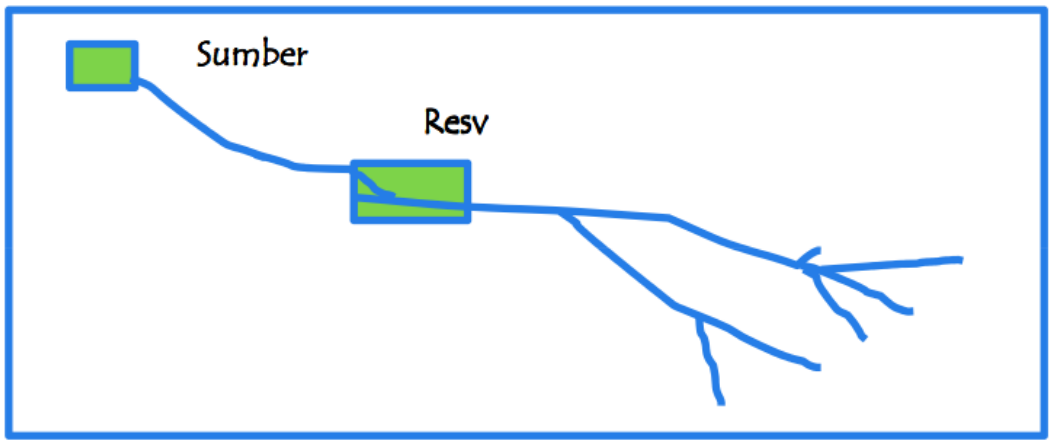
Jaringan perpipaan air bersih telah direncanakan sejak tahun 2012 di Dusun Polowidi. Perencanaan ini untuk memenuhi kebutuhan air bersih warga karena selama ini sebagian warga masih memanfaatkan aliran sungai kecil atau kali untuk melakukan aktifitas seperti mandi dan mencuci.

Oleh karena itu, masyarakat mempunyai gagasan untuk membuat sumur gali sebagai sumber air bersih. Sebelumnya, masyarakat Polowidi sudah mempunyai 5 sumur gali namun semuanya bermasalah, seperti air yang berbau, besi dan debit air yang dihasilkan sedikit. Salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan warga Dusun Polowidi berada di Dusun Sukodono.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Distribusi Air

Pendistribusian air bersih di Dusun Polowidi ini hanya memanfaatkan beda tinggi dari muka tanah (elevasi) sebagai pemberi tekanan untuk mengalirkan air, baik dari sumber hingga sambungan rumah tiap warga.



Gambar 3. 3 Ilustrasi Sistem Air Baku dengan 1 Transmisi dan 1 Reservoir (Induk)

3.4.2 Sumber Air Bersih

Di Dusun Polowidi terdapat 2 (dua) sumber air yang berupa air tanah, namun saat ini hanya 1 (satu) yang digunakan karena kurangnya beda elevasi sehingga air mengalir tidak terlalu deras dan harus menggunakan pompa. Sumber air yang saat ini digunakan memiliki kedalaman 12 meter dari permukaan tanah. Debit sumber air ini sangat baik karena tidak berpengaruh pada musim. Biasanya sumber air akan berkurang ketika musim kemarau dan akan melimpah pada musim penghujan, namun sumber air ini konstan dan tidak pernah mengalami kekeringan walaupun musim kemarau. Sumber air ini terletak di sebelah Utara Padukuhan Ngemplak Polowidi tepatnya di Padukuhan Sukodono Donokerto (760 m dari Ngemplak Polowidi).

Gambar 3. 4 Sumur Sumber Air Baku

3.4.3 Bak Penampung

Bak Penampung berupa bangunan segi empat dengan volume kapasitas tampungan sebesar 4.050 m^3 yang melayani sambungan rumah warga langsung dengan diameter pipa distribusi 1 ½ inch dan pipa transmisi 2 inch.

Gambar 3. 5 Bak Penampung

3.4.4 Kondisi Pelayanan

Kondisi pelayanan air bersih yang telah ada di Dusun Polowidi dari segi pembagian debit air cukup baik karena berasal dari mata air yang dialirkan menggunakan pipa induk berdiameter 2 inch ke bak penampung dan didistribusikan menggunakan pipa 1 ½ inch ke warga dan dapat mengalir hanya selama 2 jam. Namun pembagian air tidak merata karena diameter pipa yang tidak mendukung dan banyak pipa yang pecah.

3.4.5 Pengelola Jaringan

Jaringan perpipaan yang telah dibangun sejak tahun 2012 di Dusun Polowidi memiliki badan organisasi yang bertujuan untuk mengelola semua kebutuhan baik dari segi perawatan dan pemeliharaan sampai dengan pendanaan.

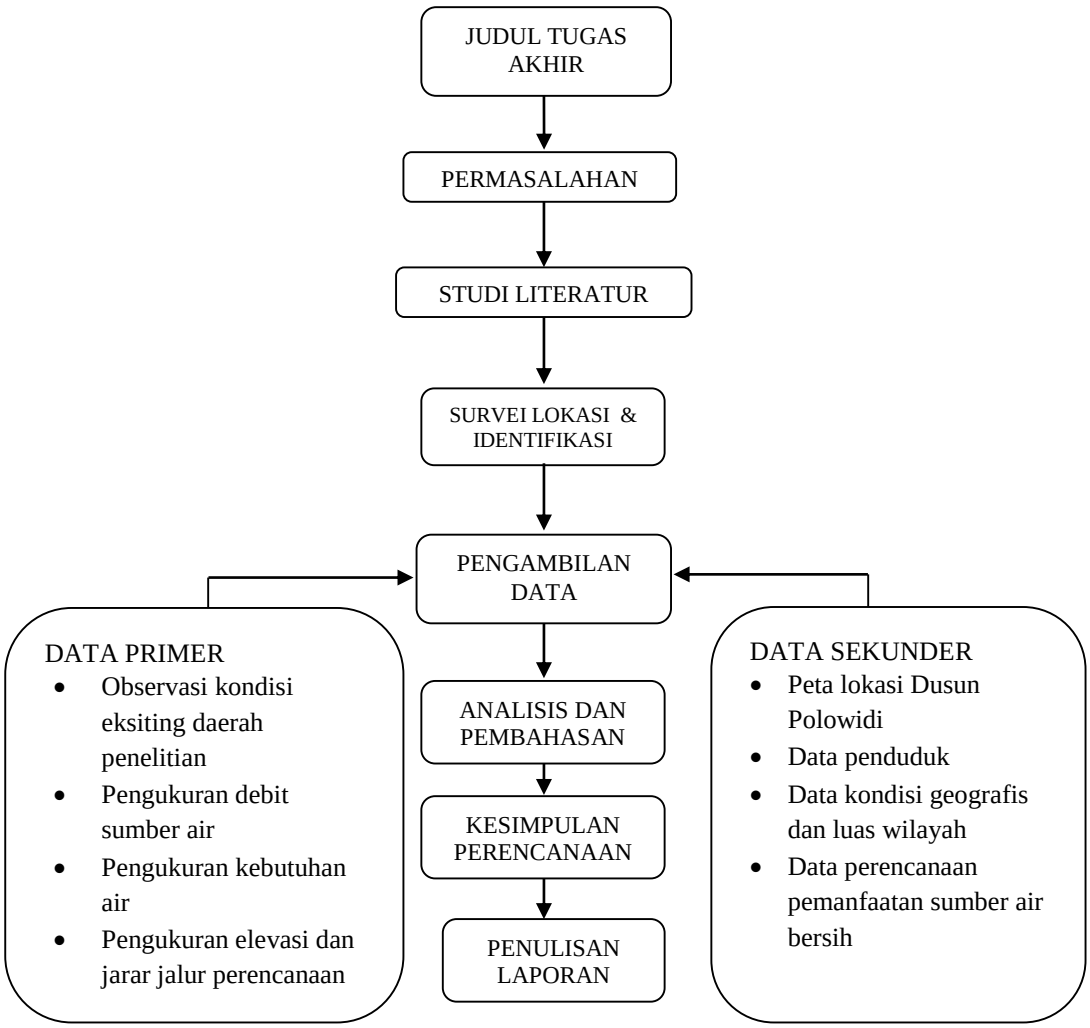
Tabel 3. 2 Struktur Organisasi dan Kelembagaan

Nama	**Jabatan**
Tukiyat	Ketua
Prayitno, S.E	Sekretaris
Aris Subagyo, S.Sos	Bendahara
Prayitno	Bagian Teknis
Supardi	Bangunan
Poniman	
Surahmin	Transmisi
Ahmad Riyadi	Logistik
Harjono	
Eko Purwanto	
Marwoto	Humas
Sumarsono	

BAB IV
METODOLOGI PERENCANAAN

4.1 Kerangka Perencanaan

Pada sub bab ini membahas tahapan atau langkah kerja yang akan dilakukan dalam perencanaan. Tahapan kerja ini membutuhkan beberapa data, yaitu data primer dan sekunder untuk mendukung analisis data selanjutnya. Langkah – langkah dalam perencanaan jaringan air bersih ini dapat dilihat pada diagram alir perencanaan di bawah ini :



Gambar 4. 1 Diagram Alir Perencanaan

4.2 Survei Lokasi dan Identifikasi

Survei lokasi dilakukan secara langsung di Dusun Polowidi Desa Trimulyo, Kecamatan Sleman Yogyakarta. Tujuan survei lapangan untuk melihat kondisi eksisting sarana dan prasarana air bersih yang sudah dibangun sebelumnya. Dari data survei akan dikaji permasalahan atau hambatan yang dialami warga Dusun Polowidi untuk selanjutnya dapat dilakukan identifikasi masalah. Adapun alasan memilih lokasi tersebut adalah sebagai berikut :

a. Banyak warga yang mengeluhkan tidak mengalirnya air ke rumah – rumah.
b. Sebagian air yang mengalir ke rumah warga memiliki debit yang kecil.
c. Ditemukan terjadi banyak kebocoran pipa di sepanjang jaringan eksisting.
d. Penggunaan diameter pipa yang kurang sesuai sehingga mempengaruhi kecepatan aliran air.

4.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dari tahap awal sampai tahap akhir perencanaan. Hal ini dilakukan agar perencanaan berjalan secara relevan dan sesuai dengan petunjuk teknis di lapangan. Ada beberapa studi literatur yang digunakan dalam perencanaan ini, yaitu :

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28/PRT/M/2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Modul Departemen Pekerjaan Umum No.1 tentang Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan.
- SNI 7509:2011, Tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum.

4.4 Metode Pengumpulan Data

4.4.1 Data Primer

Data primer diperoleh melalui :

a. Survei kondisi eksisting desa.
b. Pengukuran debit sumber air baku.
c. Penentuan jaringan transmisi dan distribusi.
d. Pengukuran elevasi menggunakan alat ukur tanah (*theodolite*).

Berikut ini adalah dokumentasi dari pengambilan data primer di Dusun Polowidi.

Gambar 4. 2 Kondisi Sumber Air Baku Sebelum Pengurasan

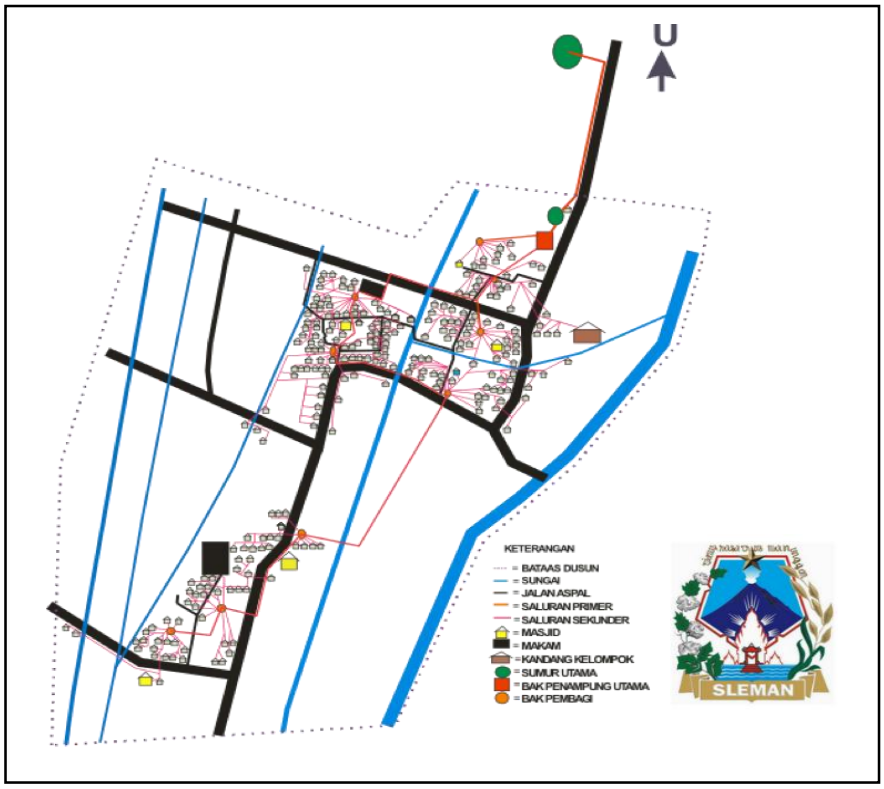
Gambar 4. 3 Pengukuran Debit Menggunakan Pompa

Gambar 4. 4 Pengukuran Kedalaman Sumber Air

4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi desa, yaitu Kantor Kecamatan Trimulyo dan data dari Kepala Dusun Polowidi.

a. Data statistik kependudukan, fasilitas umum, sarana dan prasarana terkait wilayah studi.
b. Luas dan batas wilayah.
c. Peta program perencanaan jaringan air bersih dari Dusun Polowidi.

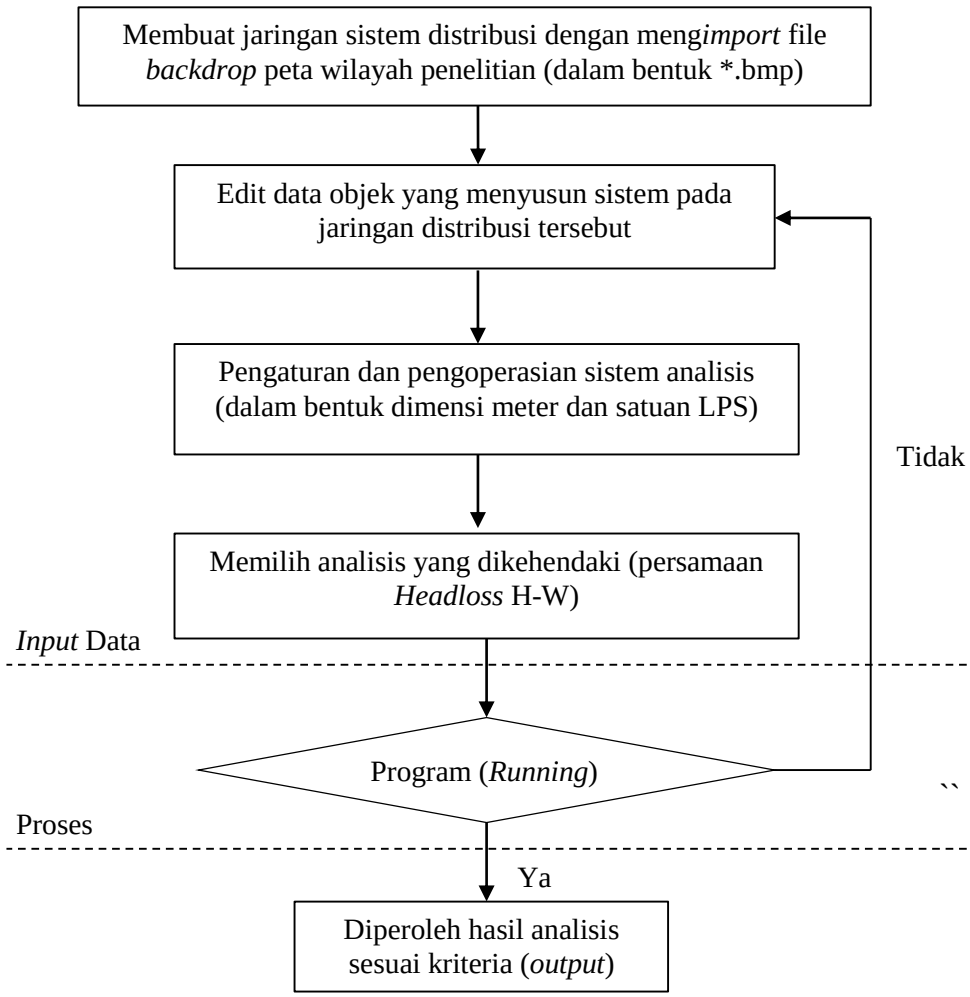


Gambar 4. 5 Jaringan Sistem Penyediaan Air di Dusun Polowidi

4.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dengan membuat pemodelan jaringan air menggunakan rumus perhitungan dan program/software EPANET 2.0. Sedangkan pada pembahasan merupakan penjelasan serta penyajian secara mendalam dari data primer dan sekunder yang sudah diolah sesuai dengan cara kerja yang benar

untuk mendapatkan perencanaan secara ideal atau sesuai kriteria. Pada tahap ini, data dari hasil analisis disajikan dalam bentuk jaringan, tabel dan grafik.



Gambar 4. 6 Flowchart Pengoperasian EPANET 2.0

Langkah-langkah dalam pengoperasian EPANET adalah sebagai berikut :

1. Membuat jaringan sistem distribusi dengan menentukan terlebih dahulu *backdrop* yang digunakan. Maksudnya adalah dalam tampilan *windows* EPANET dapat dibuat skema jaringan pendistribusian yang dikehendaki maupun dapat dilakukan dengan mengambil jaringan yang sudah ada (tersimpan dalam format/program lain) misalnya *Computer Aided Drawing* (CAD) atau *Geography Information System* (GIS).

2. Mengedit komponen fisik yang terlihat dalam sistem distribusi. Yang termasuk komponen fisik dalam sistem distribusinya diantaranya :
    a. *Junctions* merupakan titik-titik untuk meyambungkan antar pipa, pompa atau komponen lainnya yang terdapat dalam jaringan serta sebagai *tapping* air dalam jaringan distribusi dengan format *input* data pada *junction*.
    b. *Reservoir* adalah titik awal yang dinyatakan sebagai sumber dalam jaringan distribusi misalnya sungai, sumur, atau mata air.
    c. Pipa berfungsi sebagai penghubung yang membawa air dari satu titik (*junction*) ke titik lainnya.
    d. Pompa termasuk di dalam sistem yang berfungsi menaikkan nilai tekanan pada air apabila dalam kondisi elevasi yang rendah.
3. Pengaturan dan pengoperasian sistem juga dilakukan pada komponen yang tidak nampak seperti grafik, yaitu :
    a. *Curve editor* yang mengatur bagaimana pompa dan titik bekerja sesuai dengan nilai yang telah ditentukan sebelumnya. *Curve editor* terdiri atas hubungan total tinggi tekan dengan debit (*pump curve*), biaya atas penggunaan energi/hubungan efisiensi dengan debit (*efficiency curve*), hubungan volume dengan kedalaman air (*volume curve*) dan hubungan kehilangan energi dengan debit (*headloss curve*). Pada umumnya kurva yang digunakan adalah *pump curve.*
4. Menentukan persamaan untuk menjalankan simulasi, dalam hal ini perlu diketahui situasi atau kondisi perencanaan jaringan,. Ada beberapa persamaan yang dapat digunakan, yaitu *Hazen William, Darcy Weisbach,* atau *Chezy Mannings*. Pada perencanaan yang berhubungan dengan air biasanya digunakan persamaan *Hazen William* (H-W), sedangkan yang berhubungan dengan minyak digunakan rumus *Darcy Weisbach*. Pada perencaan ini digunakan persamaan *Hazen William*.
5. Memproses hasil analisis (*running*) dilakukan setelah proses *input* selesai, adapun komentar ketika *running* telah dilakukan diantaranya :

a. *Run was succesfull* artinya proses *running* berjalan baik sehingga bisa dilanjutkan dengan mengetahui datanya pada *table*.
b. *Run was unsuccesfull*. *See status report for reason* artinya proses berhenti dikarenakan beberapa hal namun dapat diketahui kesalahan yang terjadi pada hasil laporan yang muncul.
c. *Warning message were generated. See status report for reason* artinya ada beberapa masukan data yang menyebabkan kegagalan hasil simulasi. Kegagalan tersebut biasanya terjadi karena pompa yang tidak bekerja, jaringan tidak terhubung, adanya nilai tekanan negatif atau *negative pressure*, sistem tidak seimbang serta persamaan hidrolik tidak terpecahkan.

6. Mengetahui hasil simulasi, tahapan akhir ini dapat berjalan dengan baik bila proses analisis yang berlangsung menunjukkan komentar *running was succesfull*. Hasil simulasi dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kebutuhan Air

5.1.1 Proyeksi Penduduk

Perencanaan SPAM di Dusun Polowidi dilakukan dengan selang waktu 20 tahun dimulai dari tahun 2006 sampai 2035 dengan cakupan pelayanan sebesar 100%. Sedangkan untuk asumsi laju pertumbuhan menggunakan data perkembangan jumlah penduduk 10 tahun ke belakang, yaitu dari tahun 2006 sampai 2015.

Terdapat 3 (tiga) metode yang digunakan dalam proyeksi penduduk dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, yaitu metode Aritmatik, Geometrik dan *Least Square*. Metode yang menghasilkan nilai standar deviasi terkecil (mendekati nol) pada *Backward Projection* selanjutnya akan digunakan sebagai metode proyeksi penduduk pada *Forward Projection*.

Tabel 5. 1 Data Pertumbuhan Penduduk dari Tahun 2006 - 2015

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
			Aritmatik (Jiwa)	Geometrik (%)
1	2006	598		
			+3	+0.50%
2	2007	601		
			+15	+2.44%
3	2008	616		
			+15	+2.38%
4	2009	631		
			+6	+0.94%
5	2010	637		
			+10	+1.55%
6	2011	647		
			+2	+0.31%
7	2012	649		

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
			Aritmatik (Jiwa)	Geometrik (%)
			+1	+0.15%
8	2013	650		
			+14	+2.11%
9	2014	664		
			+8	+1.19%
10	2015	672		
Jumlah			**74**	**11.56%**
Rerata			**8.22**	**1.28%**

Sumber : Administrasi Kantor Kecamatan Trimulyo

Dari data statistik penduduk di atas, dapat ditentukan nilai persentase pertambahan penduduk per tahun (r). Rata – rata pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun 2006 – 2015 adalah sebagai berikut:

$$\text{Ka} = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

$$\text{Ka} = \frac{672 - 598}{2015 - 2006} = 8{,}22 \approx 8 \text{ jiwa/tahun}$$

Sedangkan persentase pertambahan jumlah penduduk per tahun :

$$r = \frac{11{,}56\%}{(2015 - 2006)} = 1{,}28\% = 0{,}0128$$

Setelah menentukan nilai pertambahan penduduk (r), selanjutnya menentukan proyeksi mundur penduduk dengan beberapa metode sebagai berikut:

1. Metode Geometrik

   Pertumbuhan penduduk yang dianggap sama untuk setiap tahun.

   $P_n = P_o(1 + r)^n$

   $P_{06} = 672(1 + 0{,}0128)^9 = 598$

2. Metode Aritmatik

   Pertumbuhan penduduk dengan jumlah yang sama setiap tahun.

   $P_n = P_o - K_a(T_n - T_o)$

   $P_{06} = 672 - (8{,}22 \times (2015 - 2006)) = 599$

3. Metode Least Square

   $Y = a + bX$

Adapun persamaan untuk mencari koefisien a dan b adalah sebagai berikut:

$$a = a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x\sum y}{n\sum x^2 - \sum x}$$

Perhitungan :

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n} = \frac{(6365) - (8{,}13 \times 55)}{10} = 591{,}8$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x\sum y}{n\sum x^2 - \sum x} = \frac{(10 \times 35678) - (55 \times 6365)}{(10 \times 385) - (55)^2} = 8{,}13$$

$$Y = 591{,}8 + 8{,}13X$$

Tabel 5. 2 Proyeksi Mundur Penduduk Dusun Polowidi

No	Tahun	Jumlah Penduduk	n	Backward Projection		
				Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode Least Square
1	2006	598	9	598	599	592
2	2007	601	8	606	607	600
3	2008	616	7	614	615	608
4	2009	631	6	623	622	616
5	2010	637	5	631	630	624
6	2011	647	4	639	639	632
7	2012	649	3	647	647	641
8	2013	650	2	656	655	649
9	2014	664	1	664	663	657
10	2015	672	0	672	672	665
Jumlah		6365		6350	6349	6284

Selanjutnya untuk menentukan nilai proyeksi 20 tahun ke depan maka digunakan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran dengan cara menghitung standar deviasi yang paling kecil diantara metode proyeksi di atas. Rumus standar deviasi dan koefisien korelasi adalah sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - X)^2}{n}} = \sqrt{\frac{5440}{10}} = 23{,}32$$

Tabel 5. 3 Standar Deviasi Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatik	Yi - Ymean	(Yi - Ymean)2
2006	598	598	-39	1482
2007	601	606	-30	917
2008	616	614	-22	486
2009	631	623	-14	191
2010	637	631	-6	31
2011	647	639	3	7
2012	649	647	11	117
2013	650	656	19	363
2014	664	664	27	744
2015	672	672	36	1260
Jumlah		6350		5600
Rata-rata	636,5			
Standar Deviasi				**23,66**

Tabel 5. 4 Standar Deviasi Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik	Yi - Ymean	(Yi - Ymean)2
2006	598	599	-37	1400
2007	601	607	-30	884
2008	616	615	-22	481
2009	631	622	-14	197
2010	637	630	-6	37
2011	647	639	2	4
2012	649	647	10	105
2013	650	655	19	345
2014	664	663	27	728
2015	672	672	36	1260
Jumlah		6349,20		5440
Rata-rata	636,5			
Standar Deviasi				**23,32**

Tabel 5. 5 Standar Deviasi Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square	Yi - Ymean	(Yi - Ymean)2
2006	598	592	-45	1998
2007	601	600	-37	1338
2008	616	608	-28	809
2009	631	616	-20	413
2010	637	624	-12	149
2011	647	632	-4	17
2012	649	641	4	17
2013	650	649	12	149
2014	664	657	20	413
2015	672	665	28	809
Jumlah		6283,73		6110
Rata-rata	636,5			
Standar Deviasi				**24,72**

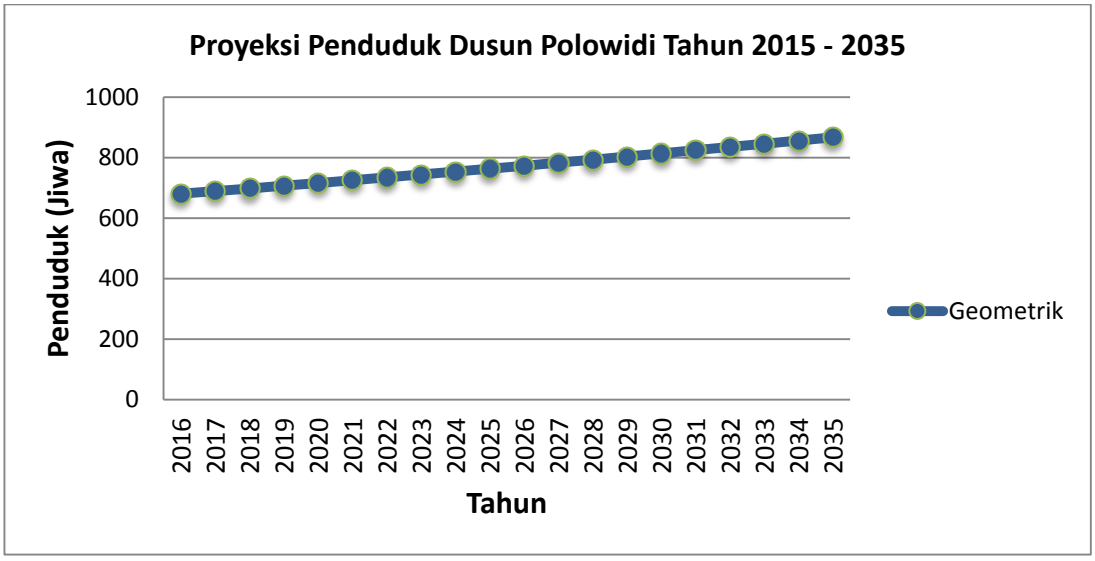
Dari hasil ketiga perhitungan standar deviasi di atas, memperlihatkan angka yang berbeda untuk ketiga metode proyeksi. Angka terkecil diperoleh dari hasil perhitungan proyeksi dengan metode Geometrik. Sehingga dalam memperkirakan jumlah penduduk Dusun Polowidi 10 tahun mendatang digunakan metode *Geometrik.*

Tabel 5. 6 Proyeksi Maju dengan Metode Geometrik

No	Tahun	n	Metode Geometrik
1	2015	0	672
2	2016	1	681
3	2017	2	689
4	2018	3	698
5	2019	4	707
6	2020	5	716
7	2021	6	725
8	2022	7	735
9	2023	8	744
10	2024	9	754
11	2025	10	763

No	Tahun	n	Metode Geometrik
13	2027	12	783
14	2028	13	793
15	2029	14	803
16	2030	15	814
17	2031	16	824
18	2032	17	835
19	2033	18	846
20	2034	19	856
21	2035	20	867

Berikut grafik hasil dari proyeksi penduduk dengan metode geometrik:



Gambar 5. 1 Grafik Proyeksi Penduduk Tahun 2015 – 2035

5.1.2 Kebutuhan Air

Hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih ditampilkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5. 7 Proyeksi Kebutuhan Air di Dusun Polowidi

No	Uraian	Satuan	Kebutuhan Air Rata - Rata				
			Tahun				
			2016	2020	2025	2030	2035
1	**PENDUDUK**						
	Jumlah Penduduk	Jiwa	681	716	763	814	867
	Cakupan Pelayanan	%	100	100	100	100	100
	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	681	716	763	814	867
2	**PELAYANAN SAMBUNGAN RUMAH**						
	Rasio Pelayanan	%	100 100		100	100	100
	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	681	716	763	814	867
	Standar Kebutuhan Air	l/org/hari	70	70	70	70	70
	Asumsi 1 SR	Jiwa	5	5	5	5	5
	Jumlah Sambungan Rumah	Unit	136	143	153	163	173
3	**KEBUTUHAN AIR DOMESTIK**	l/detik	0,55	0,58	0,62	0,66	0,70
4	**KEBUTUHAN AIR NON DOMESTIK**	l/detik	0,088	0,092	0,096	0,101	0,106
5	**TOTAL KEBUTUHAN AIR**	l/detik	0,64	0,67	0,72	0,76	0,81
		m^3/hari	55,20	58,08	61,78	65,72	69,91
6	**KEHILANGAN AIR**						
	Persentase Kebocoran	%	20	20	20	20	20
	Total Kehilangan Air	l/detik	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16
7	**KEBUTUHAN AIR RATA - RATA**	l/detik	0,77	0,81	0,86	0,91	0,97
8	**KEBUTUHAN AIR HARIAN MAKSIMUM**	l/detik	0,96	1,01	1,07	1,14	1,21
9	**KEBUTUHAN AIR JAM PUNCAK**	l/detik	1,34	1,41	1,50	1,60	1,70
10	**KEBUTUHAN AIR HARIAN MINIMUM**	l/detik	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24

Tabel 5. 8 Kebutuhan Air Non Domestik di Dusun Polowidi

No	Fasilitas	Unit	Kapasitas (orang/unit)	Kebutuhan Air Bersih (l/orang/hari)	Kebutuhan Air Non Domestik (l/detik)
1	Masjid	1	200	30	0,069
2	Mushola	1	40	30	0,014
Jumlah					0,083

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996

Contoh Perhitungan :

- Total Jiwa (Proyeksi 20 tahun) = 867 jiwa
- Pelayanan Air Bersih = 100% = 100% x 867 jiwa = 867 jiwa
- Rasio Sambungan Rumah (SR)

  SR = 100% x 867 jiwa = 867 jiwa
- Kebutuhan Air Bersih :

  SR = (867 jiwa x 70 l/org/hari)/(86400) = 0,70 liter/detik
- Kebutuhan Total Domestik :

  Q_{dom} = 0,70 liter/detik
- Kebutuhan Total Non Domestik :

  Q_{nondom} = 0,010 liter/detik x 1,05 = 0,11 liter/detik
- Total Kebutuhan Domestik dan Non Domestik :

  Q_{total} = 0,70 liter/detik + 0,11 liter/detik = 0,81 liter/detik
- Total kebocoran Air :

  Q_t = 0,81 x 20% = 0,16 liter/detik
- Kebutuhan Air Rata-rata :

  Q_{av} = 0,81 liter/detik + 0,16 liter/detik = 0,97 liter/detik
- Kebutuhan Air Harian Maksimum :

  Q_{maks} = 0,97 liter/detik x 1,25 = 1,21 liter/detik
- Kebutuhan Air Jam Puncak :

  Q_{peak} = 0,97 liter/detik x 1,75 = 1,70 liter/detik
- Kebutuhan Air Harian Minimum :

  Q_{min} = 0,97 liter/detik x 0,25 = 0,24 liter/detik

5.1.2 Reservoir dan Pompa

Kapasitas reservoir berfungsi melayani kebutuhan air pada saat jam puncak. Namun selain menggunakan data fluktuasi pemakaian air, kapasitas reservoir dapat dihitung langsung dengan nilai persen yang telah ditentukan sebesar 15 - 30 % dari debit rata - rata selama 1 hari. Berikut kapasitas reservoir untuk 20 tahun ke depan.

Volume reservoir = (15 – 30)% x Q kebutuhan air 1 hari

= 20% x 0,97 liter/detik x (24*60*60)

= 16.778 liter

= 16,78 $m^3 \approx 17\ m^3$

Setelah menghitung volume reservoir, maka dapat diketahui dimensi pada reservoir sebagai berikut.

V = P x L x T

17 = a^2 x 2

8 = a^2

3 = a

Lebar = 3 m

Panjang = 3 m

Tinggi total = Tinggi + Ruang udara

Tinggi total = 2 m + 0,3 m = 2,3 m

Pemompaan diperlukan untuk memberikan tekanan dari Reservoir ke pipa distribusi. Pemompaan dilakukan agar air dapat mengalir dengan tekanan yang cukup. Pada perencanaan ini, air dari reservoir langsung di pompa menuju pipa utama distribusi. Dalam perencanaan ini detentukan bahwa pompa yang digunakan bekerja selama 24 jam.

$$Q_{pompa} = \frac{\text{Volume Reservoir}}{\text{Waktu Pemompaan}}$$

$$Q_{pompa} = \frac{16{,}78\ m^3/\text{jam} \times 1\text{jam}}{24\text{jam} \times 3600\text{dt} \times 1m^3}$$

$$Q_{pompa} = 0{,}0003\ m^3/\text{detik}$$

Pada perencaan ini, diameter rencana untuk pipa hisap (suction) sebesar 60 mm dan pipa keluar (discharge) sebesar 60 mm, dengan nilai koefisien kekasaran (C) 120. Elevasi muka tanah pada reservoir adalah 365,80 m. Untuk dapat mengalirkan air dengan debit yang cukup diperlukan penambahan head oleh pompa. Selanjutnya, nilai tersebut dimasukkan dalam perhitungan sebagai head discharge (head keluar).

Diketahui :

- Panjang pipa L Suction = 3 m
- Panjang pipa L Discharge = 4 m
- Q = 0,019 m^3/menit
  = 0,0003 m^3/s

Perhitungan :

1. **Head Static (Hs)**
   a. Head suction = 3 m
   b. Head discharge = 4 m
   c. Total Head Statis = H suction + H discharge = 3 m + 4 m = 7 m

2. **Headloss Mayor (Hf)**
   a. Hf Suction

$$Hf_{Suction} = \left(\frac{Q}{0{,}2785 \times C \times D^{2{,}63}}\right)^{1{,}05} \times L$$

$$= \left(\frac{0{,}0003}{0{,}2785 \times 120 \times 0{,}060^{2{,}63}}\right)^{1{,}05} \times 3 = 0{,}039 \text{ m}$$

   b. Hf Discharge

$$Hf_{discharge} = \left(\frac{Q}{0{,}2785 \times C \times D^{2{,}63}}\right)^{1{,}05} \times L$$

$$= \left(\frac{0{,}0003}{0{,}2785 \times 120 \times 0{,}060^{2{,}63}}\right)^{1{,}05} \times 4 = 0{,}051 \text{ m}$$

   c. Hf Mayor Losses

Hf Mayor = Hf suction + Hf discharge = 0,039 m + 0,051 m
= 0,090 m

3. Headloss Minor (hf)

$V = 0{,}40\ m/s$

- *Gate valve* (K=0,2)

  $Hf = k\frac{v^2}{2g} = 0{,}2 \times \frac{0{,}40^2}{2 \times 9{,}81} = 0{,}002\ m$

- *Check valve* (K=2,5)

  $Hf = k\frac{v^2}{2g} = 2{,}5 \times \frac{0{,}40^2}{2 \times 9{,}81} = 0{,}020\ m$

- Belokan (K=0,6)

  $Hf = k\frac{v^2}{2g} = 0{,}6 \times \frac{0{,}40^2}{2 \times 9{,}81} = 0{,}005\ m$

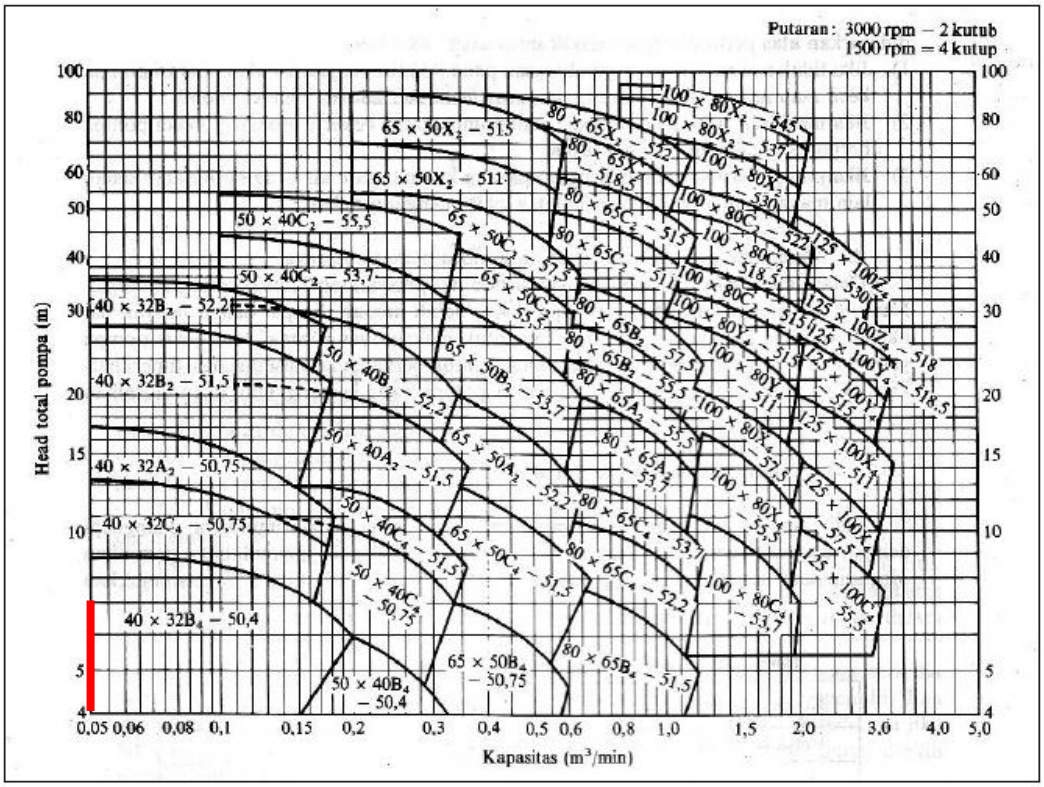
a. Hf Minor Losses

Hf Minor = 0,002 + 0,020 + 0,005

= 0,027 m

4. Total Head Pompa

H total = Hs + Hf + hf = 7 m + 0,090 m + 0,027 m = 7,12 m



Gambar 5. 2 Diagram Pemilihan Pompa

Pemilihan jenis pompa didasarkan pada Diagram Pemilihan Pompa. Berdasarkan diagram tersebut, pompa memiliki spesifkasi **40x 32B$_4$-50,4**, dengan keterangan sebagai berikut :

Diameter Hisap : 40 mm
Diameter Keluar : 32 mm
Jumlah Kutub : 4
Frekuensi : 50 Hz
Daya Motor : 0,4 kW

5.2 Jaringan Eksisting

Sistem perpipaan yang diterapkan dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih di Dusun Polowidi ini disesuaikan dengan kriteria perencanaan pada BAB II. Perhitungan diameter pipa, headloss, tekanan, dan laju aliran dalam pipa, dilakukan dengan program EPANET versi 2.0.

5.2.1 Analisa Kondisi Eksisting

Berikut adalah data *output* pipa eksisting berdasarkan titik *junction* dan pipa yang dianalisa menggunakan program Epanet 2.0.

Tabel 5. 9 Debit Puncak Perencanaan 1 pada Tapping

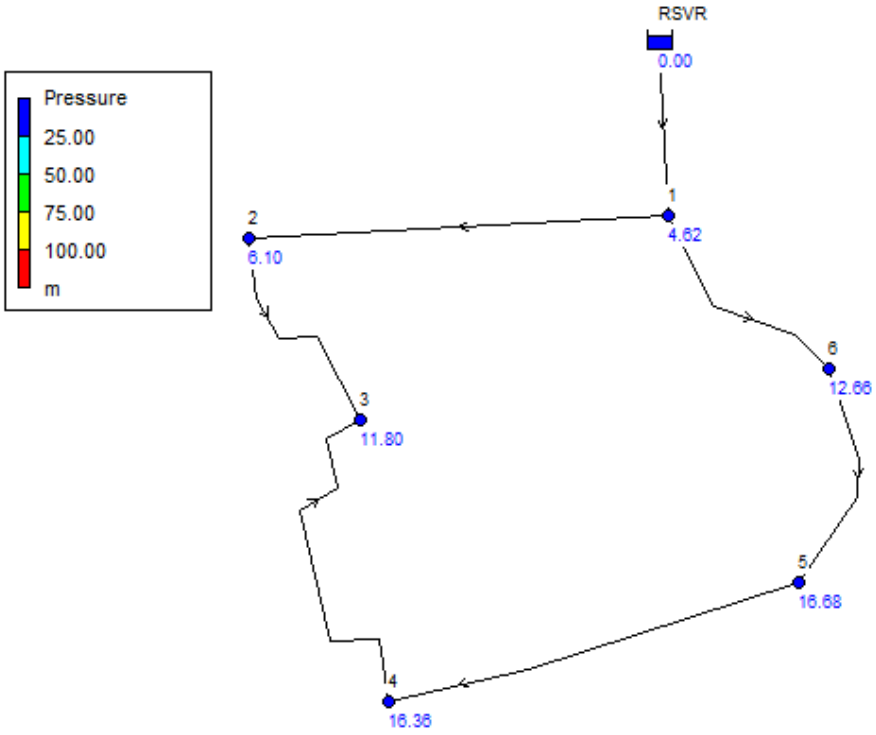
Node ID	Elevation m	Base Demand Liter/Detik	Demand Liter/Detik	Head m	Pressure m
1	361,14	0,35	0,35	365,76	4,62
2	359,27	0,21	0,21	365,37	6,10
3	353,53	0,22	0,22	365,33	11,80
4	348,98	0,12	0,12	365,34	16,36
5	348,73	0,15	0,15	365,41	16,68
6	352,92	0	0,00	365,58	12,66
RSVR	365,8	#N/A	-1,05	365,8	0,00

Pada tabel di atas diketahui nilai pressure masih kurang dari 10 m dengan ditunjukkan pada node 1 dan 2, sedangkan pada reservoir memiliki nilai 0 karena merupakan titik awal jaringan yang melepaskan nilai pressure. Begitu juga pada nilai demand memiliki nilai karena debit air pada reservoir mengalir ke titik jaringan lainnya.

Tabel 5. 10 Data Pipa Eksisting dari EPANET 2.0

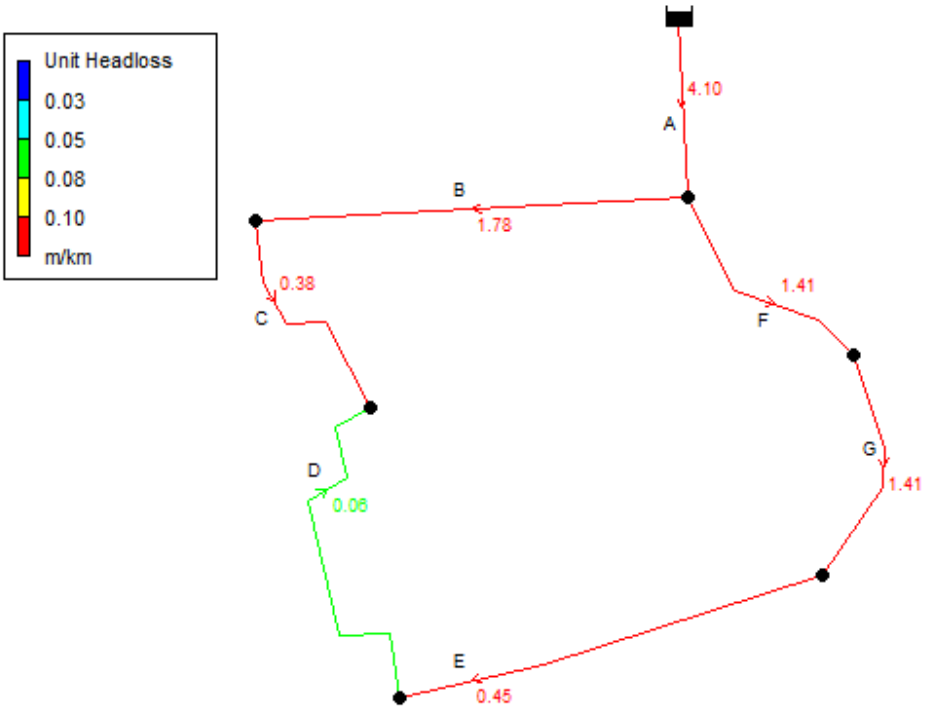
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow Liter/Detik	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
A	10,7	60	120	1,05	0,37	4,10	0,035
B	217,95	48	120	0,37	0,21	1,78	0,040
C	111,36	48	120	0,16	0,09	0,38	0,045
D	162,95	48	120	-0,06	0,03	0,06	0,052
E	169	48	120	-0,18	0,10	0,45	0,044
F	128	48	120	0,33	0,18	1,41	0,040
G	116	48	120	0,33	0,18	1,41	0,040

Sedangkan pada tabel data pipa dapat diketahui bahwa pada beberapa pipa memiliki nilai *flow* minus. Hal ini disebabkan elevasi yang lebih tinggi dari pipa sebelumnya, yaitu aliran pipa E mengalir ke pipa D sedangkan kecepatan air dari pipa E tidak mencukupi. Tampak pada nilai kehilangan tekanan yang juga menunjukkan adanya penurunan kecepatan pada pipa D. Selanjutnya dari data tabel di atas menghasilkan simulasi jaringan pipa eksisting sebagai berikut:



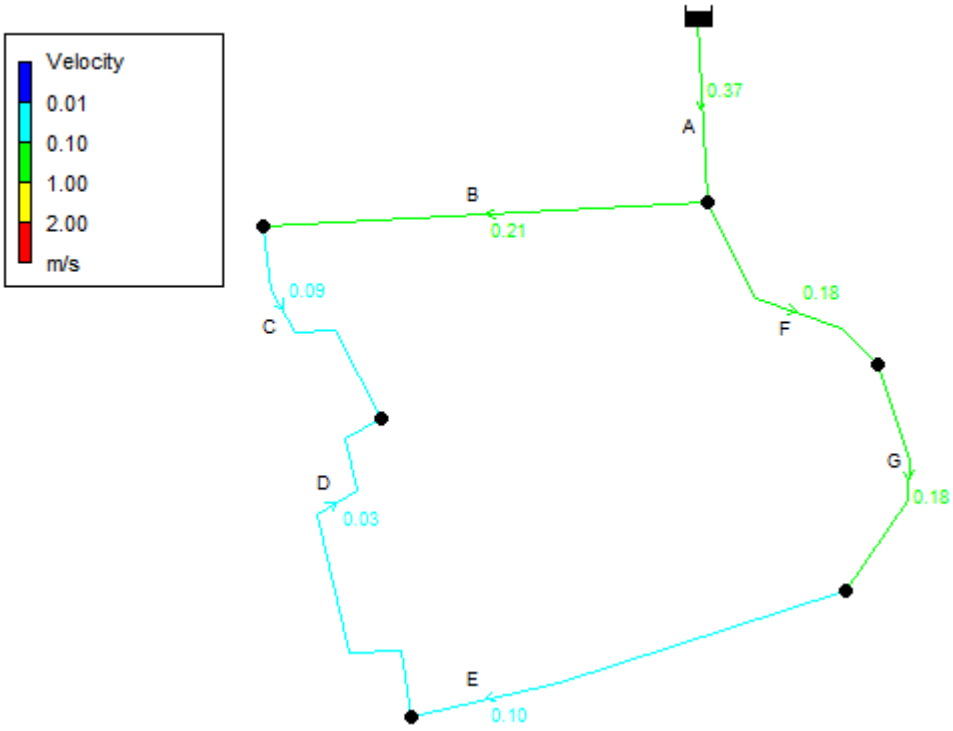
Gambar 5. 3 Hasil Simulasi Eksisting Parameter Tekanan

Pada hasil simulasi Gambar 5.2, tekanan yang terbesar terdapat pada titik 5 sebesar 16,68 m dan tekanan yang terendah pada titik 1 sebesar 4,62 m. Berdasarkan kriteria pipa distribusi, nilai tekanan air dalam pipa minimum 5,0 – 10,0 meter. Sedangkan hasil simulasi jaringan eksisting di atas menunjukkan bahwa nilai tekanan terendah di bawah nilai batas minimum.



Gambar 5. 4 Hasil Simulasi Eksisting Parameter Unit Headloss

Pada hasil simulasi Gambar 5.3, kehilangan tekanan yang terbesar terdapat pada pipa A sebesar 4,10 m/km dan kehilangan tekanan yang terendah pada pipa D sebesar 0,06 m/km. Berdasarkan hasil simulasi eksisiting di atas, nilai tekanan air dalam pipa di bawah nilai optimum yang telah ditentukan, yaitu berkisar antara 1 – 4 m/km.



Gambar 5. 5 Hasil Simulasi Eksisting Parameter Kecepatan Aliran

Pada hasil simulasi Gambar 5.4, kecepatan aliran air dalam pipa yang terbesar terdapat pada pipa A sebesar 0,37 m/s dan kecepatan aliran yang terendah pada pipa D sebesar 0,03 m/s. Berdasarkan hasil simulasi eksisting, nilai tekanan air minimum dalam pipa belum memenuhi kriteria yang telah ditentukan, yaitu berkisar antara 0,3 – 0,6 m/s.

Sebelumnya, jumlah pelanggan PDAM hanya melayani setengah dari jumlah penduduk, yaitu sekitar 335 jiwa. Berdasarkan data dari Kecamatan Polowidi tahun 2016 jumlah penduduk tercatat sebanyak 681 jiwa. Dengan demikian jaringan eksisting hanya melayani 49% dari jumlah penduduk yang harus dilayani. Selain itu, banyak ditemukan kebocoran pipa yang mengakibatkan aliran air tidak merata ke seluruh jaringan.

Beberapa cara dapat dilakukan untuk mengoptimalkan jaringan eksisting, yaitu meningkatkan kapasitas produksi sumber air dengan menambah kedalaman sumur agar memperoleh debit air yang lebih besar, melakukan pengembangan

jaringan air distribusi untuk menambah sambungan pelanggan, jam operasi pendistribusian air dilakukan 24 jam untuk meningkatkan kontinuitas aliran air, melakukan penanaman pipa distribusi secara benar dan secara spesifik melakukan pendataan sambungan terhadap warga yang aktif maupun tidak aktif.

5.3 Jaringan Perencanaan

5.2.1 Analisa Simulasi Perencanaan 1

Debit puncak pada tiap tapping akan digunakan sebagai *input data* (data masukan) pada properti *Base Demand* di node jaringan yang telah dibuat dengan program EPANET. Berikut adalah nilai debit puncak (Qp) untuk tiap node pada jaringan perencanaan :

Tabel 5. 11 Debit Puncak Perencanaan 1 pada Tapping

Area	**Q_{Total} (l/s)**	**Jumlah Penduduk Dilayani (jiwa)**	**Titik**	**% Tapping**	**Q_r (l/s)**	**Penduduk dilayani (jiwa)**	**Fhm**	**F_p**	**Q_p (l/s)**	**Q_p (m^3/s)**
Zona 1	0,81	867	1	0%	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
Zona 2			2	20%	0,16	173	0,19	2,11	0,34	0,0003
Zona 3			3	14%	0,11	120	0,13	2,25	0,25	0,0003
Zona 4			4	19%	0,16	167	0,18	2,13	0,33	0,0003
Zona 5			5	9%	0,07	76	0,08	2,43	0,17	0,0002
Zona 6			6	7%	0,06	60	0,06	2,52	0,14	0,0001
Zona 7			7	17%	0,14	149	0,16	2,17	0,30	0,0003
Zona 8			8	5%	0,04	45	0,05	2,65	0,11	0,0001
Zona 9			9	9%	0,07	77	0,08	2,42	0,17	0,0002

Dari tabel di atas menunjukkan pembagian zona melalui persen tapping guna mengetahui jumlah penduduk yang dilayani serta mendapatkan nilai debit puncak pada setiap zona yang akan dilayani.

Berikut data *output* pipa perencanaan yang dianalisa menggunakan program Epanet 2.0.

Tabel 5. 12 Data Junction Perencanaan 1 dari EPANET 2.0

Titik	Elevation m	Base Demand Liter/Detik	Demand Liter/Detik	Head m	Pressure m
1	365,80	0	0,00	375,92	10,12
2	361,14	0,34	0,34	375,88	14,74
3	359,46	0,25	0,25	375,71	16,25
4	359,30	0,33	0,33	375,05	15,75
5	359,27	0,17	0,17	374,85	15,58
6	353,53	0,14	0,14	374,14	20,61
7	348,98	0,30	0,30	372,64	23,66
8	349,73	0,11	0,11	374,26	24,53
9	352,14	0,17	0,17	375,06	22,92
RSVR	368,80	#N/A	-1,81	368,80	0,00

Pada tabel di atas diketahui debit yang disalurkan pada jaringan sebesar 1,81 liter/detik dengan ditunjukkan pada titik reservoir pada kolom *demand.* Nilai pressure pada jaringan ini sesuai dengan kriteria sehingga pada parameter lainnya tidak ditemukan kendala.

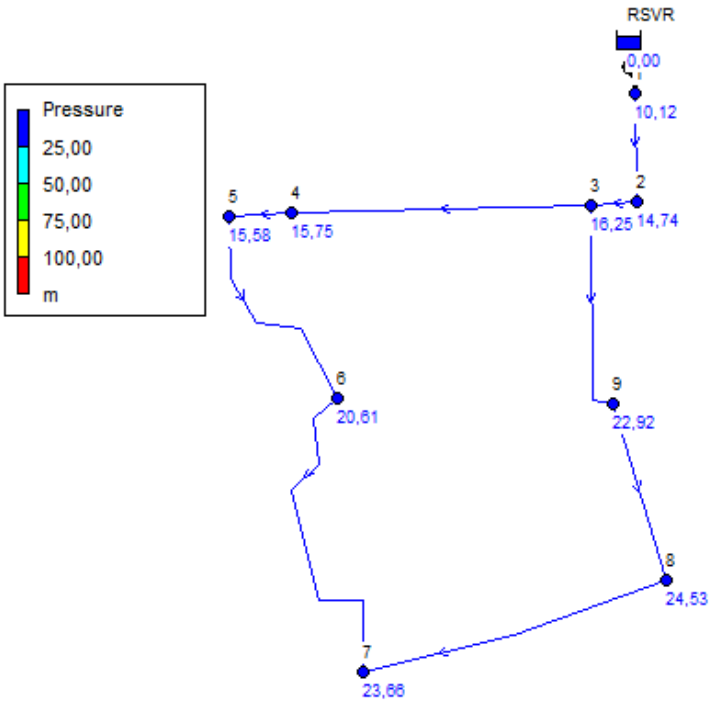
Sedangkan data pipa perencanaan 1 dapat dilihat pada tabel berikut ini, yaitu:

Tabel 5. 13 Data Pipa Perencanaan 1 dari EPANET 2.0

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow Liter/Detik	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
A	10	76	120	1,81	0,40	3,55	0,033
B	71,95	76	120	1,47	0,32	2,41	0,034
C	99,60	48	120	0,76	0,42	6,61	0,036
D	46,40	42	120	0,43	0,31	4,38	0,038
E	111,36	32	120	0,26	0,32	6,41	0,040
F	162,95	22	120	0,12	0,31	9,18	0,043
G	169	26	120	-0,18	0,35	9,56	0,041
H	97,50	32	120	-0,29	0,37	8,28	0,039

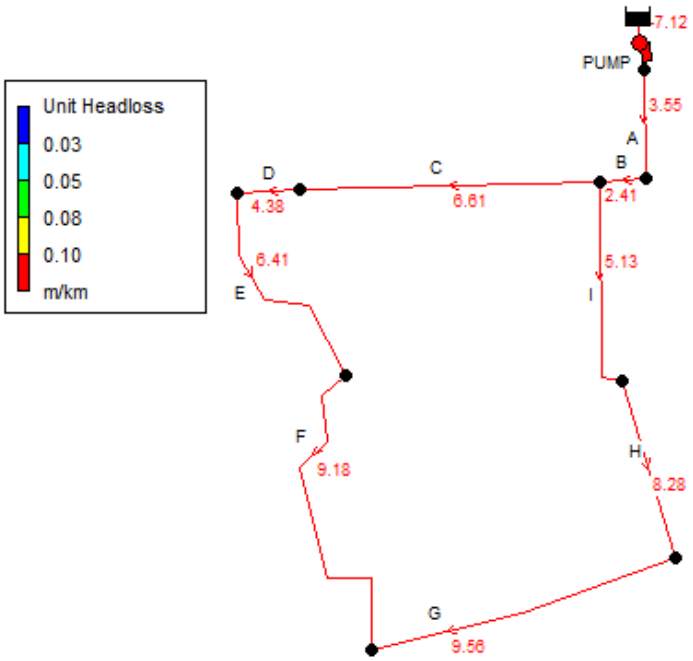
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow Liter/Detik	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
I	126,34	42	120	0,46	0,33	5,13	0,038
PUMP	#N/A	#N/A	#N/A	1,81	0,00	-7,12	0,000

Pada tabel di atas ditemukan nilai flow minus pada pipa G dan H. Hal ini disebabkan kurangnya tekanan yang diberikan di titik 7 ke titik 8 dan hal ini ditambah karena titik 7 merupakan elevasi terendah sehingga nilai flow pada pipa F juga mulai berkurang. Selain itu, nilai pompa pada tabel di atas menjadi minus karena mengalirnya air ke jaringan pipa yang menyebabkan energi pada pompa mulai turun dan berkurang.



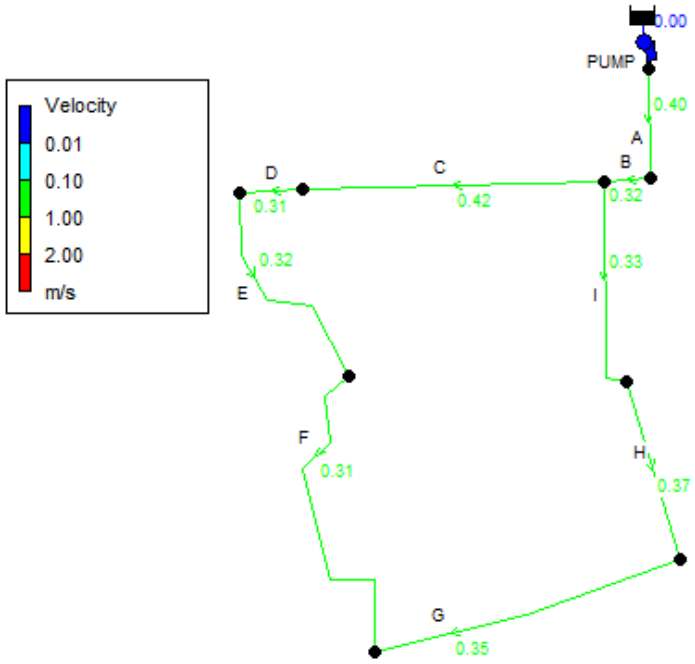
Gambar 5. 6 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Tekanan

Pada hasil simulasi Gambar 5.4, tekanan yang terbesar terdapat pada titik 8 sebesar 24,53 m dan tekanan yang terendah pada titik 1 sebesar 10,12 m. Berdasarkan kriteria pipa distribusi, nilai tekanan air di dalam pipa sudah sesuai kriteria karena di atas nilai minimum yang telah ditentukan.



Gambar 5. 7 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Unit Headloss

Pada hasil simulasi Gambar 5.6, kehilangan tekanan yang terbesar terdapat pada pipa G sebesar 9,56 m/km dan kehilangan tekanan yang terendah pada pipa B sebesar 2,41 m/km. Berdasarkan kriteria, nilai kehilangan tekanan tidak melebihi batas maksimum, yaitu tidak lebih dari 10 m/km.



Gambar 5. 8 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Kecepatan Aliran

Pada hasil simulasi Gambar 5.7, kecepatan aliran air dalam pipa yang terbesar terdapat pada pipa A sebesar 0,40 m/s dan kecepatan aliran yang terendah pada pipa D dan F sebesar 0,31 m/s. Nilai kecepatan pada simulasi perencanaan 1 sudah sesuai kriteria, yaitu berkisar antara 0,3 – 0,6 m/s.

Perencanaan pada jaringan ini telah mampu melayani 100% penduduk yang sebelumnya hanya melayani 49% dari jumlah penduduk yang ada. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, perencanaan jaringan sudah cukup baik, namun masih belum optimal karena sumur kurang didukung oleh debit yang besar. Debit air yang saat ini ada belum terlalu optimal karena kedalaman sumur hanya 6 meter.

5.2.2 Analisa Simulasi Perencanaan 2

6.1.1 Perhitungan Debit Puncak

Debit puncak pada tiap tapping akan digunakan sebagai *input data* (data masukan) pada properti *Base Demand* di node jaringan yang telah dibuat dengan program EPANET. Berikut adalah nilai debit puncak (Qp) untuk tiap node pada jaringan perencanaan :

Tabel 5. 14 Debit Puncak Perencanaan 2 pada Tapping

Area	Q_{Total} (l/s)	Jumlah Penduduk Dilayani (jiwa)	Junction	% Tapping	Q_r (l/s)	Penduduk dilayani (jiwa)	Fhm	F_p	Q_p (l/s)	Q_p (m^3/s)
Zona 1	0,81	867	2	0%	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
Zona 2			3	15%	0,12	126	0,14	2,23	0,26	0,0003
Zona 3			4	21%	0,17	185	0,20	2,09	0,36	0,0004
Zona 4			5	19%	0,15	161	0,17	2,14	0,32	0,0003
Zona 5			6	9%	0,08	81	0,09	2,40	0,18	0,0002
Zona 6			7	7%	0,06	60	0,06	2,52	0,14	0,0001
Zona 7			8	17%	0,14	149	0,16	2,17	0,30	0,0003
Zona 8			9	6%	0,05	50	0,05	2,60	0,12	0,0001
Zona 9			10	6%	0,05	55	0,06	2,56	0,13	0,0001

Dari tabel di atas, sama halnya dengan tabel perencanaan 1 yang menunjukkan pembagian zona untuk mendapatkan nilai debit puncak pada setiap titik yang akan melayani zona-zona di atas.

6.1.2 Data *Junction*

Berikut data *output* pipa perencanaan yang dianalisa menggunakan program Epanet 2.0.

Tabel 5. 15 Data Junction Perencanaan 2 dari EPANET 2.0

Node ID	Elevation m	Base Demand Liter/Detik	Demand Liter/Detik	Head m	Pressure m
1	365,80	0	0,00	375,92	10,12

Node ID	Elevation m	Base Demand Liter/Detik	Demand Liter/Detik	Head m	Pressure m
2	361,14	0,26	0,26	375,88	14,74
3	359,46	0,36	0,36	375,56	16,10
4	359,30	0,32	0,32	374,90	15,60
5	359,27	0,18	0,18	374,69	15,42
6	353,53	0,14	0,14	374,00	20,47
7	348,98	0,30	0,30	372,58	23,60
8	349,73	0,12	0,12	374,25	24,52
9	352,92	0,13	0,13	375,30	22,38
RSVR	368,80	#N/A	-1,81	368,80	0,00

Pada tabel *junction* di atas diketahui debit yang disalurkan pada jaringan sebesar 1,81 liter/detik sama seperti pada perencanaan 1. Nilai pressure pada perencanaan 1 dan 2 memiliki nilai terendah yang sama. Namun, hal yang membedakan pada perencanaan 1 dan 2, yaitu nilai elevasi yang berbeda yang akan memberikan dampak pada parameter lainnya menjadi berbeda.

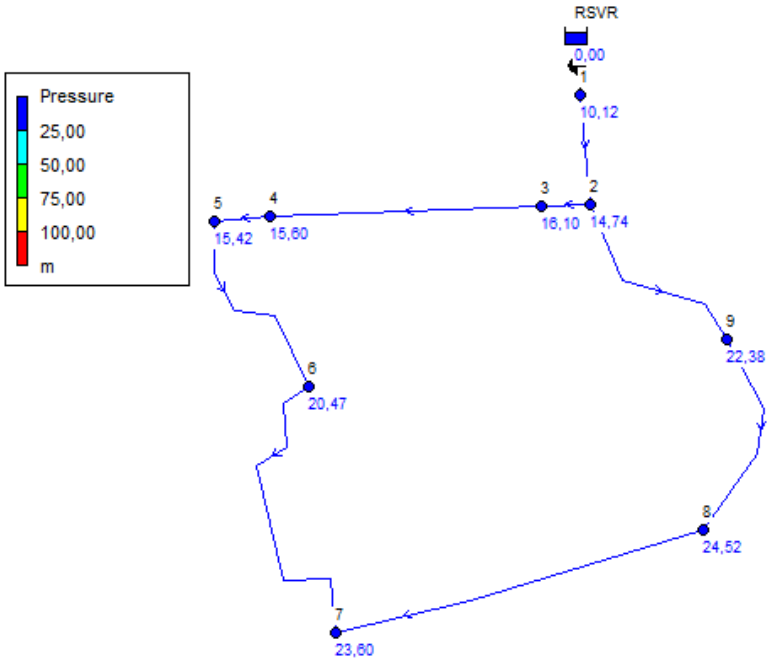
6.1.3 Data Pipa

Berikut data *output* pipa perencanaan yang dianalisa menggunakan program Epanet 2.0.

Tabel 5. 16 Data Pipa Perencanaan 2 dari EPANET 2.0

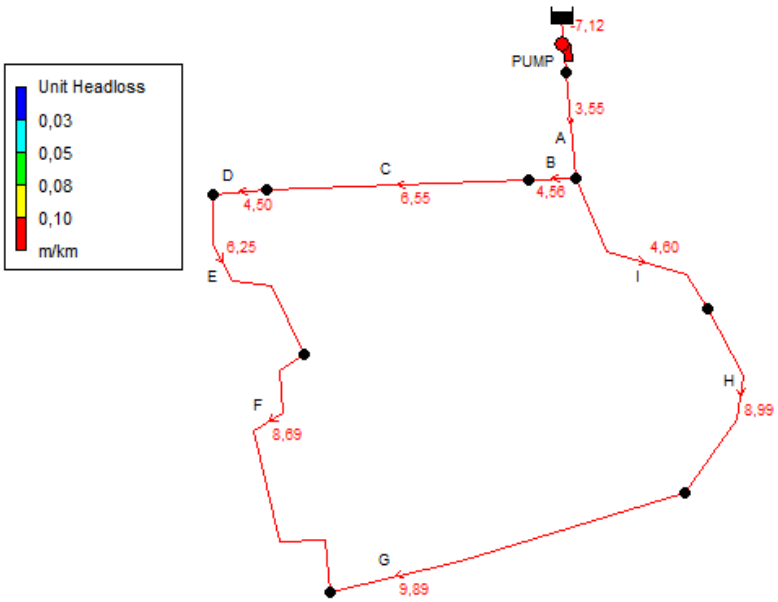
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow Liter/Detik	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
A	10	76	120	1,81	0,40	3,55	0,033
B	71,95	60	120	1,11	0,39	4,56	0,035
C	99,60	48	120	0,75	0,42	6,55	0,036
D	46,40	42	120	0,43	0,31	4,50	0,038
E	111,36	32	120	0,25	0,31	6,25	0,040
F	162,95	22	120	0,11	0,30	8,69	0,043
G	169	26	120	-0,19	0,35	9,89	0,041
H	116	32	120	0,31	0,38	8,99	0,039
I	128	42	120	0,44	0,32	4,60	0,038
PUMP	#N/A	#N/A	#N/A	1,81	0,00	-7,12	0,000

Pada tabel di atas, diketahui nilai flow minus hanya terdapat pada pipa G. Hal ini dapat terjadi karena faktor diameter pipa yang digunakan dapat mempengaruhi tekanan. Pada perencanaan ini, diameter yang digunakan pada pipa B adalah 60 mm, sedangkan pada perencanaan 1 menggunakan diameter 76 mm. Hal ini tentu akan memberikan hasil kecepatan aliran dalam pipa yang berbeda. Oleh karena itu, pada perencanaan 2 nilai flow minus hanya terdapat pada pipa G sedangkan pipa lain mempunyai nilai kecepatan yang mencukupi atau sudah sesuai standar minimum kriteria.



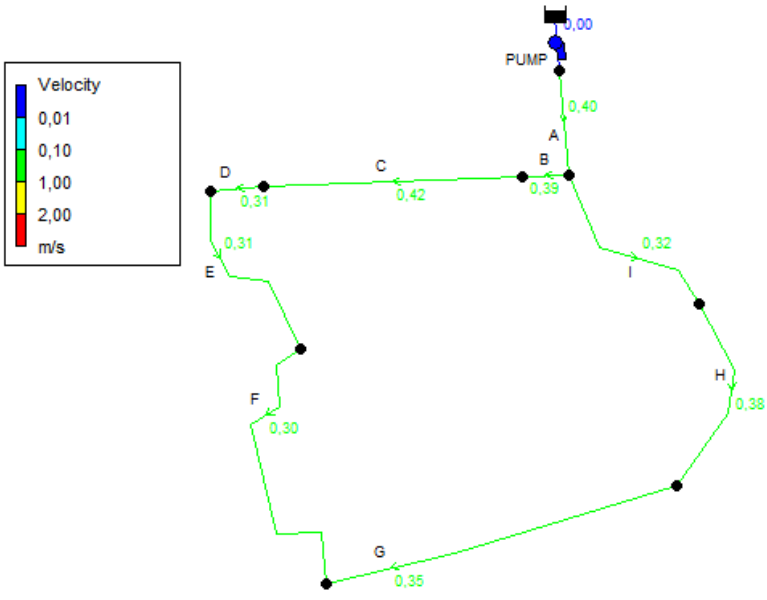
Gambar 5. 9 Hasil Simulasi Perencanaan 2 Parameter Tekanan

Pada hasil simulasi Gambar 5.6, tekanan yang terbesar terdapat pada titik 8 sebesar 24,52 m dan tekanan yang terendah pada titik 1 sebesar 10,12 m.



Gambar 5. 10 Hasil Simulasi Perencanaan 2 Parameter Unit Headloss

Pada hasil simulasi Gambar 5.7, kehilangan tekanan yang terbesar terdapat pada pipa G sebesar 9,89 m/km dan kehilangan tekanan yang terendah pada pipa A sebesar 3,55 m/km.



Gambar 5. 11 Hasil Simulasi Perencanaan 1 Parameter Kecepatan Aliran

Pada hasil simulasi Gambar 5.11, kecepatan aliran air dalam pipa yang terbesar terdapat pada pipa C sebesar 0,42 m/s dan kecepatan aliran yang terendah pada pipa F sebesar 0,30 m/s.

Berdasarkan dari analisa perencanaan yang telah dilakukan, terdapat beberapa alasan penyebab jaringan eksisting di lapangan yang sesuai dengan hasil simulasi pada epanet. Salah satunya diameter pipa yang digunakan dari titik awal jaringan hingga akhir menggunakan diameter yang sama sehingga rendahnya nilai tekanan dan kecepatan aliran air pada pipa yang rendah. Selain itu, jaringan eksisting dengan sistem gravitasi seperti yang diinginkan penduduk tidak dapat terealisasi karena elevasi yang tidak memungkinkan di beberapa titik jalur pipa sehingga dikhawatirkan distribusi air tidak merata.

Hasil dari perencanaan jaringan yang dilakukan dengan simulasi EPANET 2.0 mempunyai hasil akhir yang berbeda. Perencanaan 2 dapat dijadikan acuan untuk merencanakan jaringan perpipaan karena beberapa nilai yang dihasilkan lebih baik dari perencanaan 1, yaitu seperti nilai flow minus hanya terdapat pada satu pipa serta perubahan jalur jaringan perpipaan tidak terlalu banyak berbeda dari jaringan eksisting. Serta hasil ini dapat didukung dengan rencana biaya anggaran pada perencanaan 2 yang lebih kecil dari perencanaan satu. Nilai rencana anggaran biaya dapat dilihat pada bab selanjutnya sebagai pertimbangan tambahan.

Beberapa solusi dapat dilakukan untuk mengoptimalkan jaringan, yaitu dengan melakukan penambahan kedalaman sumur untuk mendapatkan debit yang lebih besar serta melakukan perawatan dan pengecekan rutin pada pipa jaringan untuk menghindari terjadinya kebocoran pipa atau kerusakan ringan lainnya. Penanaman pipa secara benar juga dibutuhkan, yaitu sesuai kriteria guna menghindari pipa pecah terlindas apabila jaringan pipa melintasi jalan atau berada di sisi jalan.

BAB VI
BOQ DAN RAB

6.1 BOQ (Bill Of Quantity)

Pada tahap akhir perencanaan ini dilakukan perhitungan terhadap jenis dan pekerjaan yang diperlukan untuk pemasangan jaringan pipa.

6.1.1 Pengadaan Pipa

Berikut merupakan data perencanaan 1 dan 2 yang akan digunakan dalam perencanaan jaringan untuk pengadaan pipa :

Tabel 6. 1 Pengadaan Pipa Perencanaan 1

No	Diameter (mm)	Panjang Pipa (m)	Jumlah pipa (m)
1	76	81,95	20
2	48	99,60	25
3	42	172,74	43
4	32	208,86	52
5	26	169,00	42
6	22	163	41

Tabel 6. 2 Pengadaan Pipa Perencanaan 2

No	Diameter (mm)	Panjang Pipa (m)	Panjang Pipa Satuan (m)	Jumlah pipa (m)
1	76	10,00	4	3
2	60	71,95	4	18
3	48	99,60	4	25
4	42	174,40	4	44
5	32	227	4	57
6	26	169,00	4	42
7	22	162,95	4	41

6.1.2 Pengadaan Aksesoris

Pada perencaanaan ini digunakan beberapa aksesoris yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. 3 Pengadaan Aksesoris Perencanaan 1

No	Aksesoris	Diameter (mm)	Jumlah
1	Tee	76	2
		48x42	1
		42x32	1
2	Bend 90	76	1
		42	1
		32	2
		22	1
3	Bend 45	76	1
		42	1
4	Gate Valve	76	3
		48	1
		42	5
		32	3
		26	2
		22	1
5	Check Valve	42	1
6	Reducer	76x60	1
		76x48	3
		48x42	3
		42x32	2
		32x26	1
		32x22	1
		26x22	1
7	Water Meter	60	1
		42	2
		32	1

Tabel 6. 4 Pengadaan Aksesoris Perencanaan 2

No	Aksesoris	Diameter (mm)	Jumlah
1	Tee	76x42	1
		60x48	1
		48x42	1
		42x32	1
2	Bend 90	76	1
		42	1
		32	1
		26	1
3	Bend 45	42	1
		32	1
4	Gate Valve	76	1
		60	1
		48	1
		42	3
		32	3
		26	2
		22	1
5	Check Valve	42	1
6	Reducer	76x60	1
		76x48	1
		60x48	1
		48x42	1
		42x32	2
		32x26	1
		32x22	1
		26x22	1
7	Water Meter	42	1
		32	1

6.1.3 Pekerjaan Galian

Berikut merupakan tabel yang digunakan dalam perencanaan jaringan untuk pekerjaan galian tanah guna mengetahui volume galian :

Tabel 6. 5 Pekerjaan Galian Perencanaan 1

No	Jalur		Elevasi Muka Tanah		Elevasi Dasar Pipa		Kedalaman	Diameter		Kedalaman Galian	Lebar Galian	Panjang Pipa	Volume Galian
	Dari	Ke	Awal	Akhir	Awal	Akhir	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	m^3
1	2	3	365,80	361,14	364,80	360,14	1,00	76	0,076	1,08	0,38	10,00	4,05
2	3	4	361,14	359,46	360,14	358,46	1,00	76	0,076	1,08	0,38	71,95	29,11
3	4	5	359,46	359,30	358,46	358,30	1,00	48	0,048	1,05	0,35	99,60	36,32
4	5	6	359,30	359,27	358,30	358,27	1,00	42	0,042	1,04	0,34	46,40	16,54
5	6	7	359,27	353,53	358,27	352,53	1,00	32	0,032	1,03	0,33	111,36	38,15
6	7	8	353,53	348,98	352,53	347,98	1,00	22	0,022	1,02	0,32	162,95	53,62
7	8	9	348,98	348,73	347,98	347,73	1,00	26	0,026	1,03	0,33	169,00	56,53
8	4	10	359,46	352,14	358,46	351,14	1,00	32	0,032	1,03	0,33	97,50	33,41
9	10	9	352,14	348,73	351,14	347,73	1,00	42	0,042	1,04	0,34	126,34	45,02

Tabel 6. 6 Pekerjaan Galian Perencanaan 2

No	Jalur		Elevasi Muka Tanah		Elevasi Dasar Pipa		Kedalaman	Diameter		Kedalaman Galian	Lebar Galian	Panjang Pipa	Volume Galian
	Dari	Ke	Awal	Akhir	Awal	Akhir	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	m^3
1	1	2	365,80	361,14	364,80	360,14	1,00	76	0,076	1,08	0,376	10,00	4,05
2	2	3	361,14	359,46	360,14	358,46	1,00	60	0,06	1,06	0,36	71,95	27,46
3	3	4	359,46	359,30	358,46	358,30	1,00	48	0,048	1,05	0,348	99,60	36,32
4	4	5	359,30	359,27	358,30	358,27	1,00	42	0,042	1,04	0,342	46,40	16,54
5	5	6	359,27	353,53	358,27	352,53	1,00	32	0,032	1,03	0,332	111,36	38,15
6	6	7	353,53	348,98	352,53	347,98	1,00	22	0,022	1,02	0,322	162,95	53,62
7	7	8	348,98	348,73	347,98	347,73	1,00	26	0,026	1,03	0,326	169,00	56,53
8	8	9	352,92	349,73	351,92	348,73	1,00	32	0,032	1,03	0,332	116,00	39,74
9	9	2	361,14	352,92	360,14	351,92	1,00	42	0,042	1,04	0,342	128,00	45,61

6.1.4 Pekerjaan Urugan

Berikut merupakan tabel yang digunakan dalam perencanaan jaringan untuk pekerjaan urugan berupa urugan tanah dan pasir:

Tabel 6. 7 Pekerjaan Urugan Perencanaan 1

Jalur Pipa		D	L	Kedalaman Galian	Lebar Galian	Urugan Pasir	Urugan Tanah
Awal	Akhir	m	m	m	m	m^3	m^3
2	3	0,076	10,00	1,08	0,38	1,40	2,59
3	4	0,076	71,95	1,08	0,38	10,05	18,61
4	5	0,048	99,6	1,05	0,35	12,00	24,08
5	6	0,042	46,4	1,04	0,34	5,41	11,04
6	7	0,032	111,36	1,03	0,33	12,24	25,79
7	8	0,022	162,95	1,02	0,32	16,88	36,67
8	9	0,026	169	1,03	0,33	17,93	38,48
4	10	0,032	97,5	1,03	0,33	10,72	22,58
10	9	0,042	126,34	1,04	0,34	14,72	30,07

Tabel 6. 8 Pekerjaan Urugan Perencanaan 2

Jalur Pipa		D	L	Kedalaman Galian	Lebar Galian	Urugan Pasir	Urugan Tanah
Awal	Akhir	m	m	m	m	m^3	m^3
2	3	0,076	10	1,08	0,376	1,40	2,59
3	4	0,060	71,95	1,06	0,36	9,25	17,93
4	5	0,048	99,6	1,048	0,348	12,00	24,08
5	6	0,042	46,4	1,042	0,342	5,41	11,04
6	7	0,032	111,36	1,032	0,332	12,24	25,79
7	8	0,022	162,95	1,022	0,322	16,88	36,67
8	9	0,026	169	1,026	0,326	17,93	38,48
4	10	0,032	116	1,032	0,332	12,76	26,87
10	9	0,042	128	1,042	0,342	14,91	30,47

6.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

6.2.1 Perencanaan 1

Berikut merupakan tabel daftar rencana anggaran biaya konstruksi perencanaan jaringan yang akan dikeluarkan ketika proyek dikerjakan :

Tabel 6. 9 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan 1

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	SATUAN (Rp)	BIAYA (Rp)
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
1	Pengukuran dan pemasangan bouwplank per M '	Ls	1,00	71.880	71.880
2	Papan Nama Proyek	bh	1,00	694.900	694.900
3	Pengukuran Jalur Pipa	m	895	619	554.005
4	Pembersihan dan Perataan	Ls	895	6.112	5.470.240
				Jumlah	**6.791.025**
II	**PEKERJAAN TANAH**				
1	Penggalian Tanah Biasa	m^3	312,75	41.450	12.963.445
2	Pengurugan Tanah Kembali dan Pemadatan	m^3	209,91	82.042	17.221.367
3	Pengurugan dengan Pasir Urug	m^3	101,34	178.980	18.137.887
				Jumlah	**48.322.699**
III	**PEKERJAAN PENGADAAN & PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS**				
3.1	**Pengadaan dan Pemasangan Pipa**				
1	Pipa AW dia. 76 mm	m	82	191.925	15.728.254
2	Pipa AW dia. 48 mm	m	100	124.884	12.438.446
3	Pipa AW dia. 42 mm	m	173	111.130	19.196.596
4	Pipa AW dia. 32 mm	m	209	87.656	18.307.832
5	Pipa AW dia. 26 mm	m	169	72.270	12.213.630
6	Pipa AW dia. 22 mm	m	163	62.347	10.159.444
				Jumlah	**88.044.202**
3.2	**Pengadaan dan Pemasangan Aksesoris**				
1	Tee dia. 76 mm	bh	2,00	28.100	56.200
2	Tee dia. 48x42 mm	bh	1,00	11.500	11.500
3	Tee dia. 42x32	bh	1,00	8.300	8.300
4	Bend 90^0 dia. 76 mm	bh	1,00	20.500	20.500
5	Bend 90^0 dia. 42 mm	bh	1,00	6.100	6.100
6	Bend 90^0 dia. 32 mm	bh	2,00	3.500	7.000
7	Bend 90^0 dia. 22 mm	bh	1,00	1.700	1.700
8	Bend 45^0 dia. 76 mm	bh	1,00	14.800	14.800
9	Bend 45^0 dia. 42 mm	bh	1,00	2.200	2.200

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	SATUAN (Rp)	BIAYA (Rp)
10	Gate Valve dia. 76 mm	bh	3,00	1.024.640	3.073.920
11	Gate Valve dia. 48 mm	bh	1,00	320.000	320.000
12	Gate Valve dia. 42 mm	bh	5,00	252.320	1.261.600
13	Gate Valve dia. 32 mm	bh	3,00	182.240	546.720
14	Gate Valve dia. 26 mm	bh	2,00	130.240	260.480
15	Gate Valve dia. 22 mm	bh	1,00	104.160	104.160
16	Check Valve dia. 42 mm	bh	1,00	309.600	309.600
17	Reducer ø76x60 mm	bh	1,00	5.500	5.500
18	Reducer ø76x48 mm	bh	3,00	5.100	15.300
19	Reducer ø48x42 mm	bh	3,00	6.200	18.600
20	Reducer ø42x32 mm	bh	2,00	4.000	8.000
21	Reducer ø32x26 mm	bh	1,00	2.600	2.600
22	Reducer ø32x22 mm	bh	1,00	2.000	2.000
23	Reducer ø26x22 mm	bh	1,00	1.900	1.900
24	Water Meter ø60 mm	bh	1,00	1.541.540	1.541.540
25	Water Meter ø42 mm	bh	2,00	585.500	1.171.000
26	Water Meter ø32 mm	bh	1,00	390.000	390.000
	Thrust Block :				
27	Tee dia. 76 mm	bh	2,00	181.915,50	363.831,00
28	Tee dia. 48x42 mm	bh	1,00	163.723,95	163.723,95
29	Tee dia. 42x32	bh	1,00	151.596,25	151.596,25
30	Bend 90^0 dia. 76 mm	bh	1,00	36.383,10	36.383,10
31	Bend 90^0 dia. 42 mm	bh	1,00	36.383,10	36.383,10
32	Bend 90^0 dia. 32 mm	bh	2,00	36.383,10	72.766,20
33	Bend 90^0 dia. 22 mm	bh	1,00	36.383,10	36.383,10
34	Bend 45^0 dia. 76 mm	bh	1,00	18.191,55	18.191,55
35	Bend 45^0 dia. 42 mm	bh	1,00	18.191,55	18.191,55
36	Gate Valve dia. 76 mm	bh	3,00	12.127,70	36.383,10
37	Gate Valve dia. 48 mm	bh	1,00	12.127,70	12.127,70
38	Gate Valve dia. 42 mm	bh	5,00	12.127,70	60.638,50
39	Gate Valve dia. 32 mm	bh	3,00	12.127,70	36.383,10
40	Gate Valve dia. 26 mm	bh	2,00	12.127,70	24.255,40
41	Gate Valve dia. 22 mm	bh	1,00	12.127,70	12.127,70
42	Check Valve dia. 42 mm	bh	1,00	9.095,78	9.095,78
43	Reducer ø76x60 mm	bh	1,00	181.915,50	181.915,50
44	Reducer ø76x48 mm	bh	3,00	169.787,80	509.363,40
45	Reducer ø48x42 mm	bh	3,00	163.723,95	491.171,85
46	Reducer ø42x32 mm	bh	2,00	151.596,25	303.192,50
47	Reducer ø32x26 mm	bh	1,00	139.468,55	139.468,55
48	Reducer ø32x22 mm	bh	1,00	133.404,70	133.404,70
49	Reducer ø26x22 mm	bh	1,00	121.277,00	121.277,00
50	Water Meter ø60 mm	bh	1,00	18.191,55	18.191,55
51	Water Meter ø42 mm	bh	2,00	12.127,70	24.255,40
52	Water Meter ø32 mm	bh	1,00	6.063,85	6.063,85

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	SATUAN (Rp)	BIAYA (Rp)
				Jumlah	**12.177.985**
IV.	**PEKERJAAN PERLINTASAN PIPA**				
4.A	**PEKERJAAN CROSSING JALAN**				
1	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 42 mm, L = 4 m	unit	1,00	594.593	594.593
2	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 32 mm, L = 4 m	unit	1,00	741.279	741.279
4.B	**PEKERJAAN PERLINTASAN GORONG-GORONG**				
1	1 Unit Perlintasan Gorong-Gorong Pipa Dia. 42 mm, L = 2 m	unit	1,0	987.673	987.673
				Jumlah	**2.323.545,0**
V.	**PEKERJAAN LAIN - LAIN**				
1	Pekerjaan Pengetesan Pipa per M'	Ls	895	1.093	978.344
				Jumlah	**978.344**
				Total Jumlah	**158.637.800**

6.2.2 Perencanaan 2

Berikut merupakan tabel rencana anggaran biaya konstruksi jaringan air bersih:

Tabel 6. 10 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan 2

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	SATUAN (Rp)	BIAYA (Rp)
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
1	Pengukuran dan pemasangan bouwplank per M '	Ls	1,00	71.880	71.880,00
2	Papan Nama Proyek	bh	1,00	694.900	694.900,00
3	Pengukuran Jalur Pipa	m	915	619	566.545,94
4	Pembersihan dan Perataan	Ls	915	6.112	5.594.069,12
				Jumlah	**6.927.395,06**
II	**PEKERJAAN TANAH**				
1	Penggalian Tanah Biasa	m^3	318,03	41.450	13.182.175,81
2	Pengurugan Tanah Kembali dan Pemadatan	m^3	213,91	82.042	17.549.263,64
3	Pengurugan dengan Pasir Urug	m^3	102,77	178.980	18.393.785,92
				Jumlah	**49.125.225,37**
III	**PEKERJAAN PENGADAAN & PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS**				

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	SATUAN (Rp)	BIAYA (Rp)
3.1	**Pengadaan dan Pemasangan Pipa**				
1	Pipa AW dia. 76 mm	m	10	191.925	1.919.250,00
2	Pipa AW dia. 60 mm	m	72	142.642	10.263.091,90
3	Pipa AW dia. 48 mm	m	100	124.884	12.438.446,40
4	Pipa AW dia. 42 mm	m	174	111.130	19.381.072,00
5	Pipa AW dia. 32 mm	m	227	87.656	19.929.468,16
6	Pipa AW dia. 26 mm	m	169	72.270	12.213.630,00
7	Pipa AW dia. 22 mm	m	163	62.347	10.159.443,65
				Jumlah	**86.304.402,11**
3.2	**Pengadaan dan Pemasangan Aksesoris**				
1	Tee dia. 76x42 mm	bh	1	267.370,00	267.370,00
2	Tee dia. 60x48	bh	1	16.800,00	16.800,00
3	Tee dia. 48x42 mm	bh	1	11.500,00	11.500,00
4	Tee dia. 42x32	bh	1	8.300,00	8.300,00
5	Bend 90^0 dia. 76 mm	bh	1	20.500,00	20.500,00
6	Bend 90^0 dia. 42 mm	bh	1	6.100,00	6.100,00
7	Bend 90^0 dia. 32 mm	bh	1	3.500,00	3.500,00
8	Bend 90^0 dia. 26 mm	bh	1	2.200,00	2.200,00
9	Bend 45^0 dia. 42 mm	bh	1	2.200,00	2.200,00
10	Bend 45^0 dia. 32 mm	bh	1	2.000,00	2.000,00
11	Gate Valve dia. 76 mm	bh	1	1.024.640,00	1.024.640,00
12	Gate Valve dia. 60 mm	bh	1	481.120,00	481.120,00
13	Gate Valve dia. 48 mm	bh	1	320.000,00	320.000,00
14	Gate Valve dia. 42 mm	bh	3	252.320,00	756.960,00
15	Gate Valve dia. 32 mm	bh	3	182.240,00	546.720,00
16	Gate Valve dia. 26 mm	bh	2	130.240,00	260.480,00
17	Gate Valve dia. 22 mm	bh	1	104.160,00	104.160,00
18	Check Valve dia. 42 mm	bh	1	309.600,00	309.600,00
19	Reducer ø76x60 mm	bh	1	5.500,00	5.500,00
20	Reducer ø76x48 mm	bh	1	5.100,00	5.100,00
21	Reducer ø60x48 mm	bh	1	9.400,00	9.400,00
22	Reducer ø48x42 mm	bh	1	6.200,00	6.200,00
23	Reducer ø42x32 mm	bh	2	4.000,00	8.000,00
24	Reducer ø32x26 mm	bh	1	2.600,00	2.600,00
25	Reducer ø32x22 mm	bh	1	2.000,00	2.000,00
26	Reducer ø26x22 mm	bh	1	1.900,00	1.900,00
27	Water Meter ø42 mm	bh	1	585.000,00	585.000,00
28	Water Meter ø32 mm	bh	1	390.000,00	390.000,00
	Thrust Block :				
29	Tee dia. 76x42 mm	bh	1	181.915,5000	181.915,50
30	Tee dia. 60x48	bh	1	175.851,6500	175.851,65
31	Tee dia. 48x42 mm	bh	1	163.723,9500	163.723,95
32	Tee dia. 42x32	bh	1	151.596,2500	151.596,25

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	SATUAN (Rp)	BIAYA (Rp)
33	Bend 90^0 dia. 76 mm	bh	1	36.383,10	36.383,10
34	Bend 90^0 dia. 42 mm	bh	1	36.383,10	36.383,10
35	Bend 90^0 dia. 32 mm	bh	1	36.383,10	36.383,10
36	Bend 90^0 dia. 26 mm	bh	1	36.383,10	36.383,10
37	Bend 45^0 dia. 42 mm	bh	1	18.191,55	18.191,55
38	Bend 45^0 dia. 32 mm	bh	1	18.191,55	18.191,55
39	Gate Valve dia. 76 mm	bh	1	12.127,70	12.127,70
40	Gate Valve dia. 60 mm	bh	1	12.127,70	12.127,70
41	Gate Valve dia. 48 mm	bh	1	12.127,70	12.127,70
42	Gate Valve dia. 42 mm	bh	3	12.127,70	36.383,10
43	Gate Valve dia. 32 mm	bh	3	12.127,70	36.383,10
44	Gate Valve dia. 26 mm	bh	2	12.127,70	24.255,40
45	Gate Valve dia. 22 mm	bh	1	12.127,70	12.127,70
46	Check Valve dia. 42 mm	bh	1	9.095,78	9.095,78
47	Reducer ø76x60 mm	bh	1	181.915,50	181.915,50
48	Reducer ø76x48 mm	bh	1	175.851,65	175.851,65
49	Reducer ø60x48 mm	bh	1	169.787,80	169.787,80
50	Reducer ø48x42 mm	bh	1	163.723,95	163.723,95
51	Reducer ø42x32 mm	bh	2	151.596,25	303.192,50
52	Reducer ø32x26 mm	bh	1	139.468,55	139.468,55
53	Reducer ø32x22 mm	bh	1	133.404,70	133.404,70
54	Reducer ø26x22 mm	bh	1	121.277,00	121.277,00
55	Water Meter ø42 mm	bh	1	12.127,70	12.127,70
56	Water Meter ø32 mm	bh	1	6.063,85	6.063,85
				Jumlah	**7.576.294,23**
IV.	**PEKERJAAN PERLINTASAN PIPA**				
4.A	**PEKERJAAN CROSSING JALAN**				
1	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 42 mm, L = 4 m	unit	1,00	59.575,00	59.575,00
2	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 32 mm, L = 4 m	unit	1,00	49.575,00	49.575,00
4.B	**PEKERJAAN PERLINTASAN GORONG-GORONG**				
1	1 Unit Perlintasan Gorong-Gorong Pipa Dia. 42 mm, L = 3 m	unit	1,0	826.246,00	826.246,00
				Jumlah	**935.396,00**
V.	**PEKERJAAN LAIN - LAIN**				
1	Pekerjaan Pengetesan Pipa per M'	Ls	915	1.093,00	1.000.379,18
				Jumlah	**1.000.379,18**
				Total Jumlah	**151.869.091,94**

6.3 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

6.3.1 Perencanaan 1

Total anggaran biaya untuk perencanaan jaringan penyediaan air dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6. 11 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 1

ENGINEERING ESTIMATE (EE)
REKAPITULASI

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH
LOKASI : DUSUN POLOWIDI
DANA : Rp 174.501.000
TAHUN ANGGARAN : 2017

NO.	URAIAN	JUMLAH HARGA (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	6.791.025
II	PEKERJAAN TANAH	48.322.699
III	PEKERJAAN PENGADAAN & PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS	100.222.188
IV	PEKERJAAN PERLINTASAN PIPA	2.323.545
V	PEKERJAAN LAIN - LAIN	978.344
	Jumlah	**158.637.800**
	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%	**15.863.780**
	Total	**174.501.580**
	Dibulatkan	**174.501.000**
Terbilang : Seratus tujuh puluh empat juta lima ratus satu ribu rupiah		

Dari tabel 6.11 di atas, dapat diketahui bahwa total Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan jaringan sistem penyediaan air bersih di Dusun Polowidi ini senilai Rp 174.501.000,00.

6.3.2 Perencanaan 2

Total anggaran biaya untuk perencanaan jaringan penyediaan air dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6. 12 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 2

ENGINEERING ESTIMATE (EE)
REKAPITULASI

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH
LOKASI : DUSUN POLOWIDI
DANA : Rp 1.670.560
TAHUN ANGGARAN : 2017

NO.	URAIAN	JUMLAH HARGA (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	6.927.395
II	PEKERJAAN TANAH	49.125.225
III	PEKERJAAN PENGADAAN & PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS	93.880.696
IV	PEKERJAAN PERLINTASAN PIPA	935.396
V	PEKERJAAN LAIN - LAIN	1.000.379
	Jumlah	**151.869.092**
	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%	**15.186.909**
	Total	**167.056.001**
	Dibulatkan	**167.056.000**
Terbilang : Seratus enam puluh tujuh juta lima puluh enam ribu rupiah		

Dari tabel 6.12 di atas, dapat diketahui bahwa total Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan jaringan sistem penyediaan air bersih di Dusun Polowidi ini senilai Rp 167.056.000,00.

Berdasarkan hasil akhir Rencana Anggaran Biaya (RAB), biaya perencanaan 1 lebih besar dari biaya perencanaan 2. Biaya perencanaan 1 sebesar Rp 174.501.000,00 sedangkan biaya perencanaan 1 sebesar Rp 167.056.000,00.

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan mengenai jaringan penyediaan air bersih, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software* EPANET versi 2.0, jaringan eksisting di Dusun Polowidi saat ini tidak memenuhi kriteria perencanaan air bersih seperti di dalam Permen No. 18/PRT/M/2007. Hal inilah yang menyebabkan air tidak mengalir secara merata. Sehingga perlu direncanakan jaringan alternatif, yaitu tipe perencanaan 2.
2. Jaringan eksisting sebelumnya digunakan sistem gravitasi. Setelah dilakukan simulasi jaringan ternyata pada jaringan alternatif dibutuhkan bantuan pompa untuk mendistribusikan air ke rumah – rumah warga. Sehingga sistem jaringan sebelumnya gravitasi berubah menjadi sistem pompa 24 jam. Selain itu, diameter pipa pada jaringan transmisi dan distribusi diganti sesuai dengan hasil simulasi EPANET 2.0.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan agar dapat memenuhi kebutuhan warga Dusun Polowidi sebagai konsumen air bersih sebagai berikut :

1. Dilakukan pendalaman sumur untuk mendapatkan debit sumber air yang lebih besar.
2. Pemilihan diameter pipa harus benar untuk mengoptimalkan *supply* air ke rumah – rumah warga dan fasilitas masjid serta musolah yang ada.
3. Membuat kepengurusan dan jadwal yang rutin untuk menjaga dan merawat fasilitas penyediaan air bersih.
4. Pengecekan berkala pada jalur perpipaan yang ada untuk menghindari kebocoran pipa.
5. Perlu dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui kualitas sumber air layak untuk digunakan sesuai kriteria.

DAFTAR PUSTAKA

Albertson, Maurice L. 1994. *The Village Earth Model for Sustainable Village Development*. Colorado State University. Fort Collins. Colorado. USA.

AWWA (American Water Works Association). 2005. *Computer Modeling of Water Distribution Systems*. AWWA: Denver. Colo.

Departemen Pekerjaan Umum. 1994. Petunjuk Teknis Air Bersih. Direktorat Jendral Cipta Karya. Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum. 1996. Petunjuk Teknis Air Bersih. Direktorat Jendral Cipta Karya. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum. 2000. Petunjuk Teknis Air Bersih. Direktorat Jendral Cipta Karya. Jakarta.

Gupta S, Ram. 1989. *Hydrology and Hydraulic Systems*. Prentice-Hall. New Jersey.

Hammer, Mark J. 1986. *Water and Wastewater Technology*. Prentice-Hall Int. Inc,. New Jersey.

Leeden, V.D.F., Troise, F.L., dan Todd, D.K. 1990. *The Water Encyclopedia*. Second Edition, Lewis Publishers, Inc,. USA.

Maryati, Sri dan Humairah An Nisaa' Siti. 2015. *Extending Public Water Supply in Per-urban Area: Technical Engineering, Economic, and Environmental Consideration*. Procedia Engineering, Vol 125, 2015, Hal 243-249.

Ramana G. Venkata, Dr. Ch. V.S.S Sudheer, B. Rajasekhar. 2015. *Network Analysis of Water Distribution System In Rural Areas Using EPANET*. Procedia Engineering.

Republik Indonesia. 2007. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM (Sistem Perencanaan Air Minum). Jakarta.

Republik Indonesia. 2005. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta.

Red, T. 1993. Analisa Faktor Jam Puncak dan Maksimum Harian. Air Minum, 65: 19 – 23.

Rossman, Lewis A. 2000. *EPANET 2 Users Manual* (Versi Bahasa Indonesia). EKAMITRA Engineering. Cincinnati.

SNI 7509: 2011. Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

Steel, Ernest W. 1989. *Municipal and Rural Sanitation*. McGraw-Hill. New York.

Supranto, J. 1984. Ekonometrik: Buku Dua. Ghalia Indonesia. Indonesia.

Windayani. 2010. Pengaruh Lingkungan Terhadap Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Rejodadi Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Tesis. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1

DAFTAR ANALISA PERHITUNGAN UNIT PRICE

PERENCANAAN 1

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
I.	**PEKERJAAN PERSIAPAN**						
1	**Pengukuran dan pemasangan bouwplank per M '**						
	0,012	m^3	Kayu Kelas II	3.600.000,00		43.200,00	
	0,020	kg	Paku biasa 2" - 5"	21.000,00		420,00	
	0,007	m^3	Papan kelas II uk. 3/20	2.500.000,00		17.500,00	
	0,100	OH	Tukang kayu	52.500,00	5.250,00		
	0,100	OH	Pekerja	46.600,00	4.660,00		
	0,010	OH	Kepala tukang	55.000,00	550,00		
	0,005	OH	Mandor	60.000,00	300,00		
				Jumlah	**10.760,00**	**61.120,00**	**71.880,00**
				Dibulatkan			**71.880**
2	**1 Bh Papan Nama Proyek**						
	0,130	m^3	Kayu Kelas II	75.000,00		9.750,00	
	0,250	kg	Paku	21.000,00		5.250,00	
	0,250	Lbr	Papan kelas II	2.500.000,00		625.000,00	
	1,000	kg	Cat	9.900,00		9.900,00	
	1,000	buah	Kuas	10.000,00		10.000,00	
	1,000	LS	Penulisan	20.000,00		20.000,00	
	1,000	LS	Ongkos Pasang	15.000,00	15.000,00		
				Jumlah	**15.000,00**	**679.900,00**	**694.900,00**
				Dibulatkan			**694.900**
3	**Pengukuran Jalur Pipa Tiap 500 m'**						
	3,000	org	Pekerja	46.600,00	139.800,00		
	1,000	org	Mandor	60.000,00	60.000,00		
	11,000	bh	Patok	5.000,00		55.000,00	
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000,00		5.000,00	
	1,000	Ls	Sewa Alat	50.000,00		50.000,00	
					199.800,00	**110.000,00**	**309.800,00**
			Pengukuran jalur pipa per-m'	**Jumlah**	**399,60**	**220,00**	**619,60**
				Dibulatkan			**619**
4	**1 m^2 Pek. Perataan Tanah**						
	0,020	org	Pekerja	46.600,00	932,00		
	0,003	org	Mandor	60.000,00	180,00		
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000,00		5.000,00	
				Jumlah	**1.112,00**	**5.000,00**	**6.112,00**
				Dibulatkan			**6.112**
II.	**PEKERJAAN TANAH**						
1	**1 m^3 Galian Tanah Biasa**						
	0,750	OH	Pekerja	46.600,00	34.950		
	0,025	OH	Mandor	60.000	1.500		
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000		5.000	
				Jumlah	**36.450,00**	**5.000,00**	**41.450,00**
				Dibulatkan			**41.450**

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
2	**1 m^3 Urugan Tanah & Pemadatan**						
	0,170	OH	Pekerja	46.600,00	7.922		
	0,052	OH	Mandor	60.000	3.120		
	1,200	m^3	Tanah dari luar	55.000		66.000	
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000		5.000	
				Jumlah	**11.042,00**	**71.000,00**	**82.042,00**
				Dibulatkan			**82.042**
3	**1 m^3 Pembuangan Sisa Galian**						
	0,330	Oh	Pekerja	46.600	15.378		
	0,010	Oh	Mandor	60.000	600		
	1,000	Ls	Alat Bantu	1.500		1.500	
				Jumlah	**15.978,00**	**1.500,00**	**17.478,00**
				Dibulatkan			**17.478**
4	**1 m^3 Urugan Pasir**						
	0,300	OH	Pekerja	46.600	13.980		
	0,010	OH	Mandor	60.000	600		
	1,200	Ls	Pasir urug	137.000		164.400	
				Jumlah	**14.580,00**	**164.400,00**	**178.980,00**
				Dibulatkan			**178.980**
III.	**P E K E R J A A N B E T O N**						
1	**Membuat beton tumbuk / rabat 1 Pc : 3 Ps : 5 Kr Per 1 M3**						
	218,0	kg	Semen Portland	1.437,50		313.375,00	
	0,520	m^3	Pasir beton	161.000,00		83.720,00	
	0,870	m^3	Kerikil	130.000,00		113.100,00	
	1,650	OH	Pekerja	46.600,00	76.890,00		
	0,250	OH	Tukang batu	52.500,00	13.125,00		
	0,025	OH	Kepala tukang	55.000,00	1.375,00		
	0,080	OH	Mandor	60.000,00	4.800,00		
				Jumlah	**96.190,00**	**510.195,00**	**606.385,00**
				Dibulatkan			**606.385**
2	**Membuat lantai kerja beton tumbuk 1 Pc : 3 Ps : 5 Kr Per tebal 5 CM 1 M2**						
	180,0	kg	Semen Portland	1.437,50		258.750,00	
	0,026	m^3	Pasir beton	161.000,00		4.186,00	
	0,044	m^3	Kerikil	130.000,00		5.720,00	
	1,150	OH	Pekerja	46.600,00	53.590,00		
	0,020	OH	Tukang batu	52.500,00	1.050,00		
	0,002	OH	Kepala tukang	55.000,00	110,00		
	0,006	OH	Mandor	60.000,00	360,00		
				Jumlah	**55.110,00**	**268.656,00**	**323.766,00**
				Dibulatkan			**323.766**
IV.	**PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA**						
4.A	**Analisa Pemasangan Pipa PVC**						
A.1	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 76 mm :						
	0,081	OH	Pekerja	46.600,00	3.774,60		
	0,004	OH	Mandor	60.000,00	240,00		
	0,135	OH	Tukang Pipa	80.000,00	10.800,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	50.000,00		50.000,00	
				Jumlah	**14.814,60**	**50.000,00**	**16.203,65**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 76 mm			**Dibulatkan**			**16.203**
A.2	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 48 mm :						

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	0,054	OH	Pekerja	46.600,00	2.516,40		
	0,003	OH	Mandor	60.000,00	180,00		
	0,090	OH	Tukang Pipa	80.000,00	7.200,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	40.000,00		40.000,00	
				Jumlah	**9.896,40**	**40.000,00**	**12.474,10**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 48 mm			**Dibulatkan**			**12.474**
A.3	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 42 mm :						
	0,054	OH	Pekerja	46.600,00	2.516,40		
	0,003	OH	Mandor	60.000,00	150,00		
	0,009	OH	Tukang Pipa	80.000,00	720,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	40.000,00		40.000,00	
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 42 mm			**Jumlah**	**3.386,40**	**40.000,00**	**10.846,60**
				Dibulatkan			**10.846**
A.4	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 32 mm :						
	0,036	OH	Pekerja	46.600,00	1.677,60		
	0,002	OH	Mandor	60.000,00	120,00		
	0,060	OH	Tukang Pipa	80.000,00	4.800,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	35.000,00		35.000,00	
				Jumlah	**6.597,60**	**35.000,00**	**10.399,40**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 32 mm			**Dibulatkan**			**10.399**
A.5	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 26 mm :						
	0,036	OH	Pekerja	46.600,00	1.677,60		
	0,060	OH	Mandor	60.000,00	3.600,00		
	0,006	OH	Tukang Pipa	80.000,00	480,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	30.000,00		30.000,00	
				Jumlah	**5.757,60**	**30.000,00**	**8.939,40**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 26 mm			**Dibulatkan**			**8.939**
A.6	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 22 mm :						
	0,036	OH	Pekerja	46.600,00	1.677,60		
	0,002	OH	Mandor	60.000,00	120,00		
	0,006	OH	Tukang Pipa	80.000,00	480,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	30.000,00		30.000,00	
				Jumlah	**2.277,60**	**30.000,00**	**8.069,40**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 22 mm			**Dibulatkan**			**8.069**
4.B	**Pengadaan dan Pemasangan Pipa Pada Galian Tanah Biasa**						
B.1	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 76 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,347	m^3	Galian Tanah	41.450,00			14.387,30
	0,078	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			13.960,44
	0,234	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			19.197,83
	0,113	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			1.976,76
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 76 mm	126.200,00		126.200,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	16.203,00			16.203,00
						126.200,00	**65.725,32**
				Jumlah			191.925,32
				Dibulatkan			**191.925**
B.2	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 48 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,277	m^3	Galian Tanah	41.450,00			11.480,37
	0,073	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			12.993,95
	0,240	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			19.690,08

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	0,037	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			646,14
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 48 mm	67.600,00		67.600,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	12.474,00			12.474,00
						67.600,00	**57.284,54**
				Jumlah			124.884,54
				Dibulatkan			**124.884**
B.3	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 42 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,207	m^3	Galian Tanah	41.450,00			8.578,87
	0,068	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			12.099,05
	0,246	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			20.182,33
	0,030	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			523,80
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 42 mm	58.900,00		58.900,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	10.846,00			10.846,00
						58.900,00	**52.230,04**
				Jumlah			**111.130,04**
				Dibulatkan			**111.130**
B.4	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 32 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,137	m^3	Galian Tanah	41.450,00			5.677,37
	0,063	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			11.204,15
	0,252	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			20.674,58
	0,023	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			401,45
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 32 mm	39.300,00		39.300,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	10.399,00			10.399,00
						39.300,00	**48.356,55**
				Jumlah			**87.656,55**
				Dibulatkan			**87.656**
B.5	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 26 mm (Galian Tanah						
	0,067	m^3	Galian Tanah	41.450,00			2.775,87
	0,058	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			10.309,25
	0,258	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			21.166,84
	0,016	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			279,11
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 26 mm	28.800,00		28.800,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	8.939,00			8.939,00
						28.800,00	**43.470,06**
				Jumlah			**72.270,06**
				Dibulatkan			**72.270**
B.6	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 22 mm (Galian Tanah						
	0,047	m^3	Galian Tanah	41.450,00			1.948,15
	0,053	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			9.414,35
	0,264	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			21.659,09
	0,009	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			156,76
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 22 mm	21.100,00		21.100,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	8.069,00			8.069,00
						21.100,00	**41.247,35**
				Jumlah			**62.347,35**
				Dibulatkan			**62.347**
4.C	**Pemasangan Fitting/Aksesoris Pipa PVC**						

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
C.1	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 76 mm						
	0,380	OH	Pekerja	46.600,00	17.708,00		
	0,416	OH	Tukang Pipa	52.500,00	21.855,75		
	0,250	OH	Mandor	60.000,00	15.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	4.000,00		4.000,00	
				Jumlah	**54.563,75**	**4.000,00**	**58.563,75**
				Dibulatkan			**58.563**
C.2	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 48 mm						
	0,240	OH	Pekerja	46.600,00	11.184,00		
	0,330	OH	Tukang Pipa	52.500,00	17.325,00		
	0,200	OH	Mandor	60.000,00	12.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	3.500,00		3.500,00	
					40.509,00	**3.500,00**	**44.009,00**
				Dibulatkan			**44.009**
C.3	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 42 mm						
	0,200	OH	Pekerja	46.600,00	9.320,00		
	0,250	OH	Tukang Pipa	52.500,00	13.125,00		
	0,150	OH	Mandor	60.000,00	9.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	3.000,00		3.000,00	
				Jumlah	**31.445,00**	**3.000,00**	**34.445,00**
				Dibulatkan			**34.445**
C.4	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 32 mm						
	0,160	OH	Pekerja	46.600,00	7.456,00		
	0,200	OH	Tukang Pipa	52.500,00	10.500,00		
	0,120	OH	Mandor	60.000,00	7.200,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	2.500,00		2.500,00	
				Jumlah	**25.156,00**	**2.500,00**	**27.656,00**
				Dibulatkan			**27.656**
C.5	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 26 mm						
	0,120	OH	Pekerja	46.600,00	5.592,00		
	0,150	OH	Tukang Pipa	52.500,00	7.875,00		
	0,100	OH	Mandor	60.000,00	6.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	2.000,00		2.000,00	
				Jumlah	**19.467,00**	**2.000,00**	**21.467,00**
				Dibulatkan			**21.467**
C.6	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 22 mm						
	0,100	OH	Pekerja	46.600,00	4.660,00		
	0,120	OH	Tukang Pipa	52.500,00	6.300,00		
	0,080	OH	Mandor	60.000,00	4.800,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	1.500,00		1.500,00	
				Jumlah	**15.760,00**	**1.500,00**	**17.260,00**
				Dibulatkan			**17.260**
4.D	**PEKERJAAN THRUST BLOCK (BETON TUMBUK)**						
	(BEND, TEE, GATE VALVE, REDUCER, WATER METER)						
D.1	Thrust Block untuk Bend						
	Diameter < 76 mm						
	0,060	m^3	Bend 90	606.385,00			36.383,10
	0,030	m^3	Bend 45	606.385,00			18.191,55
D.2	Thrust Block untuk Tee						
	0,3000	m^3	Tee dia. 76 mm	606.385,00			181.915,50
	0,2700	m^3	Tee dia. 48x42 mm	606.385,00			163.723,95
	0,2500	m^3	Tee dia. 42x32	606.385,00			151.596,25
D.3	Thrust Block untuk Gate Valve						

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	0,020	m^3	Diameter < 76 mm	606.385,00			12.127,70
D.4	Thrust Block untuk Check Valve						
	0,015	m^3	Diameter < 42 mm	606.385,00			9.095,78
D.5	Thrust Block untuk Reducer						
	0,300	m^3	Diameter 76x60 mm	606.385,00			181.915,50
	0,280	m^3	Diameter 76x48 mm	606.385,00			169.787,80
	0,270	m^3	Diameter 48x42 mm	606.385,00			163.723,95
	0,250	m^3	Diameter 42x32 mm	606.385,00			151.596,25
	0,230	m^3	Diameter 32x26 mm	606.385,00			139.468,55
	0,220	m^3	Diameter 32x22 mm	606.385,00			133.404,70
	0,200	m^3	Diameter 26x22 mm	606.385,00			121.277,00
D.6	Thrust Block untuk Water Meter						
	0,030	m^3	Diameter 60 mm	606.385,00			18.191,55
	0,020	m^3	Diameter 42 mm	606.385,00			12.127,70
	0,010	m^3	Diameter 32 mm	606.385,00			6.063,85
V.	**PEKERJAAN PERLINTASAN PIPA**						
5.A	**Pekerjaan Crossing Jalan**						
A.1	Analisa Taksir 1 m' Pekerjaan Bor manual dia. 42 mm						
	0,125	OH	Pekerja	46.600,00	5.825,00		
	0,125	OH	Tukang bor	80.000,00	10.000,00		
	0,063	OH	Mandor	60.000,00	3.750,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	40.000,00		40.000,00	
				Jumlah	**19.575,00**	**40.000,00**	**59.575,00**
				Dibulatkan			**59.575**
A.2	Analisa Taksir 1 m' Pekerjaan Bor manual dia. 32 mm						
	0,125	OH	Pekerja	46.600,00	5.825,00		
	0,125	OH	Tukang bor	80.000,00	10.000,00		
	0,063	OH	Mandor	60.000,00	3.750,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	30.000,00		30.000,00	
				Jumlah	**19.575,00**	**30.000,00**	**49.575,00**
				Dibulatkan			**49.575**
A.3	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 42 mm, L = 4 m						
	4,000	m	Pengeboran crossing jalan	59.575,00	238.300,00		
	1,000	m'	Pipa PVC 42 mm	58.900,00		58.900,00	
	3,000	Buah	Reducer dia. 76x48 mm (PVC)	5.100,00		15.300,00	
	3,000	Buah	Reducer dia. 48x42 mm (PVC)	6.200,00		18.600,00	
	4,000	Buah	Flange dia. 76 mm (PVC)	25.900,00		103.600,00	
	2,000	Buah	Flange Socket dia. 76 mm (PVC)	23.800,00		47.600,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC dia. 42 mm	10.846,00	10.846,00		
	3,000	Unit	Pemasangan Aksesoris PVC dia. 42 mm	34.445,00	103.335,00		
	2,000	Buah	Pengad & Pemas. Rubber Packing	10.000,00	20.000,00		
	16,00	Buah	Pengad & Pemas. Bolt & Nut dia. 5/8" x 3 mm	13.500,00	216.000,00		
	0,024	m^3	Buangan sisa galian	17.478,00		412,48	
				Jumlah	**350.181,00**	**244.412,48**	**594.593,48**
				Dibulatkan			**594.593**
A.4	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 32 mm, L = 4 m						
	4,000	m	Pengeboran crossing jalan	49.575,00		198.300,00	
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 32 mm	39.300,00	39.300,00		
	4,000	Buah	Reducer dia. 76x48 mm (PVC)	5.100,00			
	1,000	Buah	Reducer dia. 48x42 mm (PVC)	6.200,00	6.200,00		

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	3,000	Buah	Reducer dia. 48x32 mm (PVC)	5.500,00	16.500,00		
	4,000	Buah	Flange dia. 76 mm (PVC)	25.900,00	103.600,00		
	2,000	Buah	Flange Socket dia. 76 mm (PVC)	23.800,00	47.600,00		
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC dia. 32 mm	10.399,00		10.399,00	
	3,000	Unit	Pemasangan Aksesoris PVC dia. 32 mm	27.656,00		82.968,00	
	2,000	Buah	Pengad & Pemas. Rubber Packing	10.000,00		20.000,00	
	16,00	Buah	Pengad & Pemas. Bolt & Nut dia. 5/8" x 3 mm	13.500,00	216.000,00		
	0,024	m^3	Buangan sisa galian	17.478,00		412,48	
				Jumlah	**429.200,00**	**312.079,48**	**741.279,48**
				Dibulatkan			**741.279**
5.B	**Pekerjaan Perlintasan Gorong - gorong**						
B.1	1 Unit Perlintasan Gorong-Gorong Pipa Dia. 42 mm, L = 3 m						
	3,000	m'	Pengad & Pemas Pipa PVC dia. 42 mm	111.130,00		333.390,00	
	3,000	m'	Pipa PVC 42 mm	58.900,00	176.700,00		
	4,000	Buah	Reducer dia. 76x48 mm (PVC)	5.100,00	20.400,00		
	4,000	Buah	Reducer dia. 48x42 mm (PVC)	6.200,00	24.800,00		
	4,000	Buah	Flange dia. 76 mm (PVC)	25.900,00	103.600,00		
	2,000	Buah	Flange Socket dia. 76 mm (PVC)	23.800,00	47.600,00		
	4,000	Buah	Bend 45 dia. 42 mm	2.200,00	8.800,00		
	2,000	Buah	Pengad & Pemas. Rubber Packing	10.000,00		20.000,00	
	16,000	Buah	Pengad & Pemas. Bolt & Nut dia. 5/8" x 3 mm	13.500,00		216.000,00	
	2,000	Buah	Trush Block Bend 45 dia. 42 mm	18.191,55		36.383,10	
				Jumlah	**381.900,00**	**605.773,10**	**987.673,10**
				Dibulatkan			**987.673**
VI.	**PEKERJAAN LAIN - LAIN**						
1	**1 m' Pengetesan Kebocoran Pipa**						
	0,06	Ltr	Bahan Bakar	6.550,00		393,00	
	0,002	Ltr	Oli	46.500,00		93,00	
	0,0001	Hari	Pompa Air + Perlengkapan	95.000,00		12,73	
	0,008	OH	Pekerja	46.600,00	372,80		
	0,0008	OH	Tukang Pipa	52.500,00	42,00		
	0,003	OH	Mandor	60.000,00	180,00		
				Jumlah	**594,80**	**498,73**	**1.093,53**
				Dibulatkan			**1.093**

Lampiran 2

DAFTAR ANALISA PERHITUNGAN UNIT PRICE
PERENCANAAN 2

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
I.	**PEKERJAAN PERSIAPAN**						
1	**Pengukuran dan pemasangan bouwplank per M '**						
	0,012	m^3	Kayu Kelas II	3.600.000,00		43.200,00	
	0,020	kg	Paku biasa 2" - 5"	21.000,00		420,00	
	0,007	m^3	Papan kelas II uk. 3/20	2.500.000,00		17.500,00	
	0,100	OH	Tukang kayu	52.500,00	5.250,00		
	0,100	OH	Pekerja	46.600,00	4.660,00		
	0,010	OH	Kepala tukang	55.000,00	550,00		
	0,005	OH	Mandor	60.000,00	300,00		
				Jumlah	**10.760,00**	**61.120,00**	**71.880,00**
				Dibulatkan			**71.880**
2	**1 Bh Papan Nama Proyek**						
	0,130	m^3	Kayu Kelas II	75.000,00		9.750,00	
	0,250	kg	Paku	21.000,00		5.250,00	
	0,250	Lbr	Papan kelas II	2.500.000,00		625.000,00	
	1,000	kg	Cat	9.900,00		9.900,00	
	1,000	buah	Kuas	10.000,00		10.000,00	
	1,000	LS	Penulisan	20.000,00		20.000,00	
	1,000	LS	Ongkos Pasang	15.000,00	15.000,00		
				Jumlah	**15.000,00**	**679.900,00**	**694.900,00**
				Dibulatkan			**694.900**
3	**Pengukuran Jalur Pipa Tiap 500 m'**						
	3,000	org	Pekerja	46.600,00	139.800,00		
	1,000	org	Mandor	60.000,00	60.000,00		
	11,000	bh	Patok	5.000,00		55.000,00	
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000,00		5.000,00	
	1,000	Ls	Sewa Alat	50.000,00		50.000,00	
					199.800,00	**110.000,00**	**309.800,00**
	Pengukuran jalur pipa per-m'			**Jumlah**	**399,60**	**220,00**	**619,60**
				Dibulatkan			**619**
4	**1 m^2 Pek. Perataan Tanah**						
	0,020	org	Pekerja	46.600,00	932,00		
	0,003	org	Mandor	60.000,00	180,00		
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000,00		5.000,00	
				Jumlah	**1.112,00**	**5.000,00**	**6.112,00**
				Dibulatkan			**6.112**
II.	**PEKERJAAN TANAH**						
1	**1 m^3 Galian Tanah Biasa**						
	0,750	OH	Pekerja	46.600,00	34.950		
	0,025	OH	Mandor	60.000	1.500		
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000		5.000	
				Jumlah	**36.450,00**	**5.000,00**	**41.450,00**
				Dibulatkan			**41.450**
2	**1 m^3 Urugan Tanah & Pemadatan**						
	0,170	OH	Pekerja	46.600,00	7.922		
	0,052	OH	Mandor	60.000	3.120		

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	1,200	m^3	Tanah dari luar	55.000		66.000	
	1,000	Ls	Alat Bantu	5.000		5.000	
				Jumlah	**11.042,00**	**71.000,00**	**82.042,00**
				Dibulatkan			**82.042**
3	**1 m3 Pembuangan Sisa Galian**						
	0,330	Oh	Pekerja	46.600	15.378		
	0,010	Oh	Mandor	60.000	600		
	1,000	Ls	Alat Bantu	1.500		1.500	
				Jumlah	**15.978,00**	**1.500,00**	**17.478,00**
				Dibulatkan			**17.478**
4	**1 m^3 Urugan Pasir**						
	0,300	OH	Pekerja	46.600	13.980		
	0,010	OH	Mandor	60.000	600		
	1,200	Ls	Pasir urug	137.000		164.400	
				Jumlah	**14.580,00**	**164.400,00**	**178.980,00**
				Dibulatkan			**178.980**
III.	**P E K E R J A A N B E T O N**						
1	**Membuat beton tumbuk / rabat 1 Pc : 3 Ps : 5 Kr Per 1 M3**						
	218,0	kg	Semen Portland	1.437,50		313.375,00	
	0,520	m^3	Pasir beton	161.000,00		83.720,00	
	0,870	m^3	Kerikil	130.000,00		113.100,00	
	1,650	OH	Pekerja	46.600,00	76.890,00		
	0,250	OH	Tukang batu	52.500,00	13.125,00		
	0,025	OH	Kepala tukang	55.000,00	1.375,00		
	0,080	OH	Mandor	60.000,00	4.800,00		
				Jumlah	**96.190,00**	**510.195,00**	**606.385,00**
				Dibulatkan			**606.385**
2	**Membuat lantai kerja beton tumbuk 1 Pc : 3 Ps : 5 Kr Per tebal 5 CM 1 M2**						
	180,0	kg	Semen Portland	1.437,50		258.750,00	
	0,026	m^3	Pasir beton	161.000,00		4.186,00	
	0,044	m^3	Kerikil	130.000,00		5.720,00	
	1,150	OH	Pekerja	46.600,00	53.590,00		
	0,020	OH	Tukang batu	52.500,00	1.050,00		
	0,002	OH	Kepala tukang	55.000,00	110,00		
	0,006	OH	Mandor	60.000,00	360,00		
				Jumlah	**55.110,00**	**268.656,00**	**323.766,00**
				Dibulatkan			**323.766**
IV.	**PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA**						
4.A	**Analisa Pemasangan Pipa PVC**						
A.1	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 76 mm :						
	0,081	OH	Pekerja	46.600,00	3.774,60		
	0,004	OH	Mandor	60.000,00	240,00		
	0,135	OH	Tukang Pipa	80.000,00	10.800,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	50.000,00		50.000,00	
				Jumlah	**14.814,60**	**50.000,00**	**16.203,65**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 76 mm			**Dibulatkan**			**16.203**
A.2	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 60 mm :						
	0,081	OH	Pekerja	46.600,00	3.774,60		
	0,004	OH	Mandor	60.000,00	240,00		
	0,135	OH	Tukang Pipa	80.000,00	10.800,00		

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	1,000	Ls	Alat bantu	45.000,00		45.000,00	
				Jumlah	**14.814,60**	**45.000,00**	**14.953,65**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 60 mm			**Dibulatkan**			**14.953**
A.3	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 48 mm :						
	0,054	OH	Pekerja	46.600,00	2.516,40		
	0,003	OH	Mandor	60.000,00	180,00		
	0,090	OH	Tukang Pipa	80.000,00	7.200,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	40.000,00		40.000,00	
				Jumlah	**9.896,40**	**40.000,00**	**12.474,10**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 48 mm			**Dibulatkan**			**12.474**
A.4	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 42 mm :						
	0,054	OH	Pekerja	46.600,00	2.516,40		
	0,003	OH	Mandor	60.000,00	150,00		
	0,009	OH	Tukang Pipa	80.000,00	720,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	40.000,00		40.000,00	
1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 42 mm				**Jumlah**	**3.386,40**	**40.000,00**	**10.846,60**
				Dibulatkan			**10.846**
A.5	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 32 mm :						
	0,036	OH	Pekerja	46.600,00	1.677,60		
	0,002	OH	Mandor	60.000,00	120,00		
	0,060	OH	Tukang Pipa	80.000,00	4.800,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	35.000,00		35.000,00	
				Jumlah	**6.597,60**	**35.000,00**	**10.399,40**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 32 mm			**Dibulatkan**			**10.399**
A.6	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 26 mm :						
	0,036	OH	Pekerja	46.600,00	1.677,60		
	0,060	OH	Mandor	60.000,00	3.600,00		
	0,006	OH	Tukang Pipa	80.000,00	480,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	30.000,00		30.000,00	
				Jumlah	**5.757,60**	**30.000,00**	**8.939,40**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 26 mm			**Dibulatkan**			**8.939**
A.7	4 m Pemasangan Pipa PVC ø 22 mm :						
	0,036	OH	Pekerja	46.600,00	1.677,60		
	0,002	OH	Mandor	60.000,00	120,00		
	0,006	OH	Tukang Pipa	80.000,00	480,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	30.000,00		30.000,00	
				Jumlah	**2.277,60**	**30.000,00**	**8.069,40**
	1 m' Pemasangan Pipa PVC ø 22 mm			**Dibulatkan**			**8.069**
4.B	**Pengadaan dan Pemasangan Pipa Pada Galian Tanah Biasa**						
B.1	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 76 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,347	m^3	Galian Tanah	41.450,00			14.387,30
	0,078	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			13.960,44
	0,234	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			19.197,83
	0,113	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			1.976,76
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 76 mm	126.200,00		126.200,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	16.203,00			16.203,00
						126.200,00	**65.725,32**
				Jumlah			**191.925,32**
				Dibulatkan			**191.925**

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
B.2	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 60 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,318	m^3	Galian Tanah	46.600,00			14.818,80
	0,076	m^3	Urugan Pasir	60.000,00			4.560,00
	0,240	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	80.000,00			19.200,00
	0,087	m^3	Pembuangan Sisa Galian	30.000,00			2.610,00
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 60 mm	86.500,00		86.500,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	14.953,65			14.953,65
						86.500,00	**56.142,45**
				Jumlah			**142.642,45**
				Dibulatkan			**142.642**
B.3	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 48 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,277	m^3	Galian Tanah	41.450,00			11.480,37
	0,073	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			12.993,95
	0,240	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			19.690,08
	0,037	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			646,14
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 48 mm	67.600,00		67.600,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	12.474,00			12.474,00
						67.600,00	**57.284,54**
				Jumlah			**124.884,54**
				Dibulatkan			**124.884**
B.4	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 42 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,207	m^3	Galian Tanah	41.450,00			8.578,87
	0,068	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			12.099,05
	0,246	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			20.182,33
	0,030	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			523,80
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 42 mm	58.900,00		58.900,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	10.846,00			10.846,00
						58.900,00	**52.230,04**
				Jumlah			**111.130,04**
				Dibulatkan			**111.130**
B.5	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 32 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,137	m^3	Galian Tanah	41.450,00			5.677,37
	0,063	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			11.204,15
	0,252	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			20.674,58
	0,023	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			401,45
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 32 mm	39.300,00		39.300,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	10.399,00			10.399,00
						39.300,00	**48.356,55**
				Jumlah			**87.656,55**
				Dibulatkan			**87.656**

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
B.6	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 26 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,067	m^3	Galian Tanah	41.450,00			2.775,87
	0,058	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			10.309,25
	0,258	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			21.166,84
	0,016	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			279,11
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 26 mm	28.800,00		28.800,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	8.939,00			8.939,00
						28.800,00	**43.470,06**
				Jumlah			**72.270,06**
				Dibulatkan			**72.270**
B.7	1 m' Pengadaan & Pemasangan Pipa PVC Dia. 22 mm (Galian Tanah Biasa)						
	0,047	m^3	Galian Tanah	41.450,00			1.948,15
	0,053	m^3	Urugan Pasir	178.980,00			9.414,35
	0,264	m^3	Urugan Tanah Dipadatkan	82.042,00			21.659,09
	0,009	m^3	Pembuangan Sisa Galian	17.478,00			156,76
	1,000	m'	Pipa PVC dia. 22 mm	21.100,00		21.100,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC	8.069,00			8.069,00
						21.100,00	**41.247,35**
				Jumlah			**62.347,35**
				Dibulatkan			**62.347**
4.C	**PEMASANGAN FITTING/AKSESORIS PIPA PVC**						
C.1	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 76 mm						
	0,380	OH	Pekerja	46.600,00	17.708,00		
	0,416	OH	Tukang Pipa	52.500,00	21.855,75		
	0,250	OH	Mandor	60.000,00	15.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	4.000,00		4.000,00	
				Jumlah	**54.563,75**	**4.000,00**	**58.563,75**
				Dibulatkan			**58.563**
C.2	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 60 mm						
	0,300	OH	Pekerja	46.600,00	13.980,00		
	0,330	OH	Tukang Pipa	52.500,00	17.325,00		
	0,200	OH	Mandor	60.000,00	12.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	3.500,00		3.500,00	
				Jumlah	**43.305,00**	**3.500,00**	**46.805,00**
				Dibulatkan			**46.805**
C.3	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 48 mm						
	0,240	OH	Pekerja	46.600,00	11.184,00		
	0,330	OH	Tukang Pipa	52.500,00	17.325,00		
	0,200	OH	Mandor	60.000,00	12.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	3.500,00		3.500,00	
				Jumlah	**40.509,00**	**3.500,00**	**44.009,00**
				Dibulatkan			**44.009**
C.4	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 42 mm						
	0,200	OH	Pekerja	46.600,00	9.320,00		
	0,250	OH	Tukang Pipa	52.500,00	13.125,00		
	0,150	OH	Mandor	60.000,00	9.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	3.000,00		3.000,00	
				Jumlah	**31.445,00**	**3.000,00**	**34.445,00**
				Dibulatkan			**34.445**
C.5	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 32 mm						
	0,160	OH	Pekerja	46.600,00	7.456,00		
	0,200	OH	Tukang Pipa	52.500,00	10.500,00		

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
	0,120	OH	Mandor	60.000,00	7.200,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	2.500,00		2.500,00	
				Jumlah	**25.156,00**	**2.500,00**	**27.656,00**
				Dibulatkan			**27.656**
C.6	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 26 mm						
	0,120	OH	Pekerja	46.600,00	5.592,00		
	0,150	OH	Tukang Pipa	52.500,00	7.875,00		
	0,100	OH	Mandor	60.000,00	6.000,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	2.000,00		2.000,00	
				Jumlah	**19.467,00**	**2.000,00**	**21.467,00**
				Dibulatkan			**21.467**
C.7	Pemasangan Aksesoris PVC diameter 22 mm						
	0,100	OH	Pekerja	46.600,00	4.660,00		
	0,120	OH	Tukang Pipa	52.500,00	6.300,00		
	0,080	OH	Mandor	60.000,00	4.800,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	1.500,00		1.500,00	
				Jumlah	**15.760,00**	**1.500,00**	**17.260,00**
				Dibulatkan			**17.260**
4.D	**PEKERJAAN THRUST BLOCK (BETON TUMBUK)**						
	(BEND, TEE, GATE VALVE, REDUCER, WATER METER)						
D.1	Thrust Block untuk Bend						
	Diameter < 76 mm						
	0,060	m^3	Bend 90	606.385,00			36.383,10
	0,030	m^3	Bend 45	606.385,00			18.191,55
D.2	Thrust Block untuk Tee						
	0,3000	m^3	Tee dia. 76x48 mm	606.385,00			181.915,50
	0,2900	m^3	Tee dia. 60x48 mm	606.385,00			175.851,65
	0,2700	m^3	Tee dia. 48x42 mm	606.385,00			163.723,95
	0,2500	m^3	Tee dia. 42x32	606.385,00			151.596,25
D.3	Thrust Block untuk Gate Valve						
	0,020	m^3	Diameter < 76 mm	606.385,00			12.127,70
D.4	Thrust Block untuk Check Valve						
	0,015	m^3	Diameter < 42 mm	606.385,00			9.095,78
D.5	Thrust Block untuk Reducer						
	0,300	m^3	Diameter 76x60 mm	606.385,00			181.915,50
	0,290	m^3	Diameter 76x48 mm	606.385,00			175.851,65
	0,280	m^3	Diameter 60x48 mm	606.385,00			169.787,80
	0,270	m^3	Diameter 48x42 mm	606.385,00			163.723,95
	0,250	m^3	Diameter 42x32 mm	606.385,00			151.596,25
	0,230	m^3	Diameter 32x26 mm	606.385,00			139.468,55
	0,220	m^3	Diameter 32x22 mm	606.385,00			133.404,70
	0,200	m^3	Diameter 26x22 mm	606.385,00			121.277,00
D.6	Thrust Block untuk Water Meter						
	0,020	m^3	Diameter 42 mm	606.385,00			12.127,70
	0,010	m^3	Diameter 32 mm	606.385,00			6.063,85
V.	**PEKERJAAN PERLINTASAN PIPA**						
5.A	**Pekerjaan Crossing Jalan**						

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
A.1	Analisa Taksir 1 m' Pekerjaan Bor manual dia. 42 mm						
	0,125	OH	Pekerja	46.600,00	5.825,00		
	0,125	OH	Tukang bor	80.000,00	10.000,00		
	0,063	OH	Mandor	60.000,00	3.750,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	40.000,00		40.000,00	
				Jumlah	**19.575,00**	**40.000,00**	**59.575,00**
				Dibulatkan			**59.575**
A.2	Analisa Taksir 1 m' Pekerjaan Bor manual dia. 32 mm						
	0,125	OH	Pekerja	46.600,00	5.825,00		
	0,125	OH	Tukang bor	80.000,00	10.000,00		
	0,063	OH	Mandor	60.000,00	3.750,00		
	1,000	Ls	Alat bantu	30.000,00		30.000,00	
				Jumlah	**19.575,00**	**30.000,00**	**49.575,00**
				Dibulatkan			**49.575**
A.3	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 42 mm, L = 4 m						
	4,000	m	Pengeboran crossing jalan	59.575,00	238.300,00		
	1,000	m'	Pipa PVC 42 mm	58.900,00		58.900,00	
	4,000	Buah	Reducer dia. 76x48 mm (PVC)	5.100,00		20.400,00	
	4,000	Buah	Reducer dia. 48x42 mm (PVC)	16.800,00		67.200,00	
	4,000	Buah	Flange dia. 76 mm (PVC)	25.900,00		103.600,00	
	2,000	Buah	Flange Socket dia. 76 mm (PVC)	23.800,00		47.600,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC dia. 42 m	10.846,00	10.846,00		
	4,000	Unit	Pemasangan Aksesoris PVC	34.445,00	137.780,00		
	2,000	Buah	Pengad & Pemas. Rubber Packin	10.000,00	20.000,00		
	16,00	Buah	Pengad & Pemas. Bolt & Nut	13.500,00	216.000,00		
	0,024	m^3	Buangan sisa galian	17.478,00		412,48	
				Jumlah	**622.926,00**	**298.112,48**	**921.038,48**
				Dibulatkan			**921.038**
A.4	1 Unit Crossing Jalan Pipa Dia. 32 mm, L = 4 m						
	4,000	m	Pengeboran crossing jalan	59.575,00	238.300,00		
	1,000	m	Pipa PVC dia. 32 mm	39.300,00		39.300,00	
	4,000	Buah	Reducer dia. 76x48 mm (PVC)	5.100,00		20.400,00	
	4,000	Buah	Reducer dia. 48x42 mm (PVC)	6.200,00		24.800,00	
	3,000	Buah	Reducer dia. 42x32 mm (PVC)	4.000,00		12.000,00	
	4,000	Buah	Flange dia. 76 mm (PVC)	25.900,00		103.600,00	
	2,000	Buah	Flange Socket dia. 76 mm (PVC)	23.800,00		47.600,00	
	1,000	m'	Pemasangan Pipa PVC dia. 32 m	10.399,00	10.399,00	10.399,00	
	3,000	Unit	Pemasangan Aksesoris PVC dia. 5/8" x 3 mm	27.656,00	82.968,00	82.968,00	
	2,000	Buah	Pengad & Pemas. Rubber Packin	10.000,00	20.000,00		
	16,00	Buah	Pengad & Pemas. Bolt & Nut	13.500,00	216.000,00		
	0,024	m^3	Buangan sisa galian	17.478,00		412,48	
				Jumlah	**567.667,00**	**341.479,48**	**909.146,48**
				Dibulatkan			**909.146**
5.B	**PEKERJAAN PERLINTASAN GORONG-GORONG**						
B.1	1 Unit Perlintasan Gorong-Gorong Pipa Dia. 42 mm, L = 3 m						
	3,000	m'	Pengad & Pemas Pipa PVC dia. 4	111.130,00	333.390,00		
	3,000	m'	Pipa PVC 42 mm	58.900,00		176.700,00	
	4,000	Buah	Reducer dia. 76x48 mm (PVC)	5.100,00		20.400,00	
	4,000	Buah	Reducer dia. 48x42 mm (PVC)	6.200,00		24.800,00	
	4,000	Buah	Flange dia. 76 mm (PVC)	25.900,00			
	2,000	Buah	Flange Socket dia. 76 mm (PVC)	23.800,00			
	4,000	Buah	Bend 45 dia. 42 mm	2.200,00			
	2,000	Buah	Pengad & Pemas. Rubber Packin	10.000,00	20.000,00		
	16,00	Buah	Pengad & Pemas. Bolt & Nut dia. 5/8" x 3 mm	13.500,00	216.000,00		
	2,000	Buah	Trush Block Bend 45 dia. 42 mm	17.478,00		34.956,00	

No.	URAIAN PEKERJAAN			HARGA SATUAN (Rp.)	UPAH KERJA (Rp.)	HARGA BAHAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
			Jumlah	**569.390,00**	**256.856,00**	**826.246,00**	
			Dibulatkan			**826.246**	
VI.	**PEKERJAAN LAIN - LAIN**						
1	**1 m' Pengetesan Kebocoran Pipa**						
	0,06	Ltr	Bahan Bakar	6.550,00		393,00	
	0,002	Ltr	Oli	46.500,00		93,00	
	0,0001	Hari	Pompa Air + Perlengkapan	95.000,00		12,73	
	0,008	OH	Pekerja	46.600,00	372,80		
	0,0008	OH	Tukang Pipa	52.500,00	42,00		
	0,003	OH	Mandor	60.000,00	180,00		
			Jumlah	**594,80**	**498,73**	**1.093,53**	
			Dibulatkan			**1.093**	