

**ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMAHAN  
SUKARAME GARDENA PALEMBANG**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi Syarat Menempuh Gelar  
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :  
MIRDA AULIA  
53071001086**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2012**



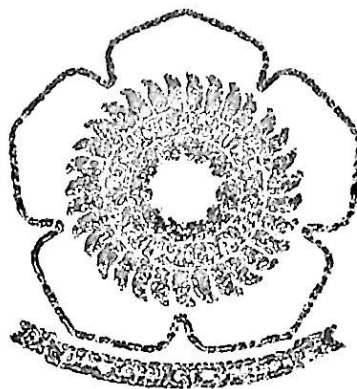
9  
628.307

R 5196/5193

Mir

9  
2012

**ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMAHAN  
SUKARAME GARDENA PALEMBANG**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**MIRDA AULIA**

**53071001086**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2012**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

---

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MIRDA AULIA  
NIM : 53071001086  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH  
PERUMAHAN SUKARAME GARDENA PALEMBANG

Palembang, Mei 2012

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE**  
NIP. 195812111987031002

Dosen Pembimbing,



**Ir. Helmi Haki, MT**  
NIP. 196107031991021001



## *Motto*

*Orang-orang yang berhenti belajar akan menjadi pemilik masa lalu. Orang-orang yang masih terus belajar, akan menjadi pemilik masa depan.*

*(Mario Teguh)*

*Tugas kita bukanlah untuk berhasil. Tugas kita adalah untuk mencoba, karena didalam mencoba itulah kita menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil*

*(Mario Teguh)*

*Sesuatu mungkin mendatangi mereka yang mau menunggu, namun hanya didapatkan oleh mereka yang bersemangat mengejarnya*

*(Abraham Lincoln)*

*Ingatlah bahwa setiap hari dalam sejarah kehidupan kita ditulis dengan tinta yang tak dapat terhapus lagi*

*(Thomas Carlyle)*

*Bermimpilah seolah - olah anda hidup selamanya. Hiduplah seakan-akan inilah hari terakhir anda*

*(James Dean)*

*Melakukan hal yang berguna, mengatakan suatu keberanian dan merenungkan suatu keindahan adalah hal yang perlu dilakukan dalam kehidupan seseorang*

*(TS Eliot)*

*Melalui kesabaran, seseorang dapat meraih lebih dari pada melalui kekuatan yang dimilikinya.*

*(Edmund Burke)*

*Peoples that great in any new work because they are not inspired, but they become inspired because they prefer to work. They do not waste time to wait for inspiration.*

*(Ernest Newman)*

*People who are successful have learned to make themselves do things to be done when it had be done, whether they like it or not.*

*(Aldous Huxley)*



*Jalan terbaik untuk bebas dari masalah adalah dengan memecahkannya  
(Alan Sपोर्टa)*

*Untuk meraih sebuah kesuksesan, karakter seseorang adalah lebih penting dari  
pada Intelegensi.  
(Gilgerta Beaux )*

*Kesuksesan yang diraih seseorang tidaklah semudah membalikkan telapak  
tangan, selalu ada harga yang harus dibayar untuk medapatkannya. Kerja  
keras, doa, kemauan untuk maju dan keyakinan bahwa kita bisa  
melakukannya hal terpenting yang sangat diperlukan,, kesuksesan selalu  
punya kisah tersendiri, orang lain hanya bisa melihat dari sisi dimana orang  
sudah terlibat sukses, tanpa tau apa saja yang telah dilalui untuk mencapainya...*

*Terima kasih karena masih ada kata – kata yang masih bisa  
meyakinkan dan menguatkan.. bahkan disaat semua terasa amat sangat sulit  
untuk dilalui...*

17052012

MIRDA AULIA



## *LEMBAR PERSEMBAHAN*

### *Yang Utama Dari Segalanya...*

*Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.*

*Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasibi dan kusayangi.*

### *Ibunda dan Ayahanda Tercinta*

*Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada mama dan papa yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, doa dan cinta kasih yang tiada terhingga. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat mama dan papa bahagia dan merasa bangga karna selama ini belum bisa berbuat yang lebih.*

*Untuk mama dan papa yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menaschatiku menjadi lebih baik,*

*Terima Kasih mama.... Terima Kasih papa...*

### *My Brother's dan Sister*

*Untuk adik-adikku, tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa tergantikan, terima kasih atas doa dan bantuan kalian selama ini, hanya karya kecil ini yang dapat aq persembahkan. Maaf belum bisa menjadi panutan seutuhnya, tapi aq akan selalu menjadi yang terbaik untuk kalian semua...*

### *The Special One "Razi"*

*Sebagai tanda cinta kasihku, aku persembahkan karya kecil ini buatmu. Terima kasih atas doa, support, perhatian, dan kesabaranmu yang telah memberikanku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga engkau pilihan yang terbaik buatku dan masa depanku. Terima kasih "bang"....*



### *Dosen Pembimbing Tugas Akhirku...*

*Bapak Ir. Helmi Haki, MT selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak pak..., saya sudah dibantu selama ini, sudah dinasehati, sudah diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak. Semoga semua hal yang telah bapak usahakan dan korbankan baik waktu, tenaga, materi, serta ilmu yang telah dibagi kepada saya dapat menjadi amal yang akan terus mengalir pahalanya...*

### *Dosen Pembimbing Akademisku...*

*Ibu Bety Susanti, ST, MT selaku dosen pembimbing akademik saya, terima kasih banyak atas semua bimbingan yang telah ibu berikan. Banyak sekali ilmu yang telah diajarkan, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih karena selama 4 tahun 9 bulan menjadi pembimbing akademik saya. Semoga semua yang ibu lakukan dibalas dengan limpahan ridho-Nya.*

### *My Best friend's*

- *Buat sahabatku Risa, Nara, Memey, ChaZ, utiq, mia, wiiq terima kasih atas semuanya bantuan, doa, nasehat, support, hiburan dan semangat yang kalian berikan tidak akan pernah terlupakan.. kalian sahabat terbaik yang pernah kumiliki.. miss all of you sista ☹️ semoga kita sukses kedepannya.. aminn*
- *Buat Dian Seftiago, Charles, Heru, Giyanto, Dian Yovita, Azrian, Teguh.. terima kasih selama ini.. support, bantuan, kesediaan waktu untuk menemani, berjuang sama2 akhirnya kita jadi sarjana ☺️. (NB : Dian Sef jangan galau - galau lagi.. kl nak curhat masih no lamo rumah masih dilemabang, Heru kalo nyetir jangan ngebut nian aku takut.. Giyantok, beranike nlp dosen wooii.. DY, kapan2 qt galau2an lagi.. Teguh, Semangat TA ny, semoga Cepet Nyusul.. amin ☺️)*

### *Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Teknik :*

*Terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yg sangat berarti yang telah kalian berikan kepada kami...*

### *Staf Akademik :*

*Mbak dian dan semua staf akademik di Fakultas Teknik, terima kasih banyak atas semua bantuan kalian...*

*Teman2 angkatan 2007 :*

*Terima kasih banyak untuk bantuan dan kerja samanya selama ini...  
kebersamaan yang telah kita lalui akan menjadi sebuah kenangan manis yang  
tidak akan pernah terlupakan*

*Serta semua pihak yg sudah membantu selama penyelesaian Tugas Akhir ini..*

*"your dreams today, can be your future tomorrow"*

*MIRDA AULIA, ST*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat rahmatNya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMAHAN SUKARAME GARDENA PALEMBANG”. Laporan ini dibuat sebagai salah satu kelengkapan untuk mengikuti sidang sarjana pada Jurusan Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan ini berisi tentang bagaimana cara untuk melakukan analisa suatu jaringan pipa air bersih yang telah ada, mulai dari menggambar jaringan tersebut dengan program EPANET 2.0 dan kemudian melakukan perbandingan dengan hasil perhitungan secara manual. Diharapkan dengan laporan ini masyarakat awam dapat mengenal dan mengetahui tentang jaringan pipa air bersih.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini di antaranya:

1. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Helmi Haki, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Arphiansyah, selaku Kepala Bagian Perencanaan di PT. Adhya Tirta Sriwijaya Palembang.
4. Keluarga yang senantiasa selalu membantu dan mendoakan.
5. Bunda Eci dan Mbak Mey yang membantu proses pengambilan data.
6. Charles yang telah banyak membantu proses penyelesaian laporan.
7. The special one, Rezi yang selalu setia dengan suport dan doanya.
8. Sahabat – sahabat terbaik, Risa, Cha-Cha, Memey, Nara dan utiq
9. Heru dan Giyanto teman seperjuangan, terima kasih bantuannya.
10. Teman-teman seperjuangan Sipil 2007.
11. Pihak lain yang mungkin tidak bisa disebutkan satu per satu.

Terima kasih atas semua bimbingan, nasihat, doa, dan bantuan yang telah diberikan sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa

dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekeliruan dan kesalahan yang dibuat. Untuk itu kiranya dapat dimaklumi. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Sekian dan terima kasih.

Palembang, April 2012

Penulis



# ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMAHAN SUKARAME GARDENA PALEMBANG

## ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan pokok hidup manusia, semua orang membutuhkan air, untuk mandi, memasak, mencuci, menyiram tanaman, dan lain-lain. Kota Palembang yang memiliki luas sekitar 400,61 km<sup>2</sup> sebagian besar wilayahnya merupakan daerah rawa, sampai saat ini hampir seluruh dari masyarakat kota Palembang telah mendapatkan pelayanan air bersih dari distribusi jaringan pipa. Perumahan Sukarame Gardena ini dibangun tahun 2007. Perumahan ini terdiri dari 120 unit dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 105 kepala keluarga yang berlangganan. Permasalahan yang ada di perumahan ini, antara lain perumahan ini telah dibangun sejak tahun 2007 untuk itu perlu dilakukan analisa apakah jaringan pipa tersebut masih mampu melayani kebutuhan air di perumahan tersebut, dan juga terjadi kehilangan air yang diakibatkan kebocoran, pencurian, dan lain sebagainya. Perumahan Sukarame Gardena di kawasan Sukarame ini memiliki Instalasi Pengolahan Air(IPA) yang berada di Perumnas Talang Kelapa dan dengan sumber air yang berasal dari Sungai Musi. Analisis sistem jaringan distribusi akan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan metode Hardy – Cross dan permodelan jaringan pipa akan dilakukan dengan menggunakan program EPANET 2.0 .

Kata Kunci : Hardy – Cross, Epanet 2.0



DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                   | ii   |
| KATA PENGANTAR.....  | iii  |
| ABSTRAK .....  | v    |
| DAFTAR ISI.....  | vi   |
| DAFTAR TABEL.....  | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....   | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                       | x    |
| <br>   |      |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                     | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                    | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                                 | 2    |
| 1.3 Tujuan Penulisan.....                                  | 2    |
| 1.4 Ruang Lingkup Penulisan.....                           | 2    |
| 1.5 Rencana Sistematika Penulisan.....                     | 3    |
| <br>   |      |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                               | 4    |
| 2.1. Definisi Sistem Distribusi Air Bersih .....           | 4    |
| 2.2. Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih .....         | 4    |
| 2.2.1. Persyaratan Kualitas .....                          | 4    |
| 2.2.2. Persyaratan Kuantitas (Debit) .....                 | 5    |
| 2.2.3. Persyaratan Kontinuitas .....                       | 5    |
| 2.2.4. Persyaratan Tekanan Air.....                        | 6    |
| 2.3. Dasar Teori .....                                     | 6    |
| 2.3.1. Air Baku dan Kebutuhan Air Bersih .....             | 6    |
| 2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih .....         | 8    |
| 2.3.3. Komponen – Komponen Perpipaan .....                 | 10   |
| 2.3.4. Kehilangan tenaga .....                             | 10   |
| 2.3.5. Metode Hardy - Cross .....                          | 12   |
| 2.3.6. Program EPANET 2.0 .....                            | 14   |
| 2.3.7. Jaringan Pipa .....                                 | 15   |
| 2.3.8. Rumus Kehilangan Akibat Gesekan .....               | 17   |
| 2.4. Sistem Transmisi Air Bersih .....                     | 18   |
| 2.5. Jaringan Perpipaan .....                              | 18   |
| 2.6. Macam – macam Jaringan Perpipaan .....                | 19   |
| 2.6.1. Pipa Transmisi/Pipa Air Baku (Raw Water Pipe) ..... | 19   |
| 2.6.2. Pipa Transport .....                                | 19   |
| 2.6.3. Pipa Distribusi .....                               | 19   |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.4. Pipa Dinas .....  | 20 |
| 2.6.5. Pipa Service .....  | 20 |
| 2.7. Jenis – Jenis Pipa Distribusi .....   | 20 |
| 2.7.1. Pipa Utama .....  | 20 |
| 2.7.2. Pipa Percabangan .....  | 20 |
| 2.7.3. Pipa Plumbing .....   | 20 |
| 2.8. Sistem Jaringan Pipa Induk .....  | 20 |
| 2.9. Sistem Pengaliran. .... /.....  | 22 |
| <br>   |    |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....   | 23 |
| 3.1 Rencana Kerja Penelitian .....   | 23 |
| 3.2. Bagan Alir Penelitian.....  | 25 |
| 3.3. Bagan Alir Program EPANET 2.0.....  | 26 |
| <br>   |    |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....   | 27 |
| 4.1. Pengolahan Data dari PT.Adhya Tirta Sriwijaya Palembang.....  | 27 |
| 4.2. Contoh Perhitungan Jaringan Pipa Pada Jam Puncak Secara Manual .....  | 33 |
| 4.2.1. Perhitungan Debit .....   | 34 |
| 4.3. Analisa Dengan Menggunakan Program EPANET 2.0.....  | 40 |
| 4.3.1. Langkah Kerja Awal.....   | 40 |
| 4.3.2. Tahapan Analisa Dengan Program EPANET 2.0 .....   | 46 |
| 4.3.3. Perbandingan Antara Hasil Perhitungan Program EPANET 2.0 dan<br>Manual.....                                 | 48 |
| 4.4. Simulasi Secara Manual dan Dengan EPANET 2.0 Saat Kondisi Perumahan<br>Sukarame Sudah Seluruhnya Dihuni ..... | 50 |
| 4.4.1. Perhitungan Secara Manual .....   | 50 |
| 4.4.2. Perhitungan Debit .....   | 55 |
| 4.4.3. Analisa Dengan Menggunakan Program EPANET 2.0 .....   | 60 |
| 4.5.Pembahasan .....   | 63 |
| <br>   |    |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....  | 65 |
| 6.1. Kesimpulan.....   | 65 |
| 6.2. Saran.....  | 65 |
| <br>   |    |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 66 |
| <br>   |    |
| LAMPIRAN   |    |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1. Kategori kebutuhan air tipe rumah tangga.....   | 7  |
| Tabel 2.2. Kategori kebutuhan air non domestik.....  | 7  |
| Tabel 2.3. Nilai kekasaran untuk berbagai jenis pipa baru.....                                   | 12 |
| Tabel 4.1 Panjang, diameter, dan jenis pipa perumahan Sukarame gardena .....                     | 28 |
| Tabel 4.2 Rekapitulasi kebutuhan air di tiap titik.....  | 31 |
| Tabel 4.3 Pola pemakaian air tiap jam.....   | 32 |
| Tabel 4.4 Jumlah kebutuhan air di tiap titik pada jam puncak.....                                | 33 |
| Tabel 4.5 Hasil rekapitulasi perhitungan debit.....  | 35 |
| Tabel 4.6 Hasil perhitungan debit pada Loop I.....   | 36 |
| Tabel 4.7 Hasil rekapitulasi perhitungan debit.....  | 48 |
| Tabel 4.8 Rekapitulasi kebutuhan air di tiap titik.....  | 52 |
| Tabel 4.9 Pola pemakaian air tiap jam.....   | 53 |
| Tabel 4.10 Rekapitulasi perbandingan perhitungan debit.....                                      | 51 |
| Tabel 4.11 Hasil rekapitulasi perhitungan debit.....   | 56 |
| Tabel 4.12 Hasil perhitungan debit pada Loop I.....  | 56 |
| Tabel 4.13 Rekapitulasi debit dengan Epanet .....  | 61 |
| Tabel 4.14 Hasil simulasi dengan Epanet saat perumahan tersebut sudah seluruhnya<br>dihuni ..... | 62 |



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1. Sistem distribusi percabangan.....                            | 9  |
| Gambar 2.2. Sistem distribusi petak.....                                  | 9  |
| Gambar 2.3. Sistem distribusi berbingkai.....                             | 9  |
| Gambar 2.4. Ilustrasi persamaan Bernoulli.....                            | 10 |
| Gambar 2.5. Contoh suatu sistem jaringan pipa dengan sistem loops .....   | 16 |
| Gambar 2.6. Tampilan EPANET 2.0.....                                      | 15 |
| Gambar 3.1. Flow Chart Pengerjaan Laporan Tugas Akhir.....                | 25 |
| Gambar 3.2. Flow Chart Program EPANET 2.0.....                            | 26 |
| Gambar 4.1 Jaringan Pipa dengan menggunakan program AutoCAD.....          | 27 |
| Gambar 4.2 Jaringan pipa Perumahan Sukarame Gardena .....                 | 35 |
| Gambar 4.3 Lokasi Perumahan Sukarame Gardena dengan Program autocad ..... | 42 |
| Gambar 4.4 Kebutuhan air (l/det) di tiap titik pada jaringan pipa.....    | 43 |
| Gambar 4.5 Penamaan titik pada jaringan pada program EPANET 2.0.....      | 44 |
| Gambar 4.6 Penamaan pipa pada jaringan pada program EPANET 2.0.....       | 45 |
| Gambar 4.7 Input data dengan program EPANET 2.0.....                      | 46 |
| Gambar 4.8 Input pola kebutuhan air (pattern).....                        | 47 |
| Gambar 4.9 Proses analisa berhasil.....                                   | 48 |
| Gambar 4.10 Jaringan pipa Perumahan Sukarame Gardena .....                | 55 |
| Gambar 4.11 Jaringan distribusi Perumahan Sukarame Gardena .....          | 60 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Kartu Asistensi

Lampiran 2. Data Pemakaian Air di Perumahan Sukarame Gardena

Lampiran 3. Peta Distribusi Jaringan Air Bersih

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan pokok hidup manusia, semua orang membutuhkan air, untuk mandi, memasak, mencuci, menyiram tanaman, dan lain-lain. Kota Palembang yang memiliki luas sekitar 400,61 km<sup>2</sup> sebagian besar wilayahnya merupakan daerah rawa, sampai saat ini hampir seluruh dari masyarakat kota Palembang telah mendapatkan pelayanan air bersih dari distribusi jaringan pipa. Pesatnya pertumbuhan penduduk kota Palembang pada saat ini masih menimbulkan masalah tersendiri bagi distribusi jaringan pipa air bersih di PT. Adhya Tirta Sriwijaya Palembang, kapasitas yang disediakan jaringan lama sudah tidak dapat melayani kebutuhan masyarakat secara optimal, belum lagi adanya faktor kebocoran yang akan mengurangi optimasi pelayanan dari jaringan pipa tersebut.

Perumahan Sukarame Gardena ini dibangun tahun 2007. Perumahan ini terdiri dari 120 unit dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 105 kepala keluarga yang berlangganan. Permasalahan yang ada di perumahan ini, antara lain perumahan ini telah dibangun sejak tahun 2007 untuk itu perlu dilakukan analisa apakah jaringan pipa tersebut masih mampu melayani kebutuhan air di perumahan tersebut, dan juga terjadi kehilangan air yang diakibatkan kebocoran, pencurian, dan lain sebagainya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka PT. Adhya Tirta Sriwijaya Palembang melakukan analisa jaringan dan memprediksi penambahan pelanggan di perumahan tersebut sehingga dapat ditentukan tindakan, apakah akan melakukan penggantian pipa untuk sambungan ke pelanggan atau dengan penambahan pompa. Perumahan Sukarame Gardena di kawasan Sukarame ini memiliki Instalasi Pengolahan Air(IPA) yang berada di Perumnas Talang Kelapa dan dengan sumber air yang berasal dari Sungai Musi. Berdasarkan penjelasan diatas maka akan dilakukan analisa untuk mengetahui apakah diperlukan penambahan pompa atau diperlukan penggantian jaringan pipa, sehingga diharapkan pelayanan dapat dilakukan secara optimal. Dalam hal ini, analisis sistem jaringan distribusi akan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan metode Hardy – Cross dan permodelan jaringan pipa akan dilakukan dengan menggunakan program EPANET 2.0 .

## 1.2 Perumusan Masalah

Didalam pendistribusian air bersih banyak aspek dan permasalahan yang harus dipertimbangkan.

Permasalahan yang akan dibahas, antara lain :

- a. Bagaimana cara melakukan analisa jaringan pipa air bersih dengan menggunakan metode Hardy – Cross dan dengan menggunakan program Epanet 2.0
- b. Apakah jaringan pipa air bersih yang sudah ada masih mampu melayani kebutuhan pelanggan.
- c. Apakah jaringan pipa air bersih yang sudah ada masih mampu melayani apabila perumahan tersebut sudah dihuni seluruhnya.

## 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini, antara lain:

- a. Mengevaluasi kembali sistem jaringan distribusi dengan menggunakan pipa yang telah ada, apakah kebutuhan akan air bersih dapat terpenuhi.
- b. Membandingkan antara hasil perhitungan debit secara manual dengan hasil simulasi dari EPANET 2.0..
- c. Melakukan simulasi dengan menggunakan metode hardy – cross dan dengan menggunakan program EPANET 2.0 untuk kondisi seluruh perumahan di kawasan ini sudah dihuni seluruhnya.

## 1.4 Ruang Lingkup Penulisan

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah menganalisa sistem jaringan distribusi air bersih Perumahan Sukarame Gardena selama 24 jam dengan menggunakan metode hardy – cross dan dengan program Epanet 2.0.



## **1.5 Rencana Sistematika Penulisan**

Penyusunan tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab yang diuraikan sebagai berikut :

### **Bab I Pendahuluan**

Pendahuluan berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Dalam bab ini akan menguraikan tentang air baku, jumlah kebutuhan air baku, system jaringan distribusi, kehilangan energi, dan analisa jaringan pipa berdasarkan metode Hardy Cross

### **Bab III Metodologi Penelitian**

Pembahasan mengenai langkah-langkah dan prosedur yang digunakan dalam melakukan penelitian.

### **Bab IV Analisis dan Pembahasan**

Analisa dan pembahasan mengenai hasil dari analisa jaringan pipa dengan menggunakan metode hardy – cross dan dengan program Epanet 2.0.

### **Bab V Penutup**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian, dimana kesimpulan mencakup penyebab terjadinya masalah dan menemukan lokasi masalah sedangkan saran berisikan hal – hal untuk mengatasi permasalahan tersebut.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA



### 2.1 Definisi Sistem Distribusi Air bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan yang berasal dari bangunan pengolahan air (Water Treatment Plant) ke daerah pelayanan (konsumen). Pada perencanaan sistem distribusi air bersih ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan adalah :

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani.
2. Kebutuhan air adalah debit air yang harus disediakan untuk distribusi daerah layanan.
3. Letak topografi daerah layanan yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
4. Jenis sistem sambungan.

### 2.2 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

#### 2.2.1 Persyaratan Kualitas

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air baku air bersih. Persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut :

##### 1. Persyaratan Fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih  $25^{\circ}\text{C}$ , dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah  $25^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ .

##### 2. Persyaratan Kimiawi

Air bersih tidak boleh mengandung bahan – bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah : pH, total solid, zat organik,  $\text{CO}_2$  agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chloride (Cl), nitrit, flourida (F), serta logam.

### 3. Persyaratan Bakteriologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman pathogen dan parasitic yang mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini ditandai dengan tidak adanya bakteri *E.Coli* atau *fecal coli* dalam air.

### 4. Persyaratan radioaktifitas

Persyaratan radioaktifitas mensyaratkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan – bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta dan gamma.

## 2.2.2 Persyaratan Kuantitas (Debit)

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya.

## 2.2.3 Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relative tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakai air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam – jam aktifitas kehidupan, pada pukul 06.00 – 18.00. kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan pada waktu yang tidak ditentukan. Oleh sebab itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energy yang siap setiap saat.

Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0,6 – 1,2 m/det. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

#### **2.2.4 Persyaratan Tekanan Air**

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir piap di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak pipa tersebut. Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 5 mka (meter kolam air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m), dan paling tinggi adalah 22 mka (setara dengan gedung 6 lantai).

Menurut standar dari DPU, air yang dialirkan ke konsumen melalui pipa transmisi dan pipa distribusi, dirancang untuk dapat melayani konsumen hingga yang harus dijaga, dengan tekanan air minimum sebesar 10 mka atau 1 atm. Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat – alat plambing (kloset, *urinoi*, *faucet*, *lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

### **2.3 Dasar Teori**

#### **2.3.1 Air Baku dan Kebutuhan Air Bersih**

Air Baku adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup, air bersih, baik secara langsung maupun proses pengolahan. Dengan mengetahui sumber dari suatu air baku, maka kita dapat mengetahui jenis karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik dari sumber air baku tersebut.



Sumber air sebenarnya merupakan bagian dari suatu siklus air, untuk Instalasi Pengolahan diperoleh dari sumber air baku yang berasal dari permukaan, air permukaan dapat berasal dari air hujan yang mengalir di permukaan bumi berkumpul pada suatu tempat yang relatif rendah seperti sungai, danau, air tanah yang mengalir keluar permukaan bumi misal air dari mata air, dan lain sebagainya.

a. Kebutuhan Air

Untuk menghitung kebutuhan air bersih perlu diketahui standar yang dipakai, fasilitas yang akan dilayani baik domestik maupun non domestik, serta proyeksi perkembangan fasilitas-fasilitas tersebut.

1) Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik dibagi menjadi 2, yaitu kebutuhan air bersih untuk sambungan langsung rumah tangga dan hydrant umum. Berdasarkan kebutuhan air yang diberikan untuk rumah tangga diberikan 4 kategori

Tabel 2.1. Kategori kebutuhan air tipe rumah tangga

| Kategori                | Tipe Rumah Tangga            | Kebutuhan Air<br>(ltr/org/hr) |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| A                       | Rumah Sangat Sederhana (RSS) | 80                            |
| B                       | Rumah Sederhana(RS)          | 120                           |
| C                       | Rumah Tangga Menengah        | 170                           |
| D                       | Rumah Tangga Mewah           | 220                           |
| Kebutuhan Air Rata-rata |                              | 140                           |

Sumber : Robert J. Kodoatie, 2002

2) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik, seperti perdagangan, perkantoran, dan industri tergantung pada jenis dan ukuran bangunan. Tabel dibawah ini menunjukkan jenis pelanggan air non domestik.

Tabel 2.2. Kategori kebutuhan air non domestik

| Kategori Pemakai | Unit Pemakaian | Pemakaian Air<br>(ltr/hr/unit) |
|------------------|----------------|--------------------------------|
| Bank             | Bangunan       | 5700                           |

| Kategori Pemakai | Unit Pemakaian | Pemakaian Air<br>(litr/hr/unit) |
|------------------|----------------|---------------------------------|
| Barak Tentara    | Orang          | 60                              |
| Cucian Mobil     | Bangunan       | 6000                            |
| Hotel            | Tempat tidur   | 140                             |
| Kantor           | Pekerja        | 10                              |
| Pabrik           | Bangunan       | 2500                            |
| Pasar            | Luas           | 12000                           |
| Restoran         | Tempat duduk   | 100                             |
| Ruko             | Bangunan       | 150                             |
| Rumah Sakit      | Tempat tidur   | 200                             |
| Salon            | Bangunan       | 1500                            |
| Sekolah          | Pelajar        | 10                              |
| Sport Center     | Luas           | 12000                           |
| Supermarket      | Bangunan       | 7500                            |
| Tempat Ibadah    | Bangunan       | 2000                            |

*Sumber : Robert J. Kodoatie, 2002*

### 2.3.2 Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem jaringan pipa yang berasal dari bangunan pengolahan air(reservoir) ke daerah pelayanan(konsumen). Sistem jaringan distribusi dibedakan menjadi 2 macam :

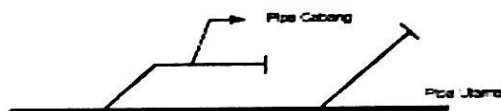
a. Sistem Jaringan Terbuka

Sistem jaringan terbuka dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sistem percabangan dan sistem petak.

1.) Sistem Percabangan

Pada sistem ini ujung pipa percabangan dari pipa utama biasanya tertutup, sehingga menyebabkan tertutupnya kotoran yang mengganggu pendistribusian air , pada waktu perbaikan di pangkal dari pipa utama akan menghentikan distribusi air untuk ujung dari pipa tersebut. Persamaan rumus perhitungan hidrolis dapat

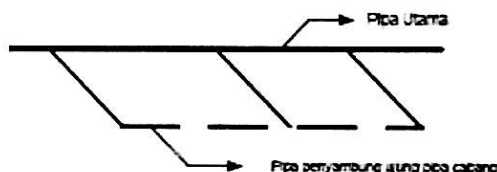
menggunakan persamaan Darcy-Weisbach, Manning Stikler, atau Hazen-William.



Gambar 2.1. Sistem distribusi percabangan

## 2.) Sistem Petak

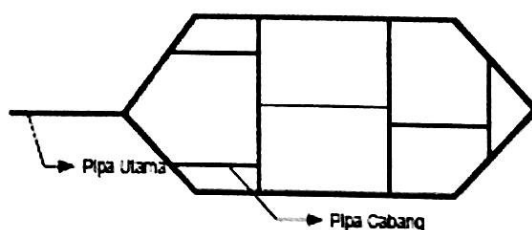
Pada sistem petak, sistem jaringan lebih dari satu sistem percabangan karena ujung-ujung dari pipa cabang disambungkan satu sama lain. Sehingga, sirkulasinya baik dan kemungkinan kecil akan tertutupnya pengaliran.



Gambar 2.2. Sistem distribusi petak

## b. Sistem Jaringan Tertutup atau Berbingkai

Pada sistem ini, jaringan pipa dibuat melingkar, sirkulasi air yang lebih baik dan jika ada perbaikan terhadap kerusakan maka distribusi air tidak akan berhenti. Sistem jaringan ini lebih baik untuk melayani sambungan air minum.



Gambar 2.3. Sistem distribusi berbingkai

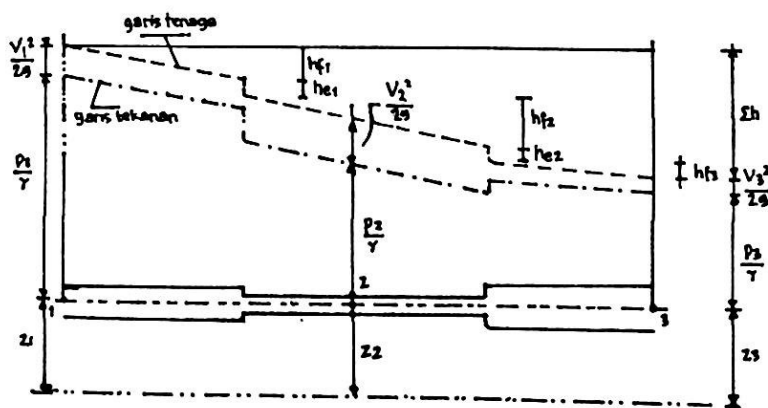
**2.3.3 Komponen-komponen Perpipaan**

Dalam analisa suatu jaringan pipa komponen-komponen yang penting dan persamaan yang dipakai adalah (Robert J. Kodoatie, 2002) :

- a. Pipa : Persamaan Energi
- b. Fitting : Persamaan Energi dan Kontinuitas
- c. Valve(katup) dan meteran :Persamaan Energi
- d. Penampungan/reservoir : Persamaan Kontinuitas
- e. Pompa : Persamaan Energi

**2.3.4 Kehilangan Tenaga**

Pada zat cair (fluida) yang mengalir di dalam bidang batas (pipa) akan terjadi tegangan geser dan gradient kecepatan pada seluruh medan aliran karena adanya kekentalan (viskositas). Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran zat cair. Dua persamaan kehilangan tenaga akibat gesekan yang umumnya sering digunakan adalah persamaan Darcy-Weisbach dan persamaan Hazen-Williams.



Gambar 2.4. Ilustrasi persamaan Bernoulli (Sumber : Bambang Triatmodjo, Hidraulika I)

Persamaan Bernoulli atau persamaan energi dapat diturunkan dari Gambar 2.4 di atas yang harus dipenuhi dalam analisis hidraulika jaringan pipa, yaitu:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana  $z_1$  dan  $z_2$  masing-masing adalah elevasi pada titik 1 dan titik 2,  $p_1/\gamma$  dan  $p_2/\gamma$  adalah energi hidraulik pada titik 1 dan titik 2,  $v_1^2/2g$  dan  $v_2^2/2g$  adalah energi kecepatan pada titik 1 dan titik 2, dan  $h_f$  adalah kehilangan tenaga akibat gesekan.

Persamaan kehilangan tenaga akibat gesekan dapat diturunkan dari persamaan (2.1) yang dikenal sebagai persamaan kehilangan tenaga Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana  $f$  merupakan koefisien gesekan Darcy-Weisbach yang bergantung pada nilai kekasaran pipa dan angka Reynolds,  $L$  adalah panjang pipa,  $D$  adalah diameter pipa, dan  $V$  adalah kecepatan rata-rata aliran.

Untuk aliran laminer, koefisien gesekan  $f$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana  $Re = VD/\nu$  merupakan angka Reynolds, dan  $\nu$  adalah viskositas kinematik.

Sedangkan untuk aliran turbulen, Barr (1976) mengusulkan persamaan koefisien gesekan  $f$  sebagai berikut:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{5,1286}{Re^{0,9}} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Swanne dan Jain (1976) juga mengusulkan persamaan koefisien gesekan  $f$  yang terkenal dan banyak digunakan dalam program komputer termasuk EPANET 2.0 sebagai berikut:

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana  $k$  adalah nilai kekasaran pipa yang tergantung dari jenis dan umur pipa yang diberikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai kekasaran untuk berbagai jenis pipa baru

| No | Jenis pipa (baru)  | Nilai kekasaran, $k$ (mm) |
|----|--------------------|---------------------------|
| 1  | Kaca               | 0,0015                    |
| 2  | Besi dilapis aspal | 0,06 – 0,24               |
| 3  | Besi tuang         | 0,18 – 0,90               |
| 4  | Plester semen      | 0,27 – 1,20               |
| 5  | Beton              | 0,30 – 3,00               |
| 6  | Baja               | 0,03 – 0,09               |
| 7  | Baja dikeling      | 0,90 – 9,00               |
| 8  | Pasangan batu      | 6,00                      |

### 2.3.5 Metode Hardy – Cross

Metode Hardy Cross dilakukan secara iteratif, dimana pada awal hitungan ditetapkan debit aliran melalui masing-masing pipa secara sembarang. Kemudian dihitung debit aliran di semua pipa berdasarkan nilai awal tersebut. Prosedur hitungan diulangi lagi sampai persamaan kontinuitas di setiap titik simpul dipenuhi.

Dianggap bahwa karakteristik pipa dan aliran yang masuk dan meninggalkan jaringan pipa diketahui dan akan dihitung debit aliran pada setiap elemen dari jaringan tersebut. Jika tekanan pada seluruh jaringan juga dihitung maka tinggi tekanan pada satu titik harus diketahui.

Prosedur perhitungan dengan metode Hardy Cross adalah sebagai berikut.

1. Pilih pembagian debit aliran melalui setiap pipa sebagai  $Q_0$  hingga syarat kontinuitas terpenuhi.
2. Hitung kehilangan tenaga pada setiap pipa dengan rumus  $h_f = KQ^2$ .
3. Jaringan pipa dibagi menjadi sejumlah jaring tertutup sedemikian sehingga setiap pipa termasuk dalam paling sedikit satu jaring.
4. Hitung jumlah kehilangan tenaga  $h_f$  pada setiap jaring. Jika pengaliran seimbang, maka  $\sum h_f = 0$ .

5. Hitung nilai  $\sum |2KQ|$  untuk setiap jaring.
6. Pada setiap jaring dilakukan koreksi debit  $\Delta Q$ , agar kehilangan tenaga dalam setiap jaring seimbang. Adapun koreksi debit  $\Delta Q$  adalah sebagai berikut.

$$\Delta Q = \frac{\sum KQ_0^2}{\sum |2KQ_0|} \dots\dots\dots (2.6)$$

7. Dengan debit yang telah dikoreksi sebesar  $Q = Q_0 + \Delta Q$ , prosedur dari 1 sampai 6 diulangi hingga akhirnya diperoleh  $\Delta Q \approx 0$  yang berarti  $Q \approx Q_0$ , dengan  $Q$  adalah debit aliran yang sebenarnya,  $Q_0$  adalah debit pemisalan dan  $\Delta Q$  adalah debit koreksi.

Penurunan persamaan (2.6) adalah sebagai berikut.

$$h_f = KQ^2 = K(Q_0 + \Delta Q)^2$$

$$h_f = KQ_0^2 + 2KQ_0\Delta Q + K\Delta Q^2$$

Untuk  $\Delta Q \ll Q_0$ , maka  $\Delta Q^2 \approx 0$  sehingga:

$$h_f = KQ_0^2 + 2KQ_0\Delta Q$$

Jumlah kehilangan tenaga dalam tiap jaring adalah nol,  $\sum h_f = 0$

$$\sum h_f = \sum KQ_0^2 + \sum |2KQ_0\Delta Q| = 0$$

$$\Delta Q = \frac{\sum KQ_0^2}{\sum |2KQ_0|}$$

Hitungan jaringan pipa sederhana dilakukan dengan membuat tabel untuk setiap jaring. Dalam setiap jaring tersebut jumlah aljabar kehilangan tenaga adalah nol, dengan catatan aliran searah jarum jam (ditinjau dari pusat jaringan) diberi tanda positif, sedangkan yang berlawanan diberi tanda negatif. Untuk memudahkan perhitungan, dalam setiap jaring selalu dimulai dengan aliran yang searah jarum jam. Koreksi debit  $\Delta Q$  dihitung menggunakan persamaan (3.10). Arah koreksi harus disesuaikan dengan arah aliran. Apabila dalam suatu jaring jumlah aljabar kehilangan tenaga adalah positif ( $\sum KQ_0^2 > 0$ ) karena aliran searah jarum jam lebih besar

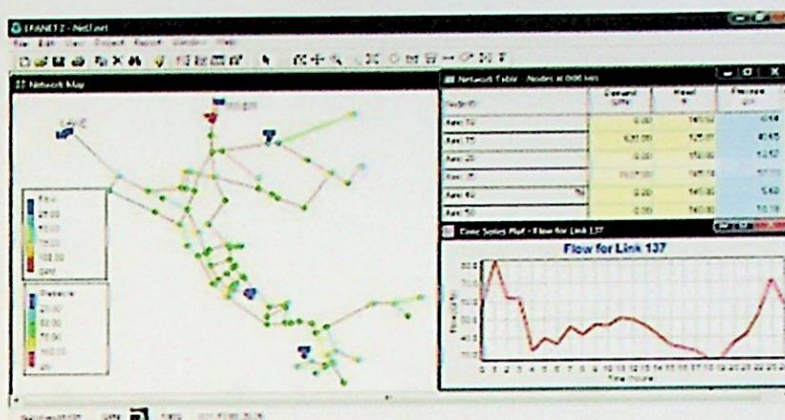


daripada aliran yang berlawanan, maka arah koreksi debit adalah berlawanan jarum jam (negatif). Jika suatu pipa menyusun dua buah jaring, maka koreksi debit  $\Delta Q$  untuk pipa tersebut terdiri dari dua buah  $\Delta Q$  yang diperoleh dari dua jaring tersebut. Hasil hitungan yang benar dicapai apabila  $\Delta Q \approx 0$ .

### 2.3.6 Program EPANET 2.0

Program komputer berperan penting dalam melakukan evaluasi jaringan pipa yang bermasalah. Selain sebagai alat evaluasi jaringan pipa, program komputer juga dapat digunakan untuk mensimulasikan kinerja jaringan pipa secara akurat dan efisien sebagai antisipasi apabila terjadi perubahan jaringan pipa yang diperlukan akibat bertambahnya jumlah pelanggan. Dalam penelitian ini akan menggunakan Program EPANET 2.0. Permodelan jaringan pipa menggunakan EPANET sudah dapat dilakukan dengan baik karena EPANET dirancang berdasarkan *Graphical User Interface (GUI)* dimana proses permodelan dilakukan dengan pembangunan layout jaringan pipa dan pilihan simulasinya, melakukan simulasi, dan mengakses hasil simulasi dengan berbagai jenis format seperti tabel, grafik, dll. Dalam membangun layout jaringan, EPANET menggunakan beberapa objek, diantaranya:

1. *Junction/node*, untuk merepresentasikan sambungan pipa atau titik konsumsi air terjadi.
2. *Reservoir*, untuk merepresentasikan sumber air seperti sungai, danau, dsb.
3. *Tank*, untuk merepresentasikan fasilitas tampungan tangki yang memiliki volume yang bervariasi.
4. *Pipe/Link*, untuk merepresentasikan pipa.
5. *Pump*, untuk merepresentasikan pompa.
6. *Valve*, untuk merepresentasikan katup pengatur aliran.



Gambar 2.6. Tampilan EPANET 2.0

Kegunaan utama dari EPANET adalah mensimulasikan perilaku hidraulika dari jaringan pipa yang dibangun berikut kondisi debit air yang akan dialirkan baik secara waktu tunggal (*single period*) atau selama beberapa jam (*extended period*). Namun tidak terbatas pada itu saja, kemampuan tambahan yang melengkapi diantaranya sebagai berikut:

1. Melacak penyebaran bahan nonreaktif, misalnya digunakan untuk studi pelacakan atau rekonstruksi terjadinya suatu kontaminasi.
2. Menentukan persentase air dari suatu sumber yang diterima tiap lokasi di suatu jaringan.
3. Memperkirakan waktu tinggal (*water age*) air di tiap lokasi di suatu jaringan.
4. Memodelkan peningkatan jumlah produk sampingan dari penggunaan desinfektan, misalnya trihalomethanes yang dapat meningkat sebagai fungsi waktu.

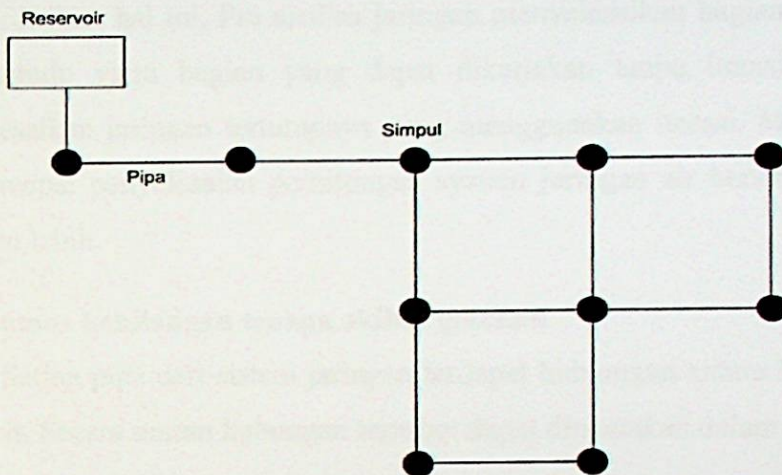
### 2.3.7 Jaringan Pipa

Pemakaian jaringan pipa dalam bidang teknik sipil terdapat pada sistem jaringan distribusi air. Sistem jaringan ini merupakan bagian yang paling mahal dari keseluruhan sistem distribusi air. Oleh karena itu, harus dibuat perencanaan yang teliti untuk mendapatkan sistem distribusi yang efisien.

Analisis jaringan pipa ini cukup rumit dan memerlukan perhitungan yang besar, oleh karena itu pemakaian komputer untuk analisis ini akan mengurangi kesulitan. Ada beberapa metode untuk menyelesaikan perhitungan sistem jaringan



pipa, diantaranya adalah metode HardyCross, metode Newton-Raphson, dan metode teori linier.



Gambar 2.5. Contoh suatu sistem jaringan pipa dengan sistem *loops*

Aliran masuk dan keluar dalam sistem biasanya dianggap terjadi pada titik-titik simpul. Pada jaringan pipa harus dipenuhi persamaan kontinuitas dan persamaan energi sebagai berikut.

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

$$h_f = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} Q^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

2. Aliran masuk ke dalam tiap-tiap titik simpul harus sama dengan aliran yang keluar.

$$\sum Q_i = 0 \dots\dots\dots(2.7)$$

3. Jumlah aljabar dari kehilangan tenaga dalam satu jaringan tertutup harus sama dengan nol.

$$\sum h_f = 0 \dots\dots\dots(2.8)$$

Pada jaringan pipa sebenarnya, tidak semuanya harus diselesaikan dengan iterasi. Ada beberapa kondisi tata letak jaringan air yang sebenarnya dapat dikerjakan



secara langsung. Misalnya jaringan air bersih yang merupakan jalur-jalur pipa dalam jaringan terbuka. Penyelesaian masalah ini sangat sederhana karena tidak melibatkan iterasi jaringan. Permasalahan lain yang mungkin juga memudahkan penyelesaian adalah jaringan yang merupakan campuran antara jaringan tertutup dan jaringan terbuka. Dalam hal ini, Pra analisa jaringan menyelesaikan bagian jaringan terbuka lebih dahulu yaitu bagian yang dapat dikerjakan tanpa iterasi kemudian baru menyelesaikan jaringan tertutupnya yang menggunakan iterasi. Metode ini mampu mempercepat penyelesaian perhitungan system jaringan air bersih hingga dua kali lipat atau lebih.

### 2.3.8 Rumus kehilangan tenaga akibat gesekan

Setiap pipa dari sistem jaringan terdapat hubungan antara kehilangan tenaga dan debit. Secara umum hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$h_f = KQ^m \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan  $m$  tergantung pada rumus kehilangan tenaga akibat gesekan pipa yang digunakan, dan koefisien  $K$  tergantung pada rumus kehilangan tenaga akibat gesekan dan karakteristik pipa. Sebenarnya nilai pangkat  $m$  tidak selalu konstan, kecuali bila pengaliran berada pada keadaan hidraulik kasar, yang sedapat mungkin dihindari. Namun, karena perbedaan kecepatan pada masing-masing pipa tidak besar, maka biasanya nilai  $m$  dianggap konstan untuk semua pipa. Sebagai contoh untuk rumus kehilangan tenaga akibat gesekan Darcy-Weisbach:

$$h_f = KQ^2 \quad \text{dengan: } K = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan  $m$  tergantung pada rumus kehilangan tenaga akibat gesekan pipa yang digunakan, dan koefisien  $K$  tergantung pada rumus kehilangan tenaga akibat gesekan dan karakteristik pipa. Sebenarnya nilai pangkat  $m$  tidak selalu konstan, kecuali bila pengaliran berada pada keadaan hidraulik kasar, yang sedapat mungkin dihindari. Namun, karena perbedaan kecepatan pada masing-masing pipa tidak besar, maka biasanya nilai  $m$  dianggap konstan untuk semua pipa. Sebagai contoh untuk rumus kehilangan tenaga akibat gesekan Darcy-Weisbach:

$$h_f = KQ^2 \quad \text{dengan: } K = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

## 2.4 Sistem Transmisi Air Bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan system transmisi adalah :

- a. Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi yang meliputi sistem perpompaan, sistem gravitasi dan sistem gabungan.
- b. Menentukan tempat bak pelepas tekan, bak pelepas tekan dibuat untuk menghindari tekanan yang tinggi, sehingga tidak akan merusak sistem perpipaan yang ada. Bak ini dibuat tempat dimana tekanan tertinggi mungkin terjadi atau pada sistem penguat (boaster pump) sepanjang jalur transmisi.
- c. Jalur pipa sebaiknya mengikuti jalan raya dan dipilih jalur yang tidak memerlukan banyak perlengkapan.

## 2.5 Jaringan Perpipaan

Jaringan perpipaan air bersih adalah suatu sistem dari suatu rangkaian pipa – pipa yang terdiri dari berbagai macam ukuran yang membentuk suatu unit perpipaan dan membentuk cabang- cabang dimulai dari cabang utama dan menyebar ke cabang yang lebih kecil. Fungsinya adalah untuk mengalirkan (transport) dan membagi (mendistribusikan) air bersih kedaerah – daerah pelayanan (supply). Jenis – jenis pipa yang biasa dipergunakan untuk instalasi air bersih adalah :

1. Cost iron pipe, yaitu pipa yang dibuat dari bahan – bahan baja ancuran yang dimasak, pipa ini terdiri dari berbagai ukuran atau pada umumnya pipa ini mempunyai panjang rata –rata 6-8 meter.
2. Pipa asbestos cement, yaitu pipa yang dibuat melalui proses autoclave yang terdiri dari bahan asbes cement Portland dan silica yang dicampur secara homogeny.
3. Pipa stell (pipa baja), yaitu pipa yang dibuat dari besi baja yang bermutu tinggi.
4. Pipa galvanis, yaitu sejenis pipa yang terbuat dari campuran seng (Zn)



dengan timah (Pb) dan pada bagian luar dilapisi dengan lapisan timah (galvanis) untuk mencegah corrosive. Pipa galvanis mempunyai sistem sambungan drat dnegan mempergunakan sock (sleeve) yang mempunyai drat dan juga dapat dilakukan dengan penyambungan dengan sistem las.

5. Pipa PVC, yaitu sejenis pipa plastic yang dibentuk dari bahan chloride yang membentuk gugusan polyvinyl chloride.

Keuntungan dalam pemakaian pipa PVC antara lain:

1. Tidak akan menimbulkan karat bahan – bahan cairan yang mengandung kimia.
2. Tidak beracun dan tidak merubah rasa maupun warna dari semua cairan.
3. Mempunyai permukaan licin sehingga mengurangi tahanan pengaliran dan tidak menimbun kotoran serat aus karena adanya partikel.
4. Mempunyai kekuatan mekanis yang baik tetapi cukup elastis.

## **2.6 Macam – Macam Jaringan Perpipaan**

Dalam jaringan perpipaan dapat dibagi beberapa golongan yang masing-masing mempunyai fungsi sendiri – sendiri, sekalipun merupakan suatu kesatuan jaringan / unit jaringan yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya.

### **2.6.1 Pipa transmisi / pipa air baku (Raw Water Pipe)**

Pipa transmisi adalah pipa yang berfungsi mengangkut air baku yang berupa air sungai, danau dan lain – lain, yang diangkut ke bangunan pengolahan air bersih untuk diproses.

### **2.6.2 Pipa Transport**

Adalah pipa yang mengalir / mengangkut air bersih dari bangunan pengolahan yang dialirkan dengan sistem gravitasi, pemompaan atau kombinasi dari keduanya ke pipa – pipa transport. Pipa transport atau sering disebut pipa transmisi yang mempunyai diameter 200 mm sampai dengan 300 mm. sedangkan untuk kota besar mempunyai diameter antara 400 mm sampai dengan 900 mm.

### **2.6.3 Pipa Distribusi**

Pipa distribusi adalah pipa dengan diameter antara 200 mm sampai dengan 400 mm yang berfungsi mendistribusikan air dari pipa transport utama ke bagian – bagian kota. Sebaliknya dalam mensupply air ke pemakai / konsumen tidak mengambil dari pipa ini, karena apabila langsung dihubungkan dengan pipa sambungan rumah akan mempengaruhi air pada pipa dinas.

### **2.6.4 Pipa Dinas**

Pipa dinas adalah pipa yang berdiameter antara 50 mm sampai dengan 200 mm yang membagikan air dari pipa distribusi kekonsumen / sambungan rumah.

### **2.6.5 Pipa Service**

Adalah saluran atau instalasi pipa yang mensupply air ke sebuah rumah, sekolah – sekolah, kantor, masjid, pabrik, keran umum. Pipa ini berdiameter antara 19 mm (3/4”) sampai dengan 32 mm (1”).

## **2.7 Jenis – Jenis Pipa Distribusi**

### **2.7.1 Pipa Utama**

Pipa utama atau pipa induk adalah pipa yang membawa pertama kali air yang dikeluarkan dari pompa yang berasal dari bak –bak pengolahan dan menyebar menuju keseluruhan ruas – ruas pipa percabangan untuk distribusi. Pipa utama ini terbuat dari pipa PVC dan baja guna menanggulangi kebocoran – kebocoran yang mungkin akan terjadi.

### **2.7.2 Pipa Percabangan**

Pipa percabangan atau pipa skunder adalah pipa yang membawa air berasal dari pipa induk dan menyebar menuju ruas – ruas pipa tersier yang biasanya adalah pipa PVC yang langsung menuju rumah – rumah penduduk setempat.

### **2.7.3 Pipa Plumbing**

Pipa plumbing adalah jaringan pipa yang membawa air dari ruas pipa tersier langsung kedalam rumah atau pipa yang terdapat didalam rumah.



## 2.8 Sistem Jaringan Pipa Induk

Sistem jaringan pipa induk dapat dibedakan antara lain :

- a. Sistem cabang
- b. Sistem melingkar

Dalam suatu jaringan pipa distribusi yang memakai cabang dimana aliran dalam pipa bersifat satu arah. Pada umumnya sistem ini dipergunakan untuk menunjang sistem melingkar dari kota yang bertedensi makin berkembang dalam jangka waktupanjang sehingga pada suatu saat nanti sistem cabang dapat diubah menjadi sistem melingkar.

Disamping itu sistem cabang cocok digunakan untuk daerah yang mempunyai keadaan jalan buntu dan keadaan kota yang tidak memungkinkan untuk dipergunakan sistem melingkar.

Keuntungan sistem cabang :

- a. Dapat dipergunakan pada daerah yang perluasannya dalam bentuk memanjang.
- b. Dapat menunjang sistem melingkar sehingga pengembangan sistem cabang menjadi bentuk melingkar.
- c. Sistem perpipaan tidak terlalu rumit dalam perhitungan dan dalam pemasangan pipa.

Kerugian sistem cabang :

- a. Bila suatu saat terjadi kerusakan dari suatu sistem maka daerah selanjutnya tidak mendapat aliran air.
- b. Bila terjadi kebakaran pada suatu daerah pelayanan maka pada bagian yang tidak mendapat aliran dalam jumlah yang diharapkan.
- c. Pada ujung pipa buntu sering terjadi pengendapan lumpur oleh sebab itu diperlukan pengurusan secara periodik.
- d. Dalam suatu jaringan pipa distribusi yang memakai sistem melingkar, dimana aliran dalam bersifat bolak – balik sehingga ini pada umumnya dipergunakan untuk kota atau daerah yang relatif datar dan mempunyai jalan yang menghubungkan satu sama lain.

Keuntungan sistem melingkar :

- a. Pembagian aliran dapat dilakukan dari berbagai arah.
- b. Dalam jaringan perpipaan tidak terdapat ujung yang mati.
- c. Keseimbangan aliran mudah tercapai.
- d. Dapat digunakan untuk sistem yang mempunyai beberapa sumber.

Kerugian sistem melingkar :

- a. Perhitungan agak rumit karena memakai perhitungan loop.
- b. Sistem lebih rumit jika dibandingkan dengan sistem cabang.
- c. Banyak memerlukan aksesoris pipa induk dan perlengkapan lainnya.

## 2.9 Sistem Pengaliran

Sistem pengaliran terdiri dari tiga macam, yaitu :

- a. Sistem Aliran Gravitasi

Sistem penyediaan air bersih ini berdasarkan ketinggian permukaan tanah.

- b. Sistem Aliran Pompa

Sistem penyediaan air bersih yang dalam proses pengadaannya dan pendistribusiannya menggunakan tenaga pompa karena keadaan geografis tidak mendukung untuk menggunakan sistem aliran gravitasi seperti kota Palembang yang relatif datar.

- c. Sistem Aliran Gabungan

Sistem aliran ini merupakan gabungan dari sistem aliran gravitasi dan sistem aliran pompa.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN



#### 3.1. Rencana Kerja Penelitian

Prosedur-prosedur dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini terdiri dari :

##### 1. Tahap Studi Pustaka

Tahap studi pustaka yaitu mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan yang berhubungan dengan masalah-masalah yang diteliti. Bahan-bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari tulisan-tulisan ilmiah, diktat-diktat, buku-buku maupun internet yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Dari studi literatur ini didapat data sekunder.

##### 2. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data yang berhubungan dengan jaringan pipa air bersih Perumahan Perumahan Sukarame Gardena Palembang. Adapun data yang diperoleh yaitu :

###### a. Data Sekunder

Data sekunder berasal dari PT.Adhya Tirta Sriwijaya Palembang. Data-data yang diperlukan dalam proses pengerjaan tugas ini, antara lain :

- Peta Jaringan distribusi air bersih.
- Panjang, diameter, dan jenis pipa yang digunakan.
- Penggunaan air pada masing – masing rumah.

##### 3. Pengolahan Data

Setelah semua data-data yang diperlukan telah terkumpul, kita dapat melakukan analisa. Analisa dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

###### a. Secara Manual

Pada perhitungan secara manual, perhitungan dilakukan dengan menggunakan Metode Hardy Cross. Perhitungan hanya dilakukan pada jam puncak saja. Dalam hal ini jam puncak dianggap terjadi pada pukul 09.00, dimana semua rumah akan menggunakan air.

b. Dengan EPANET 2.0

Pada program EPANET 2.0 kita dapat melakukan input data yang diperlukan. Kemudian kita akan mendapatkan hasil yang berupa output, seperti tekanan pada tiap pipa, kecepatan aliran, tekanan pada tiap node, dan lain sebagainya. Pada analisa sistem jaringan distribusi air bersih dengan program ini dapat digunakan 2 metode, yaitu single period dan extended period. Dalam hal ini akan digunakan metode extended period simulation, dimana akan dilakukan selama 24 jam.

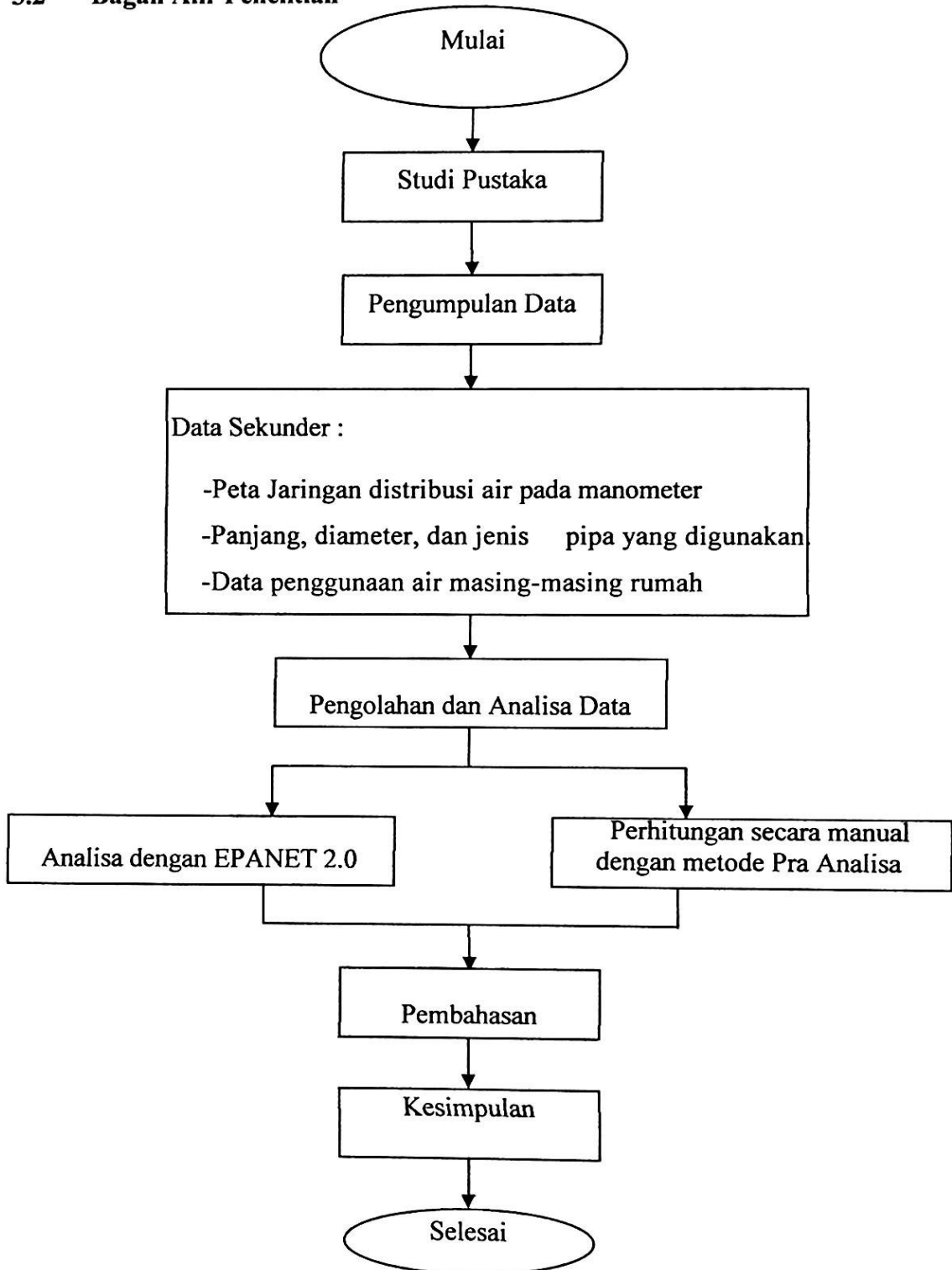
4. Pembahasan

Setelah data terkumpul maka akan dilakukan analisis data dengan cara menghitung debit aliran dan rancangan sistem jaringan distribusi perpipaan terhadap jumlah pengguna yang terdapat di Perumahan Sukarame Gardena menggunakan rumus Hazen William dan dengan menggunakan iterasi Hardy – Cross.

5. Kesimpulan

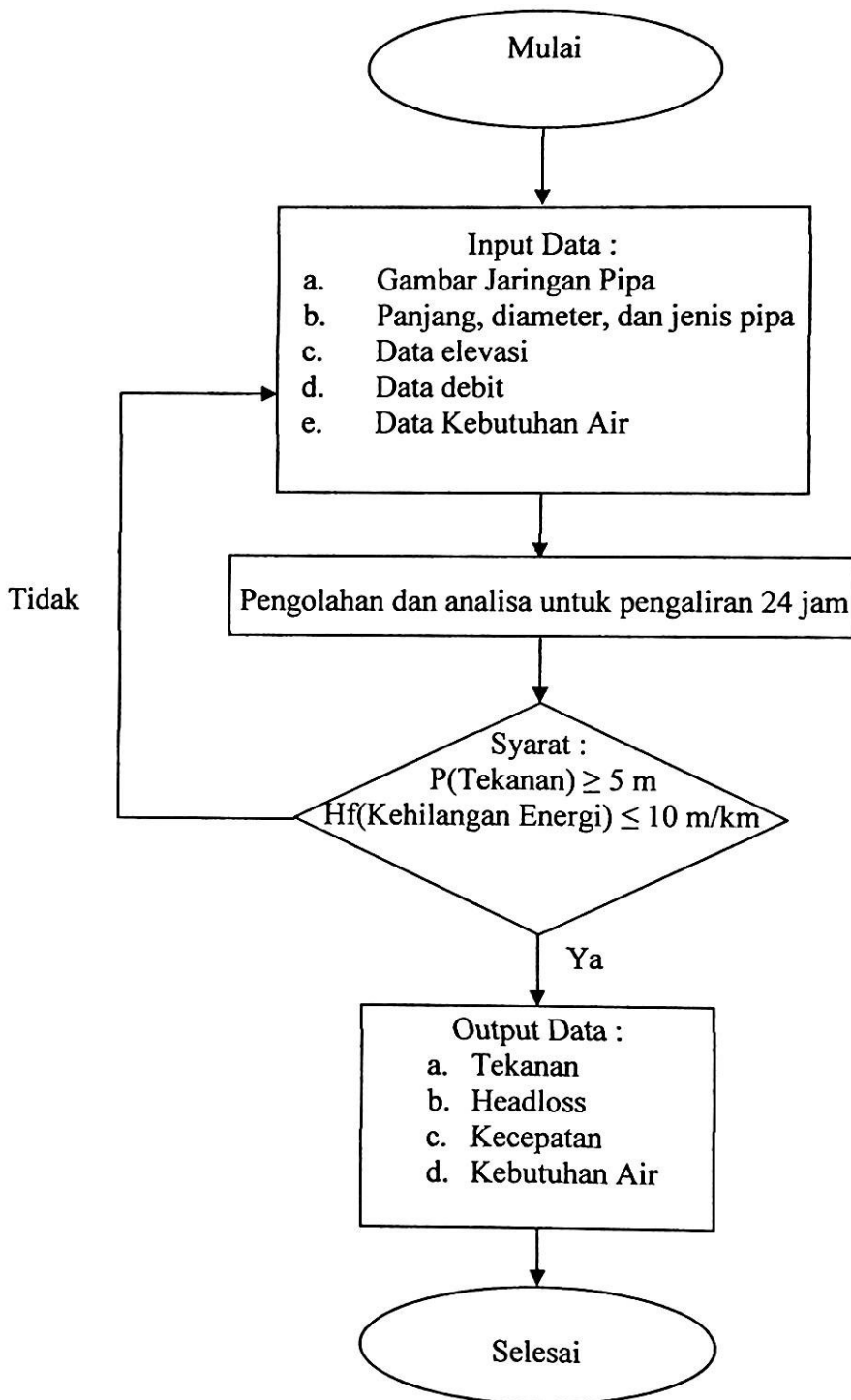
Berisi tentang kesimpulan dan hasil yang didapat serta saran yang diberikan terhadap analisis distribusi air bersih di Perumahan Sukarame Gardena Palembang.

### 3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1. Flow Chart Pengerjaan Laporan Tugas Akhir

## 3.3 Bagan Alir Program EPANET 2.0



Gambar 3.2. Flow Chart Program EPANET 2.0





## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengolahan Data dari PT. Adhya Tirta Sriwijaya Palembang

Data yang diperoleh yaitu :

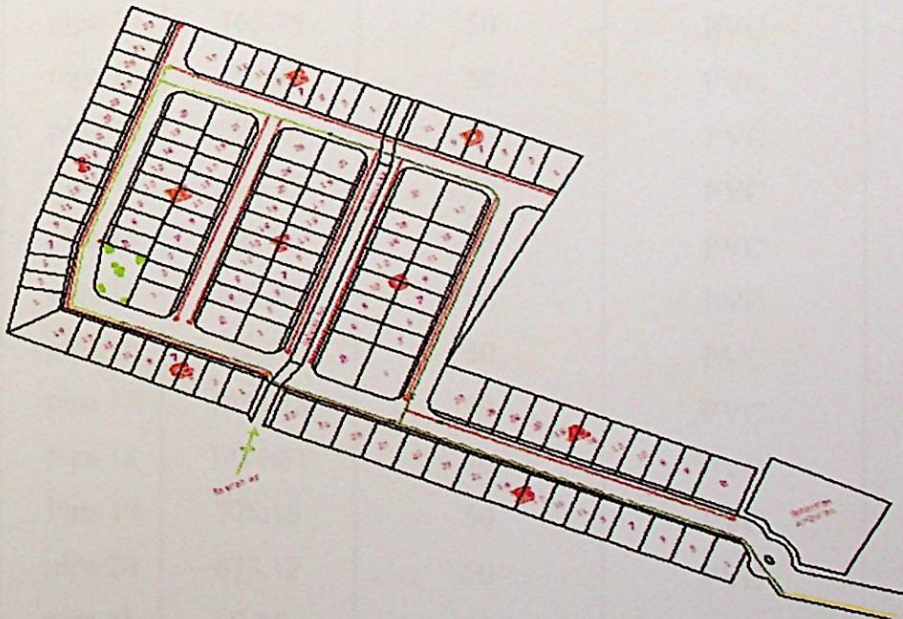
##### 1. Data Sekunder

Data- data yang didapat dalam proses pengerjaan tugas ini, antara lain :

- a. Peta Jaringan distribusi air bersih.
- b. Panjang, diameter, dan jenis pipa yang digunakan.
- c. Pola pemakaian air tiap jam.

##### a. Peta Jaringan distribusi air bersih.

Berikut ini merupakan gambar peta jaringan pipa pada Perumahan Sukarame Gardena dengan menggunakan Program AutoCAD :



Gambar 4.1 Jaringan Pipa dengan menggunakan program AutoCAD



b. Panjang, diameter, dan jenis pipa yang digunakan.

Berikut ini merupakan data panjang, diameter, dan jenis pipa yang digunakan yang didapat dari PT. Adhya Tirta Sriwijaya dan untuk penomoran dapat dilihat pada gambar 4.1 :

Tabel 4.1 Panjang, diameter, dan jenis pipa perumahan Sukarame Gardena

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Jenis Pipa |
|----|---------|-------------|---------------|------------|
| 1  | Pipa 1  | 73.30       | 50            | PVC        |
| 2  | pipa 2  | 332.26      | 50            | PVC        |
| 3  | pipa 3  | 12.55       | 50            | PVC        |
| 4  | pipa 4  | 5000        | 50            | PVC        |
| 5  | pipa 5  | 229.95      | 50            | PVC        |
| 6  | pipa 6  | 1106.54     | 50            | PVC        |
| 7  | Pipa 7  | 410.87      | 50            | PVC        |
| 8  | pipa 8  | 41.88       | 50            | PVC        |
| 9  | pipa 9  | 491.81      | 50            | PVC        |
| 10 | pipa 10 | 165.75      | 50            | PVC        |
| 11 | pipa 11 | 75.66       | 50            | PVC        |
| 12 | pipa 12 | 39.03       | 50            | PVC        |
| 13 | Pipa 13 | 316.77      | 50            | PVC        |
| 14 | pipa 14 | 46.79       | 50            | PVC        |
| 15 | pipa 15 | 823.02      | 50            | PVC        |
| 16 | pipa 16 | 52.94       | 50            | PVC        |
| 17 | pipa 17 | 1055.18     | 50            | PVC        |
| 18 | pipa 18 | 1474.61     | 50            | PVC        |
| 19 | Pipa 19 | 778.16      | 50            | PVC        |
| 20 | pipa 20 | 673.12      | 50            | PVC        |
| 21 | pipa 21 | 9.34        | 50            | PVC        |
| 22 | pipa 22 | 1083.33     | 50            | PVC        |
| 23 | pipa 23 | 612.42      | 50            | PVC        |

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Jenis Pipa |
|----|---------|-------------|---------------|------------|
| 24 | pipa 24 | 796.84      | 50            | PVC        |
| 25 | Pipa 25 | 785.16      | 50            | PVC        |
| 26 | pipa 26 | 799.98      | 50            | PVC        |
| 27 | pipa 27 | 1242.72     | 50            | PVC        |
| 28 | pipa 28 | 785.17      | 50            | PVC        |
| 29 | pipa 29 | 865.11      | 50            | PVC        |
| 30 | pipa 30 | 162.79      | 50            | PVC        |
| 31 | pipa 31 | 156.41      | 50            | PVC        |

c. Jumlah pemakaian air di setiap blok.

Pada jumlah pemakaian air di setiap blok, pembagiannya dilakukan dengan membagi total debit aliran yang keluar di sepanjang pipa kepada titik awal dan akhir pipa seperti yang dijelaskan pada bab 2.

Untuk jumlah kebutuhan air pada tiap rumah, berasal dari pencatatan kubikasi yang telah dilakukan oleh PT. Adhya Tirta Sriwijaya. Total kubikasi pada Perumahan Sukarame Gardena adalah  $1.420 \text{ m}^3$ . Dengan jumlah pelanggan sebanyak 105 pelanggan.

Berikut ini contoh dari perhitungan kebutuhan air pada masing – masing blok :

- Blok A, Pipa 17 (Titik 21 dan 22)

Pada pipa 22, terdiri dari 11 rumah dengan total pemakaian air sebesar  $150 \text{ m}^3 / \text{bulan}$  sehingga total debit pada pipa 22 adalah :

$$\text{Total debit} = 150 \text{ m}^3 / \text{bulan} = 0,0585 \text{ liter/detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 21} = \frac{0,05385 \text{ liter / detik}}{2} = 0,02925 \text{ liter / detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 22} = \frac{0,05385 \text{ liter / detik}}{2} = 0,02925 \text{ liter / detik}$$

- Blok B, Pipa 18 (Titik 23 dan 32)

Pada pipa 23, terdiri dari 14 rumah dengan total pemakaian air sebesar  $175 \text{ m}^3 / \text{bulan}$  sehingga total debit pada pipa 23 adalah :

$$\text{Total debit} = 175 \text{ m}^3 / \text{bulan} = 0,0682 \text{ liter/detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 23} = \frac{0,0682 \text{ liter / detik}}{2} = 0,0341 \text{ liter / detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 32} = \frac{0,0682 \text{ liter / detik}}{2} = 0,0341 \text{ liter / detik}$$

- Blok C1, Pipa 19 (Titik 19 dan 20)

Pada pipa 24, terdiri dari 8 rumah dengan total pemakaian air sebesar  $128 \text{ m}^3 / \text{bulan}$  sehingga total debit pada pipa 24 adalah :

$$\text{Total debit} = 128 \text{ m}^3 / \text{bulan} = 0,0499 \text{ liter/detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 21} = \frac{0,0499 \text{ liter / detik}}{2} = 0,024965 \text{ liter / detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 22} = \frac{0,0499 \text{ liter / detik}}{2} = 0,024965 \text{ liter / detik}$$

- Blok C2, Pipa 28 (Titik 18 dan 25)

Pada pipa 22, terdiri dari 7 rumah dengan total pemakaian air sebesar  $81 \text{ m}^3 / \text{bulan}$  sehingga total debit pada pipa 33 adalah :

$$\text{Total debit} = 81 \text{ m}^3 / \text{bulan} = 0,0316 \text{ liter/detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 21} = \frac{0,0316 \text{ liter / detik}}{2} = 0,0158 \text{ liter / detik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 22} = \frac{0,0316 \text{ liter / detik}}{2} = 0,0158 \text{ liter / detik}$$

Berikut ini adalah rekapitulasi jumlah kebutuhan air di tiap titik dan untuk penomoran dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.1 :

Tabel 4.2 Rekapitulasi kebutuhan air di tiap titik

| No | Pipa      | Kebutuhan Air (lt/det) |
|----|-----------|------------------------|
| 1  | Reservoir | 0                      |
| 2  | titik 1   | 0                      |
| 3  | titik 2   | 0.0004                 |
| 4  | titik 3   | 0                      |
| 5  | titik 4   | 0                      |
| 6  | titik 5   | 0                      |
| 7  | titik 6   | 0                      |
| 8  | titik 7   | 0                      |
| 9  | titik 8   | 0                      |
| 10 | titik 9   | 0                      |
| 11 | titik 10  | 0.05421                |
| 12 | titik 11  | 0                      |
| 13 | titik 12  | 0.017355               |
| 14 | titik 13  | 0.035295               |
| 15 | titik 14  | 0.02925                |
| 16 | titik 15  | 0.031005               |
| 17 | titik 16  | 0.025545               |
| 18 | titik 17  | 0.016185               |
| 19 | titik 18  | 0.015795               |
| 20 | titik 19  | 0.02496                |
| 21 | titik 20  | 0.02496                |
| 22 | titik 21  | 0.022035               |
| 23 | titik 22  | 0.022035               |
| 24 | titik 23  | 0.034125               |
| 25 | titik 24  | 0.16185                |
| 26 | titik 25  | 0.015795               |

| No | Pipa     | Kebutuhan Air (lt/det) |
|----|----------|------------------------|
| 27 | titik 26 | 0.02496                |
| 28 | titik 27 | 0.031005               |
| 29 | titik 28 | 0.025545               |
| 30 | titik 29 | 0.017355               |
| 31 | titik 30 | 0.035295               |
| 32 | titik 32 | 0.034515               |

d. Pola pemakaian air tiap jam.

Pola pemakaian air digunakan untuk melakukan simulasi selama 24 jam, sehingga dapat diketahui fluktuasi pemakaian air tiap jamnya. Dan untuk pola pemakaian air ditunjukkan oleh tabel berikut :

Tabel 4.3 Pola pemakaian air tiap jam

| No | Jam ke- | Faktor puncak |
|----|---------|---------------|
| 1  | 1       | 0.33          |
| 2  | 2       | 0.33          |
| 3  | 3       | 0.21          |
| 4  | 4       | 0.33          |
| 5  | 5       | 0.44          |
| 6  | 6       | 0.67          |
| 7  | 7       | 1.56          |
| 8  | 8       | 1.33          |
| 9  | 9       | 1.88          |
| 10 | 10      | 1.45          |
| 11 | 11      | 1.11          |
| 12 | 12      | 1.1           |
| 13 | 13      | 0.44          |
| 14 | 14      | 0.56          |
| 15 | 15      | 0.56          |
| 16 | 16      | 0.66          |

| No | Jam ke- | Faktor puncak |
|----|---------|---------------|
| 17 | 17      | 0.66          |
| 18 | 18      | 0.66          |
| 19 | 19      | 0.66          |
| 20 | 20      | 0.45          |
| 21 | 21      | 0.45          |
| 22 | 22      | 0.11          |
| 23 | 23      | 0.11          |
| 24 | 24      | 0.45          |

Sumer : PT.Adhya Tirta Sriwijaya

#### 4.2 Contoh Perhitungan Jaringan Pipa Pada Jam Puncak Secara Manual

Sebagai contoh perhitungan jaringan pipa secara manual diambil pada saat jam puncak, yaitu pada pukul 09.00 dengan faktor puncak 1,88. Pada dasarnya, jaringan pipa yang ada di perumahan Sukarame Gardena ini merupakan campuran antara jaringan tertutup dan jaringan terbuka. Sehingga, untuk proses perhitungannya menggunakan Metode Hardy-Cross dan Pra Analisa seperti yang telah dijelaskan pada bab 2. Berikut ini adalah gambar jaringan distribusi perumahan Sukarame Gardena untuk perhitungan.

Tabel 4.4 Jumlah kebutuhan air di tiap titik pada jam puncak

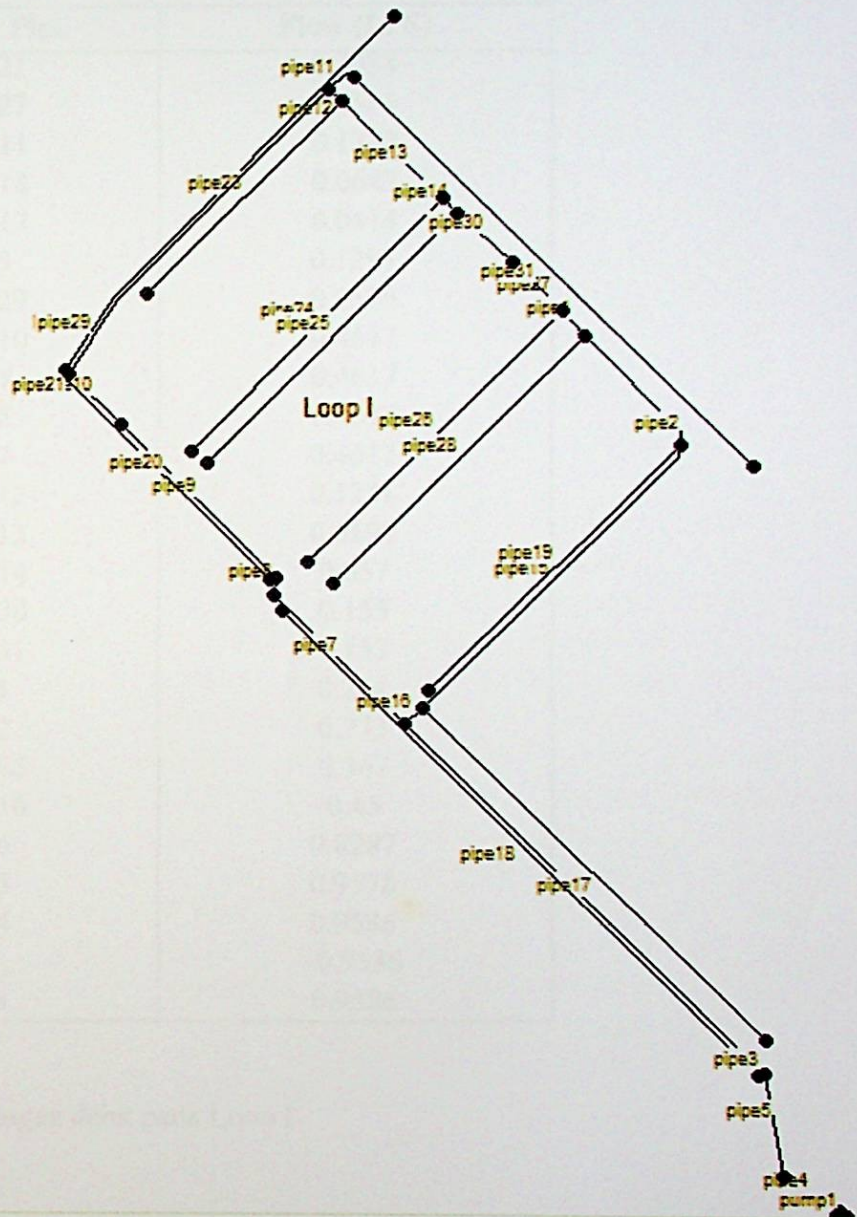
| No | Pipa      | Kebutuhan Air (lt/det) | Kebutuhan air pada jam puncak(lt/det) |
|----|-----------|------------------------|---------------------------------------|
| 1  | Reservoir | 0                      | 0                                     |
| 2  | titik 1   | 0                      | 0.00                                  |
| 3  | titik 2   | 0.0004                 | 0.00                                  |
| 4  | titik 3   | 0                      | 0.00                                  |
| 5  | titik 4   | 0                      | 0.00                                  |
| 6  | titik 5   | 0                      | 0.00                                  |
| 7  | titik 6   | 0                      | 0.00                                  |
| 8  | titik 7   | 0                      | 0.00                                  |
| 9  | titik 8   | 0                      | 0.00                                  |

| No | Pipa     | Kebutuhan Air (lt/det) | Kebutuhan air pada jam puncak(lt/det) |
|----|----------|------------------------|---------------------------------------|
| 10 | titik 9  | 0                      | 0.00                                  |
| 11 | titik 10 | 0.05421                | 0.10                                  |
| 12 | titik 11 | 0                      | 0.00                                  |
| 13 | titik 12 | 0.017355               | 0.03                                  |
| 14 | titik 13 | 0.035295               | 0.07                                  |
| 15 | titik 14 | 0.02925                | 0.05                                  |
| 16 | titik 15 | 0.031005               | 0.06                                  |
| 17 | titik 16 | 0.025545               | 0.05                                  |
| 18 | titik 17 | 0.016185               | 0.03                                  |
| 19 | titik 18 | 0.015795               | 0.03                                  |
| 20 | titik 19 | 0.02496                | 0.05                                  |
| 21 | titik 20 | 0.02496                | 0.05                                  |
| 22 | titik 21 | 0.022035               | 0.04                                  |
| 23 | titik 22 | 0.022035               | 0.04                                  |
| 24 | titik 23 | 0.034125               | 0.06                                  |
| 25 | titik 24 | 0.16185                | 0.30                                  |
| 26 | titik 25 | 0.015795               | 0.03                                  |
| 27 | titik 26 | 0.02496                | 0.05                                  |
| 28 | titik 27 | 0.031005               | 0.06                                  |
| 29 | titik 28 | 0.025545               | 0.05                                  |
| 30 | titik 29 | 0.017355               | 0.03                                  |
| 31 | titik 30 | 0.035295               | 0.07                                  |
| 32 | titik 32 | 0.034515               | 0.06                                  |

#### 4.2.1 Perhitungan Debit

Pada peta distribusi jaringan ini hanya terdapat satu buah jaringan tertutup, dan untuk proses perhitungannya dimulai dari titik 11.





Gambar 4.2 Jaringan pipa perumahan sukarame gardena

Berikut ini merupakan hasil perhitungan jaringan pipa :

Tabel 4.5 Hasil rekapitulasi perhitungan debit

| No | Pipa    | Flow (LPS) |
|----|---------|------------|
| 1  | pipa 22 | 0.0550     |
| 2  | pipa 20 | 0.0469     |



| No | Pipa    | Flow (LPS) |
|----|---------|------------|
| 3  | pipa 21 | 0.2038     |
| 4  | pipa 27 | 0.0664     |
| 5  | pipa 11 | 0.1328     |
| 6  | pipa 18 | 0.0642     |
| 7  | pipa 17 | 0.0414     |
| 8  | pipa 3  | 0.1291     |
| 9  | pipa 29 | 0.2579     |
| 10 | pipa 10 | 0.4617     |
| 11 | pipa 9  | 0.4617     |
| 12 | pipa 8  | 0.4617     |
| 13 | pipa 7  | 0.4617     |
| 14 | pipa 12 | 0.1251     |
| 15 | pipa 13 | 0.0599     |
| 16 | pipa 14 | 0.057      |
| 17 | pipa 30 | 0.153      |
| 18 | pipa 31 | 0.153      |
| 19 | pipa 1  | 0.214      |
| 20 | pipa 2  | 0.273      |
| 21 | pipa 15 | 0.367      |
| 22 | pipa 16 | 0.45       |
| 23 | pipa 6  | 0.8287     |
| 24 | pipa 5  | 0.9578     |
| 25 | pipa 4  | 0.9586     |
| 26 | res     | -0.9586    |
| 27 | pump    | 0.9586     |

Tabel 4.6 Hasil perhitungan debit pada Loop I

Iterasi ke-1

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.lQl  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,0664  | 0,002 | 60367    | 266,15571 | 8016,74 | 0,1621 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,2702  | 0,002 | 11565,96 | 844,40835 | 6250,25 | 0,3659 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,2702  | 0,002 | 8143,891 | 594,56954 | 4400,96 | 0,3659 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,2702  | 0,002 | 693,4917 | 50,630472 | 374,763 | 0,3659 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,2702  | 0,002 | 6803,604 | 496,71781 | 3676,67 | 0,3659 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | -0,0664 | 0,002 | 2723,497 | -12,00779 | 361,68  | 0,0293 |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,1316 | 0,002 | 22104,07 | -382,8107 | 5817,79 | -0,036 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,2482 | 0,002 | 3264,986 | -201,1337 | 1620,74 | -0,152 |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,3442 | 0,002 | 11359,42 | -1345,791 | 7819,82 | -0,248 |

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI       | Q       |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|--------------|---------|
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,3442 | 0,002 | 2589,996 | -306,8463 | 1782,95      | -0,248  |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,405  | 0,002 | 1213,776 | -199,0896 | 983,159      | -0,309  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,4644 | 0,002 | 5501,9   | -1186,58  | 5110,16      | -0,369  |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -0,5582 | 0,002 | 13628,4  | -4246,437 | 15214,8      | -0,462  |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -0,641  | 0,002 | 876,6345 | -360,1925 | 1123,85      | -0,545  |
|    |         |             |               |         |       |          |           | -5988,407    | 62554,3 |
|    |         |             |               |         |       |          |           | $\Delta Q =$ | 0,09573 |

Iterasi ke-2

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI       | Q       |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|--------------|---------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,16213 | 0,002 | 60367    | 1586,8422 | 19574,8      | 0,1588  |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,36593 | 0,002 | 11565,96 | 1548,7493 | 8464,7       | 0,3626  |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,36593 | 0,002 | 8143,891 | 1090,514  | 5960,21      | 0,3626  |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,36593 | 0,002 | 693,4917 | 92,862543 | 507,541      | 0,3626  |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,36593 | 0,002 | 6803,604 | 911,04186 | 4979,3       | 0,3626  |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,02933 | 0,002 | 2723,497 | 2,3431042 | 159,768      | 0,026   |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0359 | 0,002 | 22104,07 | -28,43818 | 1585,69      | -0,039  |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,1525 | 0,002 | 3264,986 | -75,9001  | 995,616      | -0,156  |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,2485 | 0,002 | 11359,42 | -701,2924 | 5644,92      | -0,252  |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,2485 | 0,002 | 2589,996 | -159,8977 | 1287,07      | -0,252  |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,3093 | 0,002 | 1213,776 | -116,0941 | 750,766      | -0,313  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,3687 | 0,002 | 5501,9   | -747,7993 | 4056,76      | -0,372  |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -0,4625 | 0,002 | 13628,4  | -2914,805 | 12605,4      | -0,466  |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -0,5453 | 0,002 | 876,6345 | -260,6391 | 956,003      | -0,549  |
|    |         |             |               |         |       |          |           | 227,48675    | 67528,5 |
|    |         |             |               |         |       |          |           | $\Delta Q =$ | -0,0034 |

Iterasi ke-3

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,15876 | 0,002 | 60367    | 1521,5847 | 19168   | 0,1588 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,36256 | 0,002 | 11565,96 | 1520,3651 | 8386,77 | 0,3626 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,36256 | 0,002 | 8143,891 | 1070,528  | 5905,34 | 0,3626 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,36256 | 0,002 | 693,4917 | 91,160635 | 502,868 | 0,3626 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,36256 | 0,002 | 6803,604 | 894,34503 | 4933,47 | 0,3626 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,02596 | 0,002 | 2723,497 | 1,8357939 | 141,418 | 0,026  |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0392 | 0,002 | 22104,07 | -34,03081 | 1734,61 | -0,039 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,1558 | 0,002 | 3264,986 | -79,29113 | 1017,61 | -0,156 |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,2518 | 0,002 | 11359,42 | -720,4376 | 5721,45 | -0,252 |



| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI       | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|--------------|--------|
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,2518 | 0,002 | 2589,996 | -164,2629 | 1304,52      | -0,252 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,3126 | 0,002 | 1213,776 | -118,6371 | 758,944      | -0,313 |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,372  | 0,002 | 5501,9   | -761,5279 | 4093,82      | -0,372 |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -0,4658 | 0,002 | 13628,4  | -2957,425 | 12697,2      | -0,466 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -0,5486 | 0,002 | 876,6345 | -263,8696 | 961,909      | -0,549 |
|    |         |             |               |         |       |          |           | 0,3377111    | 67328  |
|    |         |             |               |         |       |          |           | $\Delta Q =$ | -5E-06 |

Iterasi ke-4

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI       | Q       |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|--------------|---------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,15876 | 0,002 | 60367    | 1521,4886 | 19167,4      | 0,1588  |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,36256 | 0,002 | 11565,96 | 1520,323  | 8386,66      | 0,3626  |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,36256 | 0,002 | 8143,891 | 1070,4984 | 5905,26      | 0,3626  |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,36256 | 0,002 | 693,4917 | 91,158112 | 502,861      | 0,3626  |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,36256 | 0,002 | 6803,604 | 894,32029 | 4933,4       | 0,3626  |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,02596 | 0,002 | 2723,497 | 1,8350846 | 141,391      | 0,026   |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0392 | 0,002 | 22104,07 | -34,03951 | 1734,83      | -0,039  |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,1558 | 0,002 | 3264,986 | -79,29623 | 1017,65      | -0,156  |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,2518 | 0,002 | 11359,42 | -720,4663 | 5721,57      | -0,252  |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,2518 | 0,002 | 2589,996 | -164,2695 | 1304,54      | -0,252  |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,3126 | 0,002 | 1213,776 | -118,6409 | 758,956      | -0,313  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,372  | 0,002 | 5501,9   | -761,5484 | 4093,88      | -0,372  |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -0,4658 | 0,002 | 13628,4  | -2957,488 | 12697,4      | -0,466  |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -0,5486 | 0,002 | 876,6345 | -263,8744 | 961,918      | -0,549  |
|    |         |             |               |         |       |          |           | 7,487E-07    | 67327,7 |
|    |         |             |               |         |       |          |           | $\Delta Q =$ | -1E-11  |

Iterasi ke-5

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,15876 | 0,002 | 60367    | 1521,4886 | 19167,4 | 0,1588 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,36256 | 0,002 | 11565,96 | 1520,323  | 8386,66 | 0,3626 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,36256 | 0,002 | 8143,891 | 1070,4984 | 5905,26 | 0,3626 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,36256 | 0,002 | 693,4917 | 91,158112 | 502,861 | 0,3626 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,36256 | 0,002 | 6803,604 | 894,32029 | 4933,4  | 0,3626 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,02596 | 0,002 | 2723,497 | 1,8350846 | 141,391 | 0,026  |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0392 | 0,002 | 22104,07 | -34,03951 | 1734,83 | -0,039 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,1558 | 0,002 | 3264,986 | -79,29623 | 1017,65 | -0,156 |

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|---------|--------|
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,2518 | 0,002 | 11359,42 | -720,4663 | 5721,57 | -0,252 |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,2518 | 0,002 | 2589,996 | -164,2695 | 1304,54 | -0,252 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,3126 | 0,002 | 1213,776 | -118,6409 | 758,956 | -0,313 |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,372  | 0,002 | 5501,9   | -761,5484 | 4093,88 | -0,372 |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -0,4658 | 0,002 | 13628,4  | -2957,488 | 12697,4 | -0,466 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -0,5486 | 0,002 | 876,6345 | -263,8744 | 961,918 | -0,549 |
|    |         |             |               |         |       |          | 2,728E-12 | 67327,7 |        |
|    |         |             |               |         |       |          | ΔQ=       | -4E-17  |        |

Contoh perhitungan pada metode manual hardy – Cross pada iterasi ke-3

1. Perhitungan untuk pipa 29

$$\diamond H_f = KQ^2$$

$$\diamond K = \frac{8fL}{\pi^2 g D^5}$$

$$= \frac{8 \times (0,002) \times (865,11)}{3,14^2 \times (9,8) \times (0,075)^5}$$

$$= 60.367$$

$$\diamond H_f = KQ^2$$

$$= (60.367) \times (0,15876)^2$$

$$= 1521,58$$

$$\diamond 2K.IQI = 2(60.367) |(0,15876)|$$

$$= 19.168$$

$$\diamond Q = f + \Delta Q$$

$$= 0,15876 + (-5 \times 10^{-6})$$

$$= 0,1588$$

2. Perhitungan untuk pipa 7

$$\diamond H_f = KQ^2$$

$$\diamond K = \frac{8fL}{\pi^2 g D^5}$$

$$= \frac{8 \times (0,002) \times (410,87)}{3,14^2 \times (9,8) \times (0,1)^5}$$

$$= 6.803,60$$

- ◆  $H_f = KQ^2$   
 $= (6.803,60) \times (0,36256)^2$   
 $= 894,34$
- ◆  $2K \cdot |Q| = 2(6.803,60) |(0,36256)|$   
 $= 4.933,47$
- ◆  $Q = f + \Delta Q$   
 $= 0,36256 + (-5 \times 10^{-6})$   
 $= 0,3626$

### 4.3 Analisa Dengan Menggunakan Program EPANET 2.0

Untuk analisa sistem jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan program EPANET 2.0 dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan cara Single Period dan Extended Period Simulation. Pada single period proses analisa distribusi kebutuhan air bersih dianggap sama setiap jamnya dan alirannya mantap, sedangkan pada extended period simulation analisa distribusi kebutuhan air bersih berbeda-beda pada tiap waktu. Dalam analisa perencanaan ini digunakan sistem extended period simulation.

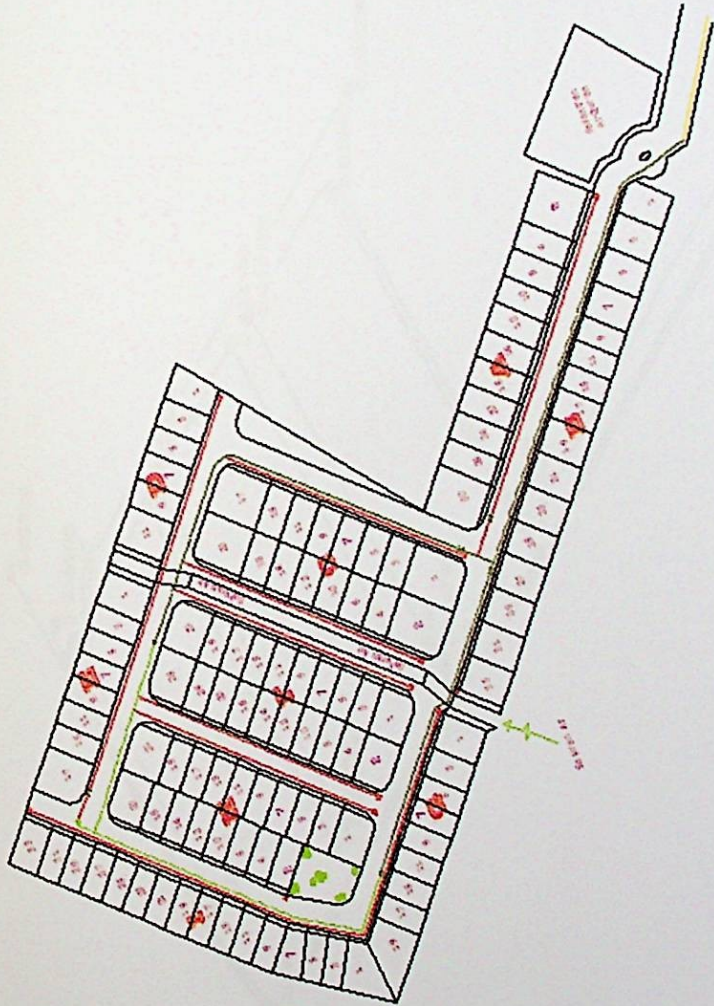
#### 4.3.1 Langkah Kerja Awal

Adapun langkah kerja yang dilakukan untuk memulai analisa dengan program EPANET 2.0 adalah sebagai berikut :

- a. Sebelum memulai kerja dengan program EPANET 2.0 ada beberapa data pendukung yang diperlukan, seperti perhitungan jumlah kebutuhan air bersih tiap detiknya.
- b. Data pendukung lainnya adalah gambar jaringan pipa yang ada. Gambar ini dibuat dengan program AutoCAD. Untuk dapat dibaca oleh program EPANET 2.0 , gambar ini harus ditransfer.

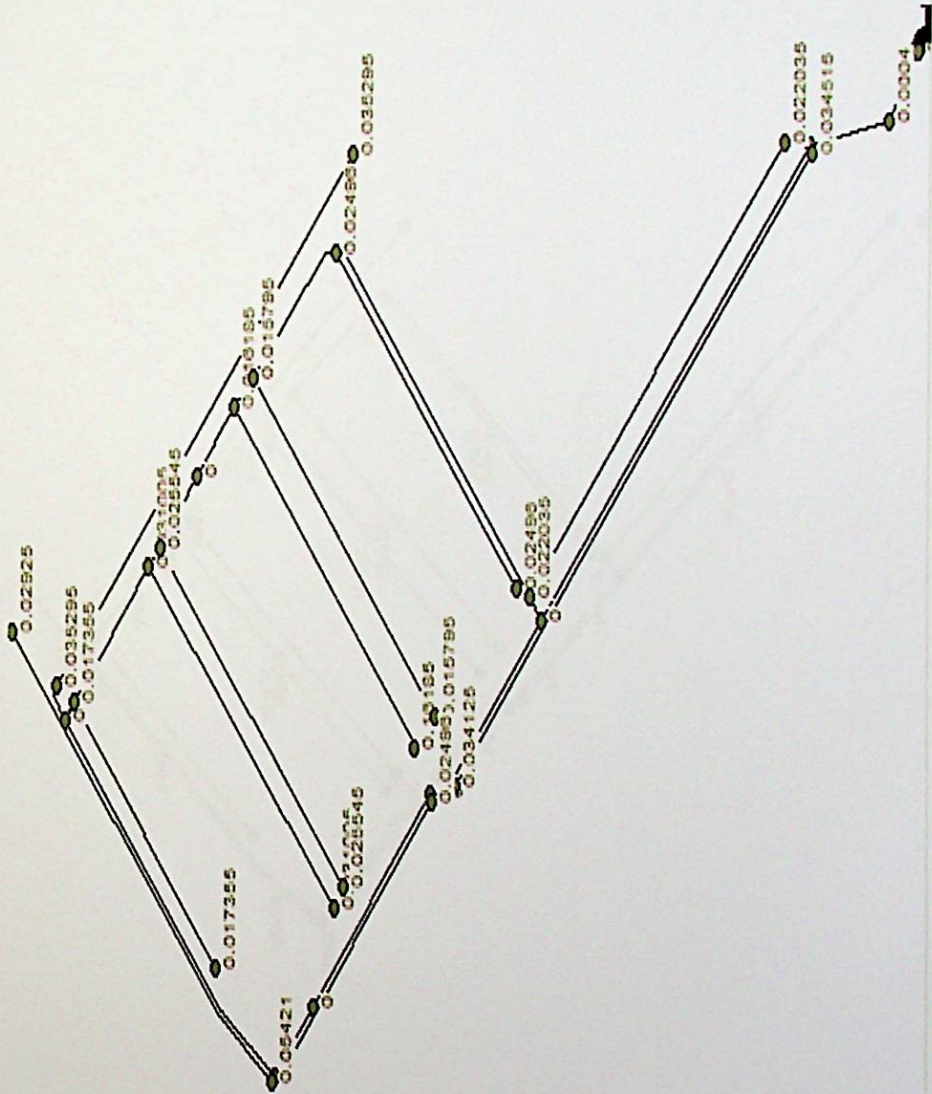
- c. Transfer gambar dari dari program AutoCAD dilakukan dengan cara mengubah gambar menjadi file bitmap image agar dapat dijadikan backdrop pada program EPANET 2.0.
- d. Analisa jaringan dapat dilakukan setelah melakukan penggambaran jaringan mengikuti gambar backdrop yang telah ada. Dan kemudian input data yang diperlukan, antara lain diameter pipa, jenis pipa, dan sebagainya.
- e. Apabila penggambaran jaringan dan input data telah selesai dilakukan, maka dapat dilakukan analisa jaringan pipa tersebut. Dan hasilnya dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.





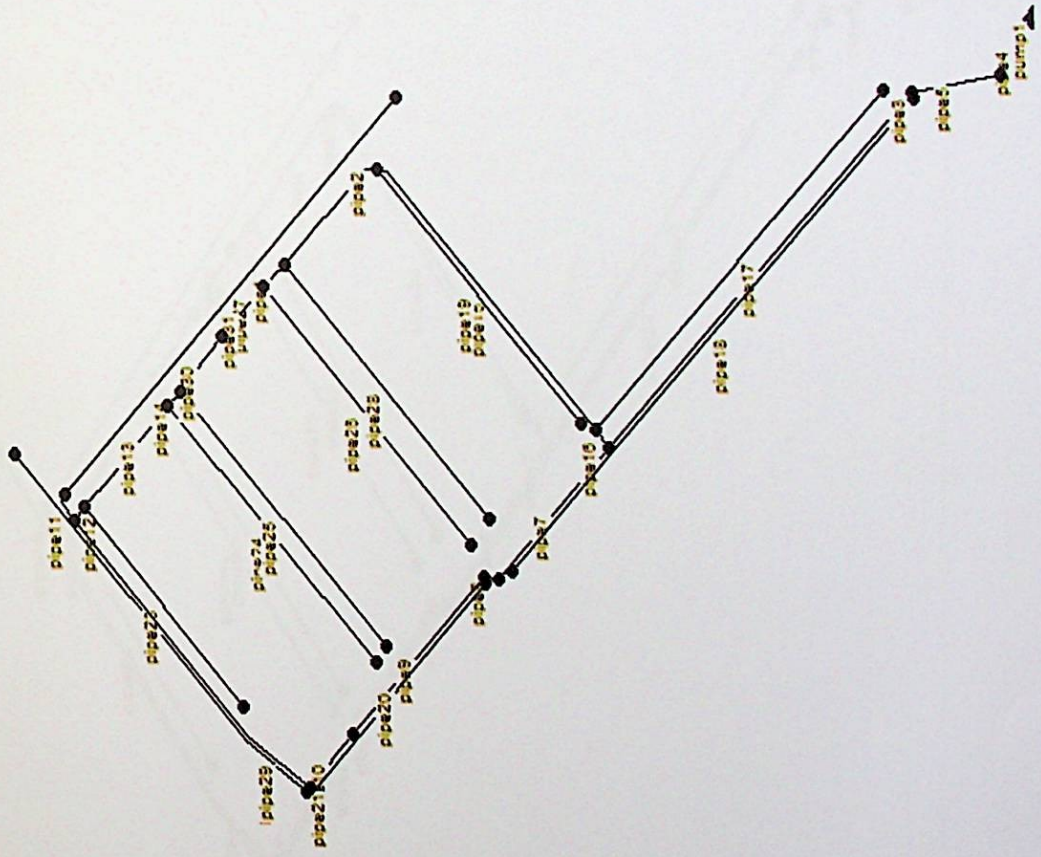
Gambar 4.3 Lokasi perumahan Sukarame Gardena dengan program AutoCAD





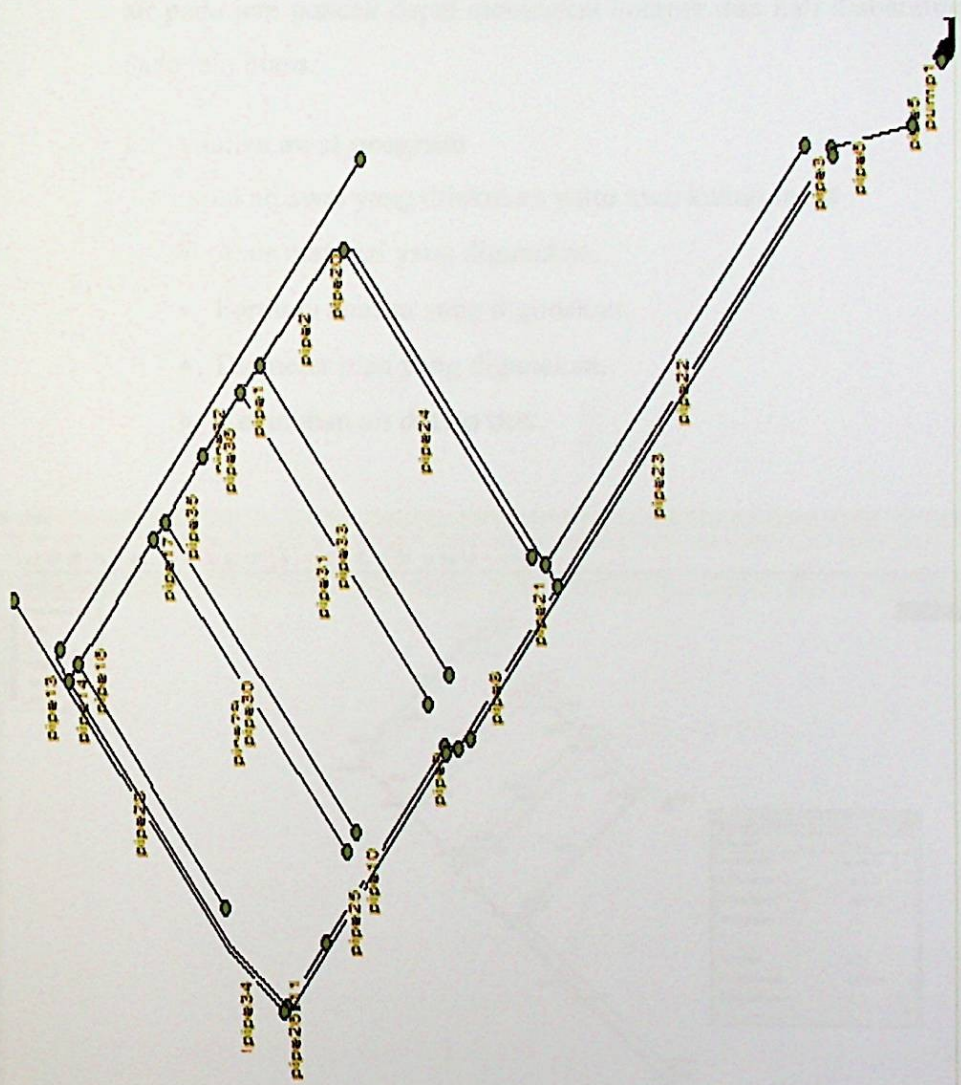
Gambar 4.4 Kebutuhan air (l/det) di tiap titik pada jaringan pipa





Gambar 4.5 Penamaan titik pada jaringan pada program EPANET 2.0





Gambar 4.6 Penamaan pipa pada jaringan pada program EPANET 2.0



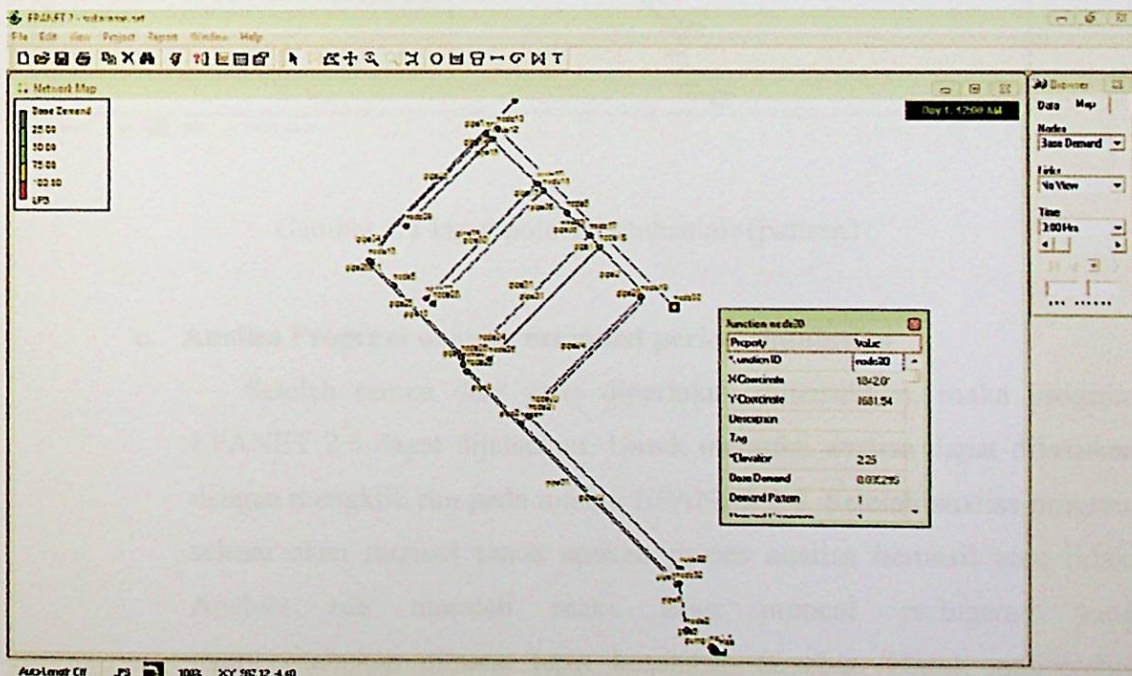
### 4.3.2 Tahapan Analisa Dengan Program EPANET 2.0

Analisa dengan program EPANET 2.0 dapat digunakan untuk menghitung sistem distribusi dengan pengaturan waktu yang disesuaikan. Dan juga dapat melakukan analisa pemakaian pada jam puncak, dimana pemakaian air pada jam puncak dapat meningkat hamper dua kali disbanding pemakaian pada jam biasa.

#### a. Analisa awal program

Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan input :

- Jenis material yang digunakan.
- Formula analisa yang digunakan.
- Diameter pipa yang digunakan.
- Kebutuhan air di tiap titik.

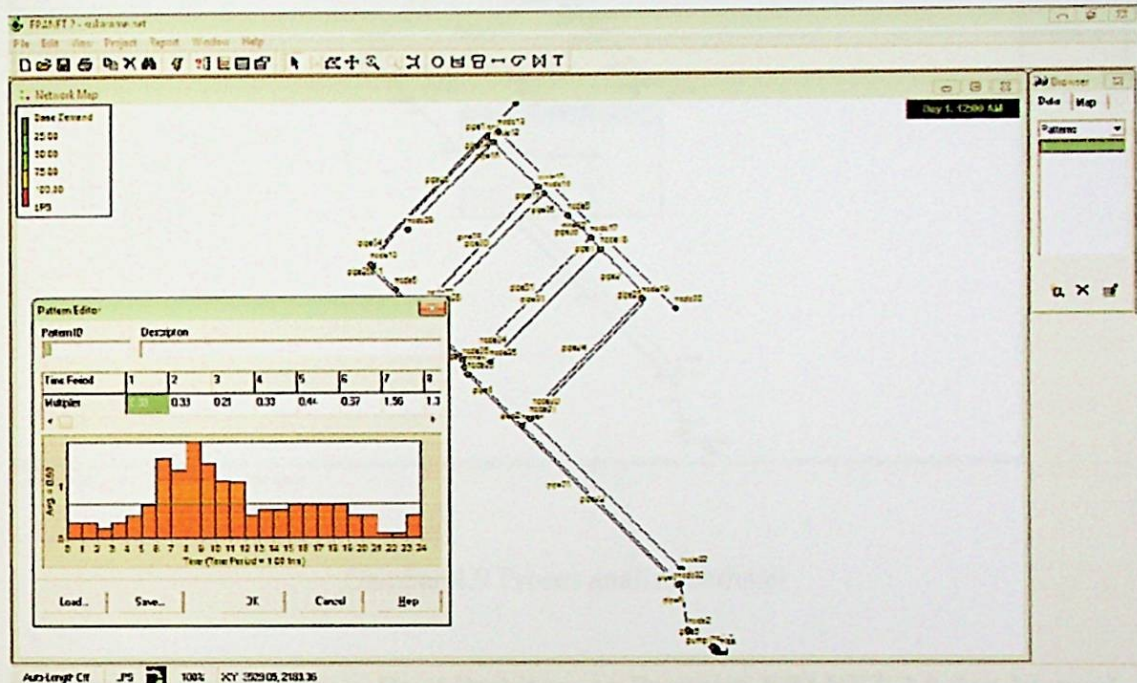


Gambar 4.7 Input data dengan program EPANET 2.0



### b. Pola Kebutuhan Air

Pola kebutuhan air dapat dimasukkan pada browser data, kemudian pilih pattern dan masukkan pola kebutuhan air tiap jam selama 24 jam.

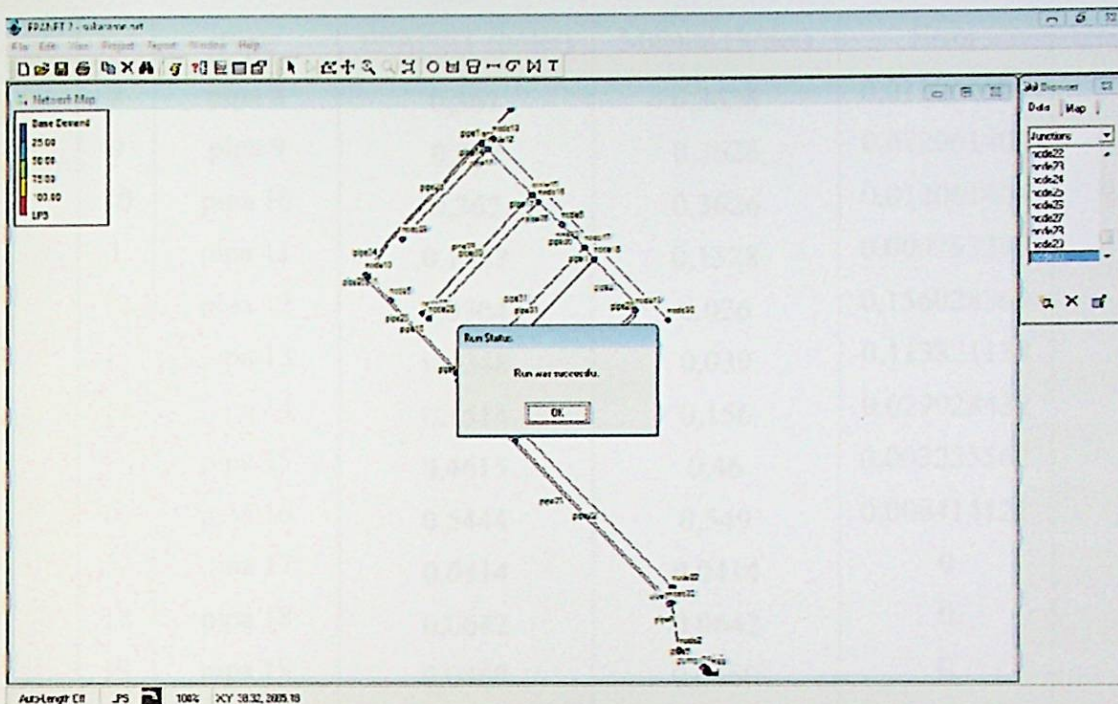


Gambar 4.8 Input pola kebutuhan air (pattern)

### c. Analisa Program dengan extended period simulation

Setelah semua data yang diperlukan dimasukkan, maka program EPANET 2.0 dapat dijalankan. Untuk memulai analisa dapat dilakukan dengan mengklik run pada toolbar EPANET 2.0. Setelah analisa program selesai akan muncul tanda apakah proses analisa berhasil atau tidak. Apabila ada masalah maka akan muncul peringatan yang memberitahukan dimana letak kesalahan tersebut. Untuk mengetahui hasil analisa dapat dilihat pada perintah report (Lampiran 5).





Gambar 4.9 Proses analisa berhasil

### 4.3.3 Perbandingan Antara Hasil Perhitungan Program EPANET 2.0 dan Manual

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan debit dengan program EPANET 2.0 dan perhitungan secara manual, yang menggunakan metode Hardy-Cross dan Pra Analisa :

Tabel 4.7 Rekapitulasi perbandingan perhitungan debit

| No | Pipa   | EPANET (lt/det) | Manual (lt/det) | Error       |
|----|--------|-----------------|-----------------|-------------|
| 1  | pipa 1 | 0,3083          | 0,313           | 0,015129567 |
| 2  | pipa 2 | 0,3677          | 0,372           | 0,011626335 |
| 3  | pipa 3 | 0,129           | 0,1291          | 0,000774893 |
| 4  | pipa 4 | 1,0412          | 1,0411          | 0,000096048 |
| 5  | pipa 5 | 1,0404          | 1,0407          | 0,000288309 |
| 6  | pipa 6 | 0,9114          | 0,9116          | 0,000219419 |
| 7  | pipa 7 | 0,367           | 0,3626          | 0,012061404 |

| No     | Pipa    | EPANET (lt/det) | Manual (lt/det) | Error       |
|--------|---------|-----------------|-----------------|-------------|
| 8      | pipa 8  | 0,367           | 0,3626          | 0,012061404 |
| 9      | pipa 9  | 0,367           | 0,3626          | 0,012061404 |
| 10     | pipa 10 | 0,367           | 0,3626          | 0,012061404 |
| 1      | pipa 11 | 0,1327          | 0,1328          | 0,000753296 |
| 12     | pipa 12 | 0,0304          | 0,026           | 0,156028369 |
| 13     | pipa 13 | 0,0348          | 0,039           | 0,113821138 |
| 14     | pipa 14 | 0,1514          | 0,156           | 0,029928432 |
| 15     | pipa 15 | 0,4615          | 0,46            | 0,003255562 |
| 16     | pipa 16 | 0,5444          | 0,549           | 0,008414121 |
| 17     | pipa 17 | 0,0414          | 0,0414          | 0           |
| 18     | pipa 18 | 0,0642          | 0,0642          | 0           |
| 19     | pipa 19 | 0,0469          | 0,0469          | 0           |
| 20     | pipa 20 | 0,0469          | 0,0469          | 0           |
| 21     | pipa 21 | 0,2038          | 0,2038          | 0           |
| 22     | pipa 22 | 0,055           | 0,055           | 0           |
| 23     | pipa 23 | 0,0326          | 0,0326          | 0           |
| 24     | pipa 24 | 0,0583          | 0,0583          | 0           |
| 25     | pipa 25 | 0,048           | 0,048           | 0           |
| 26     | pipa 26 | 0,0304          | 0,0304          | 0           |
| 27     | pipa 27 | 0,0664          | 0,0664          | 0           |
| 28     | pipa 28 | 0,0297          | 0,0297          | 0           |
| 29     | pipa 29 | 0,1632          | 0,1588          | 0,027329193 |
| 30     | pipa 30 | 0,2474          | 0,252           | 0,018422107 |
| 31     | pipa 31 | 0,2474          | 0,252           | 0,018422107 |
| 32     | res     | 1,0412          | 1,0411          | 0,000096048 |
| Jumlah |         |                 |                 | 0,45285056  |

$$\text{Rata - rata eror} = \frac{0,45285056}{32}$$

$$= 1,4151 \%$$

#### 4.4 Simulasi Secara Manual Dan Dengan EPANET 2.0 Saat Kondisi Perumahan Sukarame Gardena Sudah Seluruhnya Dihuni.

##### 4.4.1 Perhitungan Secara Manual

###### a. Jumlah pemakaian air di setiap blok

Pada jumlah pemakaian air di setiap blok, pembagiannya dilakukan dengan membagi total debit aliran yang keluar di sepanjang pipa kepada titik awal dan akhir pipa seperti yang dijelaskan pada bab 2.

Pada Perumahan Sukarame Gardena terdapat 120 rumah, diasumsikan satu rumah terdiri dari 5 jiwa, dan total pemakaian air per jiwa dalam satu hari adalah sebesar 200 l/org/hr.

Berikut ini contoh dari perhitungan kebutuhan air pada masing – masing blok :

- Blok A, Pipa 17 (Titik 21 dan 22)

Pada pipa 17, terdiri dari 11 rumah dengan total pemakaian @ 200 l/org/hr

Sehingga total debit pada pipa 17 adalah :

Jumlah pengguna di blok A = 11 rumah x 5 org = 55 org

Total debit = 55 org x 200 l/org/hr = 11000 l/hr

Penggunaan air selama satu bulan = 11000 l/hr x 30 hr = 330000 l/bulan  
= 0,1273 l/detik

Kebutuhan air pada titik 21 =  $\frac{0,1273 \text{ liter / detik}}{2} = 0,0636 \text{ liter / detik}$

Kebutuhan air pada titik 22 =  $\frac{0,1273 \text{ liter / detik}}{2} = 0,0636 \text{ liter / detik}$

- Blok B, Pipa 18 (Titik 23 dan 32)

Pada pipa 18, terdiri dari 16 rumah dengan total pemakaian air @200 l/org/hr.

Sehingga total debit pada pipa 18 adalah :

Jumlah pengguna di blok B = 16 rumah x 5 org = 80 org

Total debit = 80 org x 200 l/org/hr = 16.000 l/hr

Penggunaan air selama satu bulan = 16.000 l/hr x 30 hr = 480.000 l/bulan



$$= 0,1852 \text{ l/det}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 23} = \frac{0,1852 \text{ liter / det ik}}{2} = 0,0926 \text{ liter / det ik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 32} = \frac{0,1852 \text{ liter / det ik}}{2} = 0,0926 \text{ liter / det ik}$$

- Blok C1, Pipa 19 (Titik 19 dan 20)

Pada pipa 19, terdiri dari 8 rumah dengan total pemakaian air @200 l/org/hr

Sehingga total debit pada pipa 19 adalah :

Jumlah pengguna di blok C1 = 8 rumah x 5 org = 40 org

Total debit = 40 org x 200 l/org/hr = 8000 l/hr

Penggunaan air selama satu bulan = 8000 l/hr x 30 hr = 240.000 l/bulan

$$= 0,0926 \text{ l/det}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 21} = \frac{0,0926 \text{ liter / det ik}}{2} = 0,0463 \text{ liter / det ik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 22} = \frac{0,0926 \text{ liter / det ik}}{2} = 0,0463 \text{ liter / det ik}$$

- Blok C2, Pipa 28 (Titik 18 dan 25)

Pada pipa 28, terdiri dari 8 rumah dengan total pemakaian air @200 l/org/hr

Sehingga total debit pada pipa 28 adalah :

Jumlah pengguna di blok C2 = 8 rumah x 5 org = 40 org

Total debit = 40 org x 200 l/org/hr = 6000 l/hr

Penggunaan air selama satu bulan = 6000 l/hr x 30 hr = 240.000 l/bulan

$$= 0,0926 \text{ l/det}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 18} = \frac{0,0926 \text{ liter / det ik}}{2} = 0,0463 \text{ liter / det ik}$$

$$\text{Kebutuhan air pada titik 25} = \frac{0,0926 \text{ liter / det ik}}{2} = 0,0463 \text{ liter / det ik}$$

Tabel 4.8 Rekapitulasi kebutuhan air di tiap titik

| Titik    | Kebutuhan air (lt/det) |
|----------|------------------------|
| Titik 1  | 0                      |
| Titik 2  | 0.0004                 |
| Titik 3  | 0                      |
| Titik 4  | 0                      |
| Titik 5  | 0                      |
| Titik 6  | 0                      |
| Titik 7  | 0                      |
| Titik 8  | 0                      |
| Titik 9  | 0                      |
| Titik 10 | 0.1447                 |
| Titik 11 | 0                      |
| Titik 12 | 0.0463                 |
| Titik 13 | 0.0405                 |
| Titik 14 | 0.0926                 |
| Titik 15 | 0.0578                 |
| Titik 16 | 0.0578                 |
| Titik 17 | 0.0578                 |
| Titik 18 | 0.0463                 |
| Titik 19 | 0.0463                 |
| Titik 20 | 0.0463                 |
| Titik 21 | 0.0636                 |
| Titik 22 | 0.0636                 |
| Titik 23 | 0.0926                 |
| Titik 24 | 0.0578                 |
| Titik 25 | 0.0463                 |
| Titik 26 | 0.0521                 |
| Titik 27 | 0.0578                 |
| Titik 28 | 0.0578                 |
| Titik 29 | 0.0463                 |

| Titik    | Kebutuhan air (lt/det) |
|----------|------------------------|
| Titik 30 | 0.0405                 |
| Titik 32 | 0.093                  |

b. Pola pemakaian air tiap jam.

Pola pemakaian air digunakan untuk melakukan simulasi selama 24 jam, sehingga dapat diketahui fluktuasi pemakaian air tiap jamnya. Dan untuk pola pemakaian air ditunjukkan oleh tabel berikut :

Tabel 4.9 Pola pemakaian air tiap jam

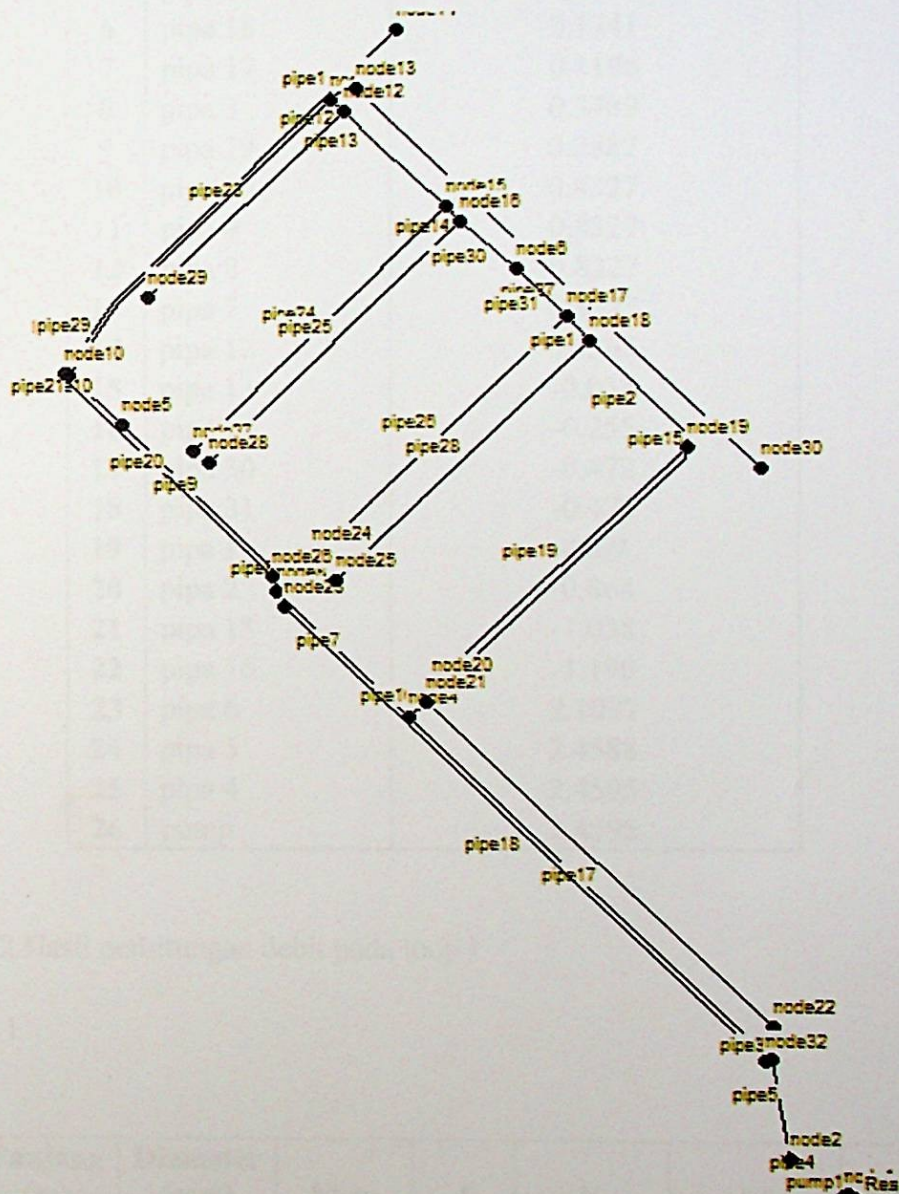
| No | Jam ke- | Faktor puncak |
|----|---------|---------------|
| 1  | 1       | 0.33          |
| 2  | 2       | 0.33          |
| 3  | 3       | 0.21          |
| 4  | 4       | 0.33          |
| 5  | 5       | 0.44          |
| 6  | 6       | 0.67          |
| 7  | 7       | 1.56          |
| 8  | 8       | 1.33          |
| 9  | 9       | 1.88          |
| 10 | 10      | 1.45          |
| 11 | 11      | 1.11          |
| 12 | 12      | 1.1           |
| 13 | 13      | 0.44          |
| 14 | 14      | 0.56          |
| 15 | 15      | 0.56          |
| 16 | 16      | 0.66          |
| 17 | 17      | 0.66          |
| 18 | 18      | 0.66          |
| 19 | 19      | 0.66          |
| 20 | 20      | 0.45          |

| No | Jam ke- | Faktor puncak |
|----|---------|---------------|
| 21 | 21      | 0.45          |
| 22 | 22      | 0.11          |
| 23 | 23      | 0.11          |
| 24 | 24      | 0.45          |

*Sumber : PT.Adhya Tirta Sriwijaya*

#### 4.4.2 Perhitungan Debit

Pada peta distribusi jaringan ini terdapat satu buah jaringan tertutup, dan untuk proses perhitungannya dimulai dari titik 11.



Gambar 4.10 Jaringan Pipa Perumahan Sukarame Gardena



Tabel 4.11 Hasil rekapitulasi perhitungan debit

| No | Pipa    | Flow (LPS) |
|----|---------|------------|
| 1  | pipa 22 | 0.1741     |
| 2  | pipa 20 | 0.0979     |
| 3  | pipa 21 | 0.544      |
| 4  | pipa 27 | 0.0761     |
| 5  | pipa 11 | 0.1522     |
| 6  | pipa 18 | 0.1741     |
| 7  | pipa 17 | 0.1196     |
| 8  | pipa 3  | 0.3489     |
| 9  | pipa 29 | 0.2887     |
| 10 | pipa 10 | 0.8327     |
| 11 | pipa 9  | 0.8327     |
| 12 | pipa 8  | 0.8327     |
| 13 | pipa 7  | 0.8327     |
| 14 | pipa 12 | 0.1365     |
| 15 | pipa 13 | -0.037     |
| 16 | pipa 14 | -0.255     |
| 17 | pipa 30 | -0.472     |
| 18 | pipa 31 | -0.472     |
| 19 | pipa 1  | -0.69      |
| 20 | pipa 2  | -0.864     |
| 21 | pipa 15 | -1.038     |
| 22 | pipa 16 | -1.190     |
| 23 | pipa 6  | 2.1097     |
| 24 | pipa 5  | 2.4588     |
| 25 | pipa 4  | 2.4595     |
| 26 | pump    | 2.4595     |

Tabel 4.12 Hasil perhitungan debit pada loop I

Iterasi ke 1

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,0761  | 0,002 | 60367    | 349,598   | 9187,86 | 0,2982 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,6201  | 0,002 | 11565,96 | 4447,3908 | 14344,1 | 0,8422 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,6201  | 0,002 | 8143,891 | 3131,5217 | 10100,1 | 0,8422 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,6201  | 0,002 | 693,4917 | 266,66422 | 860,068 | 0,8422 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,6201  | 0,002 | 6803,604 | 2616,1492 | 8437,83 | 0,8422 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | -0,0761 | 0,002 | 2723,497 | -15,77234 | 414,516 | 0,146  |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,2501 | 0,002 | 22104,07 | -1382,61  | 11056,5 | -0,028 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,4675 | 0,002 | 3264,986 | -713,5831 | 3052,76 | -0,245 |

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf           | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|--------------|---------|--------|
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,6849 | 0,002 | 11359,42 | -5328,566    | 15560,1 | -0,463 |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,6849 | 0,002 | 2589,996 | -1214,936    | 3547,78 | -0,463 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,9023 | 0,002 | 1213,776 | -988,1901    | 2190,38 | -0,68  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -1,0763 | 0,002 | 5501,9   | -6373,52     | 11843,4 | -0,854 |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -1,2503 | 0,002 | 13628,4  | -21304,6     | 34079,2 | -1,028 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -1,4025 | 0,002 | 876,6345 | -1724,345    | 2458,96 | -1,18  |
|    |         |             |               |         |       |          | -28234,8     | 127133  |        |
|    |         |             |               |         |       |          | $\Delta Q =$ | 0,22209 |        |

## Iterasi ke-2

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf           | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|--------------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,29819 | 0,002 | 60367    | 5367,5929    | 36001,4 | 0,2888 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,84219 | 0,002 | 11565,96 | 8203,5116    | 19481,4 | 0,8328 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,84219 | 0,002 | 8143,891 | 5776,3025    | 13717,4 | 0,8328 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,84219 | 0,002 | 693,4917 | 491,8801     | 1168,1  | 0,8328 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,84219 | 0,002 | 6803,604 | 4825,6632    | 11459,8 | 0,8328 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,14599 | 0,002 | 2723,497 | 58,044409    | 795,195 | 0,1366 |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,028  | 0,002 | 22104,07 | -17,34461    | 1238,36 | -0,037 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,2454 | 0,002 | 3264,986 | -196,6407    | 1602,53 | -0,255 |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,4628 | 0,002 | 11359,42 | -2433,131    | 10514,6 | -0,472 |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,4628 | 0,002 | 2589,996 | -554,7644    | 2397,36 | -0,472 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,6802 | 0,002 | 1213,776 | -561,6003    | 1651,25 | -0,69  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,8542 | 0,002 | 5501,9   | -4014,617    | 9399,58 | -0,864 |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -1,0282 | 0,002 | 13628,4  | -14408,22    | 28025,8 | -1,038 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -1,1804 | 0,002 | 876,6345 | -1221,479    | 2069,58 | -1,19  |
|    |         |             |               |         |       |          | 1315,1942    | 139522  |        |
|    |         |             |               |         |       |          | $\Delta Q =$ | -0,0094 |        |

## Iterasi ke-3

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf        | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|-----------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,28876 | 0,002 | 60367    | 5033,593  | 34863,3 | 0,2887 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,83276 | 0,002 | 11565,96 | 8020,8995 | 19263,4 | 0,8327 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,83276 | 0,002 | 8143,891 | 5647,7206 | 13563,8 | 0,8327 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,83276 | 0,002 | 693,4917 | 480,93073 | 1155,03 | 0,8327 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,83276 | 0,002 | 6803,604 | 4718,2428 | 11331,6 | 0,8327 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,13656 | 0,002 | 2723,497 | 50,790581 | 743,849 | 0,1365 |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0374 | 0,002 | 22104,07 | -30,98204 | 1655,09 | -0,037 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,2548 | 0,002 | 3264,986 | -212,0369 | 1664,09 | -0,255 |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,4722 | 0,002 | 11359,42 | -2533,255 | 10728,7 | -0,472 |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,4722 | 0,002 | 2589,996 | -577,5931 | 2446,19 | -0,472 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,6896 | 0,002 | 1213,776 | -577,2735 | 1674,13 | -0,69  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,8636 | 0,002 | 5501,9   | -4103,71  | 9503,31 | -0,864 |

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf           | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|--------------|---------|--------|
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -1,0376 | 0,002 | 13628,4  | -14673,62    | 28282,7 | -1,038 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -1,1898 | 0,002 | 876,6345 | -1241,065    | 2086,11 | -1,19  |
|    |         |             |               |         |       |          | 2,6442337    | 138961  |        |
|    |         |             |               |         |       |          | $\Delta Q =$ | -2E-05  |        |

Iterasi ke-4

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf           | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|--------------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,28874 | 0,002 | 60367    | 5032,9296    | 34861   | 0,2887 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,83274 | 0,002 | 11565,96 | 8020,5329    | 19262,9 | 0,8327 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,83274 | 0,002 | 8143,891 | 5647,4625    | 13563,5 | 0,8327 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,83274 | 0,002 | 693,4917 | 480,90875    | 1155    | 0,8327 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,83274 | 0,002 | 6803,604 | 4718,0272    | 11331,3 | 0,8327 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,13654 | 0,002 | 2723,497 | 50,776428    | 743,746 | 0,1365 |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0375 | 0,002 | 22104,07 | -31,01354    | 1655,93 | -0,037 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,2549 | 0,002 | 3264,986 | -212,0686    | 1664,21 | -0,255 |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,4723 | 0,002 | 11359,42 | -2533,459    | 10729,1 | -0,472 |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,4723 | 0,002 | 2589,996 | -577,6396    | 2446,29 | -0,472 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,6897 | 0,002 | 1213,776 | -577,3054    | 1674,18 | -0,69  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,8637 | 0,002 | 5501,9   | -4103,891    | 9503,51 | -0,864 |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -1,0377 | 0,002 | 13628,4  | -14674,16    | 28283,2 | -1,038 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -1,1899 | 0,002 | 876,6345 | -1241,105    | 2086,14 | -1,19  |
|    |         |             |               |         |       |          | 1,078E-05    | 138960  |        |
|    |         |             |               |         |       |          | $\Delta Q =$ | -8E-11  |        |

Iterasi ke-5

| No | Pipa    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Flow    | f     | K        | hf           | 2K.IQI  | Q      |
|----|---------|-------------|---------------|---------|-------|----------|--------------|---------|--------|
| 1  | pipa 29 | 865,11      | 75            | 0,28874 | 0,002 | 60367    | 5032,9296    | 34861   | 0,2887 |
| 2  | pipa 10 | 165,75      | 75            | 0,83274 | 0,002 | 11565,96 | 8020,5329    | 19262,9 | 0,8327 |
| 3  | pipa 9  | 491,81      | 100           | 0,83274 | 0,002 | 8143,891 | 5647,4625    | 13563,5 | 0,8327 |
| 4  | pipa 8  | 41,88       | 100           | 0,83274 | 0,002 | 693,4917 | 480,90875    | 1155    | 0,8327 |
| 5  | pipa 7  | 410,87      | 100           | 0,83274 | 0,002 | 6803,604 | 4718,0272    | 11331,3 | 0,8327 |
| 6  | pipa 12 | 39,03       | 75            | 0,13654 | 0,002 | 2723,497 | 50,776427    | 743,746 | 0,1365 |
| 7  | pipa 13 | 316,77      | 75            | -0,0375 | 0,002 | 22104,07 | -31,01354    | 1655,93 | -0,037 |
| 8  | pipa 14 | 46,79       | 75            | -0,2549 | 0,002 | 3264,986 | -212,0686    | 1664,21 | -0,255 |
| 9  | pipa 30 | 162,79      | 75            | -0,4723 | 0,002 | 11359,42 | -2533,459    | 10729,1 | -0,472 |
| 10 | pipa 31 | 156,41      | 100           | -0,4723 | 0,002 | 2589,996 | -577,6396    | 2446,29 | -0,472 |
| 11 | pipa 1  | 73,3        | 100           | -0,6897 | 0,002 | 1213,776 | -577,3054    | 1674,18 | -0,69  |
| 12 | pipa 2  | 332,26      | 100           | -0,8637 | 0,002 | 5501,9   | -4103,891    | 9503,51 | -0,864 |
| 13 | pipa 15 | 823,02      | 100           | -1,0377 | 0,002 | 13628,4  | -14674,16    | 28283,2 | -1,038 |
| 14 | pipa 16 | 52,94       | 100           | -1,1899 | 0,002 | 876,6345 | -1241,105    | 2086,14 | -1,19  |
|    |         |             |               |         |       |          | -4,77E-12    | 138960  |        |
|    |         |             |               |         |       |          | $\Delta Q =$ | 3,4E-17 |        |



## Contoh perhitungan pada metode manual hardy – Cross pada iterasi ke-4

## 1. Perhitungan untuk pipa 29

$$\diamond \quad H_f = KQ^2$$

$$\diamond \quad K = \frac{8 f L}{\pi^2 g D^5}$$

$$\frac{8 \times (0,002) \times (865,11)}{3,14^2 \times (9,8) \times (0,075)^5}$$

$$= 60.367$$

$$\diamond \quad H_f = KQ^2$$

$$= (60.367) \times (0,2887)^2$$

$$= 5032,929$$

$$\diamond \quad 2K \cdot |Q| = 2(60.367) |(0,2887)|$$

$$= 34861$$

$$\diamond \quad Q = f + \Delta Q$$

$$= 0,28874 + (-8 \times 10^{-11})$$

$$= 0,2887$$

## 2. Perhitungan untuk pipa 7

$$\diamond \quad H_f = KQ^2$$

$$\diamond \quad K = \frac{8 f L}{\pi^2 g D^5}$$

$$\frac{8 \times (0,002) \times (410,87)}{3,14^2 \times (9,8) \times (0,1)^5}$$

$$= 6.803,60$$

$$\diamond \quad H_f = KQ^2$$

$$= (6.803,60) \times (0,037)^2$$

$$= 31,01354$$

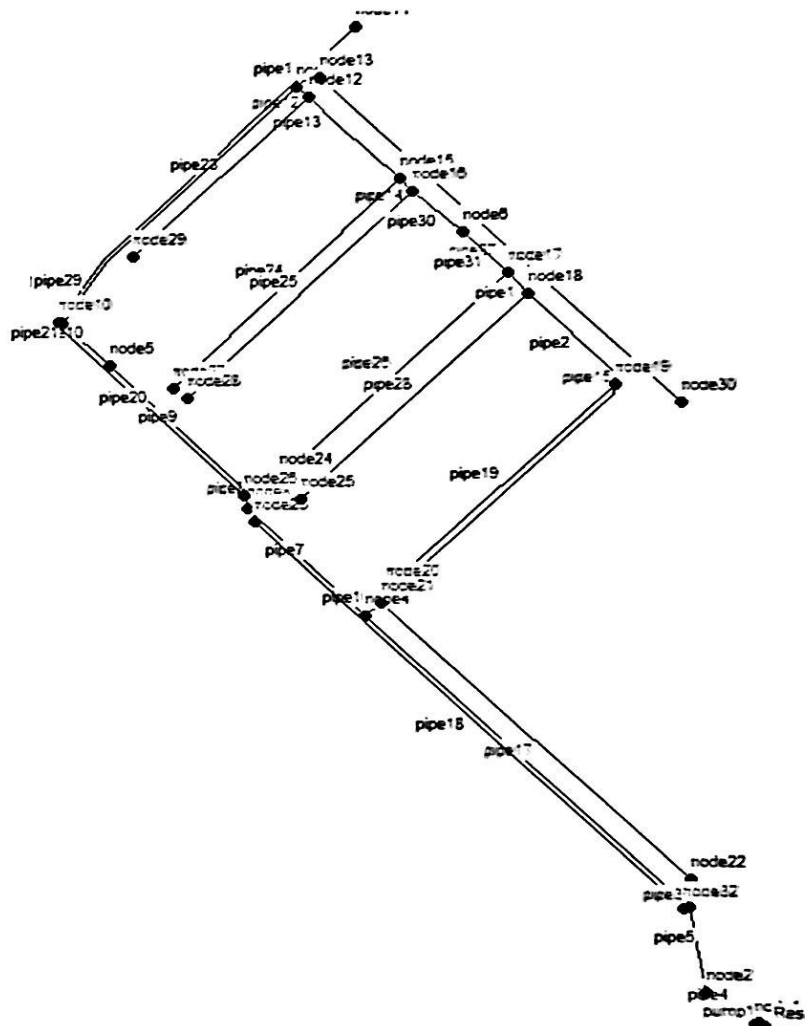
$$\diamond \quad 2K \cdot |Q| = 2(6.803,60) |(0,037)|$$

$$= 1655,93$$

$$\diamond \quad Q = f + \Delta Q$$

$$= 0,0375 + (-8 \times 10^{-11}) = 0,037$$

#### 4.4.3 Analisa Dengan Menggunakan Program EPANET 2.0



Gambar 4.11 jaringan distribusi Perumahan Sukarame Gardena

Tabel 4.13 rekapitulasi debit dengan epanet

| No | Pipa    | EPANET (lt/det) |
|----|---------|-----------------|
| 1  | pipa 1  | 0.6977          |
| 2  | pipa 2  | 0.8717          |
| 3  | pipa 3  | 0.3489          |
| 4  | pipa 4  | 24.594          |
| 5  | pipa 5  | 24.587          |
| 6  | pipa 6  | 21.097          |
| 7  | pipa 7  | 0.8248          |
| 8  | pipa 8  | 0.8248          |
| 9  | pipa 9  | 0.8248          |
| 10 | pipa 10 | 0.8248          |
| 11 | pipa 11 | 0.1523          |
| 12 | pipa 12 | 0.1284          |
| 13 | pipa 13 | 0.0457          |
| 14 | pipa 14 | 0.2630          |
| 15 | pipa 15 | 10.458          |
| 16 | pipa 16 | 12.850          |
| 17 | pipa 17 | 0.1196          |
| 18 | pipa 18 | 0.1741          |
| 19 | pipa 19 | 0.0870          |
| 20 | pipa 20 | 0.0979          |
| 21 | pipa 21 | 0.5441          |
| 22 | pipa 22 | 0.1741          |
| 23 | pipa 23 | 0.0870          |
| 24 | pipa 24 | 0.1087          |
| 25 | pipa 25 | 0.1087          |
| 26 | pipa 26 | 0.1087          |
| 27 | pipa 27 | 0.0761          |
| 28 | pipa 28 | 0.0870          |
| 29 | pipa 29 | 0.2807          |
| 30 | pipa 30 | 0.4803          |
| 31 | pipa 31 | 0.4803          |
| 32 | res     | 2.4594          |

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode hardy cross dan dengan program epanet, maka didapatkan hasil perbandingan dari kedua metode tersebut. Berikut ini merupakan hasil simulasi dengan menggunakan metode hardy – cross dan dengan menggunakan program epanet :

Tabel 4.14 Hasil simulasi dengan Epanet saat perumahan tersebut sudah seluruhnya dihuni.

| No | Pipa    | EPANET (lt/det) | Manual (lt/det) | Error (%)   |
|----|---------|-----------------|-----------------|-------------|
| 1  | pipa 1  | 0,6977          | 0,6979          | 0,000286615 |
| 2  | pipa 2  | 0,8717          | 0,8721          | 0,000458768 |
| 3  | pipa 3  | 0,3489          | 0,3489          | 0           |
| 4  | pipa 4  | 2               | 2               | 0,000040659 |
| 5  | pipa 5  | 2               | 2               | 0,000040671 |
| 6  | pipa 6  | 2               | 2               | 0           |
| 7  | pipa 7  | 0,8248          | 0,8327          | 0,009532428 |
| 8  | pipa 8  | 0,8248          | 0,8327          | 0,009532428 |
| 9  | pipa 9  | 0,8248          | 0,8327          | 0,009532428 |
| 10 | pipa 10 | 0,8248          | 0,8327          | 0,009532428 |
| 11 | pipa 11 | 0,1523          | 0,1522          | 0,000656814 |
| 12 | pipa 12 | 0,1284          | 0,1365          | 0,061155153 |
| 13 | pipa 13 | 0,0457          | 0,037           | 0,210399033 |
| 14 | pipa 14 | 0,263           | 0,255           | 0,030888031 |
| 15 | pipa 15 | 1               | 1               | 0,007486323 |
| 16 | pipa 16 | 1               | 1               | 0,076767677 |
| 17 | pipa 17 | 0,1196          | 0,1196          | 0           |
| 18 | pipa 18 | 0,1741          | 0,1741          | 0           |
| 19 | pipa 19 | 0,087           | 0,087           | 0           |
| 20 | pipa 20 | 0,0979          | 0,0979          | 0           |
| 21 | pipa 21 | 0,5441          | 0,544           | 0,000183807 |
| 22 | pipa 22 | 0,1741          | 0,1741          | 0           |
| 23 | pipa 23 | 0,087           | 0,087           | 0           |
| 24 | pipa 24 | 0,1087          | 0,1087          | 0           |
| 25 | pipa 25 | 0,1087          | 0,1087          | 0           |

| No     | Pipa    | EPANET (lt/det) | Manual (lt/det) | Error (%)   |
|--------|---------|-----------------|-----------------|-------------|
| 26     | pipa 26 | 0,1087          | 0,1087          | 0           |
| 27     | pipa 27 | 0,0761          | 0,0761          | 0           |
| 28     | pipa 28 | 0,087           | 0,087           | 0           |
| 29     | pipa 29 | 0,2807          | 0,2887          | 0,028099754 |
| 30     | pipa 30 | 0,4803          | 0,472           | 0,017431482 |
| 31     | pipa 31 | 0,4803          | 0,472           | 0,017431482 |
| 32     | res     | 2               | 2               | 0           |
| Jumlah |         |                 |                 | 0,489455981 |

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata eror} &= \frac{0,489455981}{32} \times 100\% \\ &= 1,5295\% \end{aligned}$$

#### 4.5 Pembahasan

Berdasarkan dari analisa sistem jaringan distribusi menggunakan metode analisa secara manual Hardy – Cross dan dengan menggunakan program Epanet 2.0 didapatkan hasil perhitungan dengan nilai yang tidak memiliki perbedaan yang terlalu jauh diantara kedua metode tersebut.

Hasil analisa yang dilakukan saat ini atau ketika perumahan belum seluruhnya dihuni memiliki persentase eror antara metode hardy – cross dan program epanet tidak melebihi 5%, persentase eror sebesar 1,4151 %.

Perbedaan antara hasil dari simulasi EPANET dengan hasil perhitungan debit secara manual ini dikarenakan oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Adanya pembulatan angka dibelakang koma dari simulasi EPANET dan juga pada perhitungan secara manual.
2. Kurang tepat dalam mengasumsikan debit pada masing- masing pipa, sehingga menyebabkan proses iterasi menjadi semakin banyak.
3. Proses iterasi yang kurang iteratif, sehingga menyebabkan adanya perbedaan hasil pada saat perhitungan.

Sedangkan proses simulasi atau analisa yang dilakukan dengan asumsi perumahan sudah seluruhnya dihuni memiliki persentase eror antara metode hardy – cross dan program epanet tidak melebihi 5%, persentase eror sebesar 1,5295 %.

Dari hasil simulasi dengan metode hardy-cross dan dengan menggunakan program Epanet di atas dapat dilihat bahwa selisih hasil perhitungan nilai debit tidak terlalu jauh dan tidak ada nilai debit aliran yang bernilai negatif serta nilai eror yang didapat juga tidak melebihi dari 5%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kondisi jaringan pipa perumahan sukarama gardena tersebut masih dapat melayani kebutuhan air pada saat perumahan tersebut sudah dihuni seluruhnya.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa data pada jaringan pipa air bersih di Perumahan Sukarame Gardena Palembang, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dengan jaringan pipa yang telah ada, dapat disimpulkan bahwa jaringan tersebut masih mampu melayani kebutuhan air bersih dikarenakan debit aliran pada hasil analisa dan simulasi tidak melebihi dari kapasitas terpasang.
2. Berdasarkan hasil perhitungan debit secara manual dengan menggunakan metode Pra analisa dan hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan Program EPANET tidak adanya selisih debit yang melebihi batas toleransi, persentase eror dari kedua analisis tersebut tidak melebihi 5 %. Untuk analisis jaringan saat ini sebesar 1,4151 % dan untuk analisis jaringan yang diasumsikan perumahan tersebut telah seluruhnya dihuni sebesar 1,5295 %.
3. Berdasarkan hasil perbandingan antara debit, maka permodelan jaringan pipa ini dianggap akurat untuk dilakukan proyeksi pertumbuhan jumlah pelanggan di kawasan perumahan tersebut.
4. Dari hasil simulasi jaringan pipa yang ada saat ini masih dapat memenuhi kebutuhan air bersih pelanggan di kawasan Perumahan Sukarame Gardena sampai dengan Perumahan ini sudah seluruhnya dihuni.

#### 5.2 Saran

Dalam hal ini, penyusun ingin menyampaikan saran yang mungkin bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya :

1. Sebaiknya dalam melakukan analisa dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu dengan menggunakan metode hardy – cross dan dengan menggunakan Program Epanet agar didapat hasil analisa yang akurat.
2. Dalam melakukan penelitian dengan menggunakan program komputer, hendaknya digunakan program komputer yang fiturnya lengkap agar didapat hasil yang akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

Astira, Fikri Imron, dkk, *Pedoman Pelaksanaan & Laporan Kerja Praktek dan Tugas akhir (Skripsi)*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2007

Al-amin, Baitullah M, *Prinsip Dasar Aliran Melalui Pipa*, Palembang.

Elvandari Noviana, *Analisa Perhitungan Sistem Jaringan Distribusi Penyediaan Air Bersih di Kelurahan Demang Lebar Daun Palembang Tahun 2015*, Palembang, 2006.

J. Kodoatie, Robert, *Hidrolika Terapan Pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2002

K.S.Y Klaas, Dua, *Desain Jaringan Pipa*. Penerbit CV. Mandar Maju, Bandung, 2009.

Triatmadja, Radiana, *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Beta Offset, Yogyakarta

# LAMPIRAN

| Service Number | Customer Name           | Street Name                        | Total Cons |
|----------------|-------------------------|------------------------------------|------------|
| 9501           | Pos Jaga Satpam         | Sukarame Gardena No 0              | 1          |
| 8358           | M. Edward               | Sukarame Gardena Blok A No 10      | 22         |
| 9502           | Rizky Nofita, SE        | Sukarame Gardena Blok A No 12      | 17         |
| 7968           | Ibnu Hajar              | Sukarame Gardena Blok A No 16      | 18         |
| 8359           | Sudarna Salim           | Sukarame Gardena Blok A No 18      | 21         |
| 7986           | Syamsir                 | Sukarame Gardena Blok A No 2       | 8          |
| 8119           | Tri Septi Yusnisari, SE | Sukarame Gardena Blok A No 20      | 11         |
| 7989           | Jefni Hermansyah, SP    | Sukarame Gardena Blok A No 26      | 17         |
| 7990           | Heru Bau Kusumo         | Sukarame Gardena Blok A No 28      | 10         |
| 8090           | Eha Julaiha             | Sukarame Gardena Blok A No 30      | 0          |
| 7987           | Herlambang Bin Huzairi  | Sukarame Gardena Blok A No 6       | 11         |
| 9976           | Ir. Erninton Samid      | Sukarame Gardena Blok A No 8       | 0          |
| 8121           | Elman. M                | Sukarame Gardena Blok B No 1       | 19         |
| 8092           | Apri Aldi Chan          | Sukarame Gardena Blok B No 11      | 15         |
| 7992           | dr. Isferiyanto         | Sukarame Gardena Blok B No 15      | 17         |
| 8657           | Fitriyeni               | Sukarame Gardena Blok B No 17      | 28         |
| 8041           | Solihin Bin Samubi      | Sukarame Gardena Blok B No 19      | 19         |
| 8709           | Yusma                   | Sukarame Gardena Blok B No 21 / 23 | 19         |
| 9629           | Zulkarnain, SP          | Sukarame Gardena Blok B No 27      | 18         |
| 8907           | Ferry Kiswondo          | Sukarame Gardena Blok B No 29      | 0          |
| 8906           | Eeng Novalina           | Sukarame Gardena Blok B No 3       | 0          |
| 9925           | Narendra Bayu           | Sukarame Gardena Blok B No 31      | 17         |
| 7991           | Firdaus                 | Sukarame Gardena Blok B No 5       | 16         |
| 8091           | Yudiansyah              | Sukarame Gardena Blok B No 7       | 0          |
| 8204           | Shafwat Saka Al Amiri   | Sukarame Gardena Blok B No 9       | 16         |
| 9926           | MA. Fauzi Mustofa       | Sukarame Gardena Blok C No 1       | 27         |
| 8975           | Agustina                | Sukarame Gardena Blok C No 10      | 11         |
| 8093           | Akhdad Shabriansyah     | Sukarame Gardena Blok C No 11      | 24         |
| 8658           | Charma Krishna          | Sukarame Gardena Blok C No 12      | 0          |
| 7994           | Supriyatno, SE          | Sukarame Gardena Blok C No 15      | 11         |
| 9085           | Sarja                   | Sukarame Gardena Blok C No 16      | 10         |
| 9389           | Tarnizi                 | Sukarame Gardena Blok C No 17      | 8          |
| 8867           | Iskandar                | Sukarame Gardena Blok C No 18      | 15         |
| 8974           | M. Arief Setiawan       | Sukarame Gardena Blok C No 2       | 11         |
| 8185           | M. Ali Pasaribu         | Sukarame Gardena Blok C No 3       | 9          |
| 7993           | Novarina                | Sukarame Gardena Blok C No 5       | 17         |
| 8666           | Gunawan Wijaya          | Sukarame Gardena Blok C No 6       | 22         |
| 8122           | Rusdi, SE               | Sukarame Gardena Blok C No 7       | 27         |
| 8186           | H. Zuardi               | Sukarame Gardena Blok C No 8       | 0          |
| 8016           | Zuhara Binti Hayun      | Sukarame Gardena Blok C No 9       | 19         |
| 10614          | Jonadi                  | Sukarame Gardena Blok D No 1       | 17         |
| 10510          | Sanizar                 | Sukarame Gardena Blok D No 3       | 22         |
| 11328          | Sahala Siahaan          | Sukarame Gardena Blok D No 5       | 21         |
| 10230          | H. Sugki Samawi         | Sukarame Gardena Blok D No 7 / 9   | 24         |
| 10962          | Rico Satria Adipradana  | Sukarame Gardena Blok E No 1       | 20         |



Month of January 2012

| Service Number | Customer Name        | Street Name                        | Total Cons |
|----------------|----------------------|------------------------------------|------------|
| 6659           | Amansyah Perkasa     | Sukarame Gardena Blok E No 11      | 21         |
| 11190          | Sunny                | Sukarame Gardena Blok E No 15      | 29         |
| 9503           | Rika Febrianti       | Sukarame Gardena Blok E No 17      | 2          |
| 11015          | Rio Oktavian         | Sukarame Gardena Blok E No 3       | 15         |
| 6632           | Suadi                | Sukarame Gardena Blok E No 5       | 21         |
| 9390           | Adrul Taufik, S.Pd   | Sukarame Gardena Blok E No 9       | 27         |
| 9990           | Yulistrian           | Sukarame Gardena Blok F No 10      | 15         |
| 9504           | Steven               | Sukarame Gardena Blok F No 11      | 23         |
| 9505           | M. Ahmad             | Sukarame Gardena Blok F No 12      | 20         |
| 9261           | Stefanus Yulius      | Sukarame Gardena Blok F No 15      | 20         |
| 10963          | Achmadi              | Sukarame Gardena Blok F No 16      | 4          |
| 8833           | Hendry Tho           | Sukarame Gardena Blok F No 17      | 13         |
| 10346          | M. Soleh             | Sukarame Gardena Blok F No 18      | 4          |
| 9391           | Darwin Effendi       | Sukarame Gardena Blok F No 2       | 8          |
| 9821           | Shela Oktarina       | Sukarame Gardena Blok F No 20      | 24         |
| 8976           | Suwandi Effendi      | Sukarame Gardena Blok F No 5       | 15         |
| 8977           | Rasim                | Sukarame Gardena Blok F No 6       | 20         |
| 10345          | Sri Lestari          | Sukarame Gardena Blok F No 7       | 9          |
| 9977           | Hermanto             | Sukarame Gardena Blok F No 8       | 18         |
| 9630           | M. Ahmad             | Sukarame Gardena Blok F No 9       | 7          |
| 10231          | Asiana               | Sukarame Gardena Blok G No 1       | 15         |
| 8207           | Sunarto              | Sukarame Gardena Blok G No 11      | 10         |
| 8685           | Rody Jurmono         | Sukarame Gardena Blok G No 15      | 5          |
| 8360           | Masdalena            | Sukarame Gardena Blok G No 17      | 28         |
| 8205           | Sanarisa Asmara      | Sukarame Gardena Blok G No 3/5     | 19         |
| 7995           | Dian Fauzen          | Sukarame Gardena Blok G No 7       | 16         |
| 8206           | Tri Hartono          | Sukarame Gardena Blok G No 9       | 23         |
| 8660           | Bonny Senoaji        | Sukarame Gardena Blok H No 1       | 12         |
| 8835           | Terry Kurniadi       | Sukarame Gardena Blok H No 10      | 4          |
| 10348          | Iwan                 | Sukarame Gardena Blok H No 11      | 0          |
| 8095           | Jon Medi             | Sukarame Gardena Blok H No 12      | 14         |
| 8208           | Santriyanto          | Sukarame Gardena Blok H No 15      | 27         |
| 8188           | Herlita              | Sukarame Gardena Blok H No 16      | 22         |
| 9020           | Febriani             | Sukarame Gardena Blok H No 17      | 12         |
| 8209           | Anir Mahmud          | Sukarame Gardena Blok H No 18      | 12         |
| 8906           | Gunawan              | Sukarame Gardena Blok H No 19      | 24         |
| 8361           | Endang Saputra       | Sukarame Gardena Blok H No 2       | 17         |
| 7997           | Umi Kalsum           | Sukarame Gardena Blok H No 20      | 4          |
| 8169           | Cahyo Haryadi, Ak    | Sukarame Gardena Blok H No 21 / 23 | 7          |
| 8042           | Windi Dini Putra, SH | Sukarame Gardena Blok H No 3       | 24         |
| 8187           | Akanil               | Sukarame Gardena Blok H No 5       | 22         |
| 7996           | Iskandar Mitza       | Sukarame Gardena Blok H No 6       | 19         |
| 8834           | Hafni, S.Kom         | Sukarame Gardena Blok H No 7       | 25         |
| 8094           | Freddi               | Sukarame Gardena Blok H No 8       | 6          |
| 10347          | Abiansyah            | Sukarame Gardena Blok H No 9       | 17         |

Month of January 2012

| Service Number | Customer Name          | Street Name                   | Total Cons |
|----------------|------------------------|-------------------------------|------------|
| 8043           | Setiawan Makmur        | Sukarame Gardena Blok I No 1  | 26         |
| 8910           | Ambrasius Dandung      | Sukarame Gardena Blok I No 11 | 8          |
| 8911           | Nursalam Sitorus       | Sukarame Gardena Blok I No 15 | 27         |
| 9927           | Bambang Supriyadi      | Sukarame Gardena Blok I No 17 | 14         |
| 8362           | Yan Falthoni           | Sukarame Gardena Blok I No 19 | 24         |
| 8191           | Hasan                  | Sukarame Gardena Blok I No 21 | 9          |
| 8978           | Marisa Dora            | Sukarame Gardena Blok I No 23 | 21         |
| 9822           | Joy Hipde Leonardo, HT | Sukarame Gardena Blok I No 25 | 27         |
| 9981           | Salakhudin             | Sukarame Gardena Blok I No 27 | 0          |
| 8979           | Vira Dian Virginia     | Sukarame Gardena Blok I No 29 | 23         |
| 8909           | Irfan Helly            | Sukarame Gardena Blok I No 3  | 15         |
| 8210           | Riska Adrian           | Sukarame Gardena Blok I No 31 | 16         |
| 7998           | Rizki Tri Kusuma       | Sukarame Gardena Blok I No 5  | 4          |
| 8888           | Hendy Alvianji         | Sukarame Gardena Blok I No 7  | 0          |
| 8190           | Dra. Indayati          | Sukarame Gardena Blok I No 9  | 5          |
|                | Grand Total            | 105 Customer                  | 1553       |

Month of Februari 2012

| Service Number | Customer Name           | Street Name                        | Total Cons |
|----------------|-------------------------|------------------------------------|------------|
| 9501           | Pos Jaga Satpam         | Sukarame Gardena No 0              | 2          |
| 8358           | M. Edward               | Sukarame Gardena Blok A No 10      | 12         |
| 9502           | Rizky Nofita, SE        | Sukarame Gardena Blok A No 12      | 19         |
| 7988           | Ibnu Hajar              | Sukarame Gardena Blok A No 16      | 16         |
| 8359           | Sudarma Salim           | Sukarame Gardena Blok A No 18      | 24         |
| 7986           | Syamsir                 | Sukarame Gardena Blok A No 2       | 5          |
| 8119           | Tri Septi Yusnisari, SE | Sukarame Gardena Blok A No 20      | 4          |
| 7989           | Jefri Hermansyah, SP    | Sukarame Gardena Blok A No 26      | 6          |
| 7990           | Heru Bau Kusumo         | Sukarame Gardena Blok A No 28      | 5          |
| 8090           | Eha Julaiha             | Sukarame Gardena Blok A No 30      | 11         |
| 7987           | Herlambang Bin Huzaini  | Sukarame Gardena Blok A No 6       | 11         |
| 9976           | Ir. Erminton Samid      | Sukarame Gardena Blok A No 8       | 0          |
| 8121           | Elman. M                | Sukarame Gardena Blok B No 1       | 16         |
| 8092           | Apri Aldi Chan          | Sukarame Gardena Blok B No 11      | 11         |
| 7992           | dr. Isferiyanto         | Sukarame Gardena Blok B No 15      | 12         |
| 8657           | Fitriyeni               | Sukarame Gardena Blok B No 17      | 26         |
| 8041           | Solihin Bin Sarnubi     | Sukarame Gardena Blok B No 19      | 21         |
| 8709           | Yusma                   | Sukarame Gardena Blok B No 21 / 23 | 17         |
| 9629           | Zulkarnain, SP          | Sukarame Gardena Blok B No 27      | 14         |
| 8907           | Ferry Kiswondo          | Sukarame Gardena Blok B No 29      | 0          |
| 8906           | Eeng Novalina           | Sukarame Gardena Blok B No 3       | 14         |
| 9925           | Narendra Bayu           | Sukarame Gardena Blok B No 31      | 12         |
| 7991           | Firdaus                 | Sukarame Gardena Blok B No 5       | 24         |
| 8091           | Yudiansyah              | Sukarame Gardena Blok B No 7       | 0          |
| 8204           | Shafwat Saka Al Amini   | Sukarame Gardena Blok B No 9       | 8          |
| 9926           | MA. Fauzi Mustofa       | Sukarame Gardena Blok C No 1       | 25         |
| 8975           | Agustina                | Sukarame Gardena Blok C No 10      | 9          |
| 8093           | Akhmad Shabriansyah     | Sukarame Gardena Blok C No 11      | 17         |
| 8658           | Charma Krishna          | Sukarame Gardena Blok C No 12      | 14         |
| 7994           | Supriyatno, SE          | Sukarame Gardena Blok C No 15      | 9          |
| 9085           | Sarja                   | Sukarame Gardena Blok C No 16      | 12         |
| 9389           | Tarmizi                 | Sukarame Gardena Blok C No 17      | 4          |
| 8867           | Iskandar                | Sukarame Gardena Blok C No 18      | 12         |
| 8974           | M. Arief Setiawan       | Sukarame Gardena Blok C No 2       | 12         |
| 6185           | M. Ali Pasaribu         | Sukarame Gardena Blok C No 3       | 17         |
| 7993           | Novarina                | Sukarame Gardena Blok C No 5       | 26         |
| 8666           | Gunawan Wijaya          | Sukarame Gardena Blok C No 6       | 22         |
| 8122           | Rusdi, SE               | Sukarame Gardena Blok C No 7       | 16         |
| 6186           | H. Zuardi               | Sukarame Gardena Blok C No 8       | 0          |
| 8016           | Zuhana Binti Hayun      | Sukarame Gardena Blok C No 9       | 14         |
| 10614          | Jonadi                  | Sukarame Gardena Blok D No 1       | 14         |
| 10510          | Sanizar                 | Sukarame Gardena Blok D No 3       | 22         |
| 11328          | Sahala Siahaan          | Sukarame Gardena Blok D No 5       | 17         |
| 10230          | H. Sugki Sarnawi        | Sukarame Gardena Blok D No 7 / 9   | 20         |
| 10962          | Rico Satria Adipradana  | Sukarame Gardena Blok E No 1       | 4          |

| Service Number | Customer Name        | Street Name                        | Total Cons |
|----------------|----------------------|------------------------------------|------------|
| 6059           | Armansyah Perkasa    | Sukarame Gardena Blok E No 11      | 19         |
| 11190          | Sonny                | Sukarame Gardena Blok E No 15      | 24         |
| 9503           | Rika Febrianti       | Sukarame Gardena Blok E No 17      | 3          |
| 11015          | Rio Oktavian         | Sukarame Gardena Blok E No 3       | 21         |
| 6632           | Suradi               | Sukarame Gardena Blok E No 5       | 20         |
| 9390           | Adrul Taufik, S.Pd   | Sukarame Gardena Blok E No 9       | 17         |
| 9900           | Yulistrian           | Sukarame Gardena Blok F No 10      | 21         |
| 9504           | Steven               | Sukarame Gardena Blok F No 11      | 20         |
| 9505           | M. Ahmad             | Sukarame Gardena Blok F No 12      | 20         |
| 9261           | Stefanus Yulius      | Sukarame Gardena Blok F No 15      | 20         |
| 10963          | Achmadi              | Sukarame Gardena Blok F No 16      | 1          |
| 8833           | Hendry Tho           | Sukarame Gardena Blok F No 17      | 11         |
| 10346          | M. Soleh             | Sukarame Gardena Blok F No 18      | 7          |
| 9391           | Darwin Effendi       | Sukarame Gardena Blok F No 2       | 16         |
| 9821           | Shela Oktarina       | Sukarame Gardena Blok F No 20      | 28         |
| 8976           | Suwandi Effendi      | Sukarame Gardena Blok F No 5       | 10         |
| 8977           | Rasim                | Sukarame Gardena Blok F No 6       | 23         |
| 10345          | Sri Lestari          | Sukarame Gardena Blok F No 7       | 14         |
| 9977           | Hermanto             | Sukarame Gardena Blok F No 8       | 15         |
| 9630           | M. Ahmad             | Sukarame Gardena Blok F No 9       | 8          |
| 10231          | Asiana               | Sukarame Gardena Blok G No 1       | 15         |
| 8207           | Sunarto              | Sukarame Gardena Blok G No 11      | 10         |
| 8685           | Redy Jurmono         | Sukarame Gardena Blok G No 15      | 25         |
| 8360           | Masdalena            | Sukarame Gardena Blok G No 17      | 25         |
| 8205           | Sanarisa Asmara      | Sukarame Gardena Blok G No 3/5     | 24         |
| 7995           | Dian Fauzen          | Sukarame Gardena Blok G No 7       | 9          |
| 8206           | Tri Hartono          | Sukarame Gardena Blok G No 9       | 20         |
| 8660           | Bonny Senoaji        | Sukarame Gardena Blok H No 1       | 14         |
| 8835           | Terry Kurniadi       | Sukarame Gardena Blok H No 10      | 9          |
| 10348          | Iwan                 | Sukarame Gardena Blok H No 11      | 13         |
| 8095           | Jon Medi             | Sukarame Gardena Blok H No 12      | 13         |
| 8208           | Santriyanto          | Sukarame Gardena Blok H No 15      | 21         |
| 8188           | Herlita              | Sukarame Gardena Blok H No 16      | 18         |
| 9020           | Febriani             | Sukarame Gardena Blok H No 17      | 11         |
| 8209           | Amir Mahmud          | Sukarame Gardena Blok H No 18      | 10         |
| 8908           | Gunawan              | Sukarame Gardena Blok H No 19      | 22         |
| 8361           | Endang Saputra       | Sukarame Gardena Blok H No 2       | 13         |
| 7997           | Unti Kalsum          | Sukarame Gardena Blok H No 20      | 4          |
| 8189           | Cahyo Haryadi, Ak    | Sukarame Gardena Blok H No 21 / 23 | 4          |
| 8042           | Windi Dini Putra, SH | Sukarame Gardena Blok H No 3       | 17         |
| 8187           | Arkamil              | Sukarame Gardena Blok H No 5       | 21         |
| 7996           | Iskandar Mirza       | Sukarame Gardena Blok H No 6       | 14         |
| 8834           | Hafni, S.Kom         | Sukarame Gardena Blok H No 7       | 15         |
| 8094           | Freddi               | Sukarame Gardena Blok H No 8       | 8          |
| 10347          | Arbiansyah           | Sukarame Gardena Blok H No 9       | 21         |



Month of Februari 2012

| Service Number | Customer Name          | Street Name                   | Total Cons |
|----------------|------------------------|-------------------------------|------------|
| 6043           | Setiawan Makmur        | Sukarame Gardena Blok I No 1  | 17         |
| 6910           | Ambrasius Dandung      | Sukarame Gardena Blok I No 11 | 10         |
| 6911           | Nursalam Sitorus       | Sukarame Gardena Blok I No 15 | 14         |
| 9927           | Bambang Supriyadi      | Sukarame Gardena Blok I No 17 | 7          |
| 6362           | Yan Fathoni            | Sukarame Gardena Blok I No 19 | 21         |
| 8191           | Hasan                  | Sukarame Gardena Blok I No 21 | 6          |
| 8978           | Marisa Dora            | Sukarame Gardena Blok I No 23 | 14         |
| 9822           | Joy Hipde Leonardo, HT | Sukarame Gardena Blok I No 25 | 22         |
| 9981           | Salakhudin             | Sukarame Gardena Blok I No 27 | 0          |
| 8979           | Vira Dian Virginia     | Sukarame Gardena Blok I No 29 | 9          |
| 8909           | Irfan Helly            | Sukarame Gardena Blok I No 3  | 11         |
| 8210           | Riska Adrian           | Sukarame Gardena Blok I No 31 | 11         |
| 7998           | Rizki Tri Kusuma       | Sukarame Gardena Blok I No 5  | 6          |
| 8888           | Hendy Alwanji          | Sukarame Gardena Blok I No 7  | 0          |
| 8190           | Dra. Indayati          | Sukarame Gardena Blok I No 9  | 2          |
|                | Grand Total            | 105 Customer                  | 1420       |

Month of March 2012

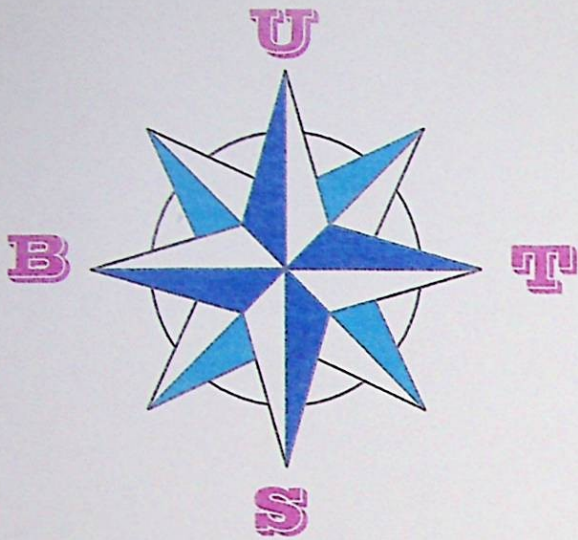
| Service Number | Customer Name           | Street Name                        | Total Cons |
|----------------|-------------------------|------------------------------------|------------|
| 9501           | Pos Jaga Satpam         | Sukarame Gardena No 0              | 2          |
| 8356           | M. Edward               | Sukarame Gardena Blok A No 10      | 8          |
| 9502           | Rizky Nofita, SE        | Sukarame Gardena Blok A No 12      | 10         |
| 7968           | Ibitu Hajai             | Sukarame Gardena Blok A No 16      | 7          |
| 8359           | Sudarma Salim           | Sukarame Gardena Blok A No 18      | 6          |
| 7986           | Syamsir                 | Sukarame Gardena Blok A No 2       | 6          |
| 8119           | Tri Septi Yurnisari, SE | Sukarame Gardena Blok A No 20      | 2          |
| 7989           | Jofni Hermansyah, SP    | Sukarame Gardena Blok A No 26      | 2          |
| 7990           | Heru Bau Kusumo         | Sukarame Gardena Blok A No 28      | 6          |
| 8090           | Eha Julaiha             | Sukarame Gardena Blok A No 30      | 0          |
| 7987           | Herlambang Bin Huzairi  | Sukarame Gardena Blok A No 6       | 3          |
| 8976           | Ir. Erminton Samid      | Sukarame Gardena Blok A No 8       | 0          |
| 8121           | Elman. M                | Sukarame Gardena Blok B No 1       | 13         |
| 8092           | Apri Aldi Chan          | Sukarame Gardena Blok B No 11      | 4          |
| 7992           | dr. Isferiyanto         | Sukarame Gardena Blok B No 15      | 5          |
| 8657           | Fitriyeni               | Sukarame Gardena Blok B No 17      | 8          |
| 8041           | Solihin Bin Samubi      | Sukarame Gardena Blok B No 19      | 5          |
| 8709           | Yusma                   | Sukarame Gardena Blok B No 21 / 23 | 9          |
| 9629           | Zulkarnain, SP          | Sukarame Gardena Blok B No 27      | 19         |
| 8907           | Ferry Kiswondo          | Sukarame Gardena Blok B No 29      | 0          |
| 8906           | Eeng Novalina           | Sukarame Gardena Blok B No 3       | 3          |
| 9925           | Narendra Bayu           | Sukarame Gardena Blok B No 31      | 0          |
| 7991           | Firdaus                 | Sukarame Gardena Blok B No 5       | 4          |
| 8091           | Yudiansyah              | Sukarame Gardena Blok B No 7       | 0          |
| 8204           | Shafwat Saka Al Amiri   | Sukarame Gardena Blok B No 9       | 4          |
| 9926           | MA. Fauzi Mustofa       | Sukarame Gardena Blok C No 1       | 20         |
| 8975           | Agustina                | Sukarame Gardena Blok C No 10      | 6          |
| 8093           | Akhmad Shabriansyah     | Sukarame Gardena Blok C No 11      | 14         |
| 8658           | Charma Krishna          | Sukarame Gardena Blok C No 12      | 0          |
| 7994           | Supriatno, SE           | Sukarame Gardena Blok C No 15      | 9          |
| 9085           | Sarja                   | Sukarame Gardena Blok C No 16      | 4          |
| 9389           | Tamizi                  | Sukarame Gardena Blok C No 17      | 3          |
| 8887           | Iskandar                | Sukarame Gardena Blok C No 18      | 11         |
| 8974           | M. Arief Seliawan       | Sukarame Gardena Blok C No 2       | 9          |
| 8185           | M. Ali Pasaribu         | Sukarame Gardena Blok C No 3       | 6          |
| 7993           | Novarina                | Sukarame Gardena Blok C No 5       | 19         |
| 8886           | Gunawan Wijaya          | Sukarame Gardena Blok C No 6       | 22         |
| 8122           | Rusdi, SE               | Sukarame Gardena Blok C No 7       | 20         |
| 8186           | H. Zuardi               | Sukarame Gardena Blok C No 8       | 0          |
| 8018           | Zuhana Binti Hayun      | Sukarame Gardena Blok C No 9       | 7          |
| 10614          | Jonadi                  | Sukarame Gardena Blok D No 1       | 0          |
| 10510          | Sanizar                 | Sukarame Gardena Blok D No 3       | 19         |
| 11328          | Sahala Siahaan          | Sukarame Gardena Blok D No 5       | 10         |
| 10230          | H. Sugki Sarnawi        | Sukarame Gardena Blok D No 7 / 9   | 4          |
| 10962          | Rico Satria Adipradana  | Sukarame Gardena Blok E No 1       | 1          |

| Service Number | Customer Name        | Street Name                        | Total Cons |
|----------------|----------------------|------------------------------------|------------|
| 6659           | Annansyah Perkasa    | Sukarame Gardena Blok E No 11      | 0          |
| 11190          | Sonny                | Sukarame Gardena Blok E No 15      | 10         |
| 9503           | Rika Febrianti       | Sukarame Gardena Blok E No 17      | 1          |
| 11015          | Rio Oktavian         | Sukarame Gardena Blok E No 3       | 13         |
| 6632           | Suradi               | Sukarame Gardena Blok E No 5       | 16         |
| 9390           | Adrul Taufik, S.Pd   | Sukarame Gardena Blok E No 9       | 14         |
| 9980           | Yulistrian           | Sukarame Gardena Blok F No 10      | 5          |
| 9504           | Steven               | Sukarame Gardena Blok F No 11      | 15         |
| 9505           | M. Ahmad             | Sukarame Gardena Blok F No 12      | 10         |
| 9261           | Stefanus Yulius      | Sukarame Gardena Blok F No 15      | 20         |
| 10903          | Achmadi              | Sukarame Gardena Blok F No 16      | 7          |
| 8833           | Hendry Tho           | Sukarame Gardena Blok F No 17      | 7          |
| 10346          | M. Soleh             | Sukarame Gardena Blok F No 18      | 7          |
| 9391           | Darwin Effendi       | Sukarame Gardena Blok F No 2       | 5          |
| 9821           | Shela Oktarina       | Sukarame Gardena Blok F No 20      | 14         |
| 8976           | Suwandi Effendi      | Sukarame Gardena Blok F No 5       | 11         |
| 8977           | Rasim                | Sukarame Gardena Blok F No 6       | 17         |
| 10345          | Sri Lestari          | Sukarame Gardena Blok F No 7       | 3          |
| 9977           | Hermanto             | Sukarame Gardena Blok F No 8       | 9          |
| 9030           | M. Ahmad             | Sukarame Gardena Blok F No 9       | 4          |
| 10231          | Asiana               | Sukarame Gardena Blok G No 1       | 15         |
| 8207           | Sunarto              | Sukarame Gardena Blok G No 11      | 10         |
| 8685           | Redy Jurmono         | Sukarame Gardena Blok G No 15      | 10         |
| 8380           | Masdalena            | Sukarame Gardena Blok G No 17      | 20         |
| 8205           | Sanarisa Asmara      | Sukarame Gardena Blok G No 3/5     | 18         |
| 7995           | Dian Fauzen          | Sukarame Gardena Blok G No 7       | 13         |
| 8206           | Tri Hartono          | Sukarame Gardena Blok G No 9       | 20         |
| 8660           | Bonny Senoaji        | Sukarame Gardena Blok H No 1       | 8          |
| 8835           | Terry Kurniadi       | Sukarame Gardena Blok H No 10      | 10         |
| 10348          | Iwan                 | Sukarame Gardena Blok H No 11      | 9          |
| 8095           | Jon Medi             | Sukarame Gardena Blok H No 12      | 4          |
| 8208           | Santriyanto          | Sukarame Gardena Blok H No 15      | 11         |
| 8188           | Hérlita              | Sukarame Gardena Blok H No 16      | 10         |
| 9020           | Febriani             | Sukarame Gardena Blok H No 17      | 6          |
| 6209           | Amir Mahmud          | Sukarame Gardena Blok H No 18      | 8          |
| 6908           | Gunawan              | Sukarame Gardena Blok H No 19      | 10         |
| 6301           | Endang Saputra       | Sukarame Gardena Blok H No 2       | 7          |
| 7997           | Umi Kalsum           | Sukarame Gardena Blok H No 20      | 4          |
| 6189           | Cahyo Hariyadi, Ak   | Sukarame Gardena Blok H No 21 / 23 | 12         |
| 6042           | Windi Dini Putra, SH | Sukarame Gardena Blok H No 3       | 11         |
| 6187           | Arkamil              | Sukarame Gardena Blok H No 5       | 16         |
| 7996           | Iskandar Mirza       | Sukarame Gardena Blok H No 6       | 21         |
| 6634           | Hafni, S.Kom         | Sukarame Gardena Blok H No 7       | 5          |
| 6094           | Freddi               | Sukarame Gardena Blok H No 8       | 9          |
| 10347          | Arbiansyah           | Sukarame Gardena Blok H No 9       | 22         |

| Service Number | Customer Name          | Street Name                   | Total Cons |
|----------------|------------------------|-------------------------------|------------|
| 8043           | Setiawan Makmur        | Sukarame Gardena Blok I No 1  | 11         |
| 8910           | Ambrasius Dandung      | Sukarame Gardena Blok I No 11 | 10         |
| 8911           | Nursalam Sitorus       | Sukarame Gardena Blok I No 15 | 8          |
| 9927           | Bambang Supriyadi      | Sukarame Gardena Blok I No 17 | 7          |
| 8362           | Yan Fathoni            | Sukarame Gardena Blok I No 19 | 13         |
| 8191           | Hasan                  | Sukarame Gardena Blok I No 21 | 10         |
| 8978           | Marisa Dora            | Sukarame Gardena Blok I No 23 | 10         |
| 9822           | Joy Hipde Leonardo, HT | Sukarame Gardena Blok I No 25 | 24         |
| 9981           | Salakhudin             | Sukarame Gardena Blok I No 27 | 0          |
| 8979           | Vira Dian Virginia     | Sukarame Gardena Blok I No 29 | 10         |
| 8909           | Irfan Helly            | Sukarame Gardena Blok I No 3  | 9          |
| 8210           | Riska Adrian           | Sukarame Gardena Blok I No 31 | 3          |
| 7998           | Rizki Tri Kusuma       | Sukarame Gardena Blok I No 5  | 1          |
| 8868           | Hendy Alvianji         | Sukarame Gardena Blok I No 7  | 1          |
| 8190           | Dra. Indayati          | Sukarame Gardena Blok I No 9  | 2          |
|                | Grand Total            | 105 Customer                  |            |

906





Pemilik :



PT. Adhya Tirta Sriwijaya

Judul Gambar :

Pipa Distribusi Sukarame  
Gardena

Keterangan :

Total SR : 120 Unit

— Pipa Ø 50 mm

— Pipa Ø 75 mm

— Pipa Ø 100 mm

— Pipa Ø 150 mm

Pipa Ø 50 mm , L = 950 m

Pipa Ø 75 mm , L = 150 m

Pipa Ø 100 mm , L = 390 m

Pipa Ø 150 mm , L = 366 m

Revisi :

Instalatur ; Surapati

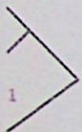
Dipasang : 25 April 2007

Digambar

Arpiansah

Diperiksa / disetujui :

Urip. N. Anwar. ST







Saluran Air





**KARTU ASISTENSI**

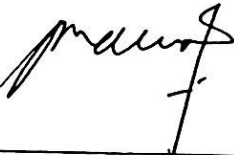



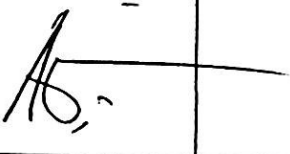



**NAMA** : MIRDA AULIA  
**NIM** : 53071001086  
**DOSEN PEMBIMBING** : Ir. HELMI HAKI, MT  
**TUGAS** : LAPORAN TUGAS AKHIR

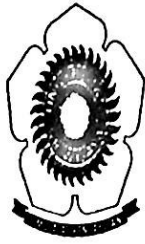
| No. | TANGGAL     | KETERANGAN   | PARAF DOSEN |
|-----|-------------|--|-------------|
| 1.  | 26 JAN 2012 | Program Eva ut tdd<br>Usoan parti dg<br>Hendi Cross saja<br>lyntam                             |             |
|     | 31/1 2012.  | lyntam dg partit.<br>of lynt partumbuhan pdk   |             |
|     | 2/2 2012.   | Buat perhitungann<br>dg Hendi Cross dan  |             |
|     | 3/2 2012.   | Perhit. Hk node -"-  |             |
|     | 20/3 2012.  | Perhit lynt, loop<br>best  |             |
|     | 22/3 2012.  | check Silensi antara.<br>Manual & Eva ut. mas<br>←← 10 20.<br>lyntam & Buat Manual perhit 1000 |             |
|     | 24/3 2012   | dan 11' 14' + 11'  |             |

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MIRDA AULIA  
 NIM : 53071001086  
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
 JUDUL : ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH  
 PERUMAHAN SUKARAME GARDENA  
 PALEMBANG  
 DOSEN PEMBIMBING : Ir. Helmi Haki, MT

| No | Tanggapan / Saran   | Tandatangan & Nama Dosen (Sidang)  | Tandatangan & Nama Dosen (Revisi)   |
|----|---|--|---|
| 1. | - Hitungan diperbaiki<br>- Tata cara penulisan<br>- Kesimpulannya diperbaiki<br>- Analisis diperbaiki |    |  |
| 2. | Ukuran air bersih, rumah:<br>Kapasitas rumah. (pembaca)   |    |  |
| 3. | Tujuan nya dan kesimpulan<br>pulang nya harus satu<br>kesatuan yg sama                                |    |   |
| 4. | * Revisi pd tabel 4.14 berupa nilai<br>absolut. !!<br>* Sumber / penerbit pd gambar !!                |    |  |
|    | Revisi & Perbaikan<br>M 16/5 2012   | Ketua Jurusan<br><br>Ir. H. Yakni Idris M.SC., MSCE<br>NIP. 195812111987031002 |   |



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Inderalaya (30662)

Telp. 0711580139-0711580062 Fax. 580139

---

**SURAT KETERANGAN SELESAI REVISI**

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Penguji Tugas Akhir menerangkan bahwa mahasiswa/i berikut :

NAMA : MIRDA AULIA

NIM : 53071001086

JUDUL : ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH  
PERUMAHAN SUKARAME GARDENA PALEMBANG

SIDANG : 05 APRIL 2012

Adalah benar telah menyelesaikan Tugas Akhir dan telah menyelesaikan perbaikan/revisi tugas akhir. Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Mei 2012

Dosen Penguji I,


Dosen Penguji II,

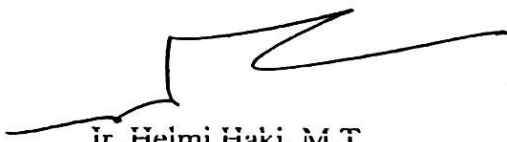
Ir. H. Arifin Daud, M.T.  
NIP. 195502121979031001

  
Dr. Ir. Dinar DA Putranto, M.SPS.  
NIP. 196006301986071004

Dosen Penguji III,

Pembimbing Utama,

  
Febrina Hadinata, S.T, M.T.  
NIP. 198102252003121002

  
Ir. Helmi Haki, M.T  
NIP. 196107031991021001



S PERPUSTAKAAN UNSRI  
628 307

INVENTARIS :143514

PENYUSUN :Mirda Aulia

Tahun 2012 Analisis Sistem Distribusi

Air Bersih Perumahan Sukarame

| TGL.<br>KEMBALI | NAMA/NRP/NIP | PARAF |
|-----------------|--------------|-------|
|                 |              |       |
|                 |              |       |
|                 |              |       |

S 143514  
628 307  
Mir Mirda Aulia  
a a Analisis Sistem Distribusi Air Bersih  
2012 Perumahan Sukarame Gardena  
Palembang