

**OPTIMASI DISTRIBUSI JARINGAN AIR BERSIH
MENGUNAKAN ALGORITMA PRIM'S DAN DJIKSTRA**

(Studi Kasus : Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan)

SKRIPSI

**“Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Srata
Satu Pogram Studi Matematika”**



Wifqy Inayatul Ilahy
18442011001

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL-GHAZALI CILACAP
CILACAP
2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wifqy Inayatul Ilahy
NIM : 18442011001
Jenjang : Srata Satu (S1)
Fakultas : Matematika dan Ilmu Komputer
Program Studi : Matematika

Judul : Optimasi Distribusi Jaringan Air Bersih Menggunakan Algoritma Prim's dan Djikstra (Studi Kasus : Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan)

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan skripsi ini adalah hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan kepada pihak manapun. Sumber informasi yang dikutip dalam skripsi ini telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Cilacap, 17 Juni 2023


Wifqy Inayatul Ilahy
NIM 18442011001

57 OPTIMASI DISTRIBUSI JARINGAN AIR BERSIH
MENGUNAKAN ALGORITMA PRIM'S DAN DIJKSTRA (Studi
Kasus Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan); Wifay
Inayatul Ilahy; 18442011001

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	2%
2	123dok.com Internet Source	2%
3	repository.uinsu.ac.id Internet Source	1%
4	simki.unpkediri.ac.id Internet Source	1%
5	ejurnal.uij.ac.id Internet Source	<1%
6	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	<1%
7	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1%
8	www.scribd.com Internet Source	<1%

51

www.pekerjadata.com
Internet Source

<1 %

52

etheses.uin-malang.ac.id
Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches On



PENGESAHAN

Skripsi Saudari
Nama : Wifqy Inayatul Ilahy
NIM : 18442011001
Fakultas/Prodi : MIKOM/ Matematika
Judul : Optimasi Distribusi Jaringan Air Bersih Menggunakan
Algoritma Prim's dan Djikstra
(Studi Kasus : Perumdam Tirta Wijaya Cabang
Kesugihan)

Telah disidangkan oleh Dewan Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Kamis, 22 Juni 2023

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S1)
Matematika (Mat) Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM) pada
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Cilacap, 03 Juli 2023

Dewan Sidang

<p>Ketua</p>  <u>H. Edy Sulistivanto, SH., M.Kom.</u> NIDN. 0613065801	<p>Sekretaris</p>  <u>Mizan Ahmad, M.Sc.</u> NIDN. 0601099402
<p>Penguji 1</p>  <u>Riski Asprivani, S.Pd., M.Pd.</u> NIDN. 0616118901	<p>Penguji 2</p>  <u>Safiq Rusad, M. Kom.</u> NIDN. 0609018101
<p>Pembimbing I</p>  <u>Mizan Ahmad, M.Sc.</u> NIDN. 0601099402	<p>Pembimbing II</p>  <u>Bryan Fudji Hartono, M.Pd.</u> NIDN. 0660419201
<p>Mengetahui Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer</p>  <u>H. Edy Sulistivanto, SH., M.Kom.</u> NIDN. 0613065801	

NOTA KONSULTAN

Riski Aspriyani, M.Pd

Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

NOTA KONSULTAN

Hal : Skripsi Saudari Wifqy Inayatul Ilahy

Lampiran : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap
di Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Setelah membaca, memeriksa dan melakukan perbaikan seperlunya maka skripsi saudara :

Nama : Wifqy Inayatul Ilahy

NIM : 18442011001

Prodi : Matematika

Judul : Optimasi Distribusi Jaringan Air Bersih Menggunakan Algoritma Prim's dan Djikstra (Studi Kasus : Perumdan Tirta Wijaya Cabang Kesugihan)

Dapat diajukan ke Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1).

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Cilacap, 03 Juli 2023

Konsultan



Riski Aspriyani, M.Pd
NIDN. 0616118901

NOTA PEMBIMBING

Cilacap, 17 Juni 2023

Kepada Yth :
Kaprosdi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM)
UNUGHA Cilacap
Di tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Setelah melakukan bimbingan, telaah, arahan dan koreksi tahap penulisan skripsi saudara :

Nama : Wifqy Inayatul Ilahy
NIM : 18442011001
Fakultas : Matematika dan Ilmu Komputer
Program Studi : Matematika

Judul : Optimasi Distribusi Jaringan Air Bersih Menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra (Studi Kasus : Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan)

Kami berpendapat bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan ke sidang skripsi. Bersama ini kami kirimkan skripsi tersebut, semoga dapat segera disidangkan.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



Mizan Ahmad, M.Sc.
NIDN. 0601099402

Dosen Pembimbing II



Bryan Pudji Hartono, M.Pd.
NIDN. 0612029201

HALAMAN MOTO

“Jangan berhenti menjadi orang baik, karena kita tidak tahu kebaikan mana yang akan menyelamatkan kita”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Adapun karya ini saya persembahkan kepada :

1. Bapak Mukharor, Ibu Murtofingah, Umniyatal dan Rida
2. Bapak Kyai dan Ibu nyai di Pesantren
3. Keluarga kitakankompak dan perinfoan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "OPTIMASI DISTRIBUSI JARINGAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA PRIM'S DAN DIJKSTRA (STUDI KASUS : PERUMDAM TIRTA WIJAYA CABANG KESUGIHAN) ini dengan baik. Sholawat serta salam tidak lupa penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang kita nanti-nantikan syafa'atnya kelak di yaumul qiyamah. Aamiin.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat skripsi, sedangkan skripsi disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali. Dalam penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan dan halangan yang penulis alami. Akan tetapi, dengan adanya doa, semangat, dan dukungan dari berbagai pihak, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Dengan demikian, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. K.H. Nasrulloh, M.H selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap
2. Bapak H. Edy Sulistyanto, S. H., M.Kom selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
3. Ibu Riski Aspriyani, M.Pd selaku Kaprodi Matematika
4. Bapak Mizan Ahmad, M.Sc selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Bryan Pudji Hartanto, M.Pd selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, saran dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu.
7. Kedua orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga baik dirumah maupun dipondok yang selalu memberikan doa dan semangat.
8. Sahabat Hana Yulia DA, Nurkholis Mahfudz, Desti Setiawati, Faesal Nur Riski, Soimah serta teman-teman angkatan Mikom 18 yang selalu memberikan semangat dan saling menguatkan.
9. Serta semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Penulis berharap, semoga apa yang penulis tuliskan dapat bermanfaat bagi kita semua di masa yang akan datang.

Terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, 17 Juni 2023

OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH MENGUNAKAN ALGORITMA PRIM'S DAN DJIKSTRA

(Studi Kasus : Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan)

Oleh :

Wifqy Inayatul Ilahy

NIM. 18442011001

Abstrak

Perumdam Tirta Wijaya adalah perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan air bersih. Salah satu hal terpenting dalam pendistribusian air bersih adalah jaringan pipa. Jaringan pipa harus dibuat dengan panjang seminimal mungkin untuk meminimalkan biaya pemasangan jaringan pipa. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rute terpendek pada jaringan pipa di Gombolharjo Kecamatan Kesugihan Kabupaten Cilacap dengan menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra . Berdasarkan hasil perbandingan yang diperoleh dengan algoritma Prim's dan Dijkstra, diperoleh rute terpendek untuk jaringan pipa distribusi air bersih yaitu menggunakan Algoritma Prim's dengan total panjang pipa sepanjang 5706 m.

Kata Kunci: *jaringan pipa, graf, rute terdekat, Algoritma Prim's, Algoritma Dijkstra*

ABSTRACT

Perumdam Tirta Wijaya is a company engaged in the supply of clean water. One of the most significant thing in supplying clean water is the pipe network. The pipe network should be constructed with the minimum length to minimize the cost of installing the pipe network. Therefore, the purpose of this study is to use Prims and Djikstra Algortima to determine the shortest route of the pipe network in Gombolharjo, Kesugihan District, Cilacap Regency. Based on the comparison results obtained by the Prim and Djikstra algorithms, the shortest route of the supply pipe network of clean water gets by Prim's Algorithm with a total pipe length of 5706 m.

Keywords : pipe network, graph, shortes route, Prim's Algorithm, Djikstra Algorithm.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI... Error! Bookmark not defined.	
PENGESAHAN	i
NOTA KONSULTAN	iv
NOTA KONSULTAN	Error! Bookmark not defined.
NOTA PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
A. Optimasi	4
B. Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih	4
C. Teori Dasar Graf	6
D. Jenis – Jenis Graf	7
E. Pohon Rentang Minimum (<i>Minimum Spanning Tree</i>)	8
F. Algoritma Prim's	9
G. Algoritma Dijkstra	11

H.	Penelitian Yang Relevan.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
A.	Jenis Penelitian.....	19
B.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
C.	Tahapan Penelitian.....	19
D.	Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
A.	Analisis Data.....	25
B.	Hasil Analisis Data	25
C.	Pembahasan Algoritma Prim's dan Dijkstra.....	30
1.	Implementasi Algoritma Prim's	30
2.	Implementasi Algoritma Dijkstra	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		60
A.	Kesimpulan	60
B.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		xii
LAMPIRAN.....		xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Distribusi Cabang.....	5
Gambar 2 Distribusi Loop.....	6
Gambar 3 Graf G1 dan graf G2	7
Gambar 4 Graf lengkap K4 dan graf pohon G3	8
Gambar 5 Gambar G4 dan G5	8
Gambar 6 Graf G6 dan G7	9
Gambar 7 Graf G4 dan graf pohon $T(\mathbf{G4})$	9
Gambar 8 Graf G5	10
Gambar 9 <i>Minimum Spanning Tree</i> Graf G5	16
Gambar 10 Alur Penelitian.....	20
Gambar 11 Algoritma Prim's.....	22
Gambar 12 Algoritma djikstra	23
Gambar 13 Jaringan pipa yang sudah terpasang	26
Gambar 14 Desa Gombolharjo yang sudah diberikan <i>vertex</i>	26
Gambar 15 Graf Pipa Distribusi.....	30
Gambar 16 Hasil Algoritma Prim's	39
Gambar 17 Hasil Algoritma Djikstra	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Iterasi Algoritma Prim's	10
Tabel 2 Hasil Minimum Spanning Tree menggunakan Algoritma Dijkstra	15
Tabel 3 Penelitian Yang Relevan	16
Tabel 4 Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 5 Data koordinat setiap <i>vertex</i>	26
Tabel 6 Bobot pipa antar <i>vertex</i>	28
Tabel 7 Iterasi Algoritma Prim's.....	30
Tabel 8 <i>Vertex</i> yang sudah permanen	40
Tabel 9 Iterasi Algoritma Dijkstra	41
Tabel 10 Perbandingan Algoritma Prim's dan Dijkstra.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Peta Jaringan pipa di Kecamatan Kesugihan.....	xiv
Lampiran 2 Gambar Vertex terpasang di Desa Gombolharjo.....	xv
Lampiran 3 Gambar jaringan pipa yang sudah terpasang di Desa Gombolharjo	xvi
Lampiran 4 Dokumentasi saat observasi.....	xvi
Lampiran 5 Surat Balasan Observasi dari Perumdam Tirta Wijaya Kabupaten.....	xvii

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya populasi manusia, maka semakin meningkat pula tingkat kebutuhan manusia [2]. Salah satu kebutuhan yang penting dan meningkat adalah pendistribusian air bersih [10]. Dengan meningkatnya kebutuhan penduduk akan air bersih jaringan pipa yang digunakan haruslah minimum untuk mendistribusikan air kepada masyarakat dan mengalirkan keseluruhan bagian yang diinginkan.

Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Wijaya merupakan perusahaan di Kabupaten Cilacap yang bergerak dalam bidang penyediaan air bersih untuk wilayah Kabupaten Cilacap. Perumdam Kabupaten Cilacap memiliki beberapa instalasi pengolahan air bersih yang terdapat di masing-masing cabang, adapun wilayah pelayanan Perumdam Tirta Wijaya Kabupaten Cilacap terdapat di 7 cabang yang terdiri dari Cabang Cilacap Kota (Kecamatan Cilacap Utara, kecamatan Cilacap Tengah dan Kecamatan Cilacap Selatan), Cabang Kroya (Kecamatan Kroya dan Unit Pelayanan Nusawungu), Cabang Maos (Kecamatan Maos, Kecamatan Sampang dan Unit Pelayanan Adipala), Cabang Kesugihan (Kecamatan Kesugihan), Cabang Jeruklegi (Kecamatan Jeruklegi dan Unit Pelayanan Kawunganten), Cabang Sidareja (Kecamatan Sidareja, Kecamatan Cipari, Unit Pelayanan Gandrungmangu dan Kecamatan Bantarsari) serta Unit Pelayanan Patimuan (Kecamatan Patimuan dan Kecamatan Kedungreja) dan Cabang Majenang (Kecamatan Majenang, Kecamatan Cimanggu, dan Kecamatan Wanareja). Perumdam Cabang Kesugihan merupakan instalasi pengolahan air bersih yang terbesar, dan melayani persediaan air bersih untuk wilayah Kecamatan Kesugihan. Karena semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan air bersih maka dari itu Perumdam Tirta Wijaya berusaha semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut. Dalam upaya memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih, perlu adanya pembangunan sistem jaringan yang lebih baik lagi.

Di Kecamatan Kesugihan beberapa desa sudah terjangkau sistem jaringan distribusi air, akan tetapi ada desa yang belum terjangkau secara keseluruhan. Adapun desa yang belum terjangkau secara keseluruhan adalah desa Gombolharjo. Pada desa tersebut sudah memiliki sistem jaringan distribusi air dari Perumdam, akan tetapi belum secara keseluruhan. Oleh

karena itu, perlu adanya pembangunan sistem jaringan distribusi pada desa tersebut.

Dalam pembangunan sistem jaringan air yang optimal dapat menggunakan ilmu matematika yaitu teori graf. Teori graf adalah ilmu yang mempelajari tentang graf struktur matematika[3]. Suatu graf dimanfaatkan untuk mempresentasikan hubungan antar objek dengan garis. Dalam hal ini graf didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V,E) , yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertex*) dan E adalah himpunan sisi (*edge*) yang menghubungkan simpul[9]. Jaringan pipa air yang terpasang direpresentasikan ke dalam graf terhubung, tidak berarah dan berbobot, dimana kedua ujung dari pipa direpresentasikan sebagai *vertex* V dan panjang pipa air direpresentasikan dengan bobot dari *edge* E [8].

Salah satu cara meminimumkan bobot dalam graf adalah dengan menggunakan pohon rentang minimum atau dikenal dengan istilah *Minimum Spanning Tree* (MST). Dalam menentukan *Minimum Spanning Tree* (MST) terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan diantaranya yaitu Algoritma Prim's dan Algoritma Dijkstra. Kedua algoritma tersebut sama-sama menggunakan titik awal, sehingga sesuai digunakan untuk menentukan *Minimum Spanning Tree* (MST) pada sistem jaringan air.

Dalam tulisan ini penulis tertarik untuk mengoptimalkan jaringan distribusi air dengan menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Wijaya cabang Kesugihan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana memodelkan sistem jaringan air pada Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan.
2. Bagaimana *Minimum Spanning Tree* (MST) pada sistem jaringan air di Perumdam Tirta Wijaya cabang Kesugihan menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra.
3. Bagaimana menentukan sistem jaringan air yang optimal di Perumdam Tirta wijaya Cabang Kesugihan.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Graf yang digunakan merupakan graf sederhana dengan bobot panjang jaringan pipa Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan.
2. Pencarian *Minimum Spanning Tree* dilakukan berdasarkan jumlah bobot (jarak) yang dihasilkan.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model sistem jaringan air pada Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan.
2. Menentukan *Minimum Spanning Tree (MST)* pada sistem jaringan air di Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan.
3. Menentukan sistem jaringan air yang optimal di Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat bagi penulis
 - a. Memperdalam dan mengembangkan wawasan dan pengetahuan tentang pendistribusian jaringan air bersih.
 - b. Dapat menerapkan algoritma Prim's dan djikstra dalam menyelesaikan jaringan air.
2. Manfaat bagi pembaca

Sebagai tambahan wawasan mengenai Algoritma Prim's dan Djikstra dalam menyelesaikan masalah jaringan air dan acuan untuk penelitian selanjutnya.
3. Manfaat bagi perusahaan

Sebagai bahan pertimbangan untuk pengoptimalan jaringan air.
4. Manfaat bagi pembaca

Sebagai tambahan wawasan mengenai Algoritma Prim's dan Djikstra dalam menyelesaikan masalah jaringan air dan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

A. Optimasi

Optimasi merupakan suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau nilai efektif. Optimasi juga dapat diartikan sebagai bentuk mengoptimalkan sesuatu yang sudah ada, merancang ataupun membuat sesuatu secara optimal.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2011), optimasi adalah proses, cara dan perbuatan untuk mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi). Sehingga optimasi adalah suatu proses, cara dan perbuatan (aktivitas / kegiatan) untuk mencari solusi terbaik dalam beberapa masalah, dimana yang terbaik yang sesuai dengan kriteria tertentu [6].

Optimasi digunakan dalam berbagai bidang untuk mencapai efektivitas dan efisiensi dari target yang diinginkan. Salah satunya dapat digunakan dalam ilmu matematika yaitu dalam graf. Contoh optimasi dalam graf adalah pencarian *minimum spanning tree*, seperti dalam penelitian ini, solusi yang dicari adalah optimasi distribusi jaringan air bersih sehingga dapat lebih menghemat pipa dan biaya.

B. Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah proses pengaliran air bersih dari reservoir menggunakan jaringan pipa yang terhubung dengan rumah konsumen atau daerah pelayanan lain seperti kran umum [12]. Dalam sistem distribusi air bersih, hal yang penting adalah struktur jaringan distribusi pipa, karena pelayanan distribusi air bersih dinilai dari sistem penyaluran air tersebut agar sampai ke konsumen menjadi efisien. Sedangkan jaringan distribusi merupakan jaringan pipa yang digunakan untuk mengalirkan air dari reservoir ke tempat pemakaian (konsumen). Jaringan distribusi diperlukan untuk mengalirkan dan membagikan air kepada konsumen pada daerah pelayanan [7].

Sistem pipa distribusi menurut Khanif dan Uszhani [7] terbagi menjadi dua, yaitu

1. Sistem Cabang

Sistem cabang adalah sistem jaringan pipa induk yang berbentuk cabang, sehingga terdapat satu arah aliran dari pipa induk ke pipa cabang sekunder, kemudian seterusnya ke pipa cabang tersier.

Keuntungan dan kelemahan pada distribusi sistem cabang, adalah sebagai berikut [1]:

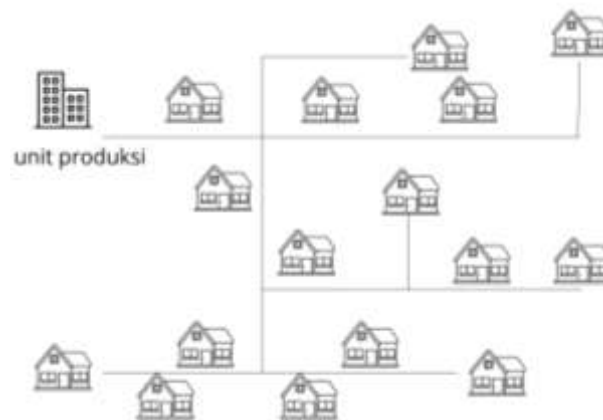
a. Keuntungan dari sistem ini adalah :

- 1) Sistem desain perpipaannya sederhana
- 2) Tekanan dan pengambilan disetiap titiknya dapat dihitung dengan mudah
- 3) Penambahan pipa mudah jika diperlukan.

b. Kelemahan dari sistem ini adalah :

- 1) Saat terjadi kerusakan pada pipa, aliran air tidak tersedia untuk sementara.
- 2) Ketika dilakukan penambahan area tekanan tidak mencukupi.

Berikut ini adalah contoh graf distribusi sistem bercabang :



Gambar 1 Sistem Cabang

2. Sistem *Loop*

Sistem *loop* adalah sistem jaringan pipa induk yang melingkar dan tertutup sehingga terdapat arah bolak balik. Pada sistem ini pipa utama / induk dibuat melingkar.

Keuntungan dan kelemahan pada distribusi sistem *loop* adalah sebagai berikut [1] :

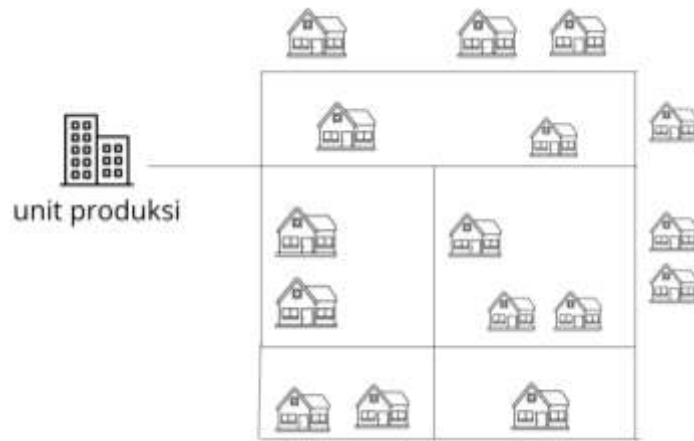
a. Keuntungan dari sistem *loop* adalah :

- 1) Mudah dalam desain jaringan pipa
- 2) Saat terjadi kerusakan atau perbaikan pipa, air tetap didapatkan dari arah lain.

b. Kelemahan dari sistem *loop* adalah :

Jumlah pipa yang digunakan lebih banyak

Berikut ini adalah contoh graf dari distribusi *loop* :



Gambar 2 Sistem Loop

C. Teori Dasar Graf

Menurut Chartrand [4] terkait dengan definisi dari beberapa dasar graf, seperti definisi graf , $u - v$ walk, $u - v$ trail, $u - v$ path, cycle, adjacent, incident dan graf terhubung.

Definisi 2.1 Graf G adalah himpunan tak kosong berhingga $V(G)$ disertai dengan relasi yang *irreflexive* dan *symmetric* R pada V .

Dalam graf G , $V(G)$ adalah himpunan *vertex* dan banyaknya *vertex* dalam G disebut orde G , sedangkan setiap elemen $E(G)$ adalah himpunan *edge* dan banyaknya *edge* dalam G disebut *size* G .

Definisi 2.2 Dua *vertex* u dan *vertex* v dikatakan *adjacent* di graf G jika $uv \in E(G)$. Apabila suatu *vertex* u *incident* dengan *edge* e dan *vertex* v *incident* dengan *edge* e , jika $e = uv \in E(G)$, maka u dan v adalah *incident* dengan e .

Definisi 2.3 Suatu $u-v$ walk pada suatu graf G adalah barisan bergantian dari *vertex* dan *edge* G , dimulai dari *vertex* u dan diakhiri dengan *vertex* v , dengan setiap *edge* menghubungkan *vertex* terhadap barisan tersebut. Suatu $u-v$ trail pada suatu graf adalah lintasan $u-v$ walk yang tidak mengulang *edge* manapun, sedangkan suatu $u-v$ path adalah lintasan $u-v$ walk yang tidak mengulang *vertex* manapun.

Definisi 2.4 Graf dikatakan terhubung jika untuk sembarang dua *vertex* dalam graf G terdapat suatu *path* yang menghubungkan dua *vertex* tersebut. Apabila tidak terjadi hal tersebut, maka graf tersebut tidak terhubung.

Definisi 2.5 *Circuit* adalah $u-v$ trail dimana $u = v$ yang mengandung setidaknya tiga *edge*, dengan kata lain sebuah *circuit* harus berakhir pada

vertex yang sama dengan vertex awal. Sedangkan *cycle*, yaitu sebuah *circuit* yang tidak mengulangi setiap *vertex* (kecuali yang *vertex* pertama dan *vertex* yang terakhir).

Definisi 2.6 Suatu graf G dikatakan berbobot apabila setiap *edgenya* diberikan sebuah bobot (nilai).

Definisi 2.7 Jarak $d(u,v)$ dari u ke v adalah panjang $u-v$ path terpendek.

Definisi 2.8 Kardinalitas $|G|$ adalah banyaknya *vertex* pada graf G



Gambar 3 Graf G_1 dan graf G_2

Gambar 3 graf G_1 merupakan contoh graf terhubung dengan $|V(G)| = 7$ dan $|E(G)| = 9$. Dari graf G_1 didapatkan bahwasannya v_1 adjacent dengan v_2 dan v_7 , e_1 incident dengan *vertex* v_1 dan v_2 . Contoh dari $u - v$ walk adalah $v_1, e_1, v_2, e_2, v_3, e_3, v_4$. Contoh dari $u - v$ trail adalah $v_1, e_1, v_2, e_8, v_7, e_9, v_1$. Contoh dari $u - v$ path adalah $v_1, e_1, v_2, e_7, v_5, e_5, v_6$. Contoh *cycle* adalah $v_1, e_1, v_2, e_8, v_7, e_9, v_1$. Contoh dari *circuit* adalah $v_1, e_1, v_2, e_2, v_3, e_3, v_4, e_4, v_5, e_7, v_2, e_8, v_7, e_9, v_1$. Sedangkan pada graf G_2 merupakan contoh dari graf berbobot atau setiap *edgenya* mempunyai nilai. Contoh dari jarak, misalkan dari $v_1 \rightarrow v_2$ adalah 3.

D. Jenis – Jenis Graf

Jenis Graf yang akan dibahas adalah definisi dari graf lengkap dan graf pohon :

Definisi 2.9 Graf lengkap adalah graf sederhana yang setiap *vertex* mempunyai *edge* ke semua *vertex* lainnya. Notasi dari graf lengkap dengan n buah *vertex* adalah K_n .

Definisi 2.10 Graf pohon adalah graf terhubung sederhana yang tidak mengandung sirkuit.



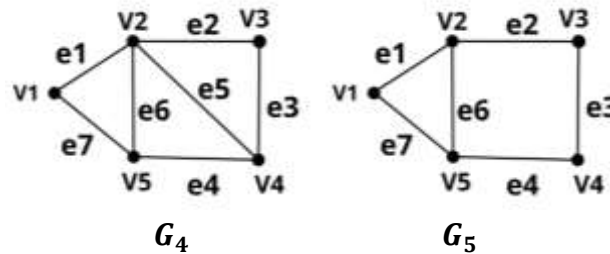
Gambar 4 Graf lengkap K_4 dan graf pohon G_3

Pada gambar 2.2 graf K_4 merupakan contoh dari graf lengkap dengan 4 buah *vertex*, sedangkan graf G_3 adalah contoh dari graf pohon .

E. Pohon Rentang Minimum (*Minimum Spanning Tree*)

Berikut dijelaskan definisi dari sub graf, *spanning tree* dan *minimum spanning tree* menurut G. Chartrand, L. Lesniak, dan P. Zhang[5] :

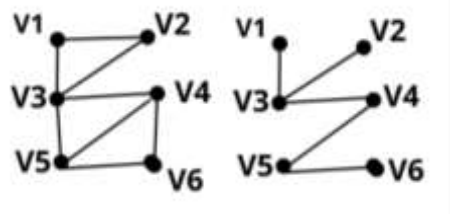
Definisi 2.11 Sebuah graf H disebut subgraf dari graf G jika $V(H) \subseteq V(G)$ dan $E(H) \subseteq E(G)$, yang mana dapat ditulis $H \subseteq G$. Jika $V(H) = V(G)$ maka H adalah *spanning subgraf* dari G .



Gambar 5 Graf G_4 dan G_5

Berdasarkan graf G_5 merupakan *spanning subgraf* dari graf G_4 karena $V(H) \subseteq V(G)$.

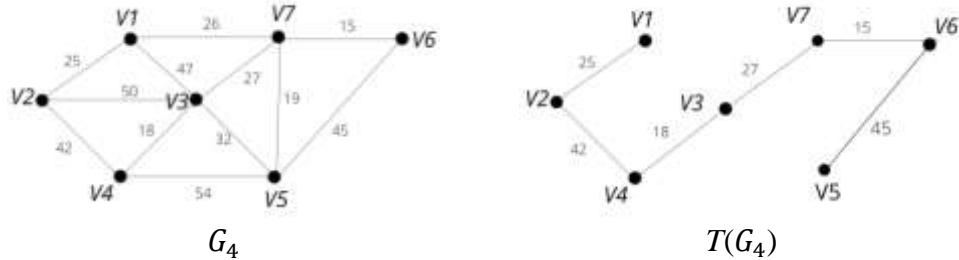
Definisi 2.12 Sebuah *spanning tree* dari graf G adalah *spanning subgraf* dari G yang berupa graf pohon.



G_6 G_7
 Gambar 6 Graf G_6 dan G_7

Berdasarkan gambar G_7 merupakan *spanning tree* dari graf G_6 .

Definisi 2.13 Sebuah *Spanning tree* dari graf G yang bobotnya minimum diantara semua *spanning tree* dari graf G disebut *minimum spanning tree*.



G_4 $T(G_4)$
 Gambar 7 Graf G_4 dan graf pohon $T(G_4)$

Pada gambar 2.3 Graf $T(G_4)$ merupakan contoh graf *minimum spanning tree* dari graf G_4 .

F. Algoritma Prim's

Pada sub bab ini dijelaskan tentang Algoritma Prim's.

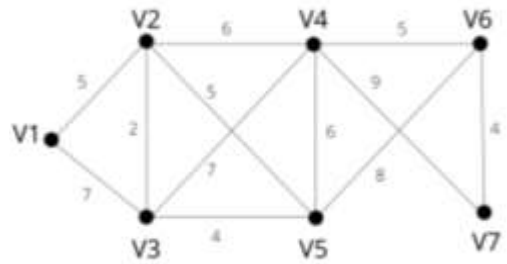
Algoritma 2.13 Ambil sembarang *vertex* u dalam graf G , pilih *edge* dengan bobot minimum yang berhubungan dengan *vertex* u (e_1 dari graf T), untuk *edge* selanjutnya (e_2, e_3, \dots, e_{n-1}) dipilih *edge* dengan bobot minimum tepat satu dari *vertex* yang sudah dipilih [5]

Dalam Algoritma Prim's menitikberatkan terhadap pemilihan bobot minimum berdasarkan *vertex* yang diambil, sehingga tidak perlu mengurutkan terlebih dahulu, sehingga cocok untuk pohon dengan jumlah banyak. Pada algoritma Prim's dapat menemukan pohon merentang minimum akan tetapi pohon yang dihasilkan tidak selalu unik[13]

Misalkan suatu graf G adalah graf berlabel dengan n titik dan graf T adalah suatu graf minimum spanning tree yang akan dibentuk.

Proses Algoritma Prim's adalah sebagai berikut :

1. Pilih *vertex* awal $V(G) = V(T(G))$
2. i. Pilih *edge* yang *incident* dengan $V(T(G))$ yang memiliki bobot terkecil, misalkan e_1 yang tidak menimbulkan *cycle*, jika menimbulkan *cycle* maka pilih *edge* yang *incident* dengan bobot terkecil ke-2.
 ii. Pilih *vertex* yang *adjacent* dengan $V(T(G))$ dan *incident* dengan e_1 .
3. Kembali ke langkah 2i dan 2ii.
4. Iterasi berhenti jika $E(T(G)) = n-1$



Gambar 8 Graf G_5

Berikut ini adalah penyelesaian *minimum spanning tree* menggunakan Algoritma Prim's

Tabel 1 Iterasi Algoritma Prim's

Iterasi	Edge yang terpilih (bobot)	Vertex yang ditambahkan	Graf
Mula-mula	-	v_1	
1	$e_1 (5)$	v_2	
2	$e_3 (2)$	v_3	
3	$e_5 (4)$	v_5	
4	$e_8 (6)$	v_4	

5	$e_9(5)$	v_6	
6	$e_{10}(4)$	v_7	

Hasil bobot dari *minimum spanning tree* dengan menggunakan Algoritma Prim's sesuai dengan contoh tabel diatas adalah :

$$5 + 2 + 4 + 6 + 5 + 4 = 26$$

G. Algoritma Dijkstra

Dalam sub bab ini dijelaskan mengenai Algoritma Dijkstra [14].

Algoritma 2.14 Jadikan u_i sebagai jarak terpendek dari *vertex* awal (v_1) ke *vertex* i (v_i) dan definisi $d_{ij}(\geq 0)$ sebagai bobot *edge* (i, j). Kemudian untuk segera berhasil dalam menentukan algoritma, maka tentukan label *vertex* j sebagai :

$$[u_{j,i}] = [u_i + d_{ij}, i], d_{ij} \geq 0$$

Label untuk v_1 adalah $[0,-]$, yang menunjukkan bahwasannya *vertex* awal tidak ada pendahulu. Label *vertex* dalam Algoritma Dijkstra terdiri dari dua jenis, yaitu sementara dan permanen. Label sementara dimodifikasi jika rute yang lebih pendek ke *vertex* dapat ditemukan, jika rute yang lebih baik tidak dapat ditemukan, status label sementara diubah menjadi permanen.

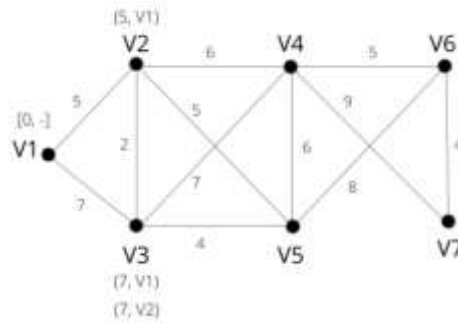
Berikut ini adalah proses Algoritma Dijkstra, yaitu :

1. Beri label *vertex* awal v_1 dengan label permanen $[0, v_1]$, atur $i = 1$
2. a) Hitung label sementara $[u_i + d_{ij}, i]$ untuk setiap *vertex* j yang *adjacent* dengan *vertex* i , dengan syarat j tidak berlabel permanen. Jika *vertex* j sudah dilabeli dengan $[u_j, k]$ melalui *vertex* k dan jika $u_i + d_{ij} < u_j$, mengganti $[u_j, k]$ dengan $[u_i + d_{ij}, i]$
- b) Jika semua *vertex* memiliki label permanen, maka proses berhenti. Jika tidak, pilih label sementara $[u_r, s]$ yang memiliki bobot terpendek kemudian jadikan sebagai label permanen. Jika terdapat bobot yang sama maka pilih sembarang (kondisional) kemudian jadikan sebagai label permanen, ulangi langkah 2a.

Berikut ini adalah contoh penyelesaian menggunakan Algoritma Dijkstra :

Iterasi 0

Tetapkan label permanen $[0, -]$ untuk v_1

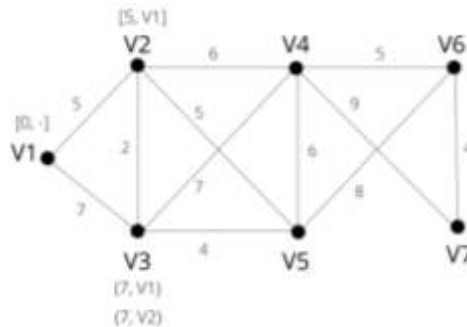


Iterasi 1

Vertex 2 dan 3 adjacent dengan vertex berlabel permanen. Dengan demikian, terdapat vertex dengan label sementara dan permanen menjadi :

Vertex	Label	Status
1	$[0, -]$	Permanen
2	$(0 + 5, v_1) = (5, v_1)$	Sementara
3	$(0 + 7, v_1) = (7, v_1)$	Sementara

Untuk label yang masih sementara dipilih label dengan jarak terpendek, yaitu terpilih v_2 . Dengan demikian v_2 berubah status menjadi permanen.

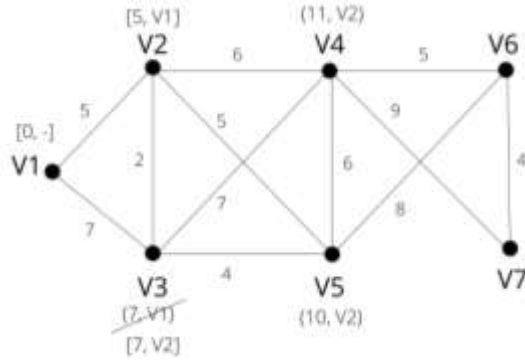


Iterasi 2

Vertex yang adjacent dengan v_2 adalah v_3, v_4, v_5 dengan demikian daftar label vertex berubah menjadi :

Vertex	Label	Status
1	$[0, -]$	Permanen
2	$[5, v_1]$	Permanen
3	$(7, v_1)$ atau $(5 + 2, v_2) = (7, v_2)$	Sementara
4	$(5 + 6, v_2) = (11, v_2)$	Sementara
5	$(5 + 5, v_2) = (10, v_2)$	Sementara

Pada iterasi ke-2 v_3 merupakan *vertex* terpendek, hasil dari iterasi ke-1 dan ke-2 sama, sehingga yang dipilih adalah yang *adjacent* dengan label permanen terakhir yaitu $[7, v_2]$.

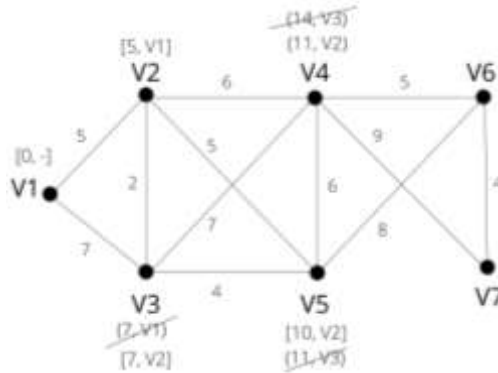


Iterasi 3

Vertex yang *adjacent* dengan v_3 adalah v_4 dan v_5 sehingga label *vertex* berubah menjadi:

Vertex	Label	Status
1	$[0, -]$	Permanen
2	$[5, v_1]$	Permanen
3	$[7, v_2]$	Permanen
4	$(11, v_2)$ atau $(14, v_3)$	Sementara
5	$(10, v_2)$ atau $(11, v_3)$	Sementara

Pada iterasi ke-2 v_4 diperoleh $(11, v_2)$ dan v_5 diperoleh $(10, v_2)$, sedangkan pada iterasi ke-3 diperoleh v_4 $(14, v_3)$ dan v_5 $(10, v_2)$, sehingga yang dipilih adalah rute terpendek yaitu v_5 melalui v_2 .



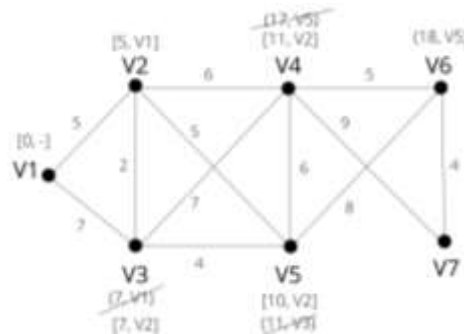
Iterasi 4

Vertex yang *adjacent* dengan v_5 adalah v_4 dan v_6 , sehingga daftar label *vertex* berubah menjadi :

Vertex	Label	Status
1	$[0, -]$	Permanen

2	$[5, v_1]$	Permanen
3	$[7, v_2]$	Permanen
4	$(11, v_2)$ atau $(16, v_5)$	Sementara
5	$[10, v_2]$	Permanen
6	$(10 + 8, v_5) = (18, v_5)$	Sementara

Vertex yang masih berlabel sementara adalah v_4 dan v_6 , ditemukan bahwa vertex dengan rute terpendek adalah v_4 melalui v_2 , sehingga v_4 statusnya berubah menjadi permanen $[11, v_2]$.

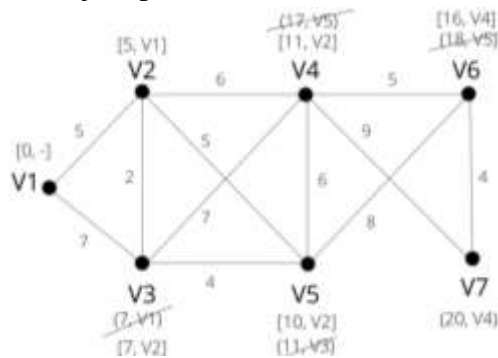


Iterasi 5

Vertex yang adjacent dengan v_4 adalah v_6 dan v_7 , sehingga daftar label vertex berubah menjadi :

Vertex	Label	Status
1	$[0, -]$	Permanen
2	$[5, v_1]$	Permanen
3	$[7, v_2]$	Permanen
4	$[11, v_2]$	Permanen
5	$[10, v_2]$	Permanen
6	$(18, v_5)$ atau $(16, v_4)$	Sementara
7	$(11 + 9, v_4) = (20, v_4)$	Sementara

Pada iterasi ke-5 dipilih rute terpendeknya adalah , v_6 yaitu $(16, v_4)$ melalui v_4 , maka v_6 berubah menjadi permanen.

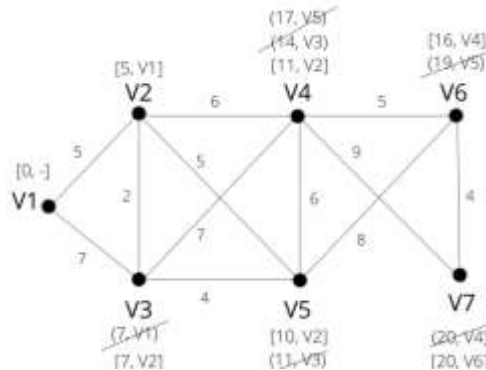


Iterasi 6

Pada iterasi ini v_6 adjacent dengan v_4, v_5 , dan v_7 . Karena v_4 dan v_5 sudah memiliki label permanen dan tidak dapat diberi label ulang sehingga meninggalkan v_7 sebagai satu-satunya label sementara. Pada iterasi ke 5 v_7 diperoleh $(20, v_4)$ dan pada iterasi ke 6 diperoleh $(20, v_6)$. Karena terdapat dua *vertex* dengan bobot yang sama maka pilih sembarang. Dipilih $(20, v_6)$ karena jika melalui v_4 bobotnya lebih besar dari pada melalui v_6 , sehingga rute terpendek melalui v_6 . Karena v_7 tidak adjacent dengan *vertex* yang lain maka statusnya diubah menjadi permanen dan proses berakhir.

Berikut adalah daftar label *vertex* :

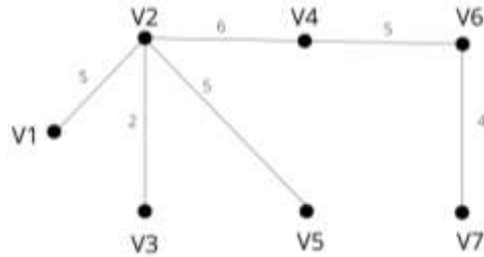
Vertex	Label	Status
1	$[0, -]$	Permanen
2	$[5, v_1]$	Permanen
3	$[7, v_2]$	Permanen
4	$[11, v_2]$	Permanen
5	$[10, v_2]$	Permanen
6	$[16, v_4]$	Permanen
7	$[20, v_6]$	Permanen



Karena semua *vertex* sudah terpilih, maka hasil jarak terpendeknya adalah:
Tabel 2 Hasil Minimum Spanning Tree menggunakan Algoritma Dijkstra

Vertex asal	Vertex tujuan	Vertex yang dilalui	Jarak
-	v_1	-	0
v_1	v_2	$v_1 \rightarrow v_2$	5
v_1	v_3	$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3$	7
v_1	v_4	$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4$	11
v_1	v_5	$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_5$	10
v_1	v_6	$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4 \rightarrow v_6$	16
v_1	v_7	$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4 \rightarrow v_6 \rightarrow v_7$	20

Dari hasil tabel diatas maka graf yang dihasilkan adalah :



Gambar 9 *Minimum Spanning Tree* Graf G_5

Total jarak yang didapatkan dari Algoritma Dijkstra adalah 27.

Setelah melihat hasil dalam menentukan *minimum spanning tree* menggunakan Algoritma Prim's dan Algoritma Dijkstra, terdapat kesimpulan bahwasannya dalam menentukan *minimum spanning tree* pada graf G_5 lebih efisien menggunakan Algoritma Prim's.

H. Penelitian Yang Relevan

Dalam penelitian yang penulis ambil yang berjudul “Optimasi Jaringan Distribusi Air dengan Menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Wijaya Cabang Kesugihan” ada beberapa penelitian yang relevan sebagai referensi dari penulis. Berikut ini merupakan persamaan dan perbedaan penelitian dari penulis dengan penelitian lainnya :

Tabel 3 Penelitian Yang Relevan

No	Peneliti	Keterangan
1	Andromeda, F. Z.& Wismarini, T. D (2020)	Judul : Penerapan Algoritma Dijkstra Pada Aplikasi Sistem Informasi Geografis Di PT Tunas Artha Gardatama Semarang Metode : Algoritma Dijkstra Hasil : Penerapan algoritma djikstra dalam aplikasi berbasis android mampu memberikan hasil yang baik, sehingga waktu perjalanan menuju lokasi ATM tujuan lebih efektif dari sebelumnya.
2	Rahmat Irsyada & Hastie Audytra (2021)	Judul : Deteksi Kebocoran Pipa PDAM Menggunakan Model Perancangan Pencarian Rute Terpendek dengan Algoritma Dijkstra Metode : Algoritma Dijkstra Hasil : Dapat dengan mudah menentukan node

		control mana yang terdekat dengan node konsumen yang mengalami kebocoran sehingga perbaikan dapat dilakukan dengan optimal.
3	Ferdiansyah, & Ahmad, R (2013)	Judul : Penerapan Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Pembacaan <i>Water Meter</i> Induk PDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tanggerang Metode : Algoritma Dijkstra Hasil : Algoritma djikstra dapat diimplementasikan dalam penentuan rute terpendek dalam aplikasi pembacaan water meter.
4	Grace Bahagiarni, S (2012)	Judul : Analisis Perbandingan Hasil Optimasi Rute Alternatif Di Kecamatan Medan Kota dengan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-warshall Metode : Algoritma Dijkstra dan Floyd-warshall Hasil : Algoritma flyod-warshal lebih optimal dalam menentukan rute alternatif.
5	Harahap, M. K., & Khairina, N (2017)	Judul : Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Dijkstra Metode : Algoritma Dijkstra Hasil : Dengan menggunakan metode djikstra ini, dapat ditentukan jalur terpendek dari sebuah jalur perjalanan dengan menentukan <i>vertex</i> awal dan <i>vertex</i> tujuan serta membandingkan nilai <i>vertex</i> tersebut.
6	Utama, Y. P. Y (2021)	Judul : Optimasi Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Daerah Rawan Bencana Di Desa Krisik Kec. Gandusari, Kab. Blitar Metode : Perancangan Hasil : Melihat kondisi topologi daerah, sistem distribusi dialirkan menggunakan sistem gravitasi yang terdiri dari bronkaptering, pipa transmisi, reservoir, pipa distribusi, dan saluran rumah yang tersebar didaerah Iayanan.
7	Syahputra, E. R (2016)	Judul : Analisis Perbandingan Algoritma Prim dengan Algoritma Dijkstra dalam Pembentukan <i>Minimum Spanning Tree (MST)</i> Metode : Algoritma Prim's dan Dijkstra Hasil : Algoritma prim's lebih efisien

8	Latifah, U., & Sugiharti, E (2015)	<p>Judul : Penerapan Algoritma Prim dan Kruskal Pada Jaringan Distribusi Air PDAM Tirta Moedal Cabang Semarang Utara</p> <p>Metode : Algoritma Prim's</p> <p>Hasil : Hasil perhitungan dari kedua algoritma sama yaitu 24.365 m sehingga dapat menghemat pipa sepanjang 12.735 m.</p>
9	Lusiani, A., et all(2021)	<p>Judul : Algoritma Prim dalam Penentuan Lintasan Terpendek dan Lintasan Tercepat pada Pendistribusian Logistik Bulog Jawa Barat</p> <p>Metode : Algoritma Prim's</p> <p>Hasil : Lintasan terpendek yang diperoleh jaraknya lebih pendek dibandingkan dengan lintasan terpendek pada aplikasi google maps, sedangkan lintasan tercepatnya sesuai dengan lintasan tercepat yang ditunjukkan google maps.</p>
10	Krishutami, P. K & Prasetyo, D. A. B (2021)	<p>Judul : Pengoptimalan Distribusi Air Bersih Di Unit PDAM Sleman Cabang Wilayah Prambanan Menggunakan Algoritma Kruskal Dengan Bantuan Program Python</p> <p>Metode : Algoritma Kruskal</p> <p>Hasil : Pipa awal yang membentang adalah 22,05791 km setelah dioptimalkan menggunakan algoritma kruskal menjadi 17,60034 km</p>

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam hal ini jenis penelitian yang digunakan penulis dalam pencarian rute terpendek untuk mengoptimalkan jaringan distribusi air di Perumdam Tirta Wijaya Cabang Kesugihan adalah penelitian kuantitatif. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma Prim's dan Dijkstra.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

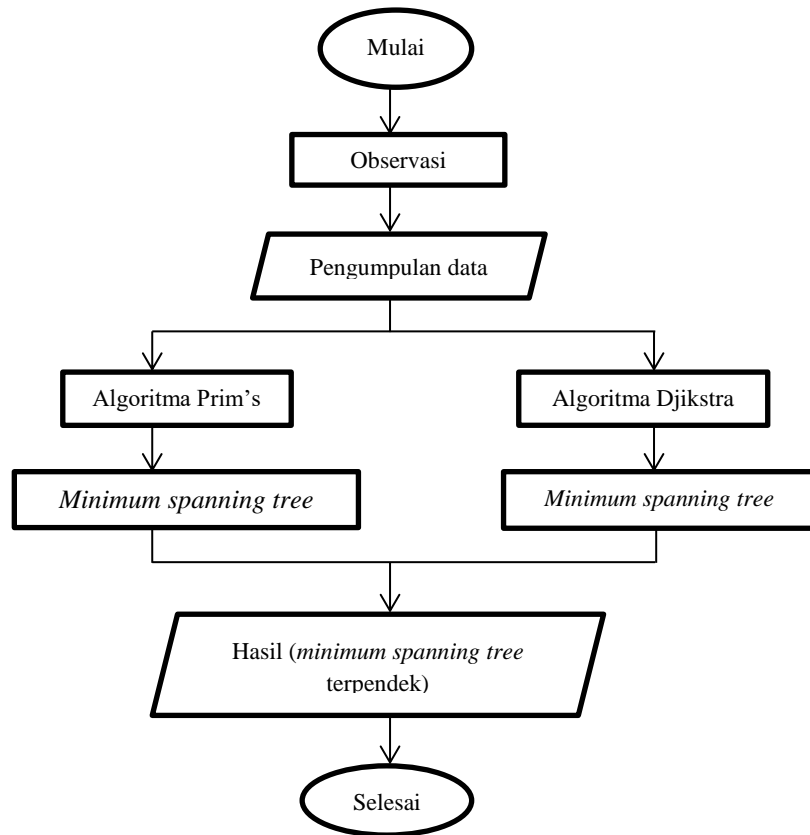
Tempat atau objek dalam penelitian ini dilaksanakan di desa Gombolharjo, Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap. Berikut ini adalah tabel jadwal penelitian :

Tabel 4 Jadwal Penelitian

Kegiatan	2022					2023					
	Bulan Ke-										
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Observasi											
Pengumpulan data											
Pengelolaan data											
Penyusunan laporan											

C. Tahapan Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini, dapat dilihat pada gambar 10 berikut:



Gambar 10 Alur Penelitian

Tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Observasi

Pada bagian ini penulis melakukan pengamatan ke lokasi penelitian untuk menggali informasi yang terkait dengan penelitian.

2. Pengumpulan data

Tahapan ini dilakukan dengan melakukan pengambilan data di Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Wijaya cabang Kesugihan. Data yang diambil adalah data sekunder yang berupa peta jalur distribusi Perumdam dan jarak atau panjang pipa yang digunakan untuk distribusi air di wilayah desa Gombolharjo. Pengumpulan data juga dilakukan dengan mengambil data menggunakan *google maps*.

3. Analisis Data

Data yang sudah diperoleh, kemudian penulis membentuknya menjadi graf sederhana yang nantinya akan diimplementasikan secara manual menggunakan metode Algoritma Prim's dan Dijkstra.

4. Hasil

Hasil yang diperoleh adalah jalur pipa terpendek dengan membandingkan kedua algoritma.

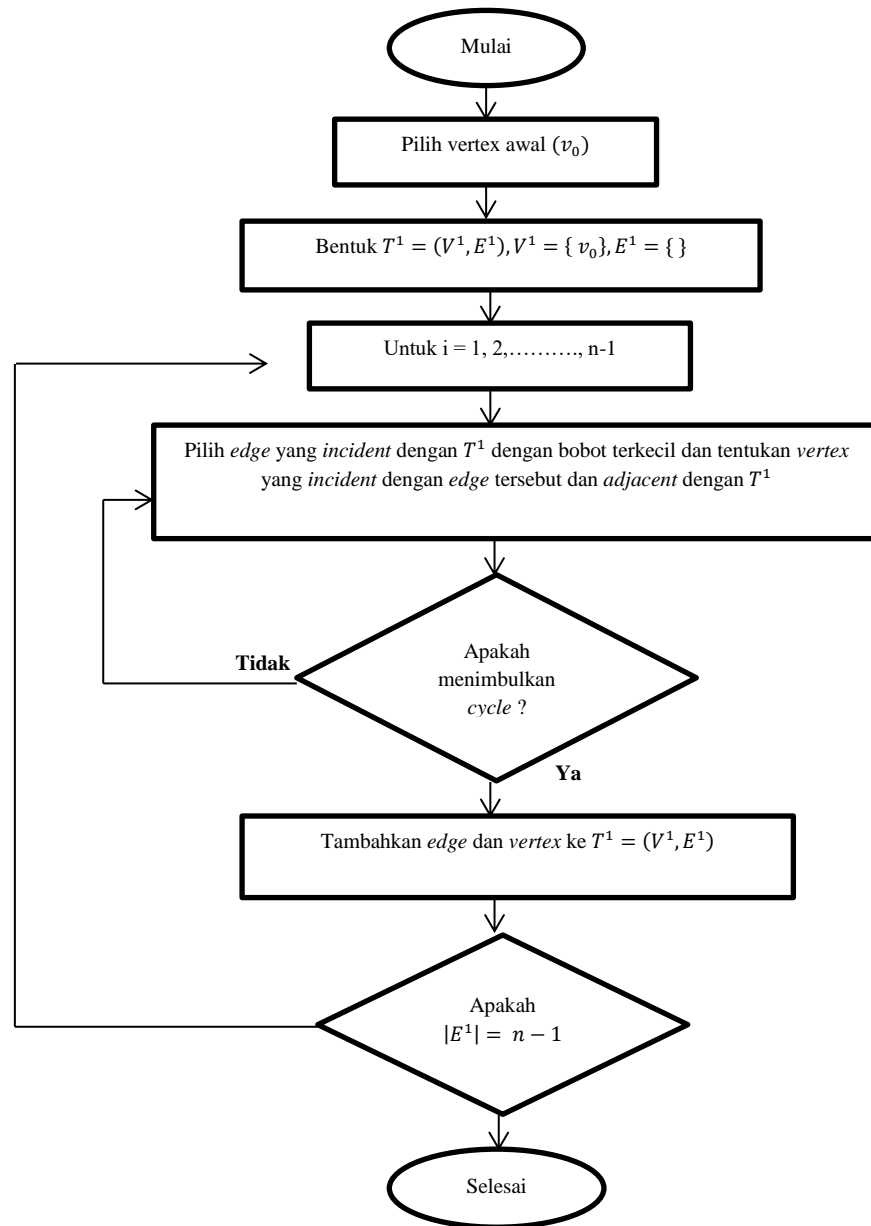
D. Analisis Data

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menemukan *minimum spanning tree* dengan menggunakan Algoritma Prim's dan Algoritma Dijkstra.

Langkah-langkah Algoritma Prim's

1. Tentukan *vertex* awal (v_1).
2. i. Tentukan *edge* yang *incident* dengan T^1 dengan bobot terkecil dan tentukan pola *vertex* yang *adjacent* dengan T^1 dan *incident* dengan *edge* tersebut.
 - ii. Jika *edge* dan *vertex* tersebut menimbulkan *cycle* jika ditambahkan ke T^1 , maka *edge* dan *vertex* tersebut tidak dipilih.
 - iii. Jika tidak menimbulkan *cycle*, maka *edge* dan *vertex* tersebut ditambahkan ke T^1 .
3. Ulangi langkah 2 sehingga $|E^1| = n - 1$ atau $|V^1| = |G|$.
4. Selesai

Berikut adalah flowchartnya :



Gambar 11 Algoritma Prim's

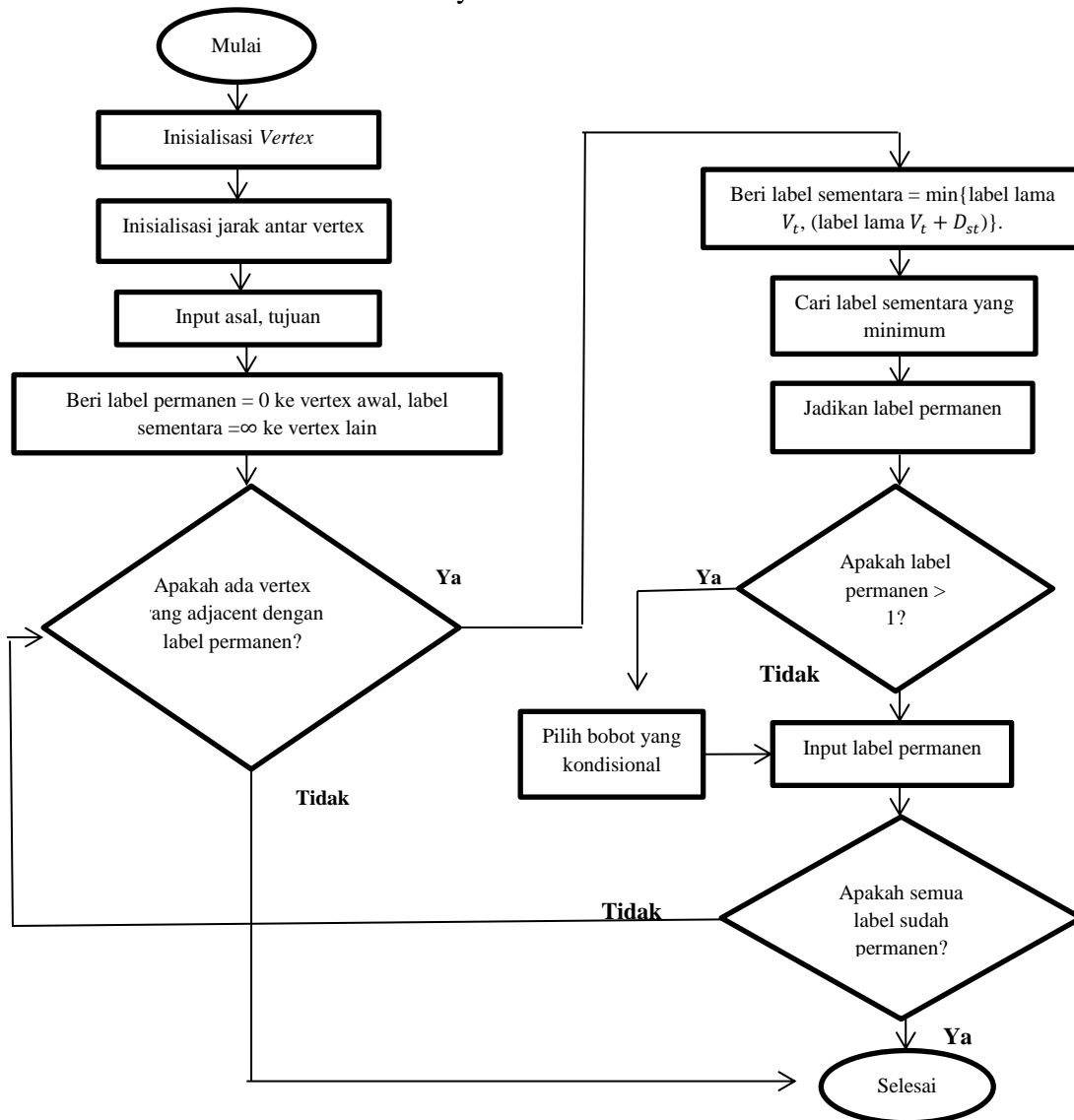
Langkah-langkah Algoritma Dijkstra

Berikut adalah langkah-langkah menurut Gross and Yallen [11] :

1. Inialisasi *vertex*
2. Inialisasi jarak antar *vertex*
3. Tentukan *vertex* awal dan *vertex* tujuan.

4. Beri label permanen = 0 ke *vertex* awal, dan label sementara = ∞ ke *vertex* lainnya.
5. Untuk setiap *vertex* V_t yang belum mendapatkan label permanen, maka mendapatkan label sementara yaitu dengan $\min\{\text{label lama } V_t, (\text{label lama } V_t + D_{st})\}$.
6. Cari jarak minimum diantara semua *vertex* yang masih berlabel sementara.
7. Jadikan *vertex* minimum yang berlabel sementara menjadi *vertex* dengan label permanen. Jika terdapat lebih dari satu *vertex* yang *adjacent* dengan label permanen dengan bobot yang sama, maka pilih sembarang (kondisional).
8. Ulangi langkah 5 sampai 7 hingga *vertex* tujuan mendapat label permanen.

Berikut adalah flowchartnya :



Gambar 12 Algoritma Dijkstra

Penentuan Minimum Spanning Tree

Berdasarkan *minimum spanning tree* menggunakan Algoritma Prim's dan Algoritma Dijkstra, hasil dari keduanya dibandingkan. Karena itu *minimum spanning tree* dengan rute terpendek adalah solusi untuk menentukan jaringan pipa pada Perumdam Cabang Kesugihan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

Analisis data merupakan kegiatan yang dilakukan untuk melakukan analisis sekumpulan data yang telah diperoleh. Tahapan analisis data yang akan dilakukan adalah mengoptimalkan jalur distribusi pipa air bersih menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra. Jaringan pipa perumdam yang akan diteliti adalah jaringan pipa distribusi di desa Gombolharjo, dengan sebelumnya sudah terdapat jaringan pipa distribusi akan tetapi masih sedikit yang terjangkau.

Penulis memperoleh data dengan metode dokumentasi yaitu pengumpulan data dengan cara mengambil data sekunder yang diperoleh dari Perumdam Kecamatan Kesugihan dan adapun prosedur pengambilan data dalam penelitian ini juga dibantu dengan menggunakan *Google Maps*. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam mengolah data yang diperoleh, yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan *vertex* yang mewakili satu persimpangan di jalan utama, dikarenakan batasan distribusi hanya pada distribusi primer dan jarak tiap *vertex* (panjangnya pipa).
2. Menerapkan algoritma prim's dan djikstra untuk mengoptimasi jalur pipa distribusi dan mendapatkan hasil yang optimal dan efektif.

B. Hasil Analisis Data

Dalam proses mengoptimalkan jalur distribusi pipa air bersih menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra, hal yang harus dilakukan adalah menggambarkan titik-titik persimpangan jalan utama yang direpresentasikan kedalam sebuah graf, dimana titik-titik persimpangan merupakan *vertex* dan jarak antar titik persimpangan (panjang pipa) merupakan bobot *edge*, yang digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13 Jaringan pipa yang sudah terpasang

Setelah diketahui graf dari jaringan pipa yang sudah terpasang, maka selanjutnya adalah penentuan *vertex* dan *edge* untuk pengoptimalan jaringan distribusi air di Desa Gombolharjo dengan tetap mengikutsertakan jaringan pipa yang sudah terpasang, yang digambarkan sebagai berikut :



Gambar 14 Desa Gombolharjo yang sudah diberikan *vertex*

Tabel 5 Data koordinat setiap *vertex*

No	<i>Vertex</i>	Koordinat
1	v_1	7°39'48.4"S 109°06'46.3"E
2	v_2	7°39'50.0"S 109°06'46.6"E
3	v_3	7°39'52.4"S 109°06'45.7"E
4	v_4	7°39'53.7"S 109°06'45.3"E
5	v_5	7°39'51.9"S 109°06'41.3"E
6	v_6	7°39'50.2"S 109°06'41.7"E

7	v_7	7°39'51.4"S 109°06'40.1"E
8	v_8	7°39'53.0"S 109°06'38.4"E
9	v_9	7°39'55.1"S 109°06'43.9"E
10	v_{10}	7°39'55.9"S 109°06'35.7"E
11	v_{11}	7°39'59.3"S 109°06'41.0"E
12	v_{12}	7°39'58.2"S 109°06'30.3"E
13	v_{13}	7°39'58.9"S 109°06'33.9"E
14	v_{14}	7°40'02.0"S 109°06'38.8"E
15	v_{15}	7°39'59.6"S 109°06'29.6"E
16	v_{16}	7°40'00.6"S 109°06'33.1"E
17	v_{17}	7°40'01.0"S 109°06'29.4"E
18	v_{18}	7°40'02.0"S 109°06'32.5"E
19	v_{19}	7°40'03.1"S 109°06'32.1"E
20	v_{20}	7°40'02.2"S 109°06'26.0"E
21	v_{21}	7°40'03.2"S 109°06'28.7"E
22	v_{22}	7°40'04.2"S 109°06'31.7"E
23	v_{23}	7°40'03.3"S 109°06'25.1"E
24	v_{24}	7°40'04.3"S 109°06'28.4"E
25	v_{25}	7°40'05.3"S 109°06'31.4"E
26	v_{26}	7°40'05.5"S 109°06'28.0"E
27	v_{27}	7°40'06.6"S 109°06'31.0"E
28	v_{28}	7°40'06.5"S 109°06'27.7"E
29	v_{29}	7°40'07.6"S 109°06'30.8"E
30	v_{30}	7°40'08.9"S 109°06'30.5"E
31	v_{31}	7°40'03.3"S 109°06'37.8"E
32	v_{32}	7°40'05.6"S 109°06'42.7"E
33	v_{33}	7°40'06.7"S 109°06'46.9"E
34	v_{34}	7°39'59.1"S 109°06'49.1"E
35	v_{35}	7°39'56.6"S 109°06'50.4"E
36	v_{36}	7°39'58.3"S 109°06'55.3"E
37	v_{37}	7°39'59.2"S 109°07'00.8"E
38	v_{38}	7°39'55.0"S 109°06'51.1"E
39	v_{39}	7°39'49.9"S 109°06'54.6"E
40	v_{40}	7°39'48.7"S 109°06'54.4"E
41	v_{41}	7°39'50.8"S 109°07'02.6"E
42	v_{42}	7°39'53.5"S 109°07'10.2"E
43	v_{43}	7°39'51.7"S 109°07'10.2"E
44	v_{44}	7°39'51.6"S 109°07'13.4"E
45	v_{45}	7°39'50.4"S 109°07'06.4"E
46	v_{46}	7°39'50.4"S 109°07'10.2"E
47	v_{47}	7°39'47.3"S 109°07'04.1"E
48	v_{48}	7°39'47.2"S 109°07'06.0"E

49	v_{49}	7°39'47.2"S 109°07'10.2"E
50	v_{50}	7°39'47.2"S 109°07'14.4"E
51	v_{51}	7°39'45.7"S 109°07'06.6"E
52	v_{52}	7°39'45.7"S 109°07'10.3"E
53	v_{53}	7°39'44.4"S 109°07'06.0"E
54	v_{54}	7°39'44.5"S 109°07'10.3"E
55	v_{55}	7°39'43.1"S 109°07'10.4"E
56	v_{56}	7°39'43.0"S 109°07'13.5"E
57	v_{57}	7°39'40.3"S 109°07'06.9"E
58	v_{58}	7°39'40.3"S 109°07'10.2"E
59	v_{59}	7°39'40.3"S 109°07'13.1"E
60	v_{60}	7°39'37.9"S 109°07'12.5"E

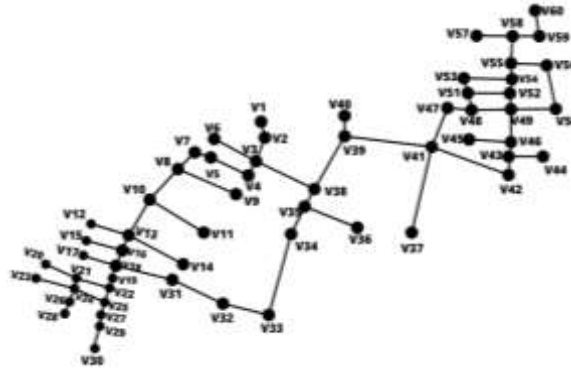
Berdasarkan gambar desa Gombolharjo yang sudah ditentukan *vertexnya* dapat dibentuk data berupa bobot panjang pipa primer desa Gombolharjo dalam satuan meter sebagai berikut :

Tabel 6 Bobot pipa antar *vertex*

No	Edge	Bobot (m)
1	$v_1 - v_2$	48
2	$v_2 - v_3$	76
3	$v_3 - v_6$	137
4	$v_3 - v_{38}$	182
5	$v_3 - v_4$	39
6	$v_4 - v_5$	134
7	$v_5 - v_7$	37
8	$v_7 - v_8$	72
9	$v_8 - v_9$	176
10	$v_8 - v_{10}$	119
11	$v_{10} - v_{11}$	190
12	$v_{10} - v_{13}$	170
13	$v_{13} - v_{14}$	173
14	$v_{13} - v_{12}$	117
15	$v_{13} - v_{16}$	53
16	$v_{16} - v_{15}$	109
17	$v_{16} - v_{18}$	42
18	$v_{18} - v_{17}$	96
19	$v_{18} - v_{19}$	34
20	$v_{18} - v_{31}$	169
21	$v_{19} - v_{22}$	35
22	$v_{22} - v_{21}$	95
23	$v_{22} - v_{25}$	32

24	$v_{21} - v_{20}$	89
25	$v_{21} - v_{24}$	34
26	$v_{24} - v_{23}$	104
27	$v_{24} - v_{26}$	35
28	$v_{24} - v_{25}$	95
29	$v_{26} - v_{28}$	32
30	$v_{25} - v_{27}$	41
31	$v_{27} - v_{29}$	30
32	$v_{29} - v_{30}$	42
33	$v_{31} - v_{32}$	167
34	$v_{32} - v_{33}$	132
35	$v_{33} - v_{34}$	247
36	$v_{34} - v_{35}$	89
37	$v_{35} - v_{36}$	157
38	$v_{35} - v_{38}$	76
39	$v_{38} - v_{39}$	185
40	$v_{39} - v_{40}$	37
41	$v_{39} - v_{41}$	241
42	$v_{41} - v_{37}$	260
43	$v_{41} - v_{47}$	119
44	$v_{41} - v_{42}$	244
45	$v_{42} - v_{43}$	57
46	$v_{43} - v_{44}$	98
47	$v_{43} - v_{46}$	40
48	$v_{46} - v_{45}$	112
49	$v_{46} - v_{49}$	99
50	$v_{49} - v_{48}$	126
51	$v_{49} - v_{52}$	49
52	$v_{49} - v_{50}$	129
53	$v_{48} - v_{47}$	58
54	$v_{48} - v_{51}$	47
55	$v_{51} - v_{52}$	132
56	$v_{51} - v_{53}$	38
57	$v_{52} - v_{54}$	36
58	$v_{53} - v_{54}$	133
59	$v_{54} - v_{55}$	47
60	$v_{55} - v_{56}$	96
61	$v_{55} - v_{58}$	88
62	$v_{56} - v_{50}$	130
63	$v_{58} - v_{57}$	101
64	$v_{58} - v_{59}$	84
65	$v_{59} - v_{60}$	78

Dari data tersebut dapat digambarkan sebuah graf terhubung sebagai berikut :



Gambar 15 Graf Pipa Distribusi

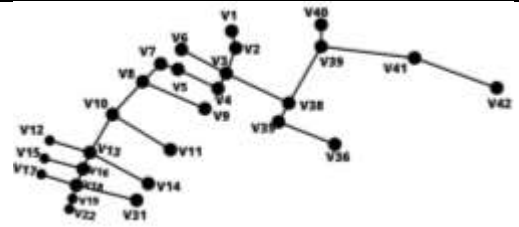
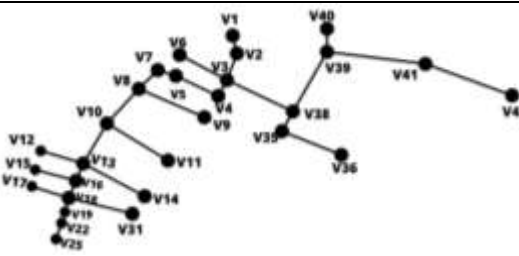
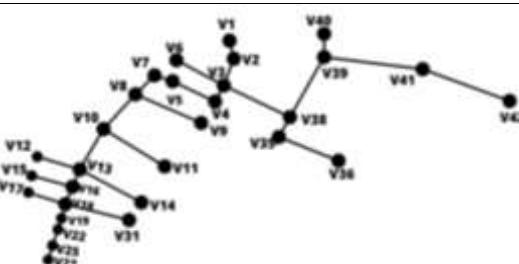
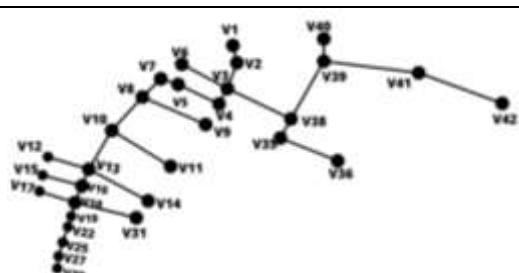
C. Pembahasan Algoritma Prim's dan Dijkstra

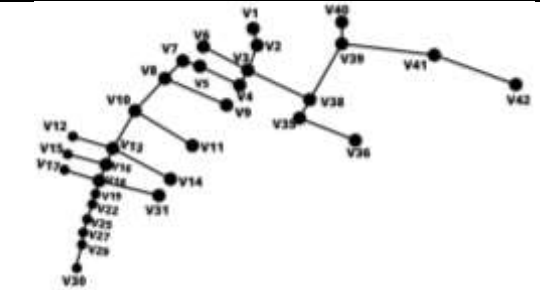
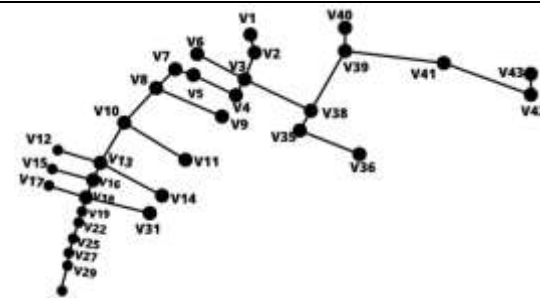
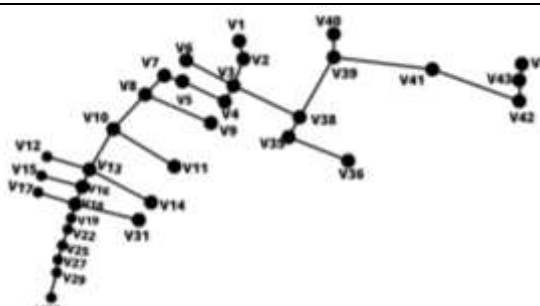
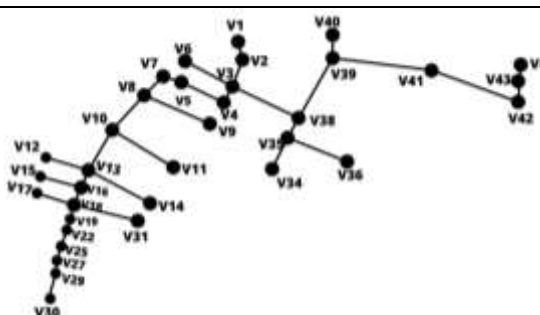
1. Implementasi Algoritma Prim's

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menyelesaikan persoalan optimasi jaringan distribusi air menggunakan algoritma prim's :

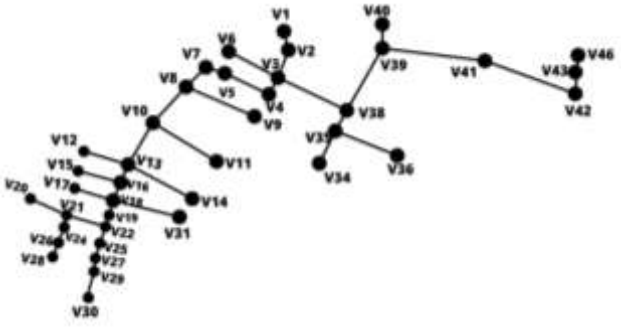
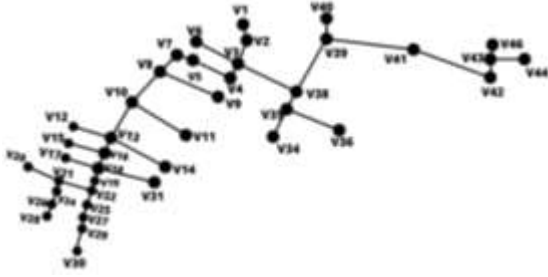
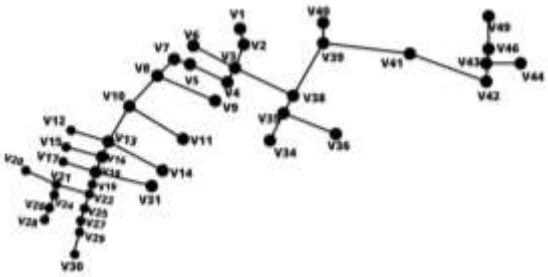
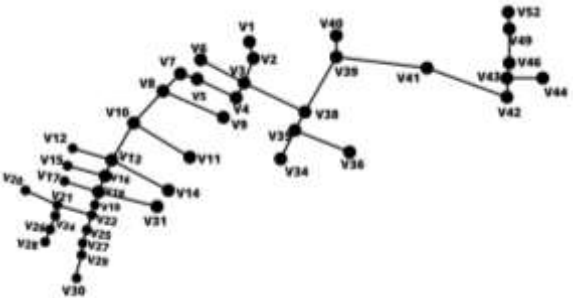
Tabel 7 Iterasi Algoritma Prim's

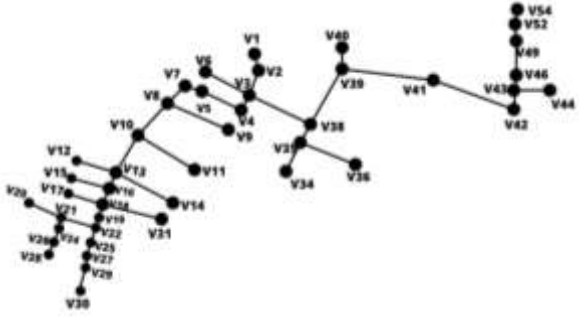
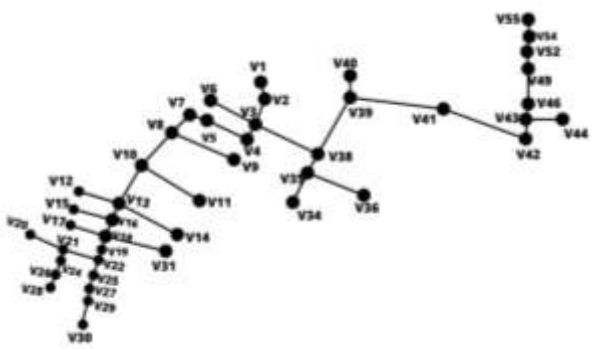
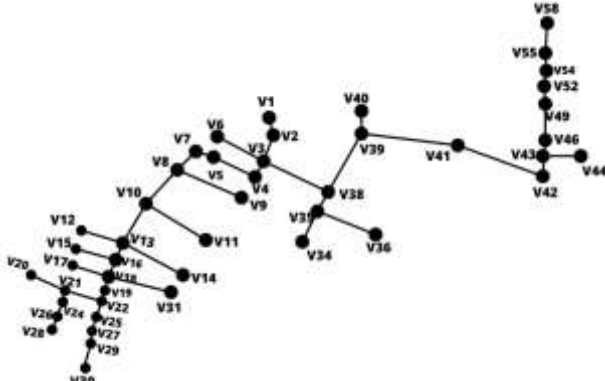
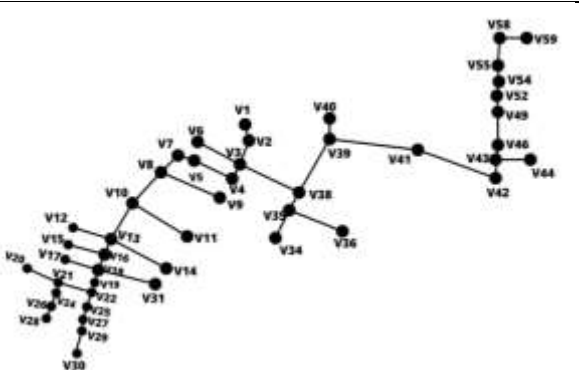
Iterasi	Bobot yang terpilih (m)	Vertex yang ditambahkan	Graf
Graf awal	-	- Total panjang <i>edge</i> sepanjang 3079	
1	34	v_{19} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{18}, v_{19}) dengan bobot 34, maka dipilih <i>vertex</i> v_{19} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3113.	

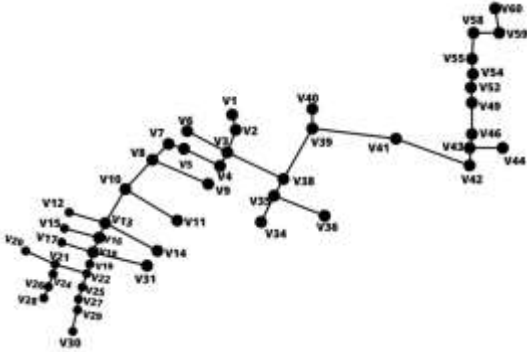
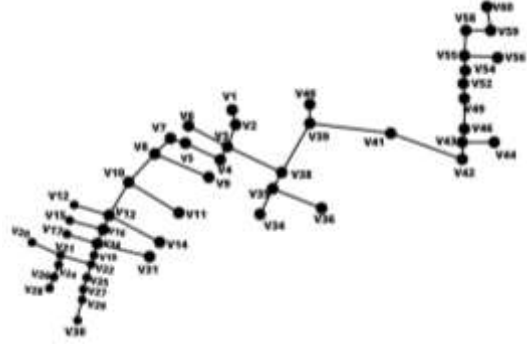
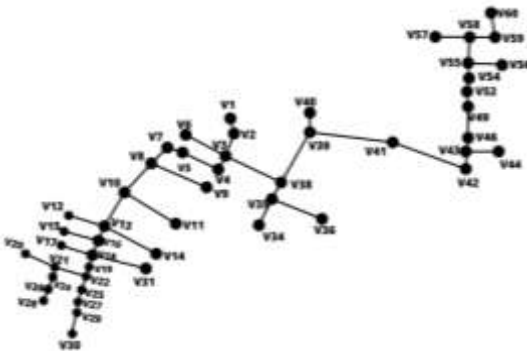
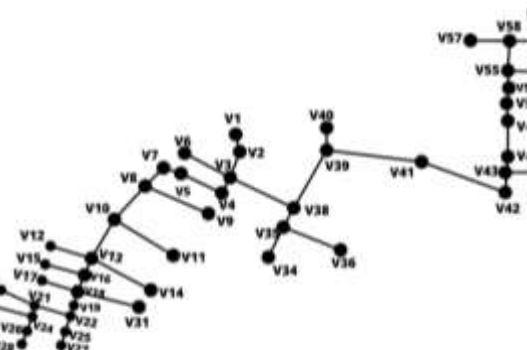
2	35	v_{22} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{19}, v_{22}) dengan bobot 35, maka dipilih <i>vertex</i> v_{22} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3148.	
3	32	v_{25} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{22}, v_{25}) dengan bobot 32, maka dipilih <i>vertex</i> v_{25} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3180.	
4	41	v_{27} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{25}, v_{27}) dengan bobot 41, maka dipilih <i>vertex</i> v_{27} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3221.	
5	30	v_{29} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{27}, v_{29}) dengan bobot 30, maka dipilih <i>vertex</i> v_{29} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3251.	

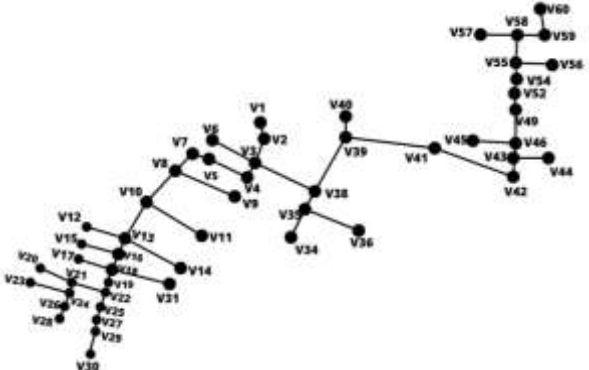
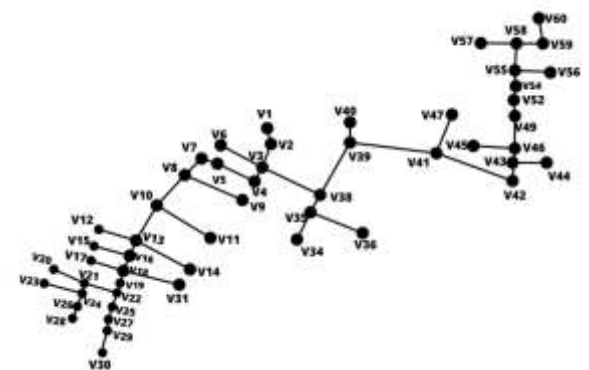
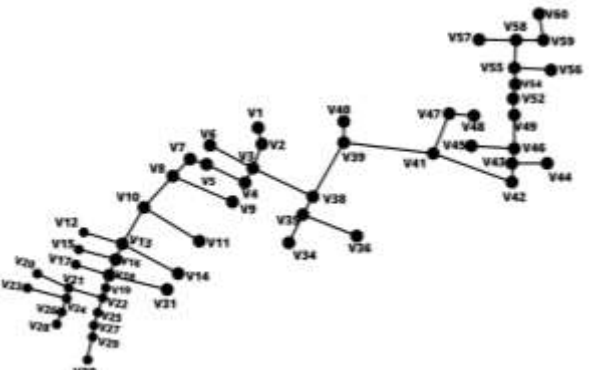
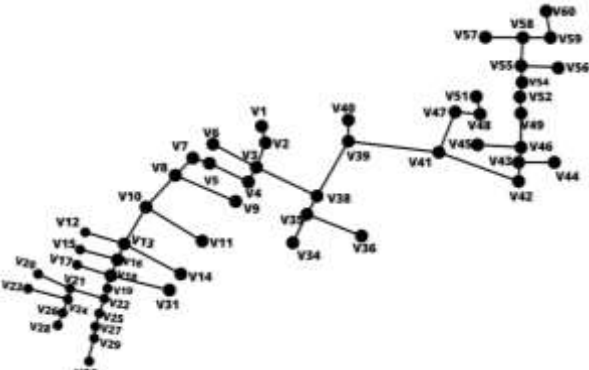
6	42	v_{30} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{29}, v_{30}) dengan bobot 42, maka dipilih <i>vertex</i> v_{30} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3293.	
7	57	v_{43} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{42}, v_{43}) dengan bobot 57, maka dipilih <i>vertex</i> v_{43} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3350.	
8	40	v_{46} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{43}, v_{46}) dengan bobot 40, maka dipilih <i>vertex</i> v_{46} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3390.	
9	89	v_{34} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{35}, v_{34}) dengan bobot 89, maka dipilih <i>vertex</i> v_{34} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3479.	

10	95	v_{21} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{22}, v_{21}) dengan bobot 95, maka dipilih <i>vertex</i> v_{21} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3574.	
11	34	v_{24} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{21}, v_{24}) dengan bobot 34, maka dipilih <i>vertex</i> v_{24} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3608.	
12	35	v_{26} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{24}, v_{26}) dengan bobot 35, maka dipilih <i>vertex</i> v_{26} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3643.	
13	32	v_{28} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{26}, v_{28}) dengan bobot 32, maka dipilih <i>vertex</i> v_{28} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3675.	

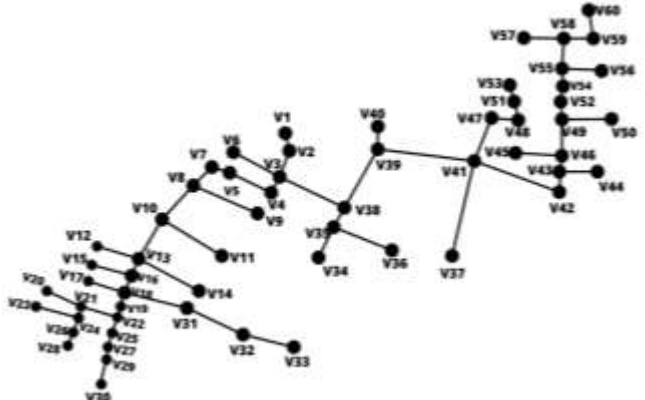
14	89	v_{20} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{21}, v_{20}) dengan bobot 89, maka dipilih <i>vertex</i> v_{20} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3764.	
15	98	v_{44} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{43}, v_{44}) dengan bobot 98, maka dipilih <i>vertex</i> v_{44} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3862.	
16	99	v_{49} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{46}, v_{49}) dengan bobot 99, maka dipilih <i>vertex</i> v_{49} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 3961.	
17	49	v_{52} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{49}, v_{52}) dengan bobot 49, maka dipilih <i>vertex</i> v_{52} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4010.	

18	36	v_{54} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{52}, v_{54}) dengan bobot 36, maka dipilih <i>vertex</i> v_{54} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4046.	
19	47	v_{55} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{54}, v_{55}) dengan bobot 47, maka dipilih <i>vertex</i> v_{55} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4093.	
20	88	v_{58} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{55}, v_{58}) dengan bobot 88, maka dipilih <i>vertex</i> v_{58} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4181.	
21	84	v_{59} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{58}, v_{59}) dengan bobot 84, maka dipilih <i>vertex</i> v_{59} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4265.	

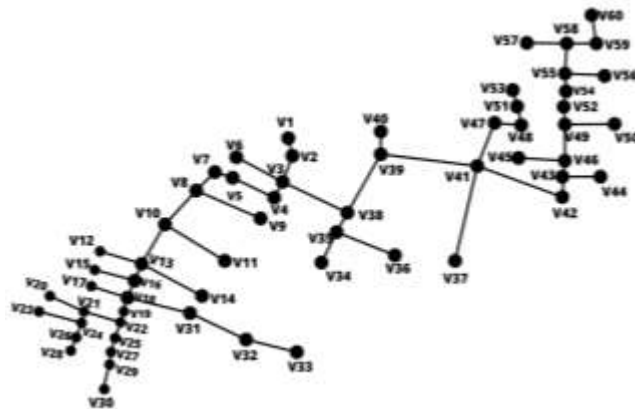
22	78	v_{60} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{59}, v_{60}) dengan bobot 78, maka dipilih <i>vertex</i> v_{60} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4343.	
23	96	v_{56} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{55}, v_{56}) dengan bobot 96, maka dipilih <i>vertex</i> v_{56} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4439.	
24	101	v_{57} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{58}, v_{57}) dengan bobot 101, maka dipilih <i>vertex</i> v_{57} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4540.	
25	104	v_{23} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{24}, v_{23}) dengan bobot 104, maka dipilih <i>vertex</i> v_{23} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4644.	

26	112	v_{45} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{46}, v_{45}) dengan bobot 112, maka dipilih <i>vertex</i> v_{45} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4756.	
27	119	Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{41}, v_{47}) dengan bobot 119, maka dipilih <i>vertex</i> v_{47} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4875.	
28	58	Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{47}, v_{48}) dengan bobot 58, maka dipilih <i>vertex</i> v_{48} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4933.	
29	47	Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{48}, v_{51}) dengan bobot 47, maka dipilih <i>vertex</i> v_{51} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 4980.	

30	38	v_{53} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{51}, v_{53}) dengan bobot 47, maka dipilih <i>vertex</i> v_{51} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 5018.	
31	129	v_{50} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{49}, v_{50}) dengan bobot 129, maka dipilih <i>vertex</i> v_{50} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 5147.	
32	167	v_{32} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{31}, v_{32}) dengan bobot 167, maka dipilih <i>vertex</i> v_{32} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 5314.	
33	132	v_{33} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{32}, v_{33}) dengan bobot 132, maka dipilih <i>vertex</i> v_{32} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 5446.	

34	260	v_{37} Karena <i>edge</i> dengan bobot terkecil yang <i>incident</i> dengan $V(T(G))$ yaitu (v_{41}, v_{37}) dengan bobot 260, maka dipilih <i>vertex</i> v_{37} . Sehingga total panjang <i>edge</i> sepanjang 5706.	
----	-----	--	--

Iterasi ke-34 merupakan iterasi yang terakhir, dikarenakan $E(T(G)) = n - 1$, dimana $n = 60$, dan *edge* yang terpilih sudah mencapai 59 *edge*, sehingga diperoleh graf sebagai berikut :



Gambar 16 Hasil Algoritma Prim's

Setelah menerapkan algoritma prim's dalam mencari *minimum spanning tree* pada pembangunan sistem jaringan distribusi air pada Perumdam Kecamatan Kesugihan di desa Gombolharjo terdapat 34 iterasi dan ada beberapa *edge* yang dihapus dari graf pipa distribusi. Adapun *edge* yang dihapus adalah (v_{24}, v_{25}) , (v_{33}, v_{34}) , (v_{48}, v_{49}) , (v_{51}, v_{52}) , (v_{53}, v_{54}) , (v_{50}, v_{56}) , maka diperoleh bobot (panjang) pipa primer adalah 5706 m. Sedangkan bobot (panjang) total jaringan pipa primer pada graf pipa distribusi adalah 6569 m, setelah dihitung menggunakan algoritma prim's lebih minimum dari graf pipa distribusi dengan selisih 863 m.

2. Implementasi Algoritma Dijkstra

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menyelesaikan persoalan optimasi jaringan distribusi air menggunakan algoritma djikstra :

Iterasi 0

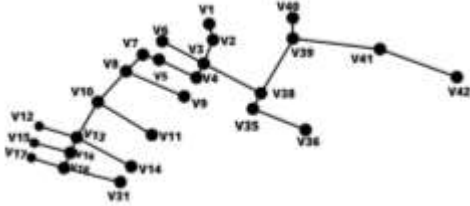
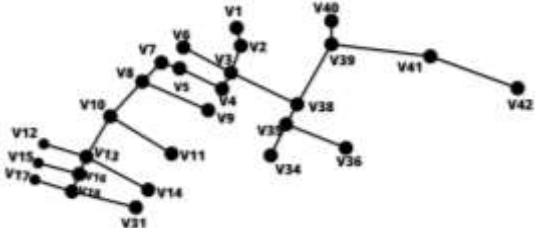
Tetapkan label permanen untuk $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}$.

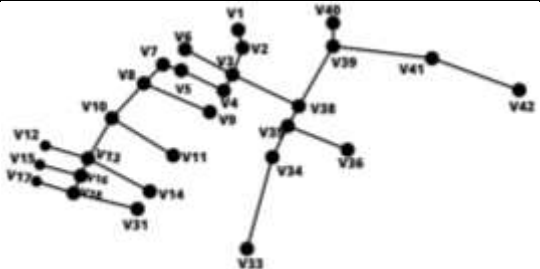
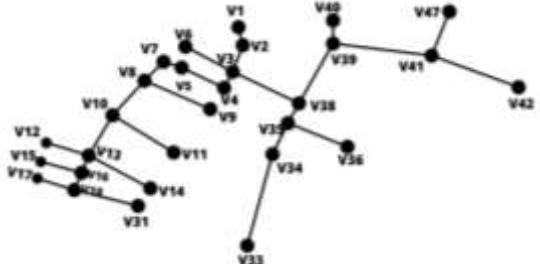
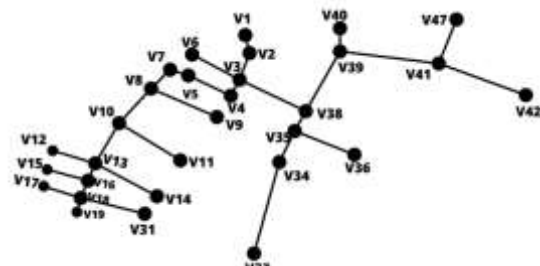
Tabel 8 *Vertex* yang permanen

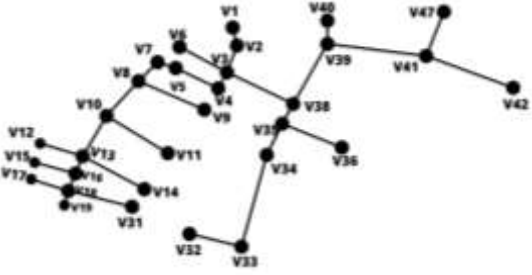
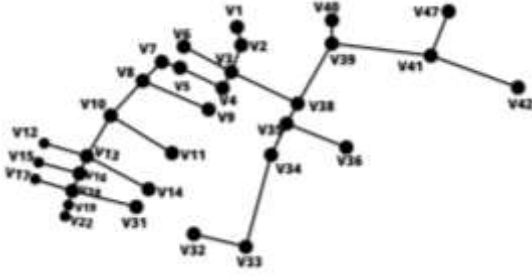
Vertex	Label	Status
1	[0, -]	Permanen
2	[48, v_1]	Permanen
3	[124, v_2]	Permanen
4	[163, v_3]	Permanen
5	[297, v_4]	Permanen
6	[261, v_3]	Permanen
7	[334, v_5]	Permanen
8	[406, v_7]	Permanen
9	[582, v_8]	Permanen
10	[525, v_8]	Permanen
11	[715, v_{10}]	Permanen
13	[695, v_{10}]	Permanen
12	[812, v_{13}]	Permanen
14	[868, v_{13}]	Permanen
16	[748, v_{13}]	Permanen
15	[857, v_{16}]	Permanen
18	[790, v_{16}]	Permanen
17	[886, v_{18}]	Permanen
31	[959, v_{18}]	Permanen
38	[306, v_3]	Permanen
35	[382, v_{38}]	Permanen
36	[539, v_{35}]	Permanen
39	[463, v_{38}]	Permanen
40	[500, v_{39}]	Permanen
41	[704, v_{39}]	Permanen
42	[948, v_{41}]	Permanen

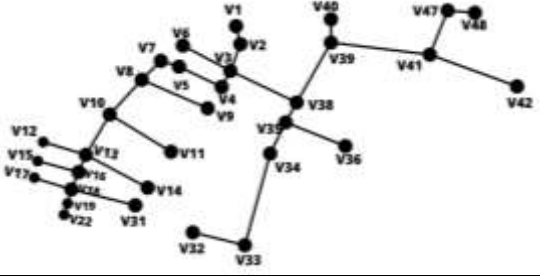
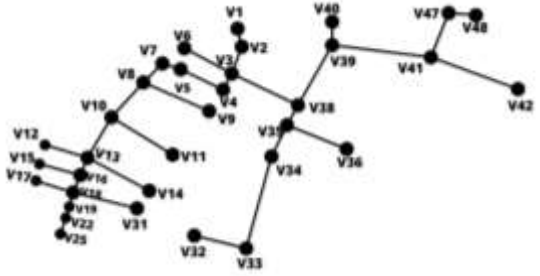
Tabel diatas merupakan *vertex* yang sudah permanen, dikarenakan *vertex* diatas adalah *vertex* yang sudah terpasang.

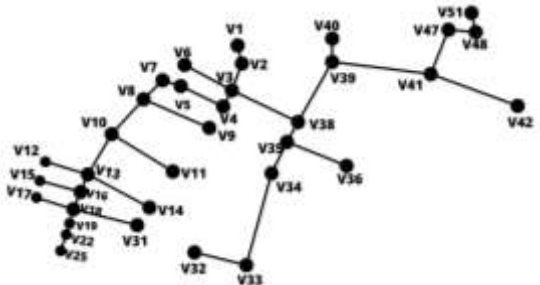
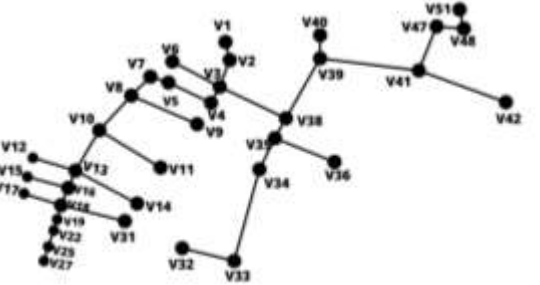
Tabel 9 Iterasi Algoritma Dijkstra

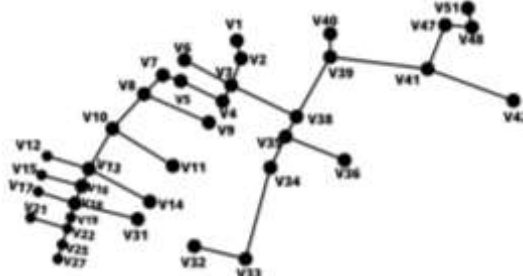
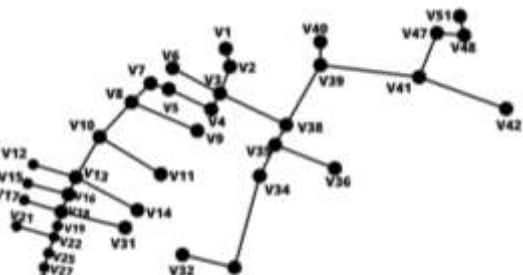
Iterasi 0	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}$			
				
Total panjang pipa			3079	
Iterasi 1	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{18} - v_{19}$	34	$790+34=824$	$(824, v_{18})$
	$v_{31} - v_{32}$	167	$959+167=1126$	$(1126, v_{31})$
	$v_{35} - v_{34}$	89	$382+89=471$	$(471, v_{35})$ Permanen
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{41} - v_{47}$	119	$704+119=823$	$(823, v_{41})$
				
Total panjang pipa			3168	
Iterasi 2	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{18} - v_{19}$	34	$790+34=824$	$(824, v_{18})$
	$v_{31} - v_{32}$	167	$959+167=1126$	$(1126, v_{31})$
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{41} - v_{47}$	119	$704+119=823$	$(823, v_{41})$
$v_{34} - v_{33}$	247	$471+247=718$	$(718, v_{34})$ Permanen	

				
	Total panjang pipa			3415
Iterasi 3	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{18} - v_{19}$	34	$790+34=824$	$(824, v_{18})$
	$v_{31} - v_{32}$	167	$959+167=1126$	$(1126, v_{31})$ Atau
	$v_{33} - v_{32}$	132	$718+132=850$	$(850, v_{33})$
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{41} - v_{47}$	119	$704+119=823$	$(823, v_{41})$ Permanen
				
	Total panjang pipa			3534
Iterasi 4	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{18} - v_{19}$	34	$790+34=824$	$(824, v_{18})$ Permanen
	$v_{33} - v_{32}$	132	$718+132=850$	$(850, v_{33})$
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{47} - v_{48}$	58	$823+58=881$	$(881, v_{47})$
				

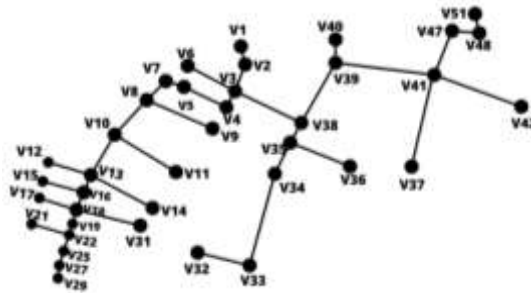
Iterasi 5	Total panjang pipa			3568
	T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{33} - v_{32}$	132	$718+132=850$	(850, V33) Permanen
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	(964, v_{41})
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	(1005, v_{42})
	$v_{47} - v_{48}$	58	$823+58=881$	(881, v_{47})
	$v_{19} - v_{22}$	35	$824+35=859$	(859, v_{19})
				
Total panjang pipa			3700	
Iterasi 6	T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	(964, v_{41})
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	(1005, v_{42})
	$v_{47} - v_{48}$	58	$823+58=881$	(881, v_{47})
	$v_{19} - v_{22}$	35	$824+35=859$	(859, v_{19}) Permanen
				
Total panjang pipa			3735	
Iterasi 7	T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	(964, v_{41})
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	(1005, v_{42})
	$v_{47} - v_{48}$	58	$823+58=881$	(881, v_{47})
	$v_{22} - v_{21}$	95	$859+95=954$	(954, v_{22})

	$v_{22} - v_{25}$	32	$859+32=891$	$(891, v_{22})$
				
	Total panjang pipa			3793
Iterasi 8	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{22} - v_{21}$	95	$859+95=954$	$(954, v_{22})$
	$v_{22} - v_{25}$	32	$859+32=891$	$(891, v_{22})$ Permanen
	$v_{48} - v_{51}$	47	$881+47=928$	$(928, v_{48})$
	$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
				
	Total panjang pipa			3825
Iterasi 9	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{22} - v_{21}$	95	$859+95=954$	$(954, v_{22})$
	$v_{48} - v_{51}$	47	$881+47=928$	$(928, v_{48})$ Permanen
	$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
	$v_{25} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$
$v_{25} - v_{27}$	41	$891+41=932$	$(932, v_{25})$	

				
	Total panjang pipa		3872	
Iterasi 10	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{22} - v_{21}$	95	$859+95=954$	$(954, v_{22})$
	$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
	$v_{25} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$
	$v_{25} - v_{27}$	41	$891+41=932$	$(932, v_{25})$
	$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
	$v_{51} - v_{53}$	38	$928+38=966$	$(966, v_{51})$
				
Iterasi 11	Total panjang pipa		3913	
	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
	$v_{22} - v_{21}$	95	$859+95=954$	$(954, v_{22})$ Permanen
$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$	
$v_{25} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$	

$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
$v_{51} - v_{53}$	38	$928+38=966$	$(966, v_{51})$
$v_{27} - v_{29}$	38	$928+38=966$	$(962, v_{27})$
			
Total panjang pipa			4008
$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}$			
Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$
$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
$v_{25} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$
$v_{21} - v_{24}$	34	$954+34=988$	$(988, v_{21})$
$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
$v_{51} - v_{53}$	38	$928+38=966$	$(966, v_{51})$
$v_{27} - v_{29}$	38	$928+38=966$	$(962, v_{27})$ Permanen
$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
			
Total panjang pipa			4046
$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}$			
Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{41} - v_{37}$	260	$704+260=964$	$(964, v_{41})$ Permanen

$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
$v_{21} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$
$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
$v_{51} - v_{53}$	38	$928+38=966$	$(966, v_{51})$
$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
$v_{29} - v_{30}$	42	$962+42=1004$	$(1004, v_{29})$

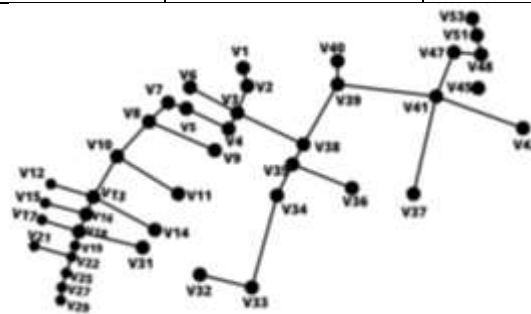


Total panjang pipa		4306	
--------------------	--	------	--

Iterasi 14

T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}$

Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
$v_{21} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$
$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
$v_{51} - v_{53}$	38	$928+38=966$	$(966, v_{51})$ Permanen
$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
$v_{29} - v_{30}$	42	$962+42=1004$	$(1004, v_{29})$

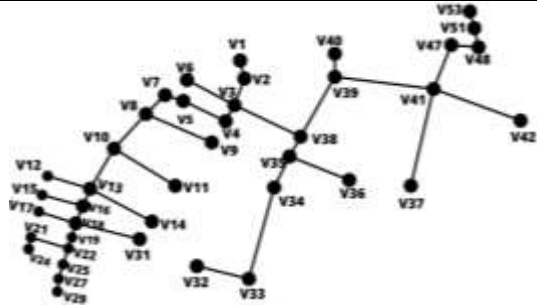


Total panjang pipa		4344	
--------------------	--	------	--

Iterasi 15

T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}$

Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
$v_{21} - v_{24}$	95	$891+95=986$	$(986, v_{25})$
$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
$v_{29} - v_{30}$	42	$962+42=1004$	$(1004, v_{29})$
$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$

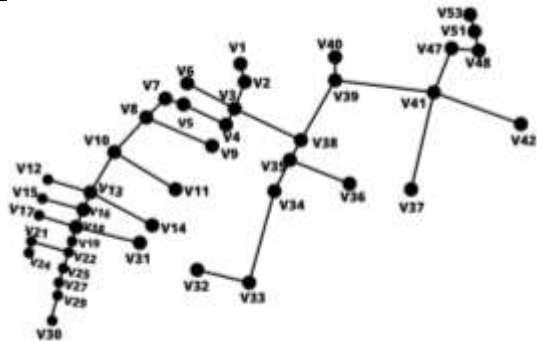


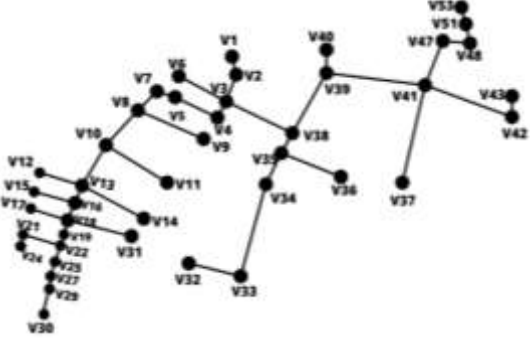
Total panjang pipa	4439
--------------------	------

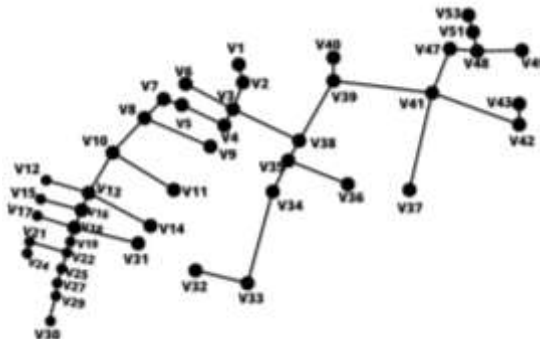
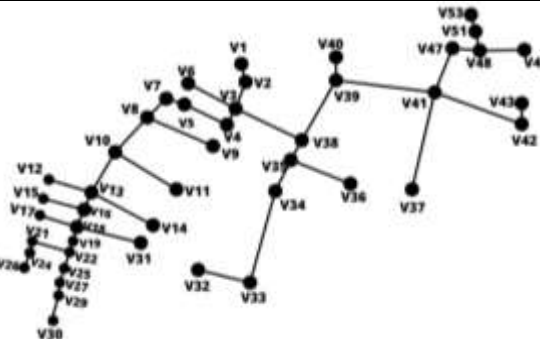
T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}$

Iterasi 16

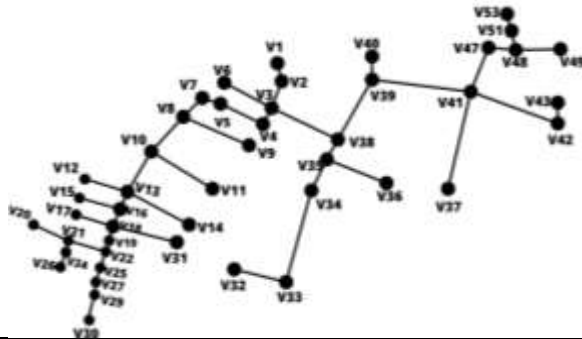
Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$
$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
$v_{29} - v_{30}$	42	$962+42=1004$	$(1004, v_{29})$ Permanen
$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
$v_{24} - v_{26}$	35	$986+35=1021$	$(1021, v_{24})$



	Total panjang pipa			4481
Iterasi 17	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{42} - v_{43}$	57	$948+57=1005$	$(1005, v_{42})$ Permanen
	$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
	$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
	$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
	$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
	$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
	$v_{24} - v_{26}$	35	$986+35=1021$	$(1021, v_{21})$
				
Total panjang pipa			4538	
Iterasi 18	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{48} - v_{49}$	126	$881+126=1007$	$(1007, v_{48})$
	$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$
	$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
	$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
	$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
	$v_{24} - v_{26}$	35	$986+35=1021$	$(1021, v_{21})$
	$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
	$v_{43} - v_{46}$	40	$1005+40=1045$	$(1045, v_{43})$

				
	Total jarak			4664
Iterasi 19	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{51} - v_{52}$	132	$928+132=1060$	$(1060, v_{51})$ Atau
	$v_{49} - v_{52}$	49	$1007+49=1056$	$(1056, v_{49})$
	$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$
	$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
	$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
	$v_{24} - v_{26}$	35	$986+35=1021$	$(1021, v_{21})$ Permanen
	$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
	$v_{43} - v_{46}$	40	$1005+40=1045$	$(1045, v_{43})$
$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$	
				
	Total panjang pipa			4699
Iterasi 20	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{21} - v_{20}$	89	$954+89=1043$	$(1043, v_{21})$ Permanen

$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
$v_{43} - v_{46}$	40	$1005+40=1045$	$(1045, v_{43})$
$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$
$v_{49} - v_{52}$	49	$1007+49=1056$	$(1056, v_{49})$
$v_{26} - v_{28}$	32	$1021+32=1053$	$(1053, v_{26})$



Total panjang pipa		4788	
--------------------	--	------	--

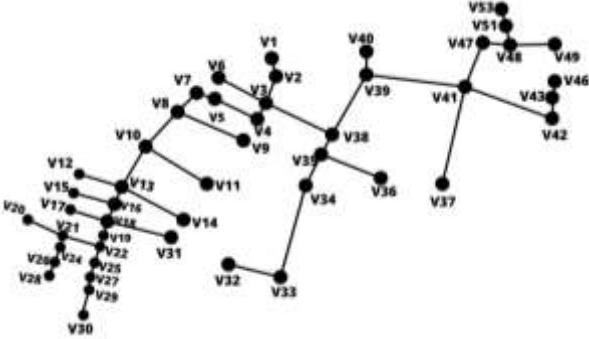
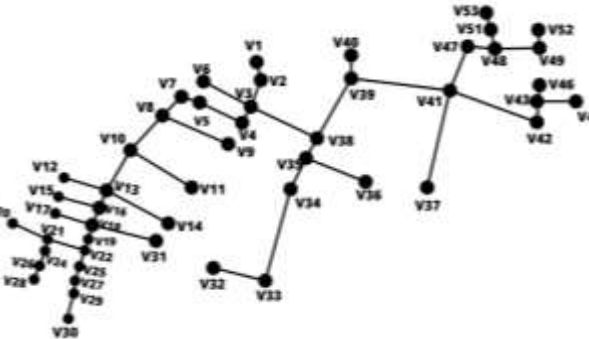
Iterasi 21
 $T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}$

Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
$v_{43} - v_{46}$	40	$1005+40=1045$	$(1045, v_{43})$
$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$
$v_{49} - v_{52}$	49	$1007+49=1056$	$(1056, v_{49})$
$v_{26} - v_{28}$	32	$1021+32=1053$	$(1053, v_{26})$

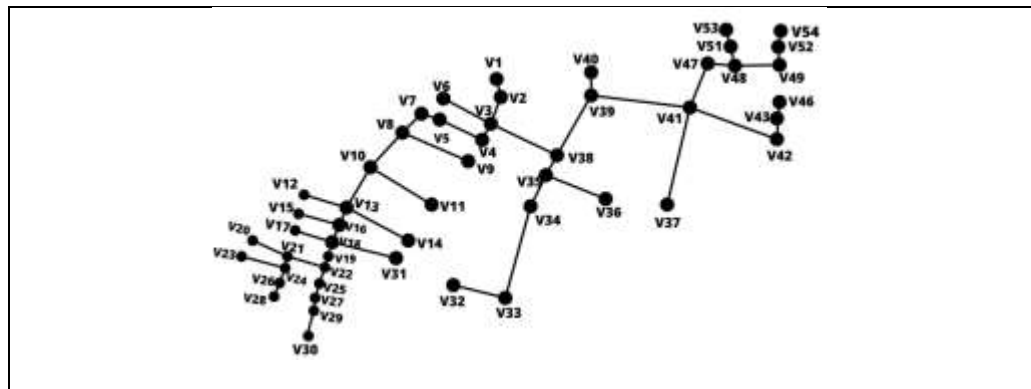


Total panjang pipa		4828	
--------------------	--	------	--

Iterasi 22
 $T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32},$

	$v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
	$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
	$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
	$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$
	$v_{49} - v_{52}$	49	$1007+49=1056$	$(1056, v_{49})$
	$v_{26} - v_{28}$	32	$1021+32=1053$	$(1053, v_{26})$ Permanen
	$v_{46} - v_{45}$	112	$1045+112=1157$	$(1157, v_{46})$
				
	Total panjang pipa			4860
Iterasi 23	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$
	$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$
	$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
	$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$
	$v_{49} - v_{52}$	49	$1007+49=1056$	$(1056, v_{49})$ Permanen
	$v_{46} - v_{45}$	112	$1045+112=1157$	$(1157, v_{46})$
				

	Total panjang pipa			4909
Iterasi 24	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{53} - v_{54}$	133	$966+133=1099$	$(1099, v_{53})$ Atau $(1096, v_{52})$
	$v_{52} - v_{54}$	36	$1060+36=1096$	$(1096, v_{52})$
	$v_{24} - v_{23}$	104	$986+104=1090$	$(1090, v_{24})$ Permanen
	$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
	$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$
	$v_{46} - v_{45}$	112	$1045+112=1157$	$(1157, v_{46})$
	Total panjang pipa			5013
Iterasi 25	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{52} - v_{54}$	36	$1060+36=1096$	$(1096, v_{52})$ Permanen
	$v_{43} - v_{44}$	98	$1005+98=1103$	$(1103, v_{43})$
	$v_{49} - v_{50}$	129	$1007+129=1136$	$(1136, v_{49})$
	$v_{46} - v_{45}$	112	$1045+112=1157$	$(1157, v_{46})$

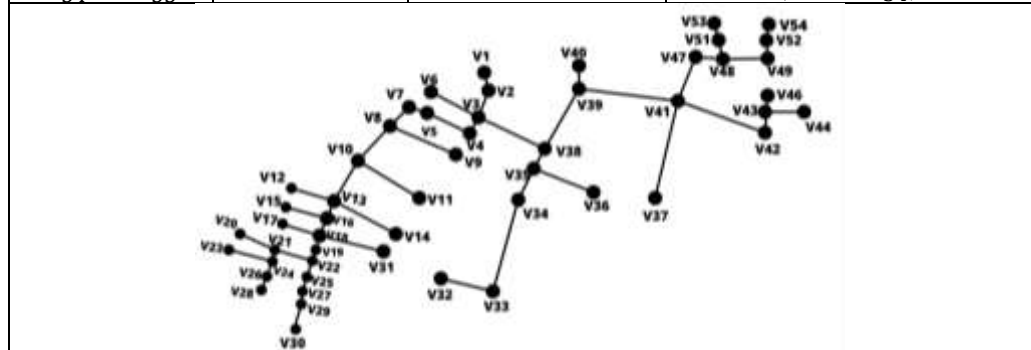


Total panjang pipa		5049
--------------------	--	------

Iterasi 26

T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}$

Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{43} - v_{44}$	98	1005+98=1103	(1103, v_{43}) Permanen
$v_{49} - v_{50}$	129	1007+129=1136	(1136, v_{49})
$v_{46} - v_{45}$	112	1045+112=1157	(1157, v_{46})
$v_{54} - v_{55}$	47	1096+47=1143	(1143, v_{54})

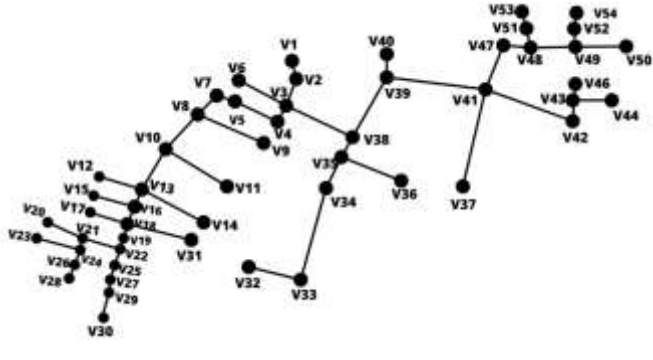
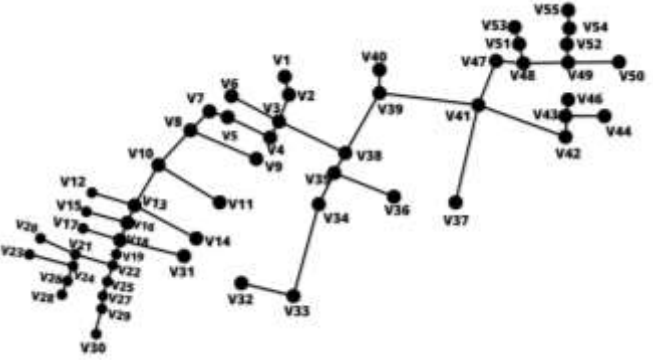


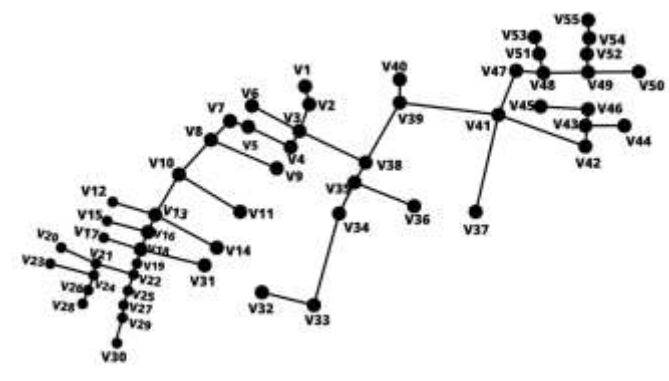
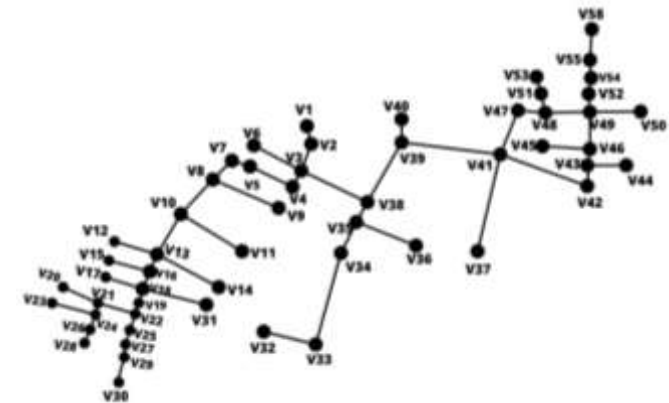
Total panjang pipa		5147
--------------------	--	------

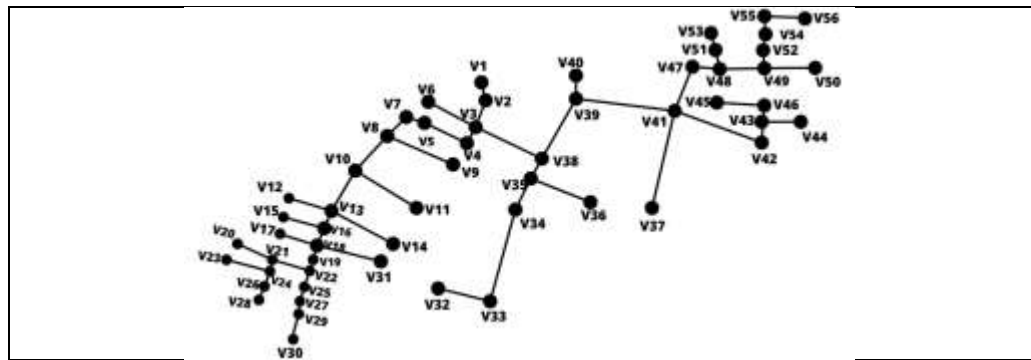
Iterasi 27

T : $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}, v_{44}$

Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{49} - v_{50}$	129	1007+129=1136	(1136, v_{49}) Permanen
$v_{46} - v_{45}$	112	1045+112=1157	(1157, v_{46})
$v_{54} - v_{55}$	47	1096+47=1143	(1143, v_{54})

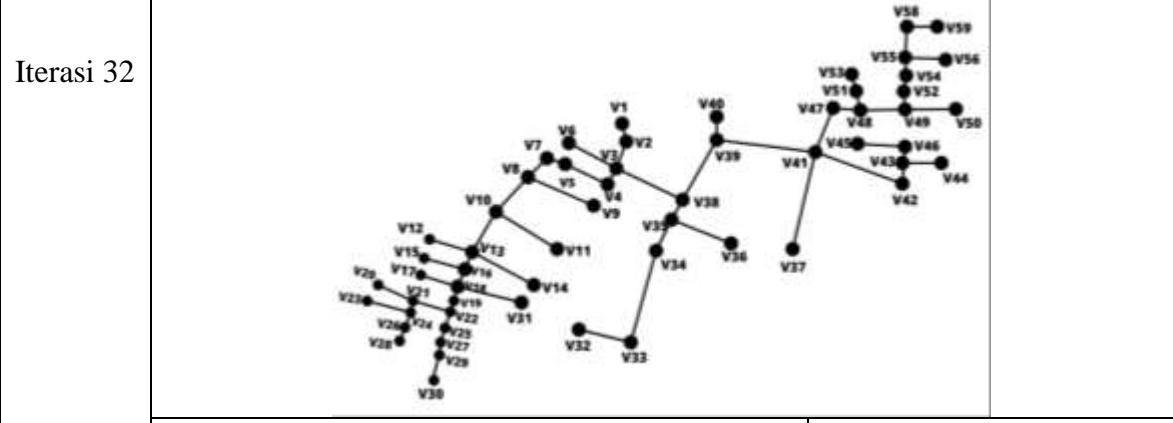
				
	Total panjang pipa		5276	
Iterasi 28	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}, v_{44}, v_{50}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{46} - v_{45}$	112	$1045+112=1157$	$(1157, v_{46})$
	$v_{54} - v_{55}$	47	$1096+47=1143$	$(1143, v_{54})$ Permanen
	$v_{50} - v_{56}$	130	$1136+130=1266$	$(1266, v_{50})$
				
	Total panjang pipa		5323	
Iterasi 29	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}, v_{44}, v_{50}, v_{55}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{46} - v_{45}$	112	$1045+112=1157$	$(1157, v_{46})$ Permanen
	$v_{50} - v_{56}$	130	$1136+130=1266$	$(1266, v_{50})$ Atau
	$v_{55} - v_{56}$	96	$1143+96=1239$	$(1239, v_{55})$
	$v_{55} - v_{58}$	88	$1143+88=1231$	$(1231, v_{55})$

				
	Total panjang pipa		5435	
	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}, v_{44}, v_{50}, v_{55}, v_{45}$			
Iterasi 30	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{55} - v_{56}$	96	$1143+96=1239$	$(1239, v_{55})$
	$v_{55} - v_{58}$	88	$1143+88=1231$	$(1231, v_{55})$ Permanen
				
	Total panjang pipa		5523	
Iterasi 31	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}, v_{44}, v_{50}, v_{55}, v_{45}, v_{58}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	Label
	$v_{55} - v_{56}$	96	$1143+96=1239$	$(1239, v_{55})$ Permanen
	$v_{58} - v_{57}$	101	$1231+101=1332$	$(1332, v_{58})$
	$v_{58} - v_{59}$	84	$1231+84=1315$	$(1315, v_{58})$



Total panjang pipa	5619
--------------------	------

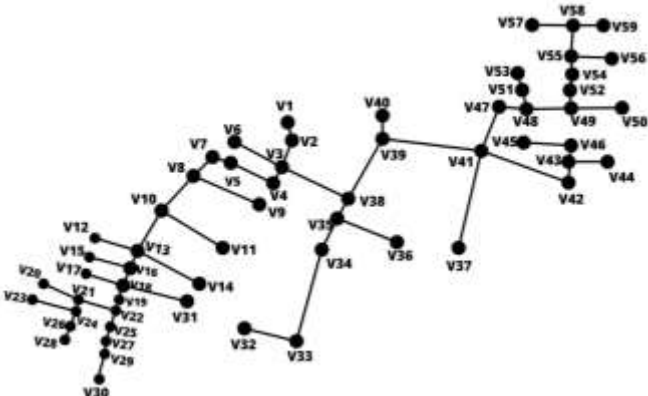
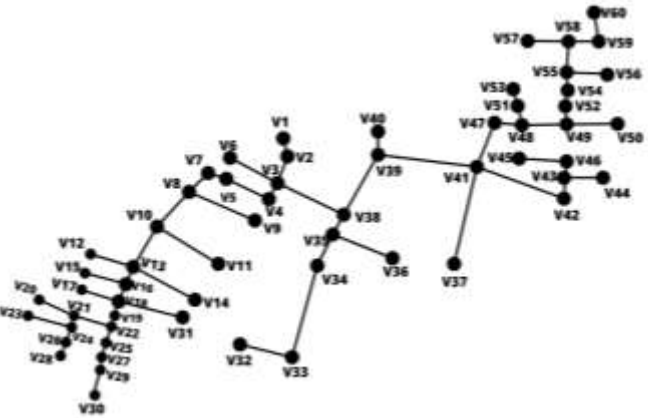
Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{58} - v_{57}$	101	$1231+101=1332$	$(1332, v_{58})$
$v_{58} - v_{59}$	84	$1231+84=1315$	$(1315, v_{58})$ Permanen



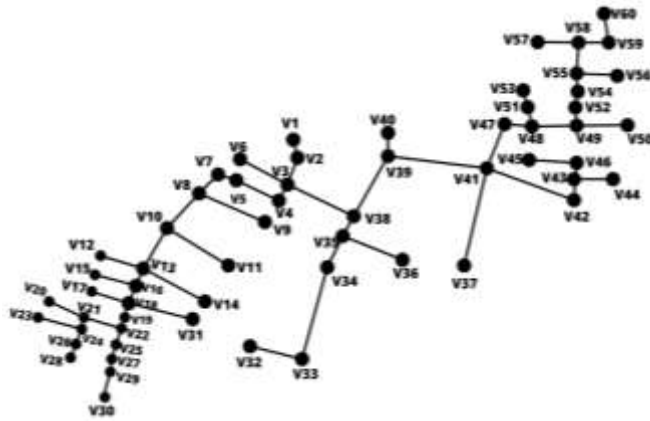
Total panjang pipa	5703
--------------------	------

Vertex	Bobot	Total bobot	Label
$v_{58} - v_{57}$	101	$1231+101=1332$	$(1332, v_{58})$
$v_{59} - v_{60}$	78	$1315+78=1393$	$(1393, v_{59})$

Iterasi 33

				
	Total panjang pipa		5804	
Iterasi 34	$T : v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{31}, v_{35}, v_{36}, v_{38}, v_{39}, v_{40}, v_{41}, v_{42}, v_{34}, v_{33}, v_{47}, v_{19}, v_{32}, v_{22}, v_{48}, v_{25}, v_{51}, v_{27}, v_{21}, v_{29}, v_{37}, v_{53}, v_{24}, v_{30}, v_{43}, v_{49}, v_{26}, v_{20}, v_{46}, v_{28}, v_{52}, v_{23}, v_{54}, v_{44}, v_{50}, v_{55}, v_{45}, v_{58}, v_{56}, v_{59}, v_{57}$			
	Vertex	Bobot	Total bobot	
	$v_{59} - v_{60}$	78	$1315+78=1393$	$(1393, v_{59})$ Permanen
				
Total panjang pipa		5882		

Pada iterasi ini hanya tersisa v_{60} sebagai label sementara, sehingga v_{60} statusnya berubah menjadi permanen. Dikarenakan v_{60} tidak *adjacent* dengan *vertex* yang lain, dan sudah tidak ada lagi *vertex* yang memiliki label sementara, maka iterasi berhenti. Setelah menerapkan Algoritma Dijkstra pada jaringan pipa diperoleh total panjang pipa sepanjang 5882 m, sehingga diperoleh graf sebagai berikut :



Gambar 17 Hasil Algoritma Dijkstra

Setelah dilakukan serangkaian perhitungan menggunakan algoritma prim's dan djikstra, maka diperoleh total panjang pipa sebagai berikut :

Tabel 10 Perbandingan Algoritma Prim's dan Dijkstra

No	Algoritma	Total panjang pipa
1	Prim's	5706
2	Dijkstra	5882
Selisih		176

Berdasarkan tabel diatas disimpulkan bahwasannya algoritma yang optimal dalam pembangunan jaringan pipa untuk mendistribusikan air di desa Gombolharjo adalah algoritma prim's.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada optimasi jaringan distribusi bersih menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Algoritma Prim's dan Dijkstra dapat diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan optimasi jaringan pipa. Dalam memodelkan sistem jaringan air pada Perumdam Tirta Wijaya hal yang perlu dilakukan adalah menentukan *vertex* dan *edge* nya, dimana *vertex* mewakili ujung dan persimpangan jalan sedangkan *edge* mewakili jalannya. Setelah diketahui *vertex* dan *edgenya* maka dapat dibentuk suatu graf.
2. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 60 *vertex*, 59 *edge*, dan iterasi sebanyak 34, dengan total panjang pipa dengan menggunakan Algoritma Prim's sepanjang 5706 m, sedangkan total panjang pipa menggunakan Algoritma Dijkstra sepanjang 5882 m.
3. Dari hasil perbandingan dengan menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra, diperoleh rute terpendek untuk jaringan pipa distribusi air bersih di desa Gombolharjo yaitu rute yang diperoleh menggunakan Algoritma Prim's.

B. Saran

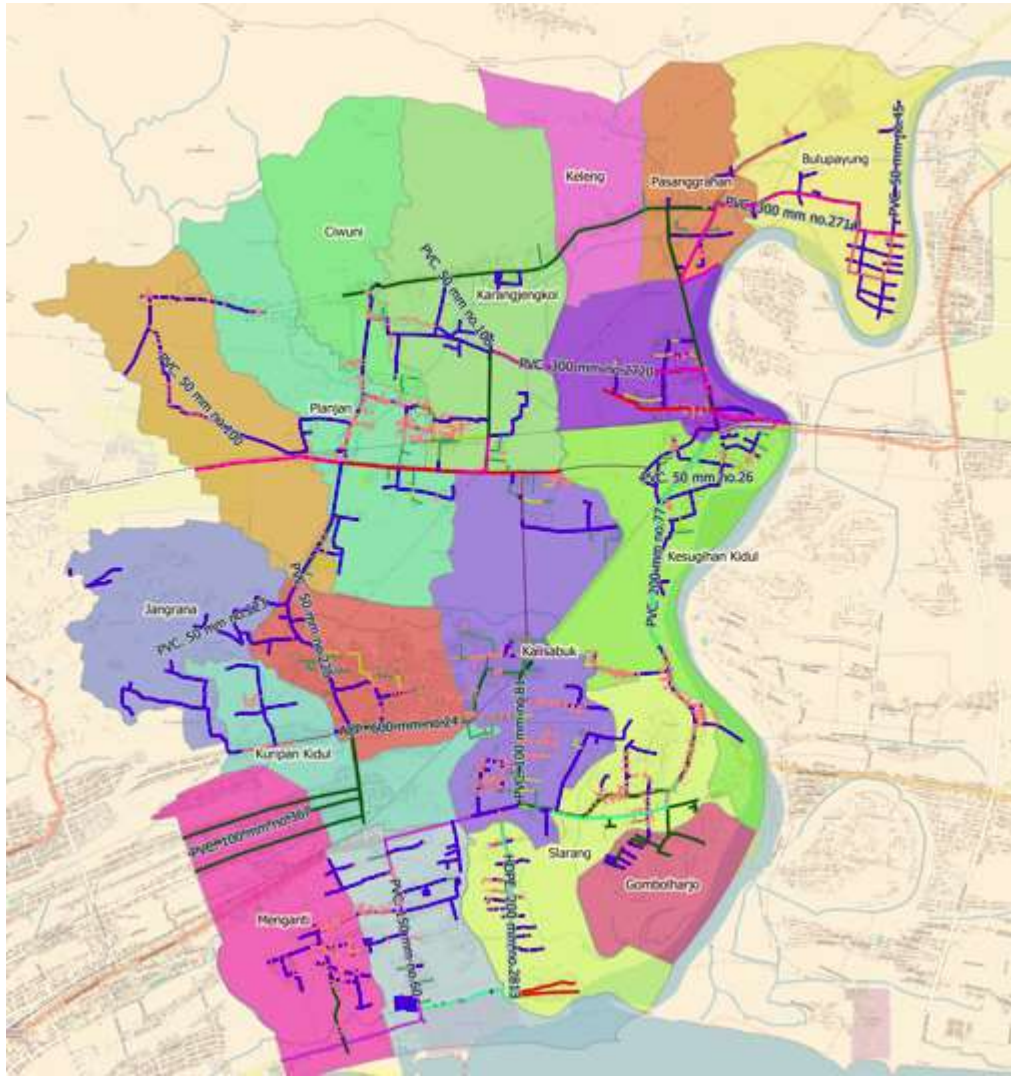
Setelah melihat hasil dari penelitian ini, penulis menyarankan agar dikembangkan untuk penelitian selanjutnya dengan menambahkan variabel seperti harga pipa dalam meter, menambahkan pipa selain pipa primer, seperti pipa sekunder. Dikarenakan dalam penelitian ini dihitung secara manual maka dapat dikembangkan lagi menggunakan aplikasi ataupun metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

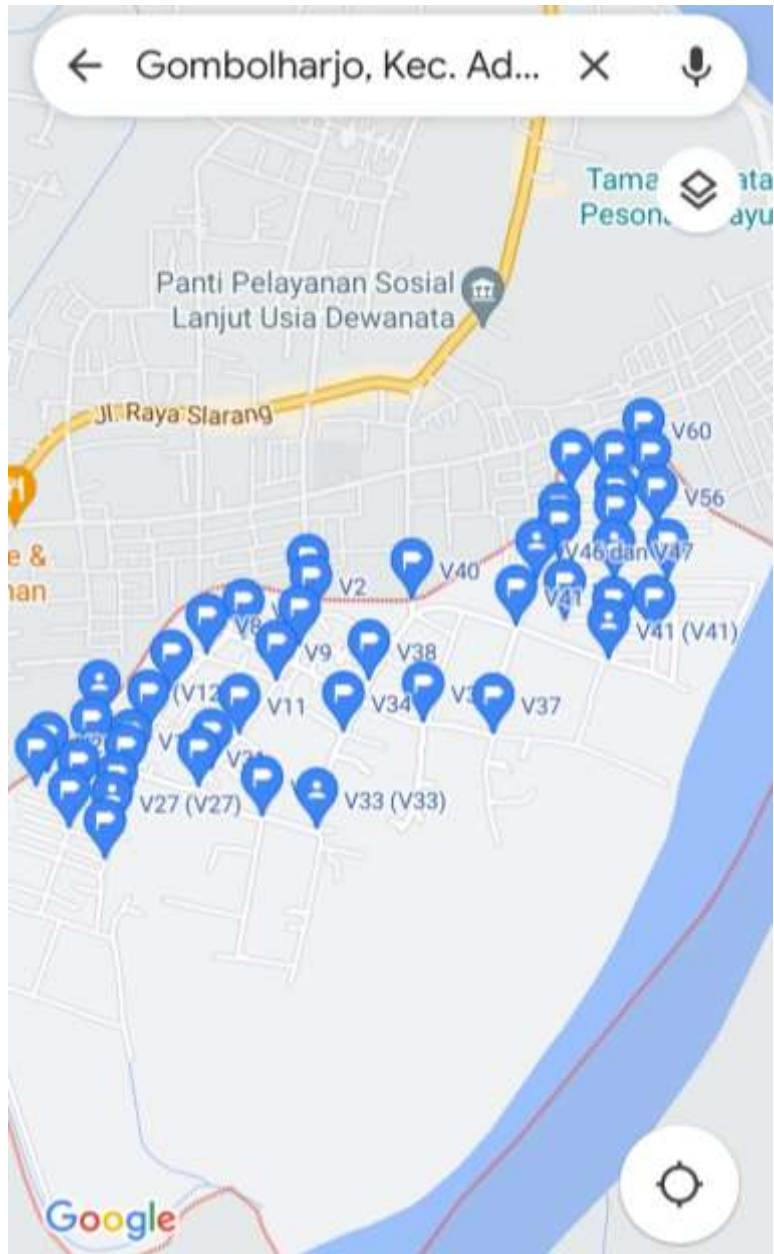
- [1] Aditya, M. R. "*Studi Perencanaan Dan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Marisa Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo*" (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang. 2023.
- [2] Armadi. D, Hidayat. A, and. Simanjuntak. S. M, "Analisis Pengelolaan Air Bersih Berkelanjutan Di Kota Bogor (Studi Kasus: Pdam Tirta Pakuan)," *J. Agric. Resour. Environ. Econ.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [3] Aritonang., B, *Rencana Induk Pengoptimalan Jaringan Pipa Distribusi Perusahaan Air Minum (Pdam) Di Aurduri Dengan Metode Algoritma Kruskal*. Universitas Jambi. 2021.
- [4] Chartrand. G, *Introductory Graph Theory*. New York : Dover publication, Inc, 1985.
- [5] Chartrand. G, Lesniak. L, and Zhang. P, *Graphs & digraphs*. New York: Taylor & Francis Group, LLC, 2010.
- [6] Ilham, D. C. *Mengoptimalkan Sistem Udara Pejalan Mesin Induk KM. Gerbang Samudera 1 PT. Dok Janata Marina Indah Semarang*, Teknika, AMNI: Semarang. 2019.
- [7] Khanif, M dan Uszhani, U. *Perancangan Sistem Penyediaan Air Bersih kompleks Perkantoran Kabupaten Bandung Barat*. Bandung. Politeknik Negeri Bandung. 2010.
- [8] Latifah. U and Sugiharti. E, "Penerapan Algoritma Prim Dan Kruskal Pada Jaringan Distribusi Air Pdam Tirta Moedal Cabang Semarang Utara," *UNNES J. Math.*, vol. 4, no. 1, pp. 48–57, 2015.
- [9] Munir. R, *Matematika Diskrit, Inform. Bandung*, pp. 281–308, 2010.
- [10] Nelwan. F, Wuisan .E. M., and Tanudjaja. L., "Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori," *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 10, pp. 678–684, 2013.
- [11] Gross, J.L., & Yellen, J. *Graph Theory and Its Applications (2nd ed.)*. New York : Chapman and Hall/CRC. 2005.

- [12] S. Khairunnisa, *Optimasi rute terpendek jalur distribusi pipa air bersih menggunakan algoritma artificial bee colony*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. 2020.
- [13] Syahputra. E. R, “Analisis Perbandingan Algoritma Prim dengan Algoritma Dijkstra dalam Pembentukan Minimum Spanning Tree (MST),” *J. Tek. Inform. Unika St. Thomas*, vol. 01, no. 02, pp. 50–55, 2016
- [14] Taha, Hamdy, *operation research an introduction*. Uni States, Amerika: Pearson Education, INC.2007.

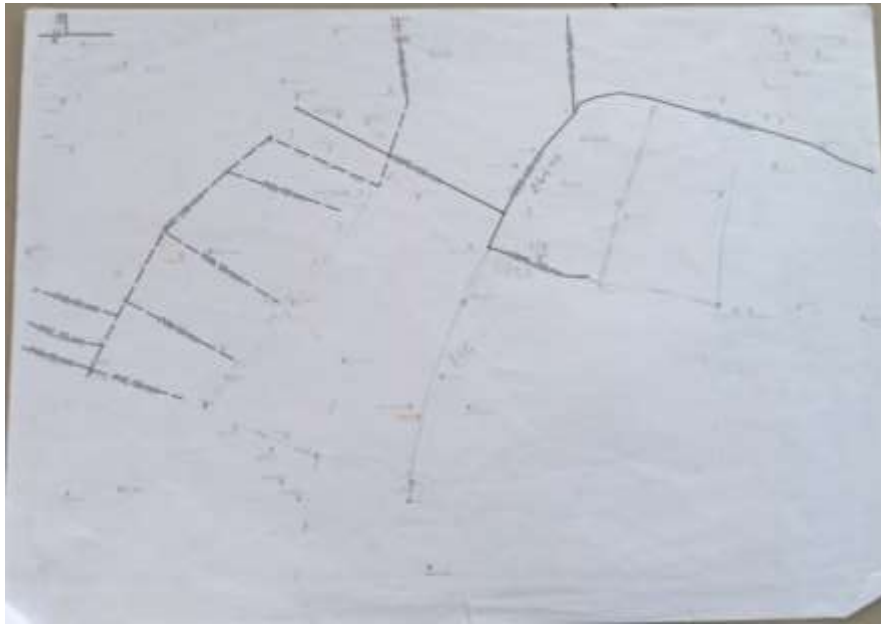
LAMPIRAN



Lampiran 1 Gambar Peta Jaringan pipa di Kecamatan Kesugihan



Lampiran 2 Gambar Vertex terpasang di Desa Gombolharjo



Lampiran 3 Gambar jaringan pipa yang sudah terpasang di Desa Gombolharjo



Lampiran 4 Dokumentasi saat observasi



WIJAYA

**PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM TIRTA WIJAYA
KABUPATEN CILACAP**

Jl. MT. Haryono No.16 Lomanis, Cilacap Tengah 53221
Telp. (0282) 545772, 545413 Fax. (0282) 546320
www.pdamcilacap.co.id

Nomor : 423.4 / 2081 / 47.01.01
Lampiran : -
Perihal : Ijin Penelitian

Cilacap , 30 Agustus 2022

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Matematika
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali
Di
Cilacap

Menjawab surat saudara Nomor : Ybk.1271.08/016/FMIKOM..UNUGHA/VIII/2022 tanggal 18 Agustus 2022 perihal sebagaimana tersebut pada pokok surat, dengan ini diberitahukan bahwa kami memberi ijin kepada Mahasiswa Saudara :

Nama : Wifqy Inayatul Ilahy
NIM : 18442011001
Prodi : Matematika
Judul TA : Optimasi Distribusi Jaringan Air dengan Menggunakan Algoritma Prim's dan Dijkstra Pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) Tirta Wijaya Cabang Kesugihan

Untuk melaksanakan Penelitian di PERUMDAM Tirta Wijaya Kabupaten Cilacap terhitung sejak tanggal 05 September s.d tanggal 05 Desember 2022, dengan ketentuan bersedia mematuhi peraturan yang ada dan mematuhi protokol COVID-19 dengan menunjukkan sertifikat vaksin sebelum pelaksanaan.

Demikian yang dapat kami sampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

DIREKSI
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM
TIRTA WIJAYA
KABUPATEN CILACAP


BAMBANG YULIANTO, ST, M.Si
Direktur Utama

Tembusan :

1. Kepala Bidang Litbang dan TI.
2. Kepala Cabang Kesugihan.

Lampiran 5 Surat Balasan Observasi dari Perumdam Tirta Wijaya Kabupaten