



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

# **APLIKASI ALGORITMA PRIM PADA JARINGAN PIPA PDAM DI KECAMATAN PADANG UTARA DAN KECAMAYAN NAGGALO**

**SKRIPSI**



**DESMAWATI  
07134002**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

## TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa :

Nama : Desmawati  
No. Buku Pokok : 07 134 002  
Jurusan : Matematika  
Bidang : Matematika Terapan  
Judul Skripsi : **Aplikasi Algoritma Prim Pada Pipa Jaringan  
PDAM di Kecamatan Padang Utara dan  
Kecamatan Nanggalo**

telah diuji dan disetujui skripsinya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) melalui ujian sarjana yang diadakan pada tanggal 26 Juli 2011 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

Pembimbing / Penguji

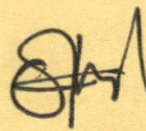
Penguji

1.



Narwen, M.Si  
NIP. 196704101997021001

1.




Dr. Syafrizal Sy  
NIP. 196708071993091001

2.



Budi Rudianto, M.Si  
NIP. 132 169 920

2.



Dr. Lyra Yulianti  
NIP. 19750706 1999032003

3.



Zulakmal, M.Si  
NIP. 196711081998021001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika FMIPA Unand



Dr. Syafrizal Sy  
NIP. 196708071993091001



*Alhamdulillahirobbil alamiin ....*

*Segala puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT karena berkat rahmat dan karunianya hamba dapat menyelesaikan skripsi ini.*

*Selawat beriring salam tercurahkan buat Rasulullah Muhammad SAW suri tauladan bagi umat manusia agar selamat di dunia dan di akhirat kelak.*

*"Orang yang paling menyakitkan siksaanya di hari kiamat adalah orang yang punya ilmu tapi Allah SWT tidak mengizinkan memanfaatkan ilmunya"*

*(Hadist)*

*Kupersembahkan dengan segenap cinta dan kasih sayang ku kepada yang terhormat dan tercinta*

*Ayahanda Herman Bin Abd Majid dan Ibunda Siti Roman.*

*Terima kasih ayah, ibu untuk semua pengorbanan yang tak terbalaskan dan kasih sayang yang tak tergoyahkan.*

*Setiap untaian doa yang ayah dan ibu berikan kepada ku menjadi cahaya dalam jiwaku.*

*Kasih sayang yang tiada henti-hentinya ayah dan ibu berikan membuat ku semakin mengerti akan arti hidup ini.*

*Terima kasih ya Allah... telah engkau anugrah kan aku orang tua terbaik yang telah mendidik dan membesarkan ku dengan setulus cinta dan kasih sayangnya.*

*Yang tersayang ...*

*adikku satu-satunya Deldya ... terima kasih ya doa dan kebahagiaan yang del berikan buat anga selama ini... meskipun terkadang nyebelin dan buat dongkol, tapi del tetaplah adek terbaik anga... (weeeekkk).. ^\_^*

*Seluruh keluarga besarku yang selama ini telah memberikan semangat, menghadiahiku doa setiap shalat mereka, yang tak henti-hentinya memberi nasehat... aku sayang kalian semua.*

Tokcu khaidir n tokcu ujang ( makasih tokcu doa dan nasehat-nasehat tokcu selama ini... semoga ilmu yang telah didapat berguna nantinya.... Saudaraz ku (dina, dian, ultri, ultra, putra, yulia, rizki, intan, irna, aldi...semua semuanya ) semoga kita tetap kompak yaaaa... ^\_^ . Amai ( amai ina n amai bukik ) dan mok ncu makasih doa nya...

Hmmm my lovely ^\_^

si ncit baba Harris C. Pawitra, S.P, abang yang selalu mendampingi ku disetiap suka dan duka, terutama selama penulisan skripsi ini.

Abang yang selalu setia mendengarkan setiap keluh kesah ku.

Abang yang selalu memberiku nasehat dan membimbingku menjadi lebih baik.

Terima kasih ncit atas semua bantuan dan dukungan serta semangat yang diberikan kepada adek. Semoga apa yang kita lakukan bermanfaat di dunia dan di akhirat kelak.

Meskipun sekarang adalah masa terberat bagi kita, tapi percayalah jalan Tuhan itu selalu yang terbaik.

Saatnya kita buka lembaran baru ... semoga apa yang selama ini kita impikan dan kita cita2 kan terwujud ... Amin

Miss U ncit ... ^\_^

*I Love U All*

## Special Thanks To :

### ➤ Pembimbing ku

Bapak Narwen, M.Si dan bapak Budi Rudianto, M.Si ... terima kasih atas bimbingan nya pak.. semoga bapak dan keluarga senantiasa berada dalam lindungan Allah ... n semua ilmu, nasehat dan pelajaran2 hidup yang bapak berikan dapat menjadi bekal bwt desma untuk menjadi lebih baik ke depannya... Amin ( m'fin desma pak, jika sekiranya selama bimbingan desma da salah dan terkadang sering membuat bapak jengkel...)

### ➤ Dosen2 dan Staf Jurusan Matematika

Pak Made, pak Muhafzan, Pak Syafrizal, pak Syafruddin, pak Jon, pak Werman, pak Zulakmal, pak Efendi, pak Iqbal, pak Dodi, bu Ayu, bu Lyra, bu Monik, bu Nova, bu Izza, bu Yoza, bu Mey, bu Sil, bu wely n bu Riri ( terima kasih semua ilmu yang telah bapak/ibu berikan... )

Pak syamsir, mama Chun, Bu Eby, Kak Opi n Bu Nang... ( terima kasih bantuannya selama ini... terutama dalah urusan administrasi di jurusan.... )

### ➤ Sahabat2 ku

Si cinto Yulia Putri Anugrah "sapi bontot dalam kelompok S.K.S" hehehe.... Terima kasih ya cint telah menemani hari2 desma selama ini... m'ffkan desma ya jika selama ini sering merepotkan mu n terkadang sering membuat dongkol... thanks banget cint bwt semua nasehat2 mu meskipun agak "aneh" ... (piss cint.. ^\_^ ). desma pastinya akan sangat merindukan "ma eng2" bareng mu lagi...

Cinto Lina "si Singa nya S.K.S" hmmm... cint, terima kasih ya telah menjadi sahabat desma selama ini... sahabat ku yang "aneh" tempat pelampiasan n pengaduhan segala macam bentuk keluhan, termasuk dalam hal hutang piutang...hehehe. (sakit ati gw dek lu ma...) kwkwkwk... akan selalu di inget kata2 itu cint...

Desma doa kn semoga kalian sukses n meraih mimpi ... (kapan2 ke bangkinang ya...hehehe)

### ➤ Keluarga Besar Resimen Mahasiswa 101 Mahawira

Teristimewa bwt Yudha 31 Komandan Ridho (trima kasih Ndan atas segala bantuan, motivasi n ilmu yg diberikan...semoga kita nantinya menjadi insan2 yg terpimpin... coong-seen Ndan), Wadan Zeki (ndak jdi qt wisuda bareng y wdan...?hehe.. suami yg paling romantis n baik hati meski terkadang suka bwt dongkol), Mind Rosa (kakaak.. terima kasih bwt semuanya y kak, tak bisa di ungkapkan dgn kata2.. hanya doa yg desma berikan semoga kakak selalu dalam lindunganNYA n sukses nantinya), Diklat Mery (dik, jgn bnyak bersedih juga lg ndak...pilih lah salah satu diantara mereka tu ..heheeh beconda dik), Kasat Ferdi (hmmm... kasat, cepat selesaikan urusan di kampus tu...!!!), Kaprov Ilham (kaprov, terima kasih bnyak atas bantuannya telah mengantarkan sy bolak-balik ke PDAM...hehe), Denma Ayu (kakaak...kangen ma mu kak.. kapan kita makan komando lagi??? Heheh ). Bwt para senior2 sy, sy ucapkan terima kasih banyak atas ilmu yg diberikan selama ini. Bwt junior2 ku yudha 32 (jalankan amanah dgn sebaik-baiknya...), Yudha 33 (cameeeennn... kapan kalian mati ??) n Yudha 34 ( tunjukkan sikap n loyalitas kalian... jangan hanya pandai bicara... tunjukkan baktimu pada kompimu...).

Tiada hari tanpa perjuangan... NKRI HARGA MATI..  
MENWA... COONG\_SEEN... CONG\_SEEN .... !!!

➤ Teman2 Mc'Loven

Dian "doeng", nurul ( kangen ngumpul2 bareng kalian lagi...), hime, yona, novri, ona, Aul, ferdi (ayo fer semangat... coong-seen), yuni "sobeb", 4R (Revi, Rahmi, Rida, Rebelz), Ayu (wuuaaa... Tq ya yu telah banyak membantu desma, jangan sering2 bwt desma cmeburu ndak dgn mnelp D\*\*\* hehehe ), winda, melisa, Andra, Echa, Dj, Ane, Anggun, Dyah, Ifat, widya, Acha, fitria, mely, Joko, Novi, Ci Ap, Riri, Diana, Mia n Newton ( maaf tem2 kalau ada yang lupa )

➤ BP 002 dan semua elemen HIMATKA

Kakak bp Nilam Yani ( ayo semangat kak ... pasti bisa ), adik2 bp ku, Liza ( jan mangamek2 juo le ndak za ... rajin2 kuliah n semoga cepat wisudanya), Ezi (hmmm... makasih y zi atas info2 nya selama kuliah PK I... pesan yang sama, rajin2 kuliah yow), Elvi "camen sahara" ( eh camen... terdaftar juga kmu jd adik bp saya ya... kamu masih baru vi, rajin2 kuliah yow... organisasi boleh tapi prioritas kuliah... pesan bwt kamu, Utamakan Kuliah, Nomor satukan MENWA... Pahami Camen !!!).

Bwt uda2, uni2 (terima kasih uda, uni atas segala bantuan dan terima kasih untuk semua hal yang mampu membentuk sikap dan kepribadian), adek2 di HIMATKA tetap semangat ya... n rajin2 kuliah biar cepat wisuda..

➤ Teman2 Kos ku

Kak ellin (hmmm... akhirnya qt wisuda bareng jg ya kakak,.. heheh. Trma kasih ya kak atas segala bantuan selama ini... semoga langgeng dgn bg Fery nya kak,.. ntar jgn lupa undangan nya ke bangkinang..heheh), Cha2 (hmmm... adek kos yg paling banyak tw segala hal, termasuk urusan pribadiku... teman masak, belanja, bersihin kos.. terima kasih y cha udah banyak membantu kak selama ini... terima kasih juga atas nasehat2 nya... semoga langgeng ya ma Randha nya... n jangan berantem2 terus, ntar nyesal), si wek, Imel (weeek, .. akhirnya sy nyusul kei juga... ). Rischia ( jgn sering2 makan mie malam2 ka... kasihan badan. ), Kak afni (semangat ya kak,.. wisuda depan menyusul kak,.. pasti bisa), Fany n Edil (adek kos baru ku... rajin2 kuliah yow ), Puji ( teman sekamarku selama hampir 4 tahun... tapi sayang pindah sebelum wisuda... trma kasih atas sgl bantuan uji n mohon m'f atas segala kesalahan desma).

➤ Teman2 KKN

Thanks to Eci "Makci", Ana "Bainun", Deby, Ann "dung2", Igbal, Icin, Tata, Ari "ndut", Rihan "angku", Dodi n Mom Dena, Didi Vita, Fika, Taufik, Dean, Iga, Iva, Ii, Isil, Hida n Bg Haikal dan Rizki,

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT karena berkat ridho dan izin-Nya juaalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul *“Aplikasi Algoritma Prim Pada Pipa Jaringan PDAM di Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Nanggalo”*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Narwen, M.Si selaku Pembimbing I dan Bapak Budi Rudianto, M.Si selaku pembimbing II yang telah membantu mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Serta ilmu, ide, saran dan nasihat yang telah diberikan selama proses bimbingan tugas akhir maupun selama penulis menjalani proses perkuliahan.
2. Bapak Dr. Syafrizal Sy, Ibu Dr. Lyra Yulianti dan Bapak Zulakmal, M.Si selaku penguji yang telah membaca, memberi masukan dan saran kepada penulis dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. I Made Arnawa selaku Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis dalam urusan akademik serta nasihat dan ilmu yang telah diberikan selama penulis menjalani proses studi.
4. Bapak Dr. Syafrizal Sy selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Unand
5. Bapak/Ibu dosen dan karyawan Jurusan Matematika FMIPA Unand.

6. Seseorang yang selama ini menemani penulis serta memberi semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan terutama selama menulis skripsi ini, terima kasih atas segala bantuan dan doanya Harris C. Pawitra, S.P semoga apa yang kita lakukan selama ini bermanfaat di dunia maupun di akhirat.
7. Sahabat-sahabatku mahasiswa matematika angkatan 2007 FMIPA Unand, Lina, Puput, egi, ayu, Ferdi, Aul, fitria, mely, novri dan semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu, tetap semangat.
8. Keluarga besar Resimen Mahasiswa 101 Mahawira Universitas Andalas terutama Yudha 31, terima kasih semua dukungan yang telah diberikan, buat senior terima kasih semua ilmu yang telah diberikan dan untuk Yudha 32, Yudha 33 dan Yudha 34 tetap semangat
9. Anggota HIMATIKA, terimakasih untuk semua hal yang mampu membentuk sikap dan kepribadian penulis selama menjalani kehidupan kampus.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ayahanda Herman Bin Abd Majid dan ibunda Siti Roman di Siabu, karena dengan kasih sayang, doa, dorongan dan semangat beliau, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Untuk adikku Deldya, terima kasih untuk segala hal yang telah kita lalui bersama. Untuk seluruh keluarga besarku, terima kasih doanya.

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat untuk sivitas akademik Universitas Andalas khususnya dan masyarakat umumnya. Amin.

Padang, Juli 2011

**Desmawati**



## ABSTRAK

Pasca gempa September 2009, banyak instalasi di Sumatera Barat khususnya di kota Padang mengalami kerusakan. Salah satu instalasi yang mengalami kerusakan adalah jaringan pipa PDAM. Membangun jaringan pipa itu kembali membutuhkan biaya yang sangat besar, untuk menghemat pemakaian pipa, khususnya pipa dengan diameter 300 mm dapat digunakan algoritma Prim. Dalam hal ini, sebagai titik adalah persimpangan-persimpangan jalan tempat pertemuan pipa atau kompleks perumahan dan sisi-sisinya adalah sisi jalan yang akan dipasang pipa yang menghubungkan antara persimpangan jalan atau kompleks perumahan tersebut. Jaringan pipa PDAM yang terbentuk dan menghubungkan semua persimpangan jalan atau kompleks perumahan disebut dengan *minimum spanning tree* dari graf yang terbentuk.

**Kata Kunci :** *Algoritma Prim, Tre, Spaning Tree, Minimum Spanning Tree.*

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.2 Pembatasan Masalah .....	2
1.2 Tujuan .....	3
1.2 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Teori Dasar Graf.....	4
2.2 Graf Terhubung .....	7
2.3 Tree, Spanning Tree dan Minimum Spanning Tree .....	9
<b>BAB III APLIKASI ALGORITMA PRIM PADA JARINGAN PIPA PDAM DI KECAMATAN PADANG UTARA DAN KECAMATAN NANGGALO .....</b>	<b>12</b>
3.1 Algoritma Prim .....	12
3.2 Graf Jaringan Pipa PDAM .....	14
3.3 Aplikasi Algoritma Prim .....	19
<b>BAB IV KESIMPULAN .....</b>	<b>45</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Kebutuhan akan air tiap tahun selalu meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di muka bumi. Begitu pula halnya di kota Padang, Sumatera Barat. Jumlah penduduk di kota Padang selalu meningkat dari tahun ke tahun, baik itu dikarenakan oleh pertumbuhan penduduk dalam kota Padang sendiri maupun banyaknya para pendatang yang masuk ke kota Padang. Kota Padang terdiri dari 11 Kecamatan yang sebagian besar kecamatannya menggunakan air dari PDAM kota Padang.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah BUMN pemerintah kota Padang yang didirikan sejak 30 Desember 1974 yang selalu ada melayani kebutuhan air minum masyarakat, akan tetapi pelayanan tersebut belum merata. Keberadaan PDAM belum mampu memberikan kontribusi yang besar kepada PemKo Padang sendiri, bahkan dari tahun ke tahun PDAM selalu mengalami kerugian.

Keberadaan itu diperparah lagi semenjak terjadinya gempa yang berkekuatan 7.9 SR pada tanggal 30 September 2009. Kantor pusat dan cabang PDAM mengalami kerusakan, 75% jaringan instalasi air rusak parah, pipa-pipa besar penyalur air untuk masyarakat patah dan banyak yang bocor, Instalasi Pengolahan Air (IPA) induk di Gunung Pangilun dengan kapasitas produksi 500 liter/detik mengalami kemiringan. Pemerintah bergerak cepat untuk memperbaiki

jaringan pipa air yang bocor dan patah tersebut, agar masyarakat tidak kesulitan mendapatkan air bersih.

Pembangunan kembali jaringan pipa membutuhkan biaya yang sangat besar, sehingga diperlukan perencanaan dalam membangun jaringan pipa air tersebut agar pemakaian jumlah pipa yang digunakan seminimal mungkin.

Meminimalkan pemakaian jumlah pipa pada jaringan pipa PDAM tersebut dapat dirancang dengan mengaplikasikan ilmu Matematika, khususnya ilmu Teori Graf. Permasalahan meminimalkan pemakaian jumlah pipa tersebut ekuivalen dengan mencari *minimum spanning tree* pada graf.

Dalam hal ini, sebagai titik adalah persimpangan-persimpangan jalan tempat pertemuan pipa atau kompleks perumahan dan sisi-sisinya adalah sisi jalan yang akan dipasang pipa yang menghubungkan antara persimpangan jalan atau kompleks perumahan tersebut.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini adalah mencari *minimum spanning tree* pada graf representasi dari jaringan pipa PDAM untuk meminimumkan pemakaian panjang pipa.

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Pada penulisan tugas akhir ini, diasumsikan diameter pipa yang digunakan sama, yaitu 300 mm dan panjang pipa yang dipakai dalam satuan meter ( $m$ ). Permasalahan dibatasi hanya untuk dua kecamatan, yaitu Kecamatan Nanggalo dan Kecamatan Padang Utara.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk meminimumkan total dari pemakaian panjang pipa PDAM pada dua kecamatan di kota Padang, yaitu Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Nanggalo. Meminimumkan total dari pemakaian panjang pipa PDAM dapat diartikan sebagai mencari *minimum spanning tree* dari model tree yang terbentuk.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah :

1. BAB I. Pendahuluan, pada bab ini dipaparkan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.
2. BAB II. Landasan teori, pada bab ini dijelaskan tentang teori dasar graf, graf terhubung, *tree* dan *minimum spanning tree*.
3. BAB III. Aplikasi algoritma Prim pada jaringan pipa PDAM di Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Nanggalo, Pada bab ini akan dibahas mengenai algoritma Prim dan aplikasi algoritma Prim dalam menentukan *minimum spanning tree* dari model graf yang terbentuk, yaitu graf dari jaringan pipa PDAM tersebut.
4. BAB IV. Kesimpulan, pada bab ini nantinya akan memuat kesimpulan dan saran-saran dari pembahasan masalah pada bab sebelumnya.

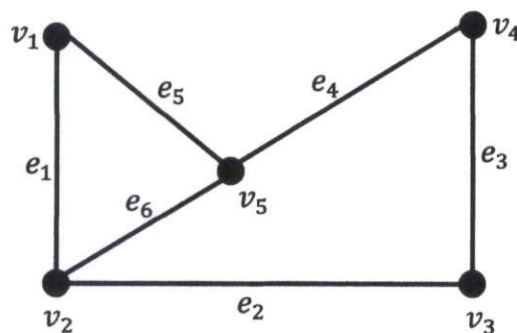
## BAB II

### LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan diuraikan beberapa teori pendukung yang akan digunakan pada Bab III. Definisi graf dan beberapa definisi lainnya yang ada dalam graf seperti, subgraf, sisi parallel, *loop*, bertetangga dan terkait, bobot, derajat dan graf berbobot akan dibahas pada Subbab 2.1. Subbab 2.2 membahas tentang jalan (*walk*), jejak (*trail*), lintasan (*path*), *circuit*, *cycle* dan graf terhubung. Selanjutnya *tree*, *spanning tree* dan *minimum spanning tree* yang banyak digunakan pada bab III akan dibahas pada Subbab 2.3.

#### 2.1 Teori Dasar Graf

Suatu **graf  $G$**  adalah himpunan pasangan tak terurut  $G = (V, E)$ , dimana  $V(G)$  adalah himpunan berhingga **titik** dan tidak kosong dari suatu graf  $G$  dan  $E(G)$  adalah himpunan berhingga **sisi** suatu graf  $G$  yang menghubungkan titik-titik pada graf  $G$  tersebut.



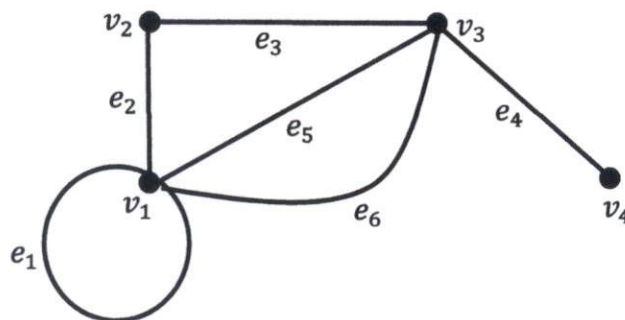
**Gambar 2.1.1** Graf  $G$

Graf  $G$  pada Gambar 2.1.1 di atas adalah graf  $G$  dengan himpunan titik

$V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$  dan himpunan sisi  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$ .

Pada suatu graf  $G$ , jika terdapat lebih dari satu sisi yang menghubungkan dua titik, maka sisi-sisi tersebut dinamakan **sisi paralel**. Jika suatu titik  $v$  dihubungkan dengan dirinya sendiri atau  $e = (v, v)$  maka sisi  $e$  disebut dengan **loop**, atau dengan kata lain kedua titik ujung dari sisi tersebut sama. Dua titik  $u, v$  dikatakan **bertetangga (adjacent)** apabila terdapat sisi  $e$  yang menghubungkan kedua titik tersebut dan sisi  $e$  dikatakan **terkait (incident)** dengan titik  $u$  dan  $v$ .

Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.1.2 berikut:

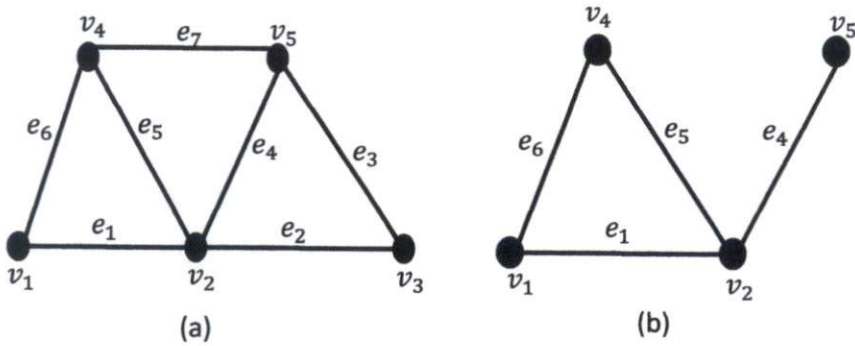


**Gambar 2.1.2** Graf  $G$  dengan sisi paralel dan *loop*

Pada Gambar 2.1.2 di atas,  $e_1$  merupakan *loop* pada  $v_1$ . Sisi  $e_5$  dan sisi  $e_6$  merupakan sisi paralel. Titik  $v_1$  bertetangga dengan titik  $v_2$  dan  $v_3$ , titik  $v_2$  bertetangga dengan titik  $v_1$  dan  $v_3$ , titik  $v_3$  bertetangga dengan titik  $v_1, v_2$  dan  $v_4$ , titik  $v_4$  hanya bertetangga dengan titik  $v_3$ . Sedangkan sisi  $e_2$  terkait dengan titik  $v_1$  dan  $v_2$ , sisi  $e_3$  terkait dengan titik  $v_2$  dan  $v_3$ , sisi  $e_4$  terkait dengan titik  $v_3$  dan  $v_4$ , sisi  $e_5$  terkait dengan titik  $v_1$  dan  $v_3$ .

**Subgraf** dari graf  $G = (V, E)$  adalah sebuah graf  $H = (V, E)$  sedemikian sehingga  $V(H) \subseteq V(G)$  dan  $E(H) \subseteq E(G)$ . Atau dengan kata lain, graf  $H$  dikatakan subgraf dari graf  $G$  jika semua simpul dan sisi di graf  $H$  ada di graf  $G$  dan graf  $H$  mempunyai sisi yang titik ujungnya sama dengan di graf  $G$ .

Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.1.3 berikut:

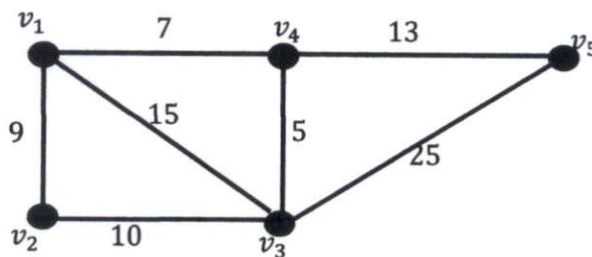


**Gambar 2.1.3** (a) Graf  $G$  (b) Salah satu subgraf dari graf  $G$

Pada Gambar 2.1.3 diatas, (a) merupakan graf  $G$  dengan himpunan titik  $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$  dan himpunan sisi  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$ . Sedangkan (b) adalah salah satu contoh subgraf dari graf (a) yang terdiri dari himpunan titik  $V(H) = \{v_1, v_2, v_4, v_5\}$  dan himpunan sisi  $E(H) = \{e_1, e_5, e_6\}$ .

**Bobot** pada suatu graf  $G$  adalah suatu bilangan riil positif yang diberikan pada setiap sisi pada graf  $G$  tersebut. Graf  $G$  dikatakan **graf berbobot** apabila setiap sisi yang menghubungkan dua titik pada graf  $G$  tersebut diberikan bobot.

Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.1.4 berikut:



**Gambar 2.1.4** Graf Berbobot

Graf  $G$  pada Gambar 2.1.4 merupakan salah satu contoh graf berbobot, dimana bobot antara titik  $v_1$  dan titik  $v_2$  adalah 9, bobot antara titik  $v_2$  dan  $v_3$  adalah 10, bobot antara  $v_1$  dan  $v_4$  adalah 7, bobot antara  $v_3$  dan  $v_4$  adalah 5,

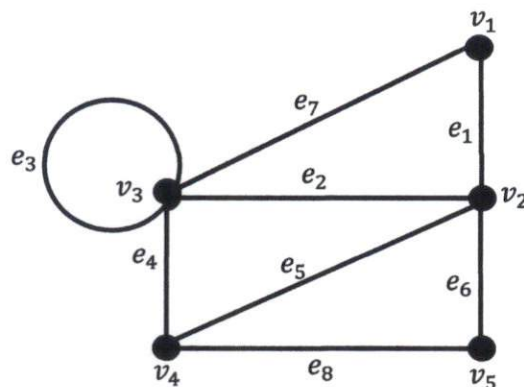


bobot antara  $v_1$  dan  $v_3$  adalah 15, bobot antara  $v_4$  dan  $v_5$  adalah 13 dan bobot antara  $v_3$  dan  $v_5$  adalah 25.

## 2.2 Graf Terhubung

Suatu **jalan (walk)**  $w$  pada graf  $G$  didefenisikan sebagai suatu barisan berselang-seling terbatas antara titik – titik dan sisi - sisi, yang mana setiap sisi terkait dengan titik *preceding* dan titik *following* nya. **Titik preceding** dan **titik following** adalah titik ujung dari sisi – sisi pada *walk* kecuali titik awal dan titik akhir. **Titik terminal** adalah suatu titik dimana suatu *walk* dimulai dan berakhir atau dengan kata lain titik terminal adalah titik awal dan titik akhir dari *walk*. *Walk* yang dimulai dari titik  $u$  dan berakhir pada titik  $v$  ditulis  $u, v - walk$ .

Suatu jalan dikatakan **jalan tertutup** jika berawal dan berakhir pada titik yang sama, dan dikatakan **jalan terbuka** jika titik awal dan titik akhirnya berbeda. Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.2.1 berikut:



**Gambar 2.2.1** Graf  $G$

$w = v_1 e_1 v_2 e_2 v_3 e_3 v_3 e_4 v_4 e_5 v_2 e_6 v_5$  merupakan salah satu contoh jalan dari gambar 2.2.1 di atas. Titik  $v_1$  dan titik  $v_5$  merupakan terminal dan titik  $v_2, v_3$  dan  $v_4$  merupakan titik *preceding* dan titik *following* dari sisi – sisi  $e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6$ .  $w_1 = v_1 e_1 v_2 e_6 v_5 e_8 v_4 e_4 v_3 e_3 v_3$  merupakan salah satu contoh

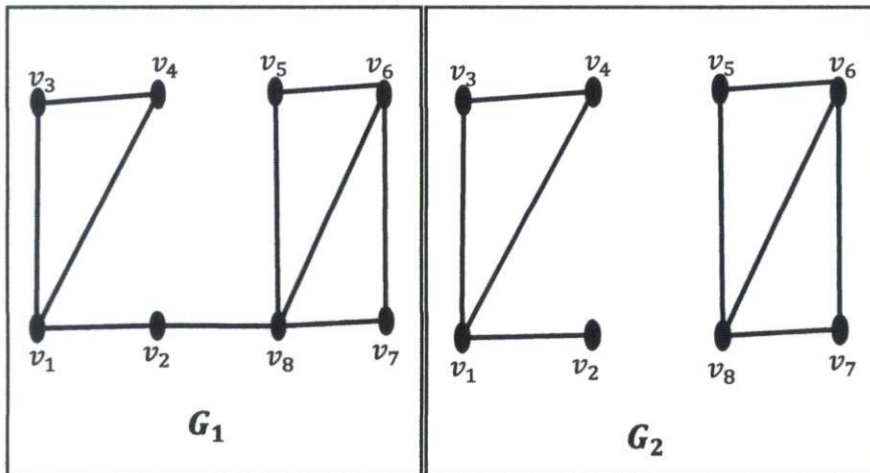
jalan terbuka dan  $w_2 = v_2 e_6 v_5 e_8 v_4 e_4 v_3 e_2 v_2$  merupakan contoh jalan tertutup. Jalan yang mana tidak ada sisi yang dilewati lebih dari satu kali disebut **Jejak (trail)**.

**Lintasan (path)** dalam suatu graf  $G$  adalah suatu jalan dimana setiap titik dalam barisannya tidak ada yang dilewati lebih dari satu kali. Jumlah sisi-sisi dari lintasan disebut juga dengan **panjang lintasan**. Lintasan yang dimulai dari titik  $u$  dan berakhir pada titik  $v$  ditulis  $u, v$  - lintasan.  $P = v_1 e_1 v_2 e_2 v_3 e_4 v_4$  merupakan salah satu contoh lintasan pada gambar 2.2.1 dengan panjang lintasan adalah 3.

**Circuit** dalam suatu graf  $G$  adalah suatu jejak dimana titik awal dan titik akhirnya sama. Sedangkan **cycle** adalah suatu *circuit* dimana tidak ada titik yang dilewati lebih dari satu kali kecuali titik awal dan titik akhirnya dan mengandung paling sedikit satu sisi. Dengan kata lain, *cycle* dapat juga diartikan sebagai suatu lintasan tertutup yang titik awal dan titik akhirnya sama.

Titik  $u$  dan  $v$  dikatakan **terhubung (connected)** jika terdapat suatu lintasan yang menghubungkan kedua titik tersebut. Graf  $G$  dikatakan **graf terhubung** jika terdapat paling sedikit satu lintasan yang menghubungkan setiap pasangan titik di  $G$  dan sebaliknya graf  $G$  dikatakan tidak terhubung.

Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.2.2 berikut:



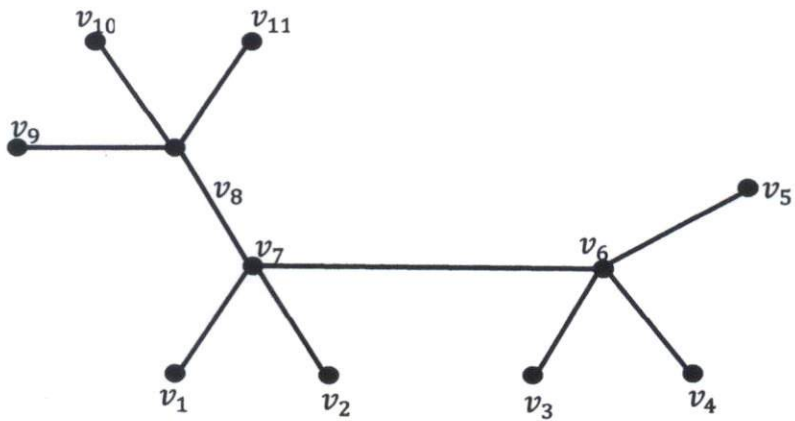
**Gambar 2.2.2** Graf  $G_1$  terhubung dan  $G_2$  tak-terhubung

Graf  $G_1$  pada Gambar 2.2.2 merupakan salah satu contoh graf terhubung, kerana setiap pasangan titik pada graf tersebut terdapat minimal satu lintasan yang menghubungkannya. Sedangkan, graf  $G_2$  bukan graf terhubung, kerana tidak semua pasangan titik – titiknya terdapat lintasan yang menghubungkannya.

### 2.3 *Tree, Spanning Tree dan Minimum Spanning Tree*

*Tree* adalah graf terhubung yang tidak memuat *cycle*. Ini berarti, *tree* tidak mengandung *loop* atau sisi paralel, kerana *loop* atau sisi paralel akan membentuk *cycle*. Pada *tree* terdapat tepat satu lintasan yang menghubungkan setiap pasangan titiknya. Sebuah *tree* dengan  $n$  titik mempunyai  $n - 1$  sisi.

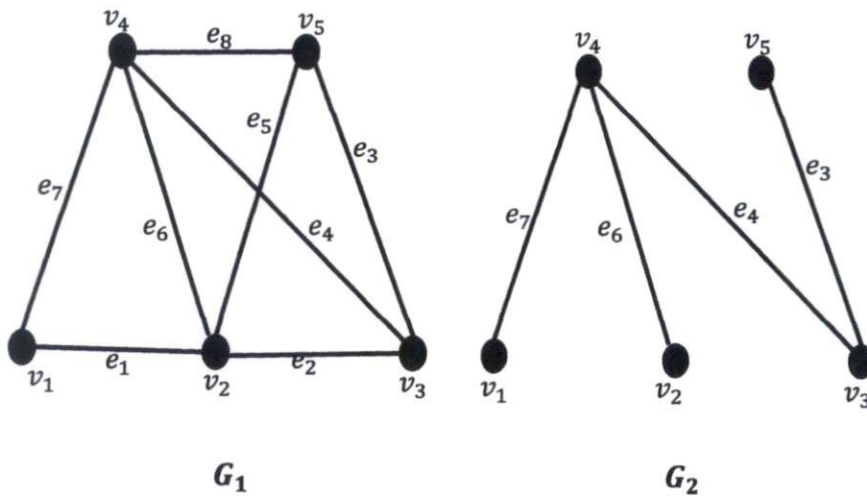
Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.3.1 berikut:



**Gambar 2.3.1** *Tree T*

Misalkan  $G = (V, E)$  adalah graf terhubung yang bukan merupakan *tree*, yang berarti di  $G$  terdapat suatu *cycle*. Graf  $G$  tersebut dapat diubah menjadi *tree* dengan cara menghapus *cycle-cycle* yang ada. Caranya mula – mula dipilih sebuah *cycle*, lalu hapus satu sisi dari *cycle* tersebut. Graf  $G$  akan tetap terhubung dan banyaknya *cycle* berkurang satu. Bila proses ini dilakukan berulang – ulang sampai semua *cycle* di graf  $G$  hilang, maka graf  $G$  menjadi sebuah *tree*, yang dinamakan ***spanning tree***. Jadi, *spanning tree* adalah *tree* yang merupakan subgraf dari graf terhubung  $G$  dan *tree* mengandung semua titik dari graf  $G$ .

Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.3.2 berikut:



**Gambar 2.3.2**  $G_1$  graf terhubung dan  $G_2$  *spanning tree* dari graf  $G_1$

Jika  $G$  adalah graf berbobot, maka bobot *spanning tree* dari  $G$  didefinisikan sebagai jumlah bobot semua sisi di *tree*  $T$ . *Spanning tree* yang berbeda mempunyai bobot yang berbeda pula. Suatu graf terhubung  $G$  tidak hanya memiliki satu *spanning tree*, tetapi terdapat lebih dari satu *spanning tree*. Suatu *spanning tree* yang memiliki bobot paling minimum dinamakan **minimum spanning tree**.

Persoalan ini merupakan variasi dari persoalan rute terpendek yang perbedaannya terletak pada lintasan yang di cari. Pada rute terpendek, mencari lintasan dari sumber ke tujuan yang memberikan total jarak minimum, sedangkan pada persoalan *minimum spanning tree* adalah menentukan sisi-sisi yang menghubungkan titik-titik pada jaringan, sehingga diperoleh panjang sisi total yang minimum.

## BAB III

### APLIKASI ALGORITMA PRIM PADA JARINGAN PIPA PDAM DI KECAMATAN PADANG UTARA DAN KECAMATAN NANGGALO

Ada tiga Subbab yang akan dibahas pada bab III ini. Subbab 3.1 membahas tentang algoritma prim. Graf representasi dari jaringan pipa PDAM akan diperlihatkan pada Subbab 3.2. Selanjutnya aplikasi dari algoritma prim akan dibahas pada Subbab 3.3.

#### 3.1 Algoritma Prim

Metode yang di gunakan untuk mencari *minimum spanning tree* adalah dengan menggunakan algoritma Prim dan algoritma Kruskal. *minimum spanning tree* yang terbentuk dari kedua algoritma tersebut memiliki bobot yang sama meskipun bentuk dari *spanning tree* nya berbeda.

Pada skripsi ini, di gunakan algoritma prim untuk mencari *minimum spanning tree* dari graf jaringan pipa PDAM. Algoritma Prim tersebut ditemukan oleh Robert C. Prim. Aplikasi dari algoritma prim ini tidak hanya untuk jaringan pipa air PDAM, tetapi bisa juga diaplikasikan pada berbagai kasus, seperti saluran irigasi, jaringan telekom ataupun jaringan listrik PLN.

Untuk mencari *minimum spanning tree*  $T$  dari graf  $G$  dengan algoritma Prim, mula-mula dipilih satu titik sebarang, misal  $v_1$ . Tambahkan satu sisi yang terkait dengan titik  $v_1$  yang memiliki bobot paling minimum ke  $T$ , misal  $e_1$ . Selanjutnya tambahkan dua titik tersebut, yaitu dua titik ujung dari  $e_1$  ke  $T$ , sehingga  $T$  terdiri dari satu sisi  $e_1$  dan dua titik-titik ujung dari  $e_1$ , salah satunya adalah  $v_1$ .

Pada setiap langkah selanjutnya, dipilih sebuah sisi  $e \in E(G)$  tetapi sisi  $e \notin E(T)$  dimana sisi  $e$  mempunyai bobot terkecil dibandingkan dengan semua sisi yang terkait dengan titik-titik dalam  $T$ , sisi  $e$  harus terkait dengan satu titik dalam  $T$  dan tidak membentuk *cycle*.

Misalkan  $G$  adalah graf awal dengan  $n$  titik.  $T$  adalah *minimum spanning tree*,  $E(G)$  adalah himpunan semua sisi dari  $G$ ,  $V(G)$  adalah himpunan semua titik dari  $G$ ,  $E(T)$  adalah himpunan semua sisi dari  $T$ , dan  $V(T)$  adalah himpunan semua titik dari  $T$ . Algoritma Prim dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Daftarkan semua titik  $V(G)$  dan sisi  $E(G)$  dari graf  $G$  dan berikan nilai awal  $V(T)$  dan  $E(T)$  adalah himpunan kosong.
2. Pilih titik  $v_0 \in V(G)$  sebarang, ambil sisi  $e_0 = (v_0, v_1) \in E(G)$  yang berbobot minimum, masukkan  $e_0$  ke dalam  $E(T)$  dan titik  $v_0, v_1$  ke dalam  $V(T)$ , diperoleh  $E(T) = \{e_0\}$  dan  $V(T) = \{v_0, v_1\}$ .
3. Untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, n - 2$  lakukan:
  - a. Pilih sisi  $e_i \in E(G)$  dimana  $e_i \notin E(T)$  dengan syarat sisi  $e_i$  terkait dengan satu titik dalam  $T$  dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  dan mempunyai bobot terkecil dibandingkan semua bobot sisi-sisi lain yang terkait dengan  $V(T)$ . Jika ada beberapa sisi memiliki bobot yang sama maka pilih salah satu sisi sebarang. Misal  $v_{(i+1)}$  adalah titik ujung  $e_i$  yang tidak berada di  $T$ .
  - b. Tambahkan  $e_i$  ke  $E(T)$  dan  $v_{(i+1)}$  ke  $V(T)$  sehingga diperoleh:

$$E(T) = E(T) \cup \{e_i\} \text{ dan } V(T) = V(T) \cup \{v_{i+1}\}$$

4. Diperoleh  $E(T) = \{e_0, e_1, \dots, e_{n-2}\}$  dan  $V(T) = \{v_0, v_1, \dots, v_{n-1}\}$ , yang mana  $T$  adalah *minimum spanning tree* yang dicari.

5. Iterasi berhenti setelah semua titik  $V(G)$  terpilih.

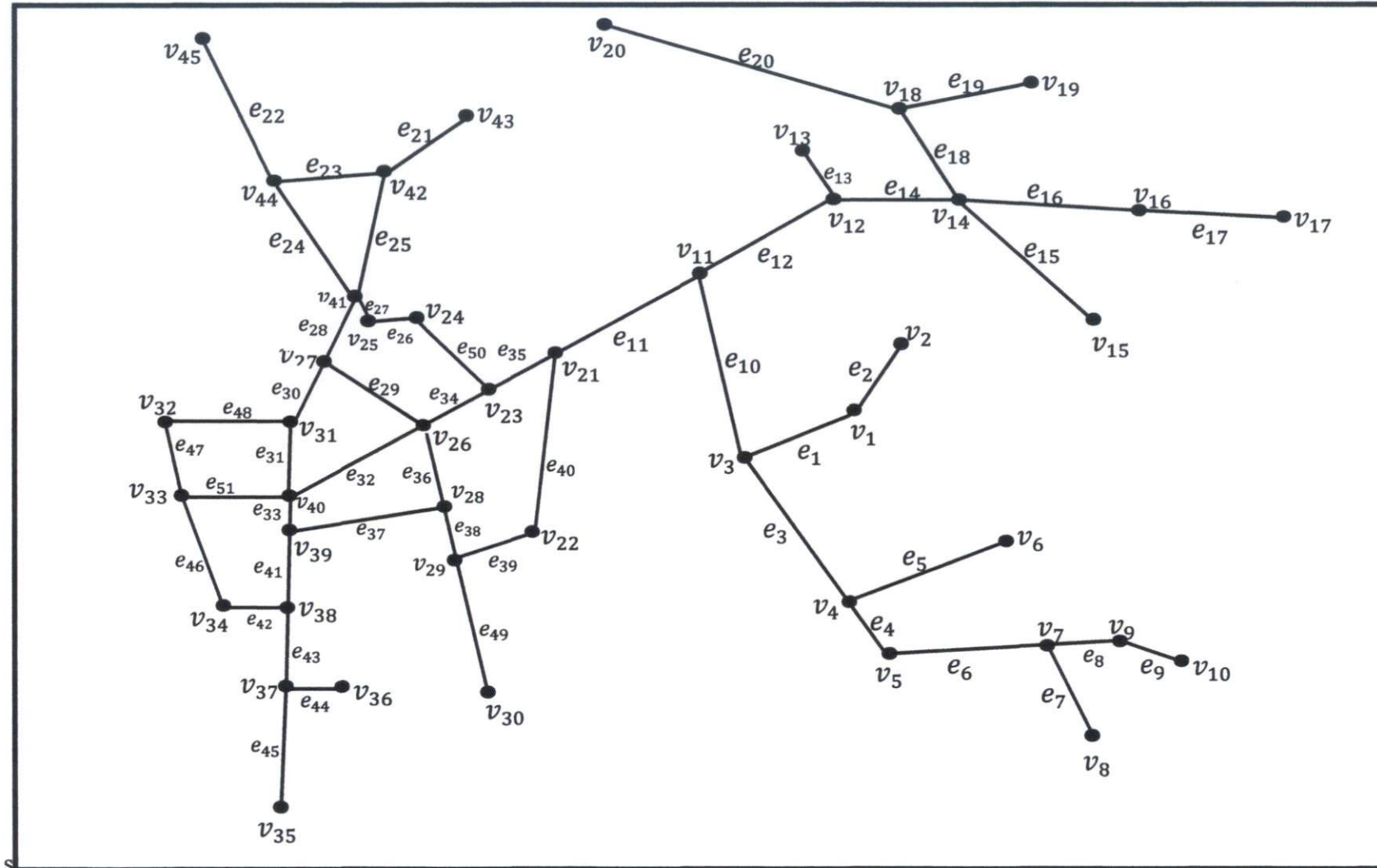
Pada Subbab selanjutnya akan dibentuk graf dari peta jaringan pipa PDAM dari kedua kecamatan, yaitu Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Nanggalo, selanjutnya akan di cari *minimum spanning tree* dari graf representasi yang sudah terbentuk tersebut dengan mengaplikasikan algoritma Prim.

### **3.2 Graf Jaringan Pipa PDAM**

Representasi graf dari peta jaringan pipa PDAM dari sumber Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Gunung Pangilun ke Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Nanggalo diperlihatkan pada Gambar 3.2.1.

Titik-titik pada graf yang terbentuk dari jaringan pipa tersebut adalah pertemuan pipa-pipa pada suatu komplek perumahan atau persimpangan dua jalan atau lebih akan tetapi tidak ke rumah-rumah, Sehingga diameter pipa pada jaringan PDAM itu adalah 300 mm. Sementara bobot pada sisi graf yang terbentuk merupakan sisi jalan yang akan dipasang pipa yang menghubungkan antara persimpangan jalan atau komplek perumahan tersebut.





Gambar 3.2.1 Graf  $G$  representasi graf dari jaringan pipa PDAM

Gambar 2.2.1. Contoh Representasi graf pada LDAM



Titik–titik dalam graf pada Gambar 3.2.1 mewakili pertemuan/percabangan pipa – pipa pada suatu tempat. Berikut keterangan dari setiap titik pada Gambar 3.2.1.

- $v_1$  : Komp. IPA Gunung Pangilun
- $v_2$  : Komp. Mela Sentosa
- $v_3$  : Persimpangan Jl.Gajah Mada dan Jl. H. Agus Salim
- $v_4$  : Persimpangan Jl.Gajah Mada dan Komp.RS Ibnu Sina
- $v_5$  : Persimpangan Jl.Teuku Umar, Jl. Gajah Mada dan Jl. Alai Timur
- $v_6$  : Villa Bukit Berlindo
- $v_7$  : Persimpangan jl.Alai Timur dengan Jl.Komp.Talago Permai
- $v_8$  : Komp.Talago Permai
- $v_9$  : Persimpangan Jl. Alai Timur dan Jl. Karang Ganting
- $v_{10}$  : Terletak di Jl.Karang Ganting Ujung 310 *m* dari Jl. Alai timur
- $v_{11}$  : Persimpangan Jl. Gajah Mada, Jl.Raya Nanggalo dan Jl. Joni Anwar
- $v_{12}$  : Persimpangan Jl. Raya Siteba dan Jl. Padang Pariaman
- $v_{13}$  : Persimpangan Jl. Padang dan Jl.Padang Pariaman
- $v_{14}$  :Persimpangan Jl.Raya Siteba, Jl.Pondok Kopi, Jl.Raya Pagang dan Jl.J.Jamil
- $v_{15}$  : Komp. Indah Pratama I
- $v_{16}$  : Persimpangan Jl. Longkaran Raya Dekat Taman Firdaus
- $v_{17}$  : Persimpangan Jl.Longkaran Raya dan Jl. By Pass
- $v_{18}$  : Persimpangan Jl.Pondok Kopi dan Jl. Kurao
- $v_{19}$  : Terletak di Jl.Maransi 813 *m* dari persimpangan Jl.Pungai dan Jl.Kurao.
- $v_{20}$  : Terletak di Jl.Tj.Berok 1198 *m* dari persimpangan Jl.Pungai dan Jl.Kurao.
- $v_{21}$  : Persimpangan Jl.Joni Anwar dan jl.Manjombang

- v*<sub>22</sub> : Persimpangan Jl.Perjuangan dan Jl.Manjombang
- v*<sub>23</sub> : Persimpangan Jl.Atlas dan Jl.Joni Anwar
- v*<sub>24</sub> : Villa Hadis Permai
- v*<sub>25</sub> : Komp. Basko Mall
- v*<sub>26</sub> : Persimpangan Jl.Joni Anwar dan Jl. Khatib Sulaiman
- v*<sub>27</sub> : Persimpangan Jl. S.Parman dan Jl.Khatib Sulaiman
- v*<sub>28</sub> : Persimpangan Jl. Jakarta dan Jl. Khatib Sulaiman
- v*<sub>29</sub> : Persimpangan Jl.Jakarta I, Jl.Perjuangan dan Jl. Khatib Sulaiman
- v*<sub>30</sub> : Komp.SPP
- v*<sub>31</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman dan Jl.Sumatera
- v*<sub>32</sub> : Persimpangan Jl.Bunda dan Jl.Sumatera
- v*<sub>33</sub> : Persimpangan Jl.Paus, Jl.Bahari dan Jl.Bunda
- v*<sub>34</sub> : Persimpangan Jl.Hiu 3 dan Jl.Hiu
- v*<sub>35</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman dan Jl.K.H.Juanda
- v*<sub>36</sub> : Persimpangan Jl. Beringin Raya dan Jl. Pinus
- v*<sub>37</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman dan Jl.Beringin Raya
- v*<sub>38</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman dan Jl.Hiu
- v*<sub>39</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman dan Jl.Jakarta
- v*<sub>40</sub> : Persimpangan Jl.Paus, Jl.S.Parman dan Jl.Joni Anwar
- v*<sub>41</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman dan Jl.Perumnas
- v*<sub>42</sub> : Persimpangan Jl.S.Parman, Jl.Cendrawasih dan Jl.Kemayoran
- v*<sub>43</sub> : Persimpangan Jl.Garuda, Jl.Puma dan Jl.Tanjung Berok
- v*<sub>44</sub> : Persimpangan Jl.Cendrawasih – Hamka dan Jl.Cendrawasih
- v*<sub>45</sub> : Komp. Parupuk Raya

Sisi-sisi dalam graf pada Gambar 3.2.1 mewakili pipa – pipa PDAM yang dipasang pada tempat tertentu. Sisi – sisi graf tersebut di beri bobot/nilai, dimana bobot/nilai tersebut merupakan panjang dari pipa yang di pasang pada suatu tempat tersebut. Berikut ini diberikan keterangan bobot-bobot dari setiap sisi dalam graf pada Gambar 3.2.1.

$w(e_1) = w((v_1, v_3)) = 717$	$w(e_{18}) = w((v_{14}, v_{18})) = 1136$	$w(e_{35}) = w((v_{21}, v_{23})) = 400$
$w(e_2) = w((v_1, v_2)) = 645$	$w(e_{19}) = w((v_{18}, v_{19})) = 813$	$w(e_{36}) = w((v_{26}, v_{28})) = 819$
$w(e_3) = w((v_3, v_4)) = 1296$	$w(e_{20}) = w((v_{18}, v_{20})) = 1198$	$w(e_{37}) = w((v_{28}, v_{39})) = 677$
$w(e_4) = w((v_4, v_5)) = 576$	$w(e_{21}) = w((v_{42}, v_{43})) = 574$	$w(e_{38}) = w((v_{28}, v_{29})) = 371$
$w(e_5) = w((v_4, v_6)) = 808$	$w(e_{22}) = w((v_{44}, v_{45})) = 910$	$w(e_{39}) = w((v_{22}, v_{29})) = 219$
$w(e_6) = w((v_5, v_7)) = 620$	$w(e_{23}) = w((v_{42}, v_{44})) = 774$	$w(e_{40}) = w((v_{21}, v_{22})) = 1174$
$w(e_7) = w((v_7, v_8)) = 759$	$w(e_{24}) = w((v_{41}, v_{44})) = 1644$	$w(e_{41}) = w((v_{38}, v_{39})) = 936$
$w(e_8) = w((v_7, v_9)) = 213$	$w(e_{25}) = w((v_{41}, v_{42})) = 1142$	$w(e_{42}) = w((v_{34}, v_{38})) = 189$
$w(e_9) = w((v_9, v_{10})) = 310$	$w(e_{26}) = w((v_{24}, v_{25})) = 221$	$w(e_{43}) = w((v_{37}, v_{38})) = 413$
$w(e_{10}) = w((v_3, v_{11})) = 1271$	$w(e_{27}) = w((v_{25}, v_{41})) = 170$	$w(e_{44}) = w((v_{36}, v_{37})) = 247$
$w(e_{11}) = w((v_{11}, v_{21})) = 907$	$w(e_{28}) = w((v_{27}, v_{41})) = 414$	$w(e_{45}) = w((v_{35}, v_{37})) = 917$
$w(e_{12}) = w((v_{11}, v_{12})) = 988$	$w(e_{29}) = w((v_{26}, v_{27})) = 345$	$w(e_{46}) = w((v_{33}, v_{34})) = 974$
$w(e_{13}) = w((v_{12}, v_{13})) = 431$	$w(e_{30}) = w((v_{27}, v_{31})) = 307$	$w(e_{47}) = w((v_{32}, v_{33})) = 781$
$w(e_{14}) = w((v_{12}, v_{14})) = 791$	$w(e_{31}) = w((v_{31}, v_{40})) = 331$	$w(e_{48}) = w((v_{31}, v_{32})) = 612$
$w(e_{15}) = w((v_{14}, v_{15})) = 1363$	$w(e_{32}) = w((v_{26}, v_{40})) = 830$	$w(e_{49}) = w((v_{29}, v_{30})) = 1202$
$w(e_{16}) = w((v_{14}, v_{16})) = 1246$	$w(e_{33}) = w((v_{39}, v_{40})) = 245$	$w(e_{50}) = w((v_{23}, v_{24})) = 626$
$w(e_{17}) = w((v_{16}, v_{17})) = 1030$	$w(e_{34}) = w((v_{23}, v_{26})) = 420$	$w(e_{51}) = w((v_{33}, v_{40})) = 382$

Panjang keseluruhan pipa yang dipakai pada kedua kecamatan, yaitu Kecamatan Padang Utara dan Nanggalo adalah sepanjang 36.384 meter. Selanjutnya Algoritma Prim diaplikasikan pada jaringan pipa tersebut, sehingga diharapkan dapat meminimumkan panjang pipa yang dipakai.

### 3.3 Aplikasi Algoritma Prim

Misal diberikan graf  $G$ , yaitu graf dari peta jaringan pipa PDAM Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Nanggalo seperti pada gambar 3.2.1. Dari gambar 3.2.1 tersebut diperoleh himpunan titik – titik,  $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, \dots, v_{45}\}$  dan himpunan sisi,  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, \dots, e_{51}\}$ . Selanjutnya akan dicari *minimum spanning tree* dari graf tersebut dengan menggunakan algoritma Prim :

#### Langkah 1:

Daftarkan semua titik  $V(G)$  dan sisi  $E(G)$  dari graf  $G$ .

$V(G)$	$V(G)$	$V(G)$	$V(G)$	$V(G)$
$v_1$	$v_{10}$	$v_{19}$	$v_{28}$	$v_{37}$
$v_2$	$v_{11}$	$v_{20}$	$v_{29}$	$v_{38}$
$v_3$	$v_{12}$	$v_{21}$	$v_{30}$	$v_{39}$
$v_4$	$v_{13}$	$v_{22}$	$v_{31}$	$v_{40}$
$v_5$	$v_{14}$	$v_{23}$	$v_{32}$	$v_{41}$
$v_6$	$v_{15}$	$v_{24}$	$v_{33}$	$v_{42}$
$v_7$	$v_{16}$	$v_{25}$	$v_{34}$	$v_{43}$
$v_8$	$v_{17}$	$v_{26}$	$v_{35}$	$v_{44}$
$v_9$	$v_{18}$	$v_{27}$	$v_{36}$	$v_{45}$

Tabel 3.3.1 Daftar titik pada graf  $G$

$E(G)$	Bobot $w(e_i)$ (m)	$E(G)$	Bobot $w(e_i)$ (m)	$E(G)$	Bobot $w(e_i)$ (m)
$e_1 = (v_1, v_3)$	717	$e_{11} = (v_{11}, v_{21})$	907	$e_{21} = (v_{42}, v_{43})$	574
$e_2 = (v_1, v_2)$	645	$e_{12} = (v_{11}, v_{12})$	988	$e_{22} = (v_{44}, v_{45})$	910
$e_3 = (v_3, v_4)$	1296	$e_{13} = (v_{12}, v_{13})$	431	$e_{23} = (v_{42}, v_{44})$	774
$e_4 = (v_4, v_5)$	576	$e_{14} = (v_{12}, v_{14})$	791	$e_{24} = (v_{41}, v_{44})$	1644
$e_5 = (v_4, v_6)$	808	$e_{15} = (v_{14}, v_{15})$	1363	$e_{25} = (v_{41}, v_{42})$	1142
$e_6 = (v_5, v_7)$	620	$e_{16} = (v_{14}, v_{16})$	1246	$e_{26} = (v_{24}, v_{25})$	221
$e_7 = (v_7, v_8)$	759	$e_{17} = (v_{16}, v_{17})$	1030	$e_{27} = (v_{25}, v_{41})$	170
$e_8 = (v_7, v_9)$	213	$e_{18} = (v_{14}, v_{18})$	1136	$e_{28} = (v_{27}, v_{41})$	414
$e_9 = (v_9, v_{10})$	310	$e_{19} = (v_{18}, v_{19})$	813	$e_{29} = (v_{26}, v_{27})$	345
$e_{10} = (v_3, v_{11})$	1271	$e_{20} = (v_{18}, v_{20})$	1198	$e_{30} = (v_{27}, v_{31})$	307

$E(G)$	Bobot $w(e_i)$ ( $m$ )	$E(G)$	Bobot $w(e_i)$ ( $m$ )	$E(G)$	Bobot $w(e_i)$ ( $m$ )
$e_{31} = (v_{31}, v_{40})$	331	$e_{38} = (v_{28}, v_{29})$	371	$e_{45} = (v_{35}, v_{37})$	917
$e_{32} = (v_{26}, v_{40})$	830	$e_{39} = (v_{22}, v_{29})$	219	$e_{46} = (v_{33}, v_{34})$	974
$e_{33} = (v_{39}, v_{40})$	245	$e_{40} = (v_{21}, v_{22})$	1174	$e_{47} = (v_{32}, v_{33})$	781
$e_{34} = (v_{23}, v_{26})$	420	$e_{41} = (v_{38}, v_{39})$	936	$e_{48} = (v_{31}, v_{232})$	612
$e_{35} = (v_{21}, v_{23})$	400	$e_{42} = (v_{34}, v_{38})$	189	$e_{49} = (v_{29}, v_{30})$	1202
$e_{36} = (v_{26}, v_{28})$	819	$e_{43} = (v_{37}, v_{38})$	413	$e_{50} = (v_{23}, v_{24})$	626
$e_{37} = (v_{28}, v_{39})$	677	$e_{44} = (v_{36}, v_{37})$	247	$e_{51} = (v_{33}, v_{40})$	382

**Tabel 3.3.2** Daftar sisi dan bobot sisi graf  $G$

**Langkah 2:**

Pilih titik  $v_1 \in V(G)$ . Titik yang bertetangga dengan titik  $v_1$  adalah titik  $v_2$  dan  $v_3$ , dan sisi yang terkait dengan titik  $v_1$  adalah sisi  $e_1$  dan  $e_2$ . Karena  $e_1 = 717$  dan  $e_2 = 645$ , maka pilih sisi  $e_2$  yang memiliki bobot minimum serta titik  $v_2$  yang terkait dengan  $e_2$ .

Sehingga diperoleh:

$$E(T) = \{ e_2 \}$$

$$V(T) = \{ v_1, v_2 \}$$

**Langkah 3:**

Untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, 43$  lakukan :

Untuk  $i = 1$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_1 \in V(T)$  adalah Sisi  $e_1$ , dimana  $e_1 = 717$  tidak membentuk *cycle* di  $T$ . Pilih sisi  $e_1$  serta titik  $v_3$  yang terkait dengan sisi  $e_1$ .

- b.  $E(T) = \{ e_2, e_1 \}$

$$V(T) = \{ v_1, v_2, v_3 \}$$

Untuk  $i = 2$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$  dan  $e_{10}$ , dimana  $e_3 = 1296$  dan  $e_{10} = 1271$  maka pilih sisi  $e_{10}$  yang memiliki bobot minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{11}$  yang terkait dengan sisi  $e_{10}$ .
- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}\}$   
 $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}\}$

Untuk  $i = 3$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{11}$  dan  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{11} = 907$  dan  $e_{12} = 988$  maka pilih sisi  $e_{11}$  yang memiliki bobot minimum serta tidak membentuk *cycle* di  $T$  dan titik  $v_{21}$  yang terkait dengan sisi  $e_{11}$ .
- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}\}$   
 $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}\}$

Untuk  $i = 4$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{35}$  dan  $e_{40}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{35} = 400$  dan  $e_{40} = 1174$  maka pilih sisi  $e_{35}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{23}$  yang terkait dengan  $e_{35}$ .
- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}\}$   
 $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}\}$



Untuk  $i = 5$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$  dan  $e_{34}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{40} = 1174$ ,  $e_{50} = 626$  dan  $e_{34} = 420$  maka pilih  $e_{34}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{26}$  yang terkait dengan  $e_{34}$ .
- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}\}$   
 $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}\}$

Untuk  $i = 6$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{29}$ ,  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{40} = 1174$ ,  $e_{50} = 626$ ,  $e_{29} = 345$ ,  $e_{32} = 830$  dan  $e_{36} = 819$  maka pilih sisi  $e_{29}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{27}$  yang terkait dengan  $e_{29}$ .
- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}\}$   
 $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}\}$

Untuk  $i = 7$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{27} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{28}$  dan  $e_{30}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{40} = 1174$ ,  $e_{50} = 626$ ,  $e_{32} = 830$ ,  $e_{36} = 819$ ,  $e_{28} = 414$  dan  $e_{30} = 307$  maka pilih sisi  $e_{30}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{31}$  yang terkait dengan  $e_{30}$ .
- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}\}$   
 $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}\}$

Untuk  $i = 8$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{27} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{28}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{31}$  dan  $e_{48}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{40} = 1174$ ,  $e_{50} = 626$ ,  $e_{32} = 830$ ,  $e_{36} = 819$ ,  $e_{28} = 414$ ,  $e_{31} = 331$  dan  $e_{48} = 612$  maka pilih sisi  $e_{31}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{40}$  yang terkait dengan  $e_{31}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}\}$$

Untuk  $i = 9$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{27} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{28}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{48}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{40} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{33}$  dan  $e_{51}$ , dimana

$$e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{50} = 626, e_{32} = 830, e_{36} = 819, e_{28} = 414, e_{48} = 612, e_{33} = 245 \text{ dan } e_{51} = 382, \text{ maka pilih sisi } e_{33} \text{ yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk cycle di } T \text{ serta titik } v_{39} \text{ yang terkait dengan } e_{33}.$$

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}\}$$

Untuk  $i = 10$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{27} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{28}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{48}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{40} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{51}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$

adalah sisi  $e_{37}$  dan  $e_{41}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{40} = 1174$ ,  $e_{50} = 626$ ,  $e_{32} = 830$ ,  $e_{36} = 819$ ,  $e_{28} = 414$ ,  $e_{48} = 612$ ,  $e_{51} = 382$ ,  $e_{37} = 677$  dan  $e_{41} = 936$  maka pilih sisi  $e_{51}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{33}$  yang terkait dengan  $e_{51}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}\}$$

Untuk  $i = 11$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{27} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{28}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{48}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{37}$  dan  $e_{41}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{46}$  dan  $e_{47}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,

$$e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{50} = 626, e_{32} = 830, e_{36} = 819, e_{28} = 414,$$

$e_{48} = 612$ ,  $e_{37} = 677$ ,  $e_{41} = 936$ ,  $e_{46} = 974$  dan  $e_{47} = 781$  maka pilih sisi  $e_{28}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{41}$  yang terkait dengan  $e_{28}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}\}$$

Untuk  $i = 12$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{48}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{37}$  dan  $e_{41}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{46}$  dan  $e_{47}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan  $e_{27}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{50} = 626, e_{32} = 830, e_{36} = 819, e_{48} = 612, e_{37} = 677, e_{41} = 936, e_{46} = 974, e_{47} = 781, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$  dan  $e_{27} = 170$  maka pilih sisi  $e_{27}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{25}$  yang terkait dengan  $e_{27}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}\}$$

Untuk  $i = 13$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{48}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{37}$  dan  $e_{41}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{46}$  dan  $e_{47}$ , sisi yang terkait dengan

titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{25} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{26}$  dimana  $e_3 = 1296$ ,

$$e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{50} = 626, e_{32} = 830, e_{36} = 819, e_{48} = 612,$$

$$e_{37} = 677, e_{41} = 936, e_{46} = 974, e_{47} = 781, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$$

dan  $e_{26} = 221$  maka pilih sisi  $e_{26}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{24}$  yang terkait dengan  $e_{26}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}\}$$

Untuk  $i = 14$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{23} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{50}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{31} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{48}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{37}$  dan  $e_{41}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{46}$  dan  $e_{47}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{25} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{26}$  dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{12} = 988$ ,  $e_{40} = 1174$ ,  $e_{50} = 626$ ,  $e_{32} = 830$ ,  $e_{36} = 819$ ,  $e_{48} = 612$ ,  $e_{37} = 677$ ,  $e_{41} = 936$ ,  $e_{46} = 974$ ,  $e_{47} = 781$ ,  $e_{24} = 1644$ ,  $e_{25} = 1142$ . Sisi yang memiliki bobot paling minimum adalah sisi  $e_{50}$ , tetapi karena  $e_{50}$  membentuk *cycle* di  $T$  maka pilih sisi  $e_{48}$  yang memiliki bobot minimum lainnya dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{32}$  yang terkait dengan  $e_{48}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}\}$$

Untuk  $i = 15$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{26} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{32}$  dan  $e_{36}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{37}$  dan  $e_{41}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{46}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}$  dan  $e_{25}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{32} = 830, e_{36} = 819, e_{37} = 677, e_{41} = 936, e_{46} = 974, e_{47} = 781, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$ . maka pilih sisi  $e_{37}$  yang memiliki bobot minimum lainnya dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{28}$  yang terkait dengan  $e_{37}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31},$$

$$v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}\}$$

Untuk  $i = 16$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah  $e_{46}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah  $e_{41}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{28} \in V(T)$  adalah dan  $e_{38}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{41} = 936, e_{46} = 974, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$ , dan  $e_{38} = 371$  maka pilih

sisi  $e_{38}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{29}$  yang terkait dengan  $e_{38}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, \\ e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, \\ v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}\}$$

Untuk  $i = 17$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{21} \in V(T)$  adalah  $e_{40}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah  $e_{46}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah  $e_{41}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{39}$  dan  $e_{49}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{40} = 1174, e_{41} = 936, e_{46} = 974, e_{39} = 219, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$  dan  $e_{49} = 1202$  maka pilih sisi  $e_{39}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{22}$  yang terkait dengan  $e_{39}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, \\ e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, \\ v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}\}$$

Untuk  $i = 18$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah  $e_{46}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{39} \in V(T)$  adalah  $e_{41}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait



dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{41} = 936, e_{46} = 974, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$  dan  $e_{49} = 1202$  maka pilih sisi  $e_{41}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{38}$  yang terkait dengan  $e_{41}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37} \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, \\ v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}\}$$

Untuk  $i = 19$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{33} \in V(T)$  adalah  $e_{46}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{38} \in V(T)$  adalah  $e_{42}$  dan  $e_{43}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{46} = 974, e_{49} = 1202, e_{42} = 189, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$  dan  $e_{43} = 413$  maka pilih sisi  $e_{42}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{34}$  yang terkait dengan  $e_{42}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37} \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, \\ v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}\}$$

Untuk  $i = 20$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang bersisian dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{38} \in V(T)$  adalah  $e_{43}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{49} = 1202, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$  dan  $e_{43} = 413$  maka pilih sisi  $e_{43}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{37}$  yang terkait dengan  $e_{43}$ .

b. 
$$E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$$
$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32},$$
$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}\}$$

Untuk  $i = 21$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{37} \in V(T)$  adalah  $e_{44}$  dan  $e_{45}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{49} = 1202, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142, e_{44} = 247$  dan  $e_{45} = 917$  maka pilih sisi  $e_{44}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{36}$  yang terkait dengan  $e_{44}$ .

b. 
$$E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$$
$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$
$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}\}$$

Untuk  $i = 22$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{37} \in V(T)$  adalah  $e_{45}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{12} = 988, e_{49} = 1202, e_{24} = 1644, e_{25} = 1142$  dan  $e_{45} = 917$  maka pilih sisi  $e_{45}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{35}$  yang terkait dengan  $e_{45}$ .

b. 
$$E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$$
$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$
$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}\}$$

Untuk  $i = 23$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{11} \in V(T)$  adalah  $e_{12}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$ , dimana  $e_3 v_4 = 1296, e_{12} = 988, e_{49} = 1202,$   
 $e_{24} = 1644$  dan  $e_{25} = 1142$  maka pilih sisi  $e_{12}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{12}$  yang terkait dengan  $e_{12}$ .

b. 
$$E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$$
$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$
$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}\}$$

Untuk  $i = 24$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah sisi  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{12} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{13}, e_{14}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{13} = 431, e_{14} = 791, e_{24} = 1644$  dan  $e_{25} = 1142$  maka pilih sisi  $e_{13}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{13}$  yang terkait dengan  $e_{13}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$   
 $e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$
  
 $v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}\}$

Untuk  $i = 25$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{12} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{14}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{14} = 791, e_{24} = 1644$  dan  $e_{25} = 1142$  maka pilih sisi  $e_{14}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{14}$  yang terkait dengan  $e_{14}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$   
 $e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}\}$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$
  
 $v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}\}$

Untuk  $i = 26$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ ,  $e_{16}$  dan  $e_{18}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}$ ,  $e_{25}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{49} = 1202$ ,  $e_{15} = 1363$ ,  $e_{16} = 1246$ ,  $e_{18} = 1136$ ,  $e_{24} = 1644$  dan  $e_{25} = 1142$  maka pilih sisi  $e_{18}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{18}$  yang terkait dengan  $e_{18}$ .

b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$

$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$

$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}\}$$

Untuk  $i = 27$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ ,  $e_{16}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{18} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{19}$ ,  $e_{20}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}$ ,  $e_{25}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{49} = 1202$ ,  $e_{15} = 1363$ ,  $e_{16} = 1246$ ,  $e_{19} = 813$ ,  $e_{20} = 1198$ ,  $e_{24} = 1644$  dan  $e_{25} = 1142$  maka pilih sisi  $e_{19}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{19}$  yang terkait dengan  $e_{19}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$$

$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$

$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}\}$$

Untuk  $i = 28$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{18} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{20}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}, e_{25}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{15} = 1363, e_{16} = 1246, e_{20} = 1198, e_{24} = 1644$  dan  $e_{25} = 1142$  maka pilih sisi  $e_{25}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{42}$  yang terkait dengan  $e_{25}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}$$

$$e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}$$

$$v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}\}$$

Untuk  $i = 29$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{18} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{20}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{42} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{21}, e_{23}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{15} = 1363, e_{16} = 1246, e_{20} = 1198, e_{24} = 1644, e_{21} = 574$  dan  $e_{23} = 774$  maka pilih sisi  $e_{21}$  yang memiliki bobot paling

minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{43}$  yang terkait dengan  $e_{21}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}\}$$

Untuk  $i = 30$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{18} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{20}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{42} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{23}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{41} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{24}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{15} = 1363, e_{16} = 1246, e_{20} = 1198, e_{24} = 1644$ , dan  $e_{23} = 774$  maka pilih sisi  $e_{23}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{44}$  yang terkait dengan  $e_{23}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}\}$$

Untuk  $i = 31$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$ , sisi yang bersisian dengan titik  $v_{18} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{20}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{44} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{22}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{15} = 1363, e_{16} = 1246, e_{20} = 1198$  dan

$e_{22} = 910$  maka pilih sisi  $e_{22}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{45}$  yang terkait dengan  $e_{22}$ .

- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}\}$
- $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}\}$

Untuk  $i = 32$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{18} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{20}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{15} = 1363, e_{16} = 1246$  dan  $e_{20} = 1198$  maka pilih sisi  $e_{20}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{20}$  yang terkait dengan  $e_{20}$ .

- b.  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, e_{20}\}$
- $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}\}$

Untuk  $i = 33$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{29} \in V(T)$  adalah  $e_{49}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$ , dimana  $e_3 = 1296, e_{49} = 1202, e_{15} = 1363$  dan



$e_{16} = 1246$  maka pilih sisi  $e_{49}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{30}$  yang terkait dengan  $e_{49}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, e_{20}, e_{49}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}\}$$

Untuk  $i = 34$

a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}, e_{16}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{15} = 1363$  dan  $e_{16} = 1246$  maka pilih sisi  $e_{16}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{16}$  yang terkait dengan  $e_{16}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, e_{20}, e_{49}, e_{16}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}\}$$

Untuk  $i = 35$

a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{16} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{17}$ , dimana  $e_3 = 1296$ ,  $e_{15} = 1363$  dan  $e_{17} = 1030$  maka

pilih sisi  $e_{17}$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $e_{17}$  yang terkait dengan  $e_{17}$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25} \\ v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18} \\ v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}\}$$

Untuk  $i = 36$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_3 \in V(T)$  adalah  $e_3$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ , dimana  $e_3 = 1296$  dan  $e_{15} = 1363$  maka pilih sisi  $e_3$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_4$  yang terkait dengan  $e_3$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, v_{25}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18} \\ v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4\}$$

Untuk  $i = 37$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_4$  adalah sisi  $e_4$  dan  $e_5$ , dimana  $e_{15} = 1363$ ,  $e_4 = 576$  dan  $e_5 = 808$  maka pilih sisi  $e_4$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_5$  yang terkait dengan  $e_4$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, v_{25}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18} \\ v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5\}$$

Untuk  $i = 38$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_4$  adalah sisi  $e_5$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_5$  adalah sisi  $e_6$ , dimana  $e_{15} = 1363$ ,  $e_5 = 808$  dan  $e_6 = 620$  maka pilih sisi  $e_6$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_7$  yang terkait dengan  $e_6$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18} \\ v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7\}$$

Untuk  $i = 39$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_4$  adalah sisi  $e_5$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_7$  adalah sisi  $e_7$  dan  $e_8$ , dimana  $e_{15} = 1363$ ,  $e_5 = 808$ ,  $e_7 = 759$  dan  $e_8 = 213$  maka pilih sisi  $e_8$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_9$  yang terkait dengan  $e_8$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6, e_8\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43} \\ v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9\}$$

Untuk  $i = 40$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_4$  adalah sisi  $e_5$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_7$  adalah sisi  $e_7$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_9$  adalah sisi  $e_9$ , dimana  $e_{15} = 1363$ ,  $e_5 = 808$ ,  $e_7 = 759$  dan  $e_9 = 310$  maka pilih sisi  $e_9$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{10}$  yang terkait dengan  $e_9$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6, e_8, e_9\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43} \\ v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9, v_{10}\}$$

Untuk  $i = 41$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ , sisi yang terkait dengan titik  $v_4$  adalah sisi  $e_5$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_7$  adalah sisi  $e_7$ , dimana  $e_{15} = 1363$ ,  $e_5 = 808$  dan  $e_7 = 759$  maka pilih sisi  $e_7$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_8$  yang terkait dengan  $e_7$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6, e_8, e_9, e_7\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43} \\ v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9, v_{10}, v_8\}$$

Untuk  $i = 42$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$  dan sisi yang terkait dengan titik  $v_4$  adalah sisi  $e_5$ , dimana  $e_{15} = 1363$  dan  $e_5 = 808$  maka pilih sisi  $e_5$  yang memiliki bobot paling minimum dan tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_6$  yang terkait dengan  $e_5$ .

$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, \\ e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, \\ e_{23}, e_{22}, e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6, e_8, e_9, e_7, e_5\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24} \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, \\ v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9, v_{10}, v_8, v_6\}$$

Untuk  $i = 43$

- a. Sisi yang terkait dengan titik  $v_{14} \in V(T)$  adalah sisi  $e_{15}$ , dimana  $e_{15} = 1363$  maka pilih sisi  $e_{15}$  yang tidak membentuk *cycle* di  $T$  serta titik  $v_{15}$  yang terkait dengan  $e_{15}$ .

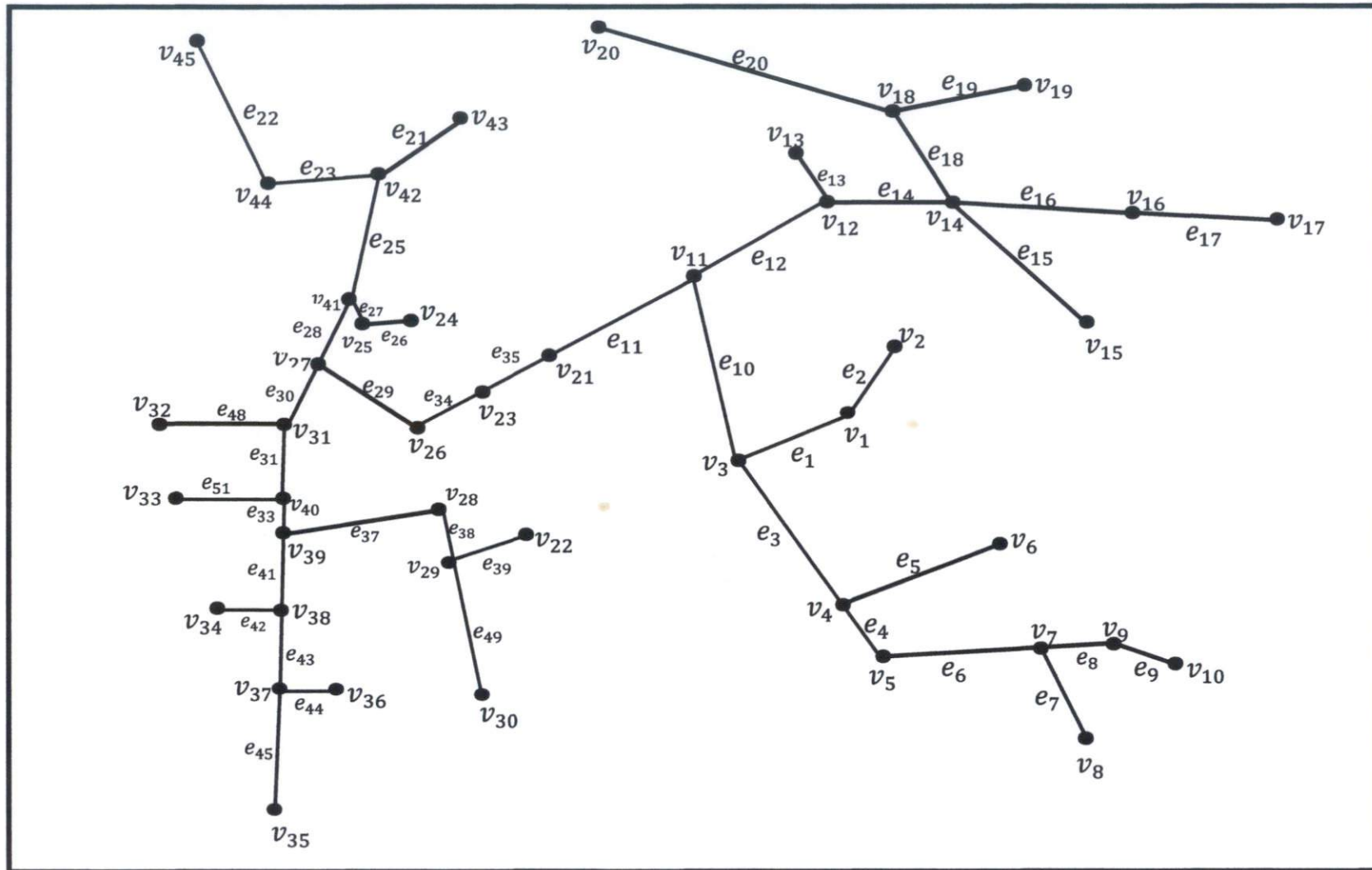
$$b. E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, \\ e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, \\ e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6, e_8, e_9, e_7, e_5, e_{15}\}$$

$$V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, \\ v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, \\ v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9, v_{10}, v_8, v_6, v_{15}\}$$

Karena semua titik sudah terhubung, maka diperoleh *minimum spanning tree*  $T$  dari graf  $G$  yang dibentuk dari himpunan sisi – sisi,  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38}, e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6, e_8, e_9, e_7, e_5, e_{15}\}$  dan himpunan titik – titik,  $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31}, v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43}, v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9, v_{10}, v_8, v_6, v_{15}\}$ .

*Minimum spanning tree*  $T$  yang terbentuk memiliki bobot sebesar 29.533, dimana bobot tersebut merupakan panjang total keseluruhan pipa yang di pasang pada kedua kecamatan, yaitu Kecamatan Padang utara dan Kecamatan Nanggalo setelah mengaplikasikan algoritma Prim pada jaringan pipa PDAM tersebut. Besar selisih bobot awal dengan bobot setelah mengaplikasikan algoritma Prim adalah sebesar 6.851, artinya terjadi pengurangan dalam pemakaian pipa yaitu sebesar 6.851 meter.

Selanjutnya *minimum spanning tree* yang terbentuk dari representasi jaringan pipa PDAM tersebut diperlihatkan pada Gambar 3.3.1.



Gambar 3.3.1 Minimum Spanning Tree dari graf  $G$

## BAB IV

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada Bab III, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

*Minimum Spanning Tree T* yang dibentuk dari graf *G* yang mempunyai himpunan sisi

– sisi,  $E(T) = \{e_2, e_1, e_{10}, e_{11}, e_{35}, e_{34}, e_{29}, e_{30}, e_{31}, e_{33}, e_{51}, e_{28}, e_{27}, e_{26}, e_{48}, e_{37}, e_{38},$

$e_{39}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{18}, e_{19}, e_{25}, e_{21}, e_{23}, e_{22}, e_{20}, e_{49}, e_{16}, e_{17}, e_3, e_4, e_6,$

$e_8, e_9, e_7, e_5, e_{15}\}$  dan himpunan titik – titik,  $V(T) = \{v_1, v_2, v_3, v_{11}, v_{21}, v_{23}, v_{26}, v_{27}, v_{31},$

$v_{40}, v_{39}, v_{33}, v_{41}, v_{25}, v_{24}, v_{32}, v_{28}, v_{29}, v_{22}, v_{38}, v_{34}, v_{37}, v_{36}, v_{35}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{18}, v_{19}, v_{42}, v_{43},$

$v_{44}, v_{45}, v_{20}, v_{30}, v_{16}, e_{17}, v_4, v_5, v_7, v_9, v_{10}, v_8, v_6, v_{15}\}$  memiliki bobot sebesar

29.533 meter.

Bobot tersebut merupakan panjang total minimum keseluruhan pipa pada kedua kecamatan, yaitu Kecamatan Padang utara dan Kecamatan Nanggalo setelah diaplikasikan algoritma Prim pada jaringan pipa PDAM tersebut. Besar selisih bobot awal dengan bobot akhir setelah diaplikasikan algoritma Prim adalah sebesar 6.851 meter, artinya terjadi pengurangan dalam pemakaian pipa yaitu sebesar 6.851 meter.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bondy, J.A and Murty, U.S.R. 1976. *Graph Theory With Application*. The Macmillan Press Ltd. Canada
- Chartrand, Gary and Oellermann, Ortrud R. 1993. *Applied and Algorithmic Graph Theory*. McGraw-Hill, Inc. United States of America
- Deo, Narshingh. 1989. *Graph Theory with Application to Engineering and Computer Science*. Prwntice-Hall. New Delhi, India
- Harary, Frank. 1994. *Graph Theory*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. United States of America
- Ras, Syafruddin. 2004. *Profil PDAM Kota Padang*. Padang
- West, Douglas Brent. 2001. *Introduction to Graph Theory*. Edisi Kedua. Prentice-Hall, Inc. United States of America
- Wilson, Robin J. 1996. *Introduction to Graph Theory*. Edisi Keempat. Addison Wesley Longman Limited. London

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis dilahirkan di Siabu, Bangkinang pada tanggal 09 Desember 1988. Anak pertama dari pasangan Herman Bin Abd Majid dan Siti Roman. Penulis memulai pendidikannya di SD 014 Siabu tahun 1995. Pada tahun 2001, penulis melanjutkan pendidikannya di SLTP Negeri 3 Salo. Pada tahun 2004, penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Negeri 1 Bangkinang dan tamat pada tahun 2007. Pada tahun yang sama, penulis di terima menjadi mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Andalas melalui jalur Penulusuran Minat dan Kemampuan (PMDK). Selama di bangku perkuliahan penulis aktif di berbagai kegiatan kemahasiswaan. Penulis pernah mengikuti kegiatan magang di UKM Resimen Mahasiswa 101 Mahawira serta menjadi anggota UKM Resimen Mahasiswa 101 Mahawira pada tahun 2008 dan menduduki jabatan sebagai Kepala Staf Urusan Khusus (Ka.Ur.Sus) selama 2 periode yaitu periode 2009/2010 dan 2010/2011. Penulis pernah mengikuti Pendidikan Dasar selama 2 Minggu di SECATA-B Padang Panjang dan ikut dalam kegiatan Trauma Hiling Pasca Gempa di Pariaman. Penulis juga menjadi anggota HIMATIKA. Selama menjadi anggota HIMATIKA penulis ikut dalam berbagai kepanitian. Penulis juga pernah menjadi Pemakalah pada Seminar Nasional yang diadakan oleh Jurusan Matematika. Untuk syarat meraih gelar Sarjana Sains ( S.Si ) di Jurusan Matematika FMIPA UNAND, penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata ( KKN ) bersama dengan Mahasiswa dari Bengkulu di Jorong Korong Kampung, Kanagarian Koto tinggi, Kabupaten Padang Pariaman pada bulan Juli s/d bulan Agustus 2010.