



**PENCARIAN ALIRAN MAKSIMUM DENGAN ALGORITMA  
FORD-FULKERSON**

**(Studi Kasus pada Jaringan Listrik di Kota Tegal)**

SKRIPSI

disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Matematika

Oleh

Thesa Farizal

4150406544

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2013**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang,

Thesa Farizal

NIM. 4150406544

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pencarian Aliran Maksimum dengan Algoritma Ford-Fulkerson (Studi Kasus pada Jaringan Listrik Kota Tegal)

disusun oleh

Thesa Farizal

4150406544

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada tanggal 16 Agustus 2013

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.  
NIP. 196310121988031001

Drs. Arief Agoestanto, M.Si  
NIP. 196807221993031005

Penguji

Dr. Mulyono, M.Si.  
NIP. 197009021997021001

Penguji/Pembimbing I

Penguji/ Pembimbing II

Prof. Dr. Hardi Suyitno, M.Pd.  
NIP. 195004251979031001

Drs. Darmo  
NIP. 194904081975011001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

1. *"Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar" (Al-Baqarah: 153)*
2. *"Hai orang-orang yang beriman, diwajibkan atas kamu berpuasa sebagaimana diwajibkan atas orang-orang sebelum kamu agar kamu bertakwa" (Al-Baqarah: 183)*

### PERSEMBAHAN

1. *Ibu dan Bapak, tercinta atas kasih sayang, do'a, dan dukungannya*
2. *Kakak dan Adikku atas do'a dan dukungannya*
3. *Dian Anggita Sari yang selalu mensupport dan mendukungku*
4. *Teman-teman mahasiswa matematika angkatan'06*
5. *Teman-teman Ulul Albab yang selalu mendoakanku*
6. *All my lovely friends*

## ABSTRAK

Farizal, Thesa. 2012, *Pencarian Aliran Maksimum dengan Algoritma Ford-Fulkerson (Studi kasus pada Jaringan Listrik Kota Tegal)*. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, pembimbing I : Prof. Dr. Hardi Suyitno, M.Pd, pembimbing II : Drs. Darmo

Kata Kunci: aliran maksimum, algoritma Ford-Fulkerson, *Software WinQSB*

Aliran listrik yang tidak maksimum dapat menyebabkan kerusakan pada alat elektronik. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu cara untuk menanggulangnya yaitu dengan memaksimalkan arus tersebut.

Permasalahan dalam skripsi ini adalah bagaimana model jaringan listrik Kota Tegal, bagaimana hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson pada jaringan listrik Kota Tegal, bagaimana hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan *software WinQSB*, bagaimana pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB*. Tujuan Skripsi ini adalah memperoleh model jaringan listrik Kota Tegal, Memperoleh aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson pada jaringan listrik Kota Tegal, Memperoleh aliran maksimum dengan menggunakan *software WinQSB* pada jaringan listrik Kota Tegal, mengetahui pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB*.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil langsung data-data dari arsip PT PLN(PERSERO) UPJ Tegal Kota. Data yang diambil merupakan data kapasitas kabel dan peta jaringan listrik Kota Tegal. Selanjutnya dari gambar jaringan dapat diperoleh aliran maksimum menggunakan algoritma Ford-Fulkerson. Selain itu juga digunakan *Software WinQSB* dalam perhitungan aliran maksimum.

Dari hasil analisis dengan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB* diperoleh aliran maksimum sebesar 1300 Ampere. Dari pencarian aliran maksimum menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB* dapat diperoleh bahwa keduanya mempunyai tahap pencarian aliran maksimum yang berbeda tetapi mempunyai hasil yang sama dalam pencarian aliran maksimum.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan pencarian aliran maksimum dengan algoritma Ford-Fulkerson pada jaringan listrik Kota Tegal diperoleh aliran maksimum sebesar 1300 ampere. Pencarian aliran maksimum dengan menggunakan *software WinQSB* pada jaringan listrik Kota Tegal diperoleh aliran maksimum sebesar 1300 ampere. Pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB* menghasilkan aliran maksimum sebesar 1300 ampere, walaupun dengan menggunakan iterasi yang berbeda.

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pencarian Aliran Maksimum dengan Algoritma Ford-Fulkerson (Studi Kasus pada Jaringan Listrik Kota Tegal)”. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum.,Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si., Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Prof. Dr. Hardi Suyitno, M.Pd.,sebagai pembimbing I yang dengan sabar telah memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Darmo, sebagai pembimbing II yang dengan sabar telah memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Bapak, Ibu dan semua anggota keluarga yang selalu mendo’akan serta memberikan motivasi dan semangat kerja keras.
8. Kepala dan seluruh karyawan PT PLN (PERSERO) UPJ Tegal Kota atas izin yang telah diberikan.

9. Teman-teman mahasiswa matematika angkatan 2006, terimakasih atas semuanya.
10. Semua pihak yang telah berjasa yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis hanya bisa berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta nilai tambah bagi pembaca, khususnya mahasiswa prodi matematika.

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	5
1.6 Sistematika Skripsi .....	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Teori Graf .....	8
2.1.1. Definisi Graf .....	8
2.1.2. Graf Berarah .....	9



2.2.	Terminologi Dasar .....	10
2.2.1.	Ketetanggaan ( <i>adjacent</i> ) .....	10
2.2.2.	Bersisian ( <i>incidency</i> ) .....	11
2.2.3.	Simpul Terpencil ( <i>isolated vertex</i> ) .....	11
2.2.4.	Graf Kosong .....	11
2.2.5.	Derajat ( <i>Degree</i> ) .....	11
2.2.6.	Lintasan ( <i>Path</i> ) .....	11
2.2.7.	Terhubung ( <i>connected</i> ) .....	13
2.2.8.	Graf Berbobot .....	15
2.3.	Jaringan .....	15
2.4.	Aliran Maksimum .....	16
2.5.	Algoritma Ford-Fulkerson .....	19
2.6.	WinQSB .....	25
 BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Menentukan Masalah .....	32
3.2	Merumuskan Masalah .....	32
3.3	Metode Pengambilan Data .....	32
3.4	Analisis dan Pemecahan Masalah .....	33
3.5	Penarikan Kesimpulan .....	35
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian .....	36
4.1.1.	Gambar jaringan listrik Kota Tegal .....	36
4.1.2.	Hasil pencarian aliran maksimum dengan	

	menggunakan algoritma Ford-Fulkerson.....	39
4.1.3.	Hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan <i>software</i> WinQSB .....	71
4.1.4.	Perbandingan hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan <i>Software</i> WinQSB .....	72
4.2	Pembahasan .....	72
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Simpulan .....	74
5.2	Saran .....	74
DAFTAR PUSTAKA .....		75
LAMPIRAN – LAMPIRAN .....		76

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Graf dengan sisi paralel dan loop ..... 9
Gambar 2	Graf berarah ..... 10
Gambar 3	Graf dengan lintasan ..... 12
Gambar 4	Graf terhubung dan graf tak terhubung ..... 13
Gambar 5	Graf terhubung lemah dan kuat ..... 14
Gambar 6	Graf berbobot ..... 15
Gambar 7	Jaringan ..... 16
Gambar 8	Contoh Jaringan ..... 17
Gambar 9	Tampilan awal network modeling ..... 27
Gambar 10	Tampilan mengatur konfigurasi network modeling ..... 28
Gambar 11	Tampilan untuk meng-input model arus maksimum ..... 28
Gambar 12	Tampilan untuk mengubah nama variabel ..... 29
Gambar 13	Tampilan setelah variabel diubah ..... 29
Gambar 14	Data model aliran masimum setelah diinput ..... 30
Gambar 15	Tampilan untuk memilih simpul awal dan simpul akhir .... 30
Gambar 16	Output hasil pencarian aliran maksimum ..... 31
Gambar 17	Jaringan listrik kota Tegal wilayah distribusi Kebasen 11 . 37
Gambar 18	Tampilan output masalah aliran maksimum ..... 71

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Peta jaringan listrik Kota Tegal wilayah distribusi Kebasen 11 ..... 77
Lampiran 2	Karakteristik listrik hantaran udara aluminium campuran (A3C) ..... 78
Lampiran 3	Report aset jaringan tegangan menengah ..... 79
Lampiran 4	Jaringan listrik Kota Tegal wilayah distribusi Kebasen 11 93
Lampiran 5	Hasil pencarian dengan <i>software</i> WinQSB ..... 105
Lampiran 6	Surat penetapan dosen pembimbing ..... 108
Lampiran 7	Surat ijin penelitian ..... 109
Lampiran 8	Surat penelitian ..... 110
Lampiran 9	Surat pernyataan keaslian data ..... 111

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Secara umum graf adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu, jika diinterpretasikan secara tepat. Dalam kehidupan sehari-hari graf digunakan untuk menggambarkan berbagai struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Beberapa contoh graf yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain, struktur organisasi, bagan alir pengambilan mata kuliah, rangkaian listrik, dll. (Siang, 2002:187)

Jaringan merupakan salah satu kajian dalam riset operasi. Jaringan adalah sebuah graf berarah yang sederhana yang mempunyai sumber dan tujuan yang setiap sisi mempunyai kapasitas. Di dalam jaringan terdapat beberapa model yang bisa digunakan untuk membantu memecahkan masalah-masalah, diantaranya adalah model distribusi kendali, model rentang jaringan minimum, model rute terpendek, dan jaringan aliran maksimum.

Model aliran maksimum (*maximum flow*), sesuai dengan namanya adalah sebuah model yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai maksimum seluruh arus di dalam sebuah sistem jaringan. Contoh aliran maksimum pada sebuah jaringan adalah jaringan listrik, pipa saluran, dan jalur lalu lintas dalam sebuah sistem jaringan yang tertutup. Kapasitas pada

setiap jaringan akan membatasi jumlah arus atau aliran yang melewatinya. Sebagai contoh suatu kabel listrik dengan kapasitas 20 ampere akan segera terbakar jika kita memaksa kabel itu dilewati oleh arus 100 ampere pada tingkat tegangan yang sama.

Model aliran maksimum mempunyai tujuan untuk memaksimalkan jumlah arus yang melewati jaringan dalam sebuah sistem jaringan. Hal ini tentunya sangat umum terjadi pada bidang transportasi, produksi, komunikasi, dan distribusi.

Aplikasi masalah aliran maksimum yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah jaringan listrik kota Tegal. Penulis memilih kota Tegal karena kota Tegal merupakan kota yang cukup padat dimana setiap penduduknya memanfaatkan listrik untuk berbagai hal. Ketergantungan penduduk kota Tegal terhadap listrik sangatlah tinggi karena hampir semua aktivitas yang dilakukan menggunakan listrik. Aliran arus listrik yang tidak maksimum dapat menyebabkan kerusakan pada perangkat yang menggunakan energi listrik. Hal ini terjadi karena perangkat yang menggunakan listrik pada umumnya memakai satuan volt untuk memperoleh pemakaian yang optimal dari perangkat tersebut, dimana volt/ tegangan berbanding lurus dengan arus. Selain arus yang berbanding lurus dengan tegangan, tahanan dalam listrik juga berbanding lurus dengan tegangan. Jadi arus merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan rusaknya perangkat yang menggunakan energi listrik. Oleh karena itu dibutuhkan cara untuk menanggulangnya yaitu dengan memaksimalkan arus yang ada. Berdasarkan masalah tersebut aplikasi

aliran maksimum dapat digunakan dengan mencari aliran arus maksimum pada jaringan listrik kota Tegal. Terdapat berbagai cara untuk menyelesaikan masalah aliran maksimum diantaranya dengan teorema *max-flow min-cut*, algoritma Dijkstra, dan algoritma Ford- Fulkerson.

Algoritma Ford-Fulkerson ditemukan oleh Ford dan Fulkerson pada tahun 1965. Algoritma ini akan efektif bagi penggunaannya untuk melakukan suatu proses, tindakan atau pengambilan keputusan untuk tujuan tertentu dengan mengetahui aliran maksimum yang terdapat dalam suatu jaringan. Hal yang paling rapi dari algoritma Ford-Fulkerson adalah algoritma ini selalu memberikan hasil yang benar bagaimana kita menyelesaikan sub masalah dalam mencari *augmenting-path*.

Ada beberapa masalah yang dapat dicari solusinya dengan *software* WinQSB. Diantaranya adalah *linear programming* dengan berbagai variasinya (mulai dari yang linear dan nonlinear, hingga yang integer dan kuadratik), analisis jaringan (*network modeling, dynamic programming, PERT/CPM*), teori antrian (*queuing analysis* dan *queuing system simulation*), teori persediaan (termasuk MRP atau *material requirements planning*), penjadwalan produksi, hingga ke penentuan lokasi bangunan atau departemen yang optimal, sehingga tidak timbul pemborosan.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari aliran maksimum dari beberapa simpul pada jaringan listrik kota Tegal. Data yang diambil merupakan data sekunder dari PT PLN(Persero) UPJ Tegal Kota berupa peta jaringan listrik kota tegal dan daftar kapasitas kabel.

## 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas diperoleh permasalahan yang timbul dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Bagaimana hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson pada jaringan listrik Kota Tegal?
2. Bagaimana hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan *software* WinQSB pada jaringan listrik Kota Tegal?
3. Apakah hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *software* WinQSB sama?

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam skripsi ini dibahas mengenai pencarian aliran maksimum dari jaringan distribusi listrik PLN Kota Tegal di wilayah distribusi Kebasen 11 Kota Tegal. Pencarian aliran maksimum pada skripsi ini menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software* WinQSB.

## 1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson pada jaringan listrik Kota Tegal.
2. Memperoleh aliran maksimum dengan menggunakan *software* WinQSB pada jaringan listrik Kota Tegal.
3. Mengetahui hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *software* WinQSB sama.



## 1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan skripsi ini adalah :

(1) Bagi peneliti

Dapat mengetahui bagaimana menentukan aliran maksimum dengan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB*.

(2) Bagi iniversitas

Terjalin hubungan kerja sama antara PT PLN (PERSERO) Tegal dengan Universitas Negri Semarang.

(3) Bagi mahasiswa

Pencarian aliran maksimum sangat berguna untuk memaksimalkan jumlah arus yang melewati jaringan dalam setiap sistem jaringan. Mahasiswa dapat mengetahui berapakah nilai maksimum dari sebuah jaringan. Penelitian ini juga dapat dipakai sebagai bahan acuan bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian pencarian aliran arus maksimum dengan metode yang berbeda.

(4) Bagi instansi

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan bagi PLN untuk memaksimalkan aliran dari kapasitas kabel yang tak sama.

## 1.6. Sistematika Skripsi

Dalam penulisan skripsi ini secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian pokok, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

### **1.6.1 Bagian awal**

Bagian awal skripsi memuat :

- (1) Halaman sampul
- (2) Halaman judul
- (3) Pernyataan keaslian tulisan
- (4) Halaman pengesahan
- (5) Motto dan persembahan
- (6) Abstrak
- (7) Kata pengantar
- (8) Daftar isi
- (9) Daftar gambar
- (10) Daftar lampiran

### **1.6.2 Bagian Isi**

- (1) Bab I : Pendahuluan

Mengemukakan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

- (2) Bab II : Landasan Teori

Berisi uraian teoritis atau teori teori yang mendasari pemecahan tentang masalah-masalah yang berhubungan dengan judul skripsi. Pada bab ini dibagi menjadi beberapa sub bab yaitu teori graf, terminologi dasar, jaringan, aliran maksimum, algoritma Ford-Fulkerson, dan WinQSB

(3) Bab III : Metode Penelitian

Berisi tentang metode metode yang digunakan dalam penelitian yang meliputi menemukan masalah, merumuskan masalah, metode pengambilan data, analisis data dan pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan

(4) Bab IV : Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berisi semua hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis algoritma Ford Fulkerson dan *Software* WinQSB untuk mencari arus maksimum serta perbandingan hasil pencarian arus maksimum menggunakan *Software* WinQSB.

(5) Bab V : Penutup

Bab ini berisi tentang simpulan dan saran-saran yang diberikan peneliti berdasarkan simpulan yang diambil.

### 1.6.3 Bagian Akhir

Bagian akhir berisi tentang daftar pustaka dan lampiran-lampiran yang mendukung skripsi.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Teori Graf**

##### **2.1.1 Definisi graf**

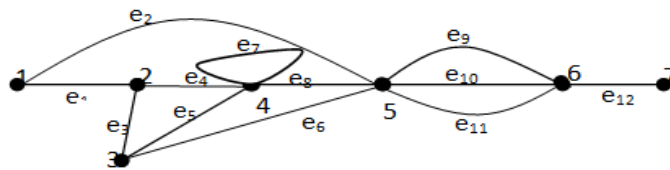
Graf adalah kumpulan simpul (nodes) yang dihubungkan satu sama lain melalui sisi (edge) atau busur (arc). Biasanya graf digambarkan sebagai kumpulan titik-titik (melambangkan simpul) yang dihubungkan oleh garis-garis (melambangkan sisi) atau garis berpanah (melambangkan busur). Graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V,E)$  yang dalam hal ini,  $V$  adalah himpunan berhingga dan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) sedangkan  $E$  adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul, atau dapat ditulis dengan notasi  $G = (V,E)$  (Munir, 2012:356).

Simpul pada graf dapat dilabeli dengan huruf  $v, w, \dots$ , atau dengan bilangan asli  $1, 2, 3, 4, \dots$ , atau dengan keduanya. Sedangkan sisi yang menghubungkan simpul  $v_i$  dengan simpul  $v_j$  dinyatakan dengan pasangan  $(v_i, v_j)$  atau dengan lambang  $e$ . Dengan kata lain, jika  $e$  adalah sisi yang menghubungkan simpul  $v_i$  dengan simpul  $v_j$ , maka  $e$  dapat ditulis sebagai

$$e = (v_i, v_j) = (v_j, v_i)$$

Secara geometri graf digambarkan sebagai sekumpulan simpul didalam bidang dwimarta yang dihubungkan dengan sekumpulan sisi (Munir, 2012:356).

Sebuah sisi paralel adalah dua sisi yang berbeda yang menghubungkan simpul yang sama, sedangkan loop adalah sisi yang hanya berhubungan dengan satu simpul ujung (Siang, 2002:187).



Gambar 1. Graf dengan sisi paralel dan loop

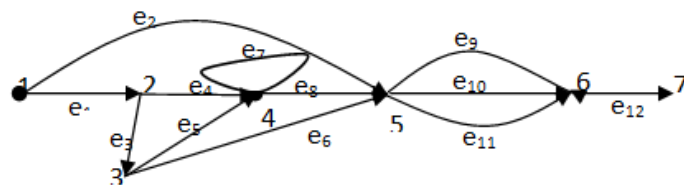
Pada gambar 1 sisi  $e_1 = (1, 2)$ ,  $e_2 = (1, 5)$ ,  $e_3 = (2, 3)$ ,  $e_4 = (2, 4)$ ,  $e_5 = (3, 4)$ ,  $e_6 = (3, 5)$ ,  $e_7 = (4, 4)$ ,  $e_8 = (4, 5)$ ,  $e_9 = (5, 6)$ ,  $e_{10} = (5, 6)$ ,  $e_{11} = (5, 6)$ , dan  $e_{12} = (6, 7)$ . Sisi  $e_9$ ,  $e_{10}$ , dan  $e_{11}$  pada gambar 1 merupakan contoh dari sisi paralel, sedangkan  $e_7$  adalah sebuah loop.

### 2.1.2 Graf berarah (*digraph*)

Suatu graf berarah  $G$  terdiri dari : himpunan titik-titik  $V(G) : \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ , himpunan garis-garis  $E(G) : \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ , dan suatu  $F$  yang mengawankan setiap garis  $E(G)$  ke suatu pasangan berurutan titik  $(v_i, v_j)$ . Jika  $e_k = (v_i, v_j)$  adalah suatu garis dalam  $G$ , maka  $v_i$  disebut titik awal  $e_k$  dan  $v_j$  disebut titik akhir  $e_k$ . Arah garis adalah dari  $v_i$  ke  $v_j$ . Jumlah garis yang keluar dari titik  $v_i$  disebut derajat keluar titik  $v_i$  (simbul  $d^+(v_i)$ ), sedangkan jumlah garis yang menuju ke titik  $v_i$  disebut derajat masuk titik  $v_i$ , yang disimbulkan dengan  $d^-$

$(v_i)$ . Titik terasing adalah titik dalam  $G$  dimana derajat keluar dan derajat masuk adalah 0. Titik pendan adalah titik dalam  $G$  dimana jumlah derajat masuk dan derajat keluarnya adalah 1. Dua garis dikatakan paralel jika keduanya mempunyai titik awal dan titik akhir yang sama (Siang, 2002:226-227)

Loop berarah adalah sisi yang hanya berhubungan dengan satu simpul yang mempunyai arah tertentu. Sisi  $e_7$  pada gambar 2 merupakan loop berarah.



Gambar 2. Graf berarah

## 2.2 Terminologi Dasar (Munir, 2012, 365-376)

Dalam pembahasan mengenai graf, kita akan sering menggunakan terminologi (istilah) yang berkaitan dengan graf. Di bawah ini beberapa terminologi yang sering di pakai antara lain :

### 2.2.1 Ketetanggaan (*adjacent*)

Dua buah simpul dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung langsung. Secara formal dinyatakan :

$v_j$  bertetangga dengan  $v_i$  jika terdapat  $e \in E(G)$  sedemikian hingga  $e = (v_j, v_i)$

### 2.2.2 Bersisian (*incidency*)

Untuk sembarang sisi  $e = (v_j, v_k)$

Sisi  $e$  dikatakan bersisian dengan simpul  $v_j$  atau sisi  $e$  bersisian dengan  $v_k$

### 2.2.3 Simpul Terpencil (*isolated vertex*)

Simpul terpencil adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya. Atau, dapat juga dinyatakan simpul terpencil adalah simpul yang tidak satupun bertetangga dengan simpul lainnya.

### 2.2.4 Graf kosong

Graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong disebut sebagai graf kosong dan ditulis sebagai  $N_n$ , yang dalam hal ini  $n$  adalah jumlah simpul.

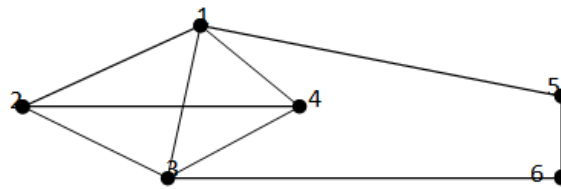
### 2.2.5 Derajat (*degree*)

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Dinotasikan dengan  $d(v)$ , simpul yang mempunyai loop dihitung mempunyai dua sisi yang bersisian dengannya, sehingga derajat dari simpul yang memuat loop adalah dua. Secara umum, jika terdapat  $g$  buah loop dan  $e$  buah sisi bukan loop yang bersisian dengan sisi  $v$  adalah  $d(v) = 2g + e$ .

### 2.2.6 Lintasan (*path*)

Lintasan yang panjangnya  $n$  dari simpul  $v_0$  ke  $v_n$  dalam graf  $G$  adalah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang

berbentuk  $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$  sedemikian sehingga  $e_1 = (v_0, v_1), e_2 = (v_1, v_2), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$  adalah sisi-sisi dari graf  $G$ . Pada gambar 3 lintasan 1, 2, 4, dan 3 adalah lintasan dengan barisan sisi  $(1, 2), (2, 4),$  dan  $(4, 3)$ , dan simpul 1, 3, 6, dan 5 bukan merupakan lintasan karena tidak terdapat sisi pada titik  $(3, 6)$ .



Gambar 3. Graf dengan lintasan

Lintasan terbuka (*open walk*) adalah lintasan yang tidak berawal dan berakhir pada simpul yang sama (Munir, 2012 :370). Pada gambar 3 lintasan 1, 2, 4, dan 6 merupakan lintasan terbuka karena tidak ada sisi  $(4,6)$ .

Lintasan tertutup (*closed walk*) adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama (Munir, 2012 :370). Lintasan tertutup disebut juga siklus/ cycle. Pada gambar 3 lintasan 1, 2, 4, dan 1 merupakan lintasan tertutup.

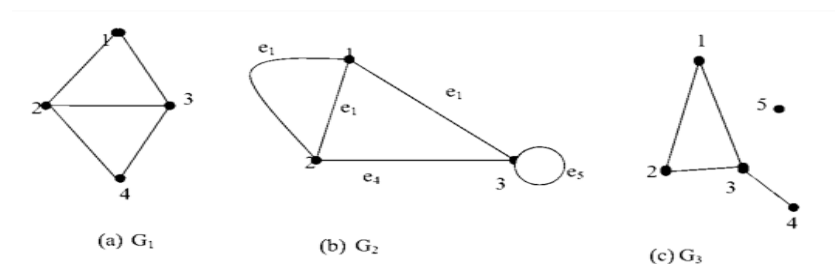
Lintasan dan siklus dalam graf berarah sama dengan lintasan dan siklus dalam graf tak berarah. Hanya saja dalam graf tak berarah, perjalanan yang dilakukan harus mengikuti arah garis. Untuk membedakan dengan graf tak berarah, maka lintasan dan siklus dalam graf berarah disebut lintasan berarah dan siklus berarah. Suatu



graf berarah yang tidak memuat sirkuit berarah disebut graf berarah asklik.

### 2.2.7 Terhubung (*connected*)

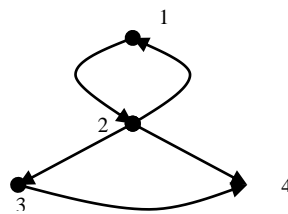
Dua buah simpul  $v_1$  dan simpul  $v_2$  disebut terhubung jika terdapat lintasan dari  $v_1$  ke  $v_2$  dan terdapat lintasan dari  $v_2$  ke  $v_1$ . Graf tak berarah  $G$  disebut graf terhubung jika untuk setiap pasang simpul  $v_i$  dan  $v_j$  dalam himpunan  $V$  terdapat lintasan dari  $v_i$  ke  $v_j$  (yang juga harus berarti ada lintasan dari  $v_j$  ke  $v_i$ ) jika tidak, maka  $G$  disebut graf tak terhubung. Sebagai perjanjian, setiap simpul terhubung dengan dirinya sendiri. Jadi, graf yang hanya terdiri atas satu simpul saja (tidak ada sisi), juga dikatakan graf terhubung.  $G_1$  dan  $G_2$  pada gambar 4 adalah graf terhubung, sedangkan  $G_3$  tidak (Munir, 2012:371).



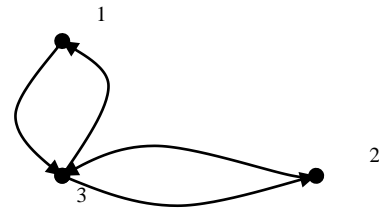
Gambar 4. Graf terhubung dan graf tak terhubung

Keterhubungan dua buah simpul pada graf berarah dibedakan menjadi terhubung kuat dan terhubung lemah. Dua simpul,  $u$  dan  $v$ , pada graf berarah  $G$  disebut terhubung kuat (*strongly connected*) jika terdapat lintasan berarah dari  $u$  ke  $v$  dan juga lintasan berarah dari  $v$  ke  $u$ . Pada gambar 5 (b) simpul 1 dan simpul 2 terhubung kuat

karena terdapat lintasan dari 1 ke 2 (yaitu 1, 3, 2), begitu juga terdapat lintasan dari 2 ke 1 (yaitu 2, 3, 1).



Gambar 5(a) Terhubung lemah



Gambar 5(b) Terhubung kuat

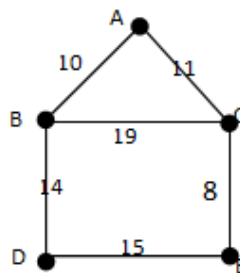
Jika  $u$  dan  $v$  tidak terhubung kuat tetapi terhubung pada graf tidak berarahnya, maka  $u$  dan  $v$  dikatakan terhubung lemah (*weakly connected*). Pada gambar 5 (a) simpul 1 dan simpul 3 terhubung lemah karena hanya terdapat lintasan dari 1 ke 3 (yaitu 1, 2, 3), tetapi tidak ada lintasan dari 3 ke 1.

Kedua hal diatas (terhubung kuat dan terhubung lemah) melahirkan definisi graf terhubung kuat:

Graf berarah  $G$  disebut graf terhubung kuat (*strongly connected graph*) apabila untuk setiap pasang simpul sembarang  $v_i$  dan  $v_j$  di  $G$  terhubung kuat. Kalau tidak,  $G$  disebut terhubung lemah. Graf pada gambar 5(b) adalah graf terhubung kuat, karena untuk sembarang sepasang simpul di dalam graf terdapat lintasan, sedangkan pada gambar 5(a) adalah terhubung lemah karena tidak semua pasangan simpul mempunyai pasangan dari dua arah (Munir, 2012:372).

### 2.2.8 Graf berbobot

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot). Bobot pada sebuah sisi dapat menyatakan jarak dua buah kota, biaya perjalanan antara dua buah kota, waktu tempuh pesan dari sebuah simpul komunikasi ke simpul komunikasi lain dan sebagainya. Gambar 6 adalah graf berbobot.



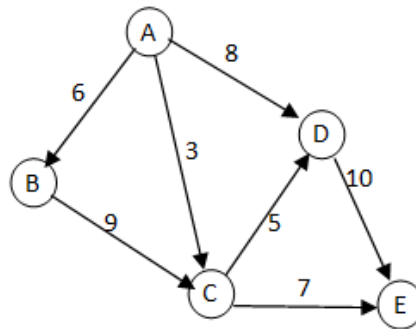
Gambar 6. Graf berbobot

## 2.3 Jaringan (Network)

Jaringan transportasi adalah sebuah graf berarah yang sederhana dengan setiap sisi mempunyai kapasitas dengan sejumlah syarat sebagai berikut :

- (1) Terdapat satu simpul di dalam graf itu yang tidak mempunyai sisi masuk disebut dengan sumber
- (2) Terdapat satu simpul didalam graf itu yang tidak mempunyai sisi keluar disebut dengan tujuan
- (3) Pembobot setiap sisi  $C_{ij}$  dari suatu sisi berarah  $(i, j)$  merupakan sebuah bilangan real non negatif disebut dengan kapasitas sisi  $(i, j)$ .

(Johnsonbaugh,1986)



Gambar 7. Jaringan Transportasi

Pada gambar 7 pembobot setiap sisi  $C_{AB} = 6, C_{AD} = 8, C_{AC} = 3, C_{BC} = 9, C_{CD} = 5, C_{CE} = 7, C_{DE} = 10$

## 2.4 Aliran maksimum

Secara sederhana masalah aliran maksimum dapat dideskripsikan sebagai masalah mencari arus maksimum yang dapat mengalir pada sebuah jaringan yang hanya memiliki sebuah sumber (*source*) dan tujuan (*sink*).

Misalkan  $C_{ij}$  adalah kapasitas pada sisi berarah  $(i, j)$ . Aliran dalam jaringan pada setiap sisi berarah  $(i, j)$  adalah bilangan non negatif  $F_{ij}$  sedemikian sehingga :

- (1)  $F_{ij} \leq C_{ij}$
- (2) Untuk setiap simpul  $j$  yang bukan merupakan sumber atau tujuan berlaku

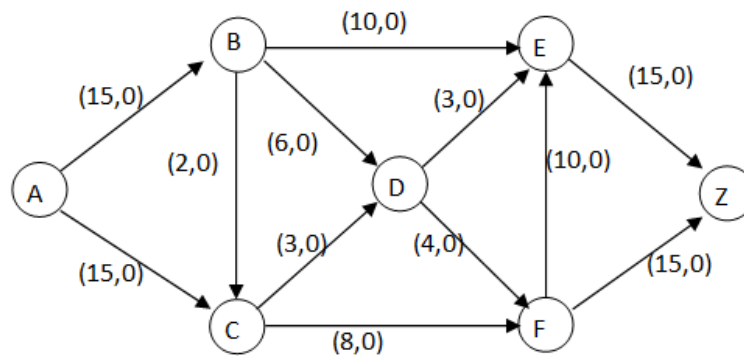
$$\sum F_{ij} = \sum F_{ji}$$

dengan  $F_{ij}$  adalah aliran dalam sisi  $(i, j)$ ,  $\sum F_{ij}$  adalah jumlah aliran yang masuk ke- $j$  dan  $\sum F_{ji}$  adalah jumlah aliran yang keluar ke- $j$  (Johnsonbaugh, 1986).

Pencarian aliran maksimum dapat diselesaikan dengan beberapa cara diantaranya adalah dengan *max-flow min-cut Theorm*, algoritma *Dijkstra* dan algoritma Ford-Fulkerson.

Contoh 1

1. Tentukan aliran maksimum dari A ke Z pada jaringan berikut!



Gambar 8. Contoh jaringan

Penyelesaian :

Pada jaringan di atas diketahui kapasitas pada masing-masing sisi yaitu  $e(A, B) = 15$ ,  $e(A, C) = 15$ ,  $e(B, C) = 2$ ,  $e(B, E) = 10$ ,  $e(B, D) = 6$ ,  $e(C, D) = 3$ ,  $e(C, F) = 8$ ,  $e(D, E) = 3$ ,  $e(D, F) = 4$ ,  $e(F, E) = 10$ ,  $e(E, Z) = 15$ , dan  $e(F, Z) = 15$

1. Misal kita aliri arus sebesar 10, diperoleh  $F_{AB} = 10$ ,  $F_{AC} = 5$ ,  $F_{BC} = 1$ ,  $F_{BE} = 3$ ,  $F_{BD} = 1$ ,  $F_{CD} = 2$ ,  $F_{CF} = 4$ ,  $F_{DE} = 1$ ,  $F_{DF} = 2$ ,  $F_{FE} = 3$ ,  $F_{EZ} = 7$ ,  $F_{FZ} = 3$ . Arus ini blm maksimum.
2. Misal kita aliri arus sebesar 15, diperoleh  $F_{AB} = 10$ ,  $F_{AC} = 5$ ,  $F_{BC} = 2$ ,  $F_{BE} = 5$ ,  $F_{BD} = 3$ ,  $F_{CD} = 2$ ,  $F_{CF} = 5$ ,  $F_{DE} = 2$ ,  $F_{DF} = 3$ ,  $F_{FE} = 2$ ,  $F_{EZ} = 9$ ,  $F_{FZ} = 6$ . Arus ini blm maksimum.

3. Misal kita aliri arus sebesar 17, diperoleh  $F_{AB} = 10$ ,  $F_{AC} = 7$ ,  $F_{BC} = 2$ ,  $F_{BE} = 5$ ,  $F_{BD} = 3$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF} = 6$ ,  $F_{DE} = 3$ ,  $F_{DF} = 3$ ,  $F_{FE} = 5$ ,  $F_{EZ} = 13$ ,  $F_{FZ} = 4$ . Aliran belum maksimum
4. Misal kita aliri arus sebesar 20, diperoleh  $F_{AB} = 10$ ,  $F_{AC} = 10$ ,  $F_{BC} = 1$ ,  $F_{BE} = 7$ ,  $F_{BD} = 2$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF} = 8$ ,  $F_{DE} = 1$ ,  $F_{DF} = 4$ ,  $F_{FE} = 3$ ,  $F_{EZ} = 11$ ,  $F_{FZ} = 9$ . Aliran belum maksimum.
5. Misal kita aliri arus sebesar 22, diperoleh  $F_{AB} = 11$ ,  $F_{AC} = 11$ ,  $F_{BC} = 0$ ,  $F_{BE} = 8$ ,  $F_{BD} = 3$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF} = 8$ ,  $F_{DE} = 2$ ,  $F_{DF} = 4$ ,  $F_{FE} = 2$ ,  $F_{EZ} = 12$ ,  $F_{FZ} = 10$ . Aliran belum maksimum
6. Misal kita aliri arus sebesar 24, diperoleh  $F_{AB} = 14$ ,  $F_{AC} = 10$ ,  $F_{BC} = 1$ ,  $F_{BE} = 9$ ,  $F_{BD} = 4$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF} = 8$ ,  $F_{DE} = 3$ ,  $F_{DF} = 4$ ,  $F_{FE} = 1$ ,  $F_{EZ} = 13$ ,  $F_{FZ} = 11$ . Aliran belum maksimum.
7. Misal kita aliri arus sebesar 25, diperoleh  $F_{AB} = 14$ ,  $F_{AC} = 11$ ,  $F_{BC} = 0$ ,  $F_{BE} = 10$ ,  $F_{BD} = 4$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF} = 8$ ,  $F_{DE} = 3$ ,  $F_{DF} = 4$ ,  $F_{FE} = 2$ ,  $F_{EZ} = 15$ ,  $F_{FZ} = 10$
8. Misal kita aliri arus sebesar 26, diperoleh  $F_{AB} = 14$ ,  $F_{AC} = 11$ ,  $F_{BC} = 0$ ,  $F_{BE} = 10$ ,  $F_{BD} = 4$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF}$  tidak dapat dialiri arus karena arus yang diberikan lebih besar dari kapasitasnya dan dari simpul C tidak dapat dialiri arus ke simpul lain kecuali simpul D.
9. Misal kita aliri arus sebesar 26, diperoleh  $F_{AB} = 15$ ,  $F_{AC} = 10$ ,  $F_{BC} = 0$ ,  $F_{BE} = 10$ ,  $F_{BD} = 5$ ,  $F_{CD} = 3$ ,  $F_{CF} = 8$ ,  $F_{DE} = 3$ ,  $F_{DF}$  tidak dapat dialiri arus karena arus yang diberikan lebih besar dari

kapasitasnya dan dari simpul D tidak dapat dialiri arus ke simpul lain kecuali simpul F.

Jadi pada jaringan pada gambar 8 diperoleh aliran maksimum sebesar 25.

## 2.5 Algoritma Ford-Fulkerson

Algoritma Ford-Fulkerson dinamai untuk L.R. Ford, Jr dan D.R. Fulkerson, digunakan untuk menghitung aliran maksimum dalam sebuah jaringan. Algoritma tersebut dipublikasikan pada 1956. Nama dari Ford-Fulkerson sering juga digunakan untuk Edmond-Karp algorithm, yang mana dikhususkan dari Ford-Fulkerson.

Algoritma ini mempunyai dua bagian yang mana Ford dan Fulkerson disebut *proses pelabelan* dan *perubahan arus*. Yang pertama adalah proses mencari aliran *augmenting path* yaitu lintasan dari  $s$  ke  $t$  dengan himpunan-himpunan simpul yang berbeda  $s, i, \dots, j, t$  bersama dengan sisi yang berhubungan simpul dari  $s$  ke  $t$ , untuk yang  $F_{ij} < C_{ij}$  sepanjang semua *forward* sisi dan  $F_{ij} > 0$  sepanjang semua *backward* sisi. Sebaliknya jika tidak ada *augmenting path* dan optimalisasi dari arus yang sekarang dijamin oleh teorema.

Teorema

Aliran  $F$  memiliki nilai maksimum jika dan hanya jika tidak ada aliran *augmenting path* sehubungan dengan  $F$ .

(Greenberg, 1998:1)

Sebelum menggunakan algoritma Ford-Fulkerson harus dicari terlebih dahulu *augmenting pathnya*.

Adapun algoritmanya adalah sebagai berikut :

1. inisialisasi
 

untuk tahap ini diberikan aliran nol pada setiap sisi pada jaringan atau aliran dianggap belum ada.
2. simpul pertama diberi label  $[-, \infty]$  menyatakan kapasitas awal yang tidak berhingga, simpul lain belum diberi label.
3. semua sisi diperiksa sampai diperoleh suatu sisi  $(i, j)$  yang memenuhi:
  - a. simpul  $i$  berlabel dan simpul  $j$  tidak berlabel dan  $F_{ij} < C_{ij}$  (*properly oriented*) atau
  - b. simpul  $j$  berlabel dan simpul  $i$  tidak berlabel dan  $F_{ij} > 0$  (*improperly oriented*)
  - c. bila tidak ada sisi yang tidak memenuhi maka menuju ke langkah 4
4. apabila (a) benar maka sisi  $j$  diberi label  $[a_j, b_j]$  dimana  $a_j = i$ ,  $b_j = \min(F_i, C_{ij} - F_{ij})$ , dimana  $F_i$  adalah arus dari simpul  $i$  apabila (b) benar maka vertex  $i$  diberi label  $[a_i, b_i]$  dimana  $a_i = -j$ ,  $b_i = \min(F_j, F_{ji})$ , dimana  $F_j$  adalah arus dari simpul  $j$  (simpul akhir/*sink*) telah berlabel maka menuju ke langkah 4, jika belum berlabel, maka kembali ke langkah 2
5. (suatu rantai perubahan aliran telah diperoleh)



Jika simpul  $z$  (simpul akhir/*sink*) berlabel  $[C_z, F_z]$  maka tambahkan arus  $F_z$  pada sisi yang *properly oriented*, dan kurangkan arus  $F_z$  pada sisi yang *improperly oriented*. Selanjutnya diperiksa label dari sisi awal dan prosedur yang sama diulang sampai arus yang masuk ke sumber tercapai, dengan besar perubahan  $F_z$ , kemudian ke langkah 1

6. Aliran maksimal telah diperoleh, ketika sudah tidak ada lagi *augmenting path*.

#### Contoh 2

Tentukan aliran maksimum dari A ke Z pada gambar 8 dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson!

Penyelesaian.

Untuk mencari aliran maksimum dengan algoritma Ford-Fulkerson dicari terlebih dahulu *augmenting path*. Berikut ini adalah *augmenting path* dari jaringan diatas ( Gambar 8 )

1. A – B – E - Z
2. A – B – D – E - Z
3. A – B – D – F – E - Z
4. A – B – D – F - Z
5. A – B – C – D – E - Z
6. A – B – C – D – F - Z
7. A – B – C – D – F – E - Z
8. A – B – C – F – Z

9. A – C – F – Z

10. A – C – D – E – Z

11. A – C – D – F – E – Z

12. A – C – D – F – Z

a) Iterasi 1 ( A – B – E – Z )

Simpul A diberi label  $[-, \infty]$

Sisi AB termasuk *properly oriented*

Simpul B diberi label  $[A, \min(\infty, 15 - 0)] = [A, 15]$

Sisi BE termasuk *properly oriented*

Simpul E diberi label  $[B, \min(15, 10 - 0)] = [B, 10]$

Sisi EZ termasuk *properly oriented*

Simpul Z diberi label  $[E, \min(10, 15 - 0)] = [B, 10]$

Simpul Z telah berlabel naikkan arus pada iterasi 1 sebesar 10,

diperoleh  $F_{AB} = 0 + 10 = 10$ ,  $F_{BE} = 0 + 10 = 10$ ,  $F_{EZ} = 0 + 10 = 10$

b) Iterasi 2 ( A – B – D – E – Z )

Simpul A diberi label  $[-, \infty]$

Sisi AB termasuk *properly oriented*

Simpul B diberi label  $[A, \min(\infty, 15 - 10)] = [A, 5]$

Sisi BD termasuk *properly oriented*

Simpul D diberi label  $[B, \min(5, 6 - 0)] = [B, 5]$

Sisi DE termasuk *properly oriented*

Simpul E diberi label  $[D, \min(5, 3 - 0)] = [D, 3]$

Sisi EZ termasuk *properly oriented*

Simpul Z diberi label  $[E, \min(3, 15 - 10)] = [E, 3]$

Simpul Z telah berlabel naikkan arus pada iterasi 2 sebesar 3, diperoleh  $F_{AB} = 10 + 3 = 13$ ,  $F_{BD} = 0 + 3 = 3$ ,  $F_{DE} = 0 + 3 = 3$ ,  $F_{EZ} = 10 + 3 = 13$

c) Iterasi 3 (A – B – D – F – E – Z)

Simpul A diberi label  $[-, \infty]$

Sisi AB termasuk *properly oriented*

Simpul B diberi label  $[A, \min(\infty, 15 - 13)] = [A, 2]$

Sisi BD termasuk *properly oriented*

Simpul D diberi label  $[B, \min(2, 6 - 3)] = [B, 2]$

Sisi DF termasuk *properly oriented*

Simpul F diberi label  $[D, \min(2, 4 - 0)] = [D, 2]$

Sisi FE termasuk *properly oriented*

Simpul E diberi label  $[E, \min(2, 10 - 0)] = [E, 2]$

Sisi EZ termasuk *properly oriented*

Simpul Z diberi label  $[E, \min(2, 15 - 13)] = [E, 2]$

Simpul Z telah berlabel naikkan arus pada iterasi 3 sebesar 2, diperoleh  $F_{AB} = 13 + 2 = 15$ ,  $F_{BD} = 3 + 2 = 5$ ,  $F_{DF} = 0 + 3 = 3$ ,  $F_{FE} = 0 + 2 = 2$ ,  $F_{EZ} = 13 + 2 = 15$

Pada iterasi 3 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (A, B), (B, E), (D, E), dan (E, Z) yang arusnya sudah maksimal yaitu besarnya kapasitas sama dengan besarnya arus. Jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi arusnya. *Augmenting path* yang melewati

sisi (A, B), (B, E), (D,E) dan (E, Z) tidak perlu dihitung nilai perubahannya.

d) Iterasi 9 (A – C – F – Z)

Simpul A diberi label  $[-, \infty]$

Sisi AC termasuk *properly oriented*

Simpul C diberi label  $[A, \min(\infty, 15-0)] = [A, 15]$

Sisi CF termasuk *properly oriented*

Simpul F diberi label  $[C, \min(15, 8-0)] = [C, 8]$

Sisi FZ termasuk *properly oriented*

Simpul Z diberi label  $[F, \min(8, 15-0)] = [F, 8]$

Simpul Z telah berlabel naikkan arus pada iterasi 9 sebesar 8, diperoleh  $F_{AC} = 0 + 8 = 8$ ,  $F_{CF} = 0 + 8 = 10$ ,  $F_{FZ} = 0 + 8 = 8$

Pada iterasi 9 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (C,F) yang arusnya sudah maksimal yaitu besarnya kapasitas sama dengan besarnya arus. Jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi arusnya. *Augmenting path* yang melewati sisi (C, F) tidak perlu dihitung nilai perubahannya.

e) Iterasi 12 (A – C – D – F – Z)

Simpul A diberi label  $[-, \infty]$

Sisi AC termasuk *properly oriented*

Simpul C diberi label  $[A, \min(\infty, 15 - 8)] = [A, 7]$

Sisi CD termasuk *properly oriented*

Simpul D diberi label  $[C, \min(7, 3 - 0)] = [C, 3]$

Sisi DF termasuk *properly oriented*

Simpul F diberi label  $[D, \min(3, 4 - 2)] = [D, 2]$

Sisi FZ termasuk *properly oriented*

Simpul Z diberi label  $[F, \min(2, 15 - 8)] = [F, 2]$

Simpul Z telah berlabel naikan arus pada iterasi 12 sebesar 2, diperoleh  $F_{AC} = 8 + 2 = 10$ ,  $F_{CD} = 0 + 2 = 2$ ,  $F_{DF} = 2 + 2 = 4$ ,  $F_{FZ} = 8 + 2 = 10$

*Augmenting path* sudah tidak ditemukan lagi, jadi arus sudah maksimal diperoleh aliran maksimum  $F_{EZ} + F_{FZ} = 15 + 10 = 25$ .

## 2.6 WinQSB

Untuk mencari penyelesaian masalah arus maksimum yang melibatkan simpul dan sisi dengan jumlah yang sangat banyak, maka akan sangat sulit jika masalah ini diselesaikan secara manual. Oleh karena itu perlu keterlibatan komputer dalam upaya mencari penyelesaian masalah arus maksimum tersebut. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan *software* WinQSB untuk menyelesaikan masalah pencarian arus maksimum.

Paket program WinQSB adalah suatu program computer yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah dalam bidang manajemen, terutama menyangkut manajemen kuantitatif dan suatu program computer yang menunjang dalam proses pengambilan keputusan (*decision support system*).

Masalah-masalah yang dapat dipecahkan dengan menggunakan

WinQSB antara lain:

1. *Acceptance Sampling Analysis (ASA)*
2. *Agregate Planing (AP)*
3. *Decision Analysis (DA)*
4. *Dynamic Programing (DP)*
5. *Facility Location and Layout (FLL)*
6. *Forecasting (FC)*
7. *Goal Programing*
8. *Inventory Theory and Sistems (ITS)*
9. *Job Scheduling (JOB)*
10. *Linier Programming (LP) dan Integer Linear Programing (ILP)*
11. *Markov Process (MKP)*
12. *Material Requirement Planning (MRP)*
13. *Network Modelling (NET)*
14. *Nonlinear Programing (NLP)*
15. *PERT/ CPM*
16. *Quadratic Programing (QP)*
17. *Quality Control Charts (QCC)*
18. *Queuing Analysis (QA)*
19. *Queuing System Simulation (QSS)*

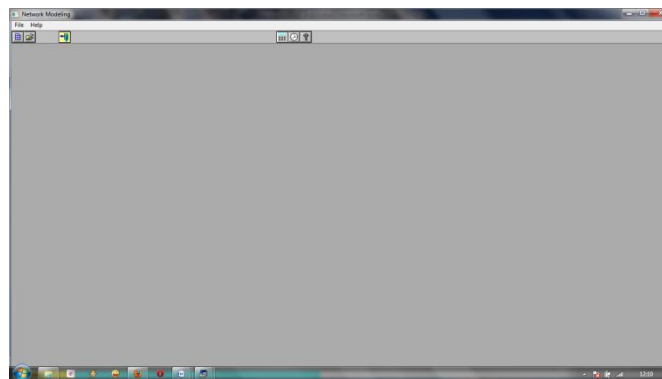
(Winarno, 2008:5)

*Software* WinQSB terdiri dari banyak modul yang saling berbeda, misalnya modul *linier programming* berbeda dengan *teori antrian*, berbeda pula dengan modul *PERT*, dan lain sebagainya. Karena berbeda pada analisisnya, bentuk data dan hasil analisisnya pun akan berbeda pula. Sebagai akibatnya, penggunaannya di computer juga akan berbeda antara satu modul dengan modul lainnya. Namun *software* WinQSB sudah dibuat sedemikian rupa sehingga langkah-langkah umumnya hampir sama.

Langkah-langkah menggunakan *software* WinQSB dalam pencarian arus maksimum

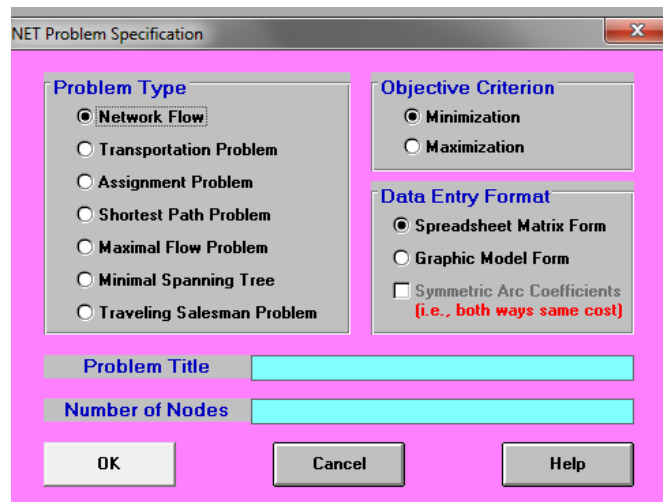
Untuk menyelesaikan masalah arus maksimum dalam *software* WinQSB maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

Jalankan program WinQSB lalu pilihlah Network modeling sehingga nampak seperti gambar 9.



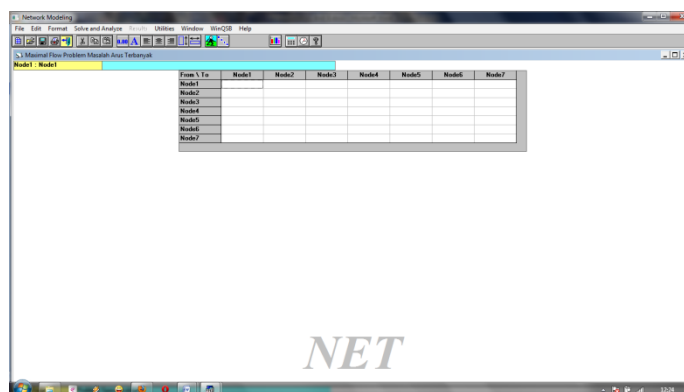
Gambar 9. Tampilan awal network modeling

Kemudian buatlah definisi baru, dengan memilih menu **File, New Problem** sehingga diperoleh gambar sebagai berikut



Gambar 10. Tampilan mengatur konfigurasi network modeling

Pada NET Problem Specification ada beberapa hal yang perlu anda lakukan pilih Problem Type dengan Maximum Flow Problem, kemudian Problem title disii dengan Masalah Arus terbanyak dan Number of Nodes di isi dengan 7. Klik tombol OK sehingga muncul tampilan untuk menginput data masalah *network* seperti gambar berikut ini.

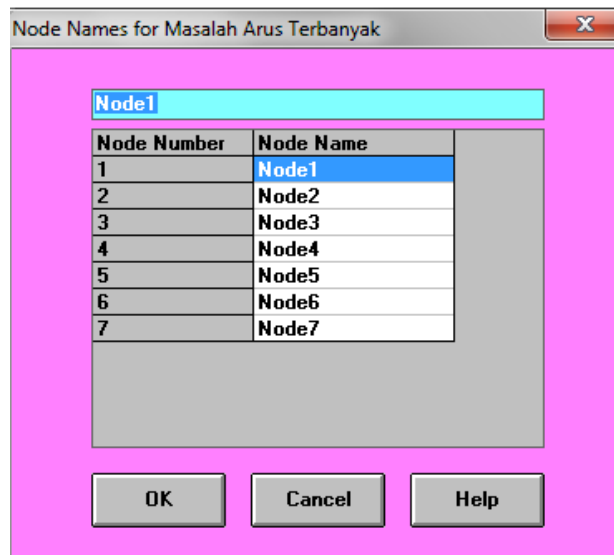


Gambar 11. Tampilan untuk meng-input model arus maksimum

Selanjutnya ubah nama kolom sesuai dengan data yang kita miliki dengan mengubah node1 dengan A, node2 dengan B, node3 dengan C, node4 dengan D, node5 dengan E, node6 dengan F, dan node7 dengan Z.

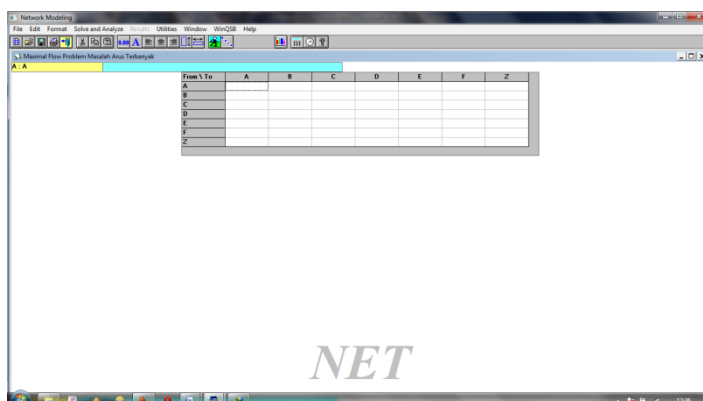


Cara mengubahnya dengan menu **Edit, Node Names** setelah kita klik maka akan muncul gambar berikut ini



Gambar 12. Tampilan untuk mengubah nama variabel

Setelah mengganti nama node menjadi A, B, C, D, E, F, dan Z, klik tombol OK sehingga di dapat gambar seperti ini



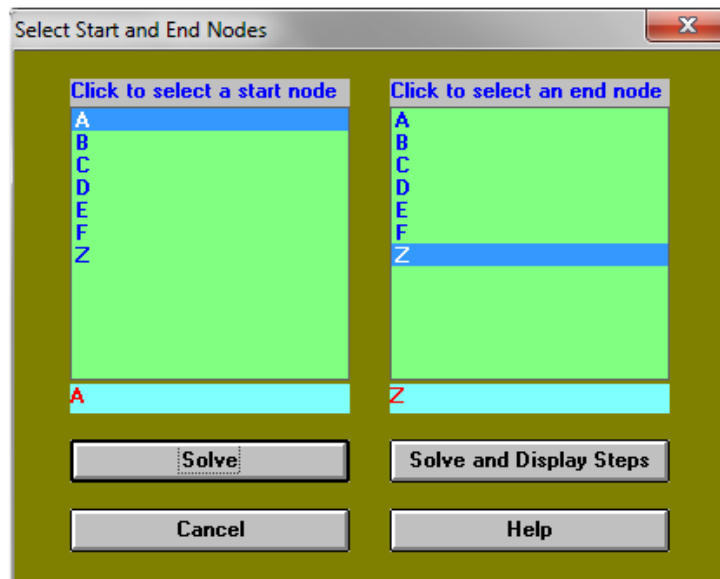
Gambar 13. Tampilan setelah variabel diubah

Segera inputkan data yang ada ke dalam model sehingga seperti gambar berikut ini

From \ To	A	B	C	D	E	F	Z
A		15	15				
B			2	6	10		
C				3		8	
D					3	4	
E							15
F					10		15
Z							

Gambar 14. Data model aliran maksimum setelah di input

Simpanlah masalah ini dengan cara **File, Save Problem** dengan nama **MAX\_FLOW.NET**. Kemudian pilih menu **Solve and Analyze** sehingga akan muncul gambar sebagai berikut.



Gambar15. Tampilan untuk memilih simpul awal dan simpul akhir

Pilih lokasi awal pada kolom Click to select a start node dengan memilih “A”, dan pilih lokasi akhir pada kolom Click to select an end node dengan memilih “Z”. Klik tombol Solve dan WinQSB akan menampilkan hasil yang menunjukkan arus maksimum dari kedua titik yang telah di tentukan.

### Contoh

Tentukan aliran maksimum dari A ke Z pada gambar 8 dengan menggunakan *software* WinQSB!

Dengan melakukan langkah-langkah seperti pada pembahasan sebelumnya diperoleh output solusi maksimum sebagai berikut

08-05-2013	From	To	Net Flow		From	To	Net Flow
1	A	B	14	6	C	F	8
2	A	C	11	7	D	E	3
3	B	D	4	8	D	F	4
4	B	E	10	9	E	Z	13
5	C	D	3	10	F	Z	12
<b>Total</b>	<b>Net Flow</b>	<b>From</b>	<b>A</b>	<b>To</b>	<b>Z</b>	<b>=</b>	<b>25</b>

Gambar 16. Output hasil pencarian aliran maksimum

Dari hasil output *software* WinQSB untuk masalah pencarian aliran maksimum diperoleh aliran maksimum sebesar 25. Hal ini ditunjukkan dengan Total Net Flow From A to Z = 25.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini metode atau langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut.

#### **3.1 Menemukan Masalah**

Dalam tahap ini dicari sumber pustaka dan dipilih bagian dari sumber pustaka sebagai suatu masalah.

#### **3.2 Merumuskan Masalah**

Masalah yang ditemukan kemudian dirumuskan kedalam pertanyaan yang harus diselesaikan yaitu.

1. Bagaimana hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson pada jaringan listrik kota Tegal?
2. Bagaimana hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan *software* WinQSB pada jaringan listrik kota Tegal?
3. Apakah pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *software* WinQSB sama?

#### **3.3 Metode Pengambilan Data**

Pada penelitian ini metode atau langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut.

(1) Studi Pustaka

Dalam langkah ini dilakukan kajian sumber-sumber pustaka dengan cara mengumpulkan data atau informasi yang berkaitan dengan masalah, sehingga didapatkan suatu ide mengenai bahan dasar pengembangan upaya pemecahan masalah

(2) Dokumentasi

Metode pengumpulan data dengan cara dokumentasi dilakukan penulis dengan mengambil atau melihat langsung data-data dari arsip yang ada di Perusahaan Listrik Negara kota Tegal yaitu berupa besar kapasitas suatu kabel.

### **3.4 Analisis Data dan Pemecahan Masalah**

Dari berbagai sumber pustaka yang sudah menjadi bahan kajian, diperoleh suatu pemecahan masalah diatas. Selanjutnya dilakukan langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut.

1. Pencarian aliran maksimum dengan algoritma Ford-Fulkerson. Adapun langkah-langkah dari algoritma Ford –Fulkerson adalah sebagai berikut :
  1. inisialisasi
    - untuk tahap ini diberikan aliran nol pada setiap sisi pada jaringan atau aliran dianggap belum ada.
  2. simpul pertama diberi label  $[-, \infty]$  menyatakan kapasitas awal yang tidak berhingga, simpul lain belum diberi label.
  3. semua sisi diperiksa sampai diperoleh suatu sisi  $(i,j)$  yang memenuhi:

- a. simpul  $i$  berlabel dan simpul  $j$  tidak berlabel dan  $F_{ij} < C_{ij}$   
(*properly oriented*) atau
  - b. simpul  $j$  berlabel dan simpul  $i$  tidak berlabel dan  $F_{ij} > 0$   
(*improperly oriented*)
  - c. bila tidak ada sisi yang tidak memenuhi maka menuju ke langkah 4
4. apabila (a) benar maka sisi  $j$  diberi label  $[a_j, b_j]$  dimana  $a_j = i$ ,  $b_j = \min(F_i, C_{ij} - F_{ij})$ , dimana  $F_i$  adalah arus dari simpul  $i$  apabila (b) benar maka vertex  $i$  diberi label  $[a_i, b_i]$  dimana  $a_i = -j$ ,  $b_i = \min(F_j, F_{ji})$ , dimana  $F_j$  adalah arus dari simpul  $j$  apabila simpul  $z$  (simpul akhir/*sink*) telah berlabel maka menuju ke langkah 4, jika belum berlabel, maka kembali ke langkah 2
  5. (suatu rantai perubahan aliran telah diperoleh)  
  
Jika simpul  $z$  (simpul akhir/*sink*) berlabel  $[C_z, F_z]$  maka tambahkan arus  $F_z$  pada sisi yang *properly oriented*, dan kurangkan arus  $F_z$  pada sisi yang *improperly oriented*. Selanjutnya diperiksa label dari sisi awal dan prosedur yang sama diulang sampai arus yang masuk ke sumber tercapai, dengan besar perubahan  $F_z$ , kemudian ke langkah 1
  6. Aliran maksimal telah diperoleh, ketika sudah tidak ada lagi augmenting path.
2. Pencarian aliran maksimum dengan WinQSB. Adapun langkah-langkah dari WinQSB adalah sebagai berikut :
    1. Jalankan program WinQSB, lalu pilihlah **network modeling**.

2. Buatlah definisi baru dengan memilih menu File, New Problem, pilih type **Maximal Flow Problem**.
3. Inputkan data sesuai dengan masalah yang ada.
4. Simpanlah masalah yg di buat dengan **File, Save Problem**.
5. Kliklah menu **Solve and Analyze** untuk menentukan simpul awal dan simpul akhir.
6. Kliklah tombol **solve** untuk melihat aliran maksimum dari jaringan tersebut.

### **3.5 Penarikan Simpulan**

Dilakukan penarikan simpulan berdasarkan penelitian dengan cara mencocokkan antara perhitungan dengan algoritma Ford-Fulkerson untuk menentukan aliran arus maksimum dengan perhitungan menggunakan *software* WinQSB.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

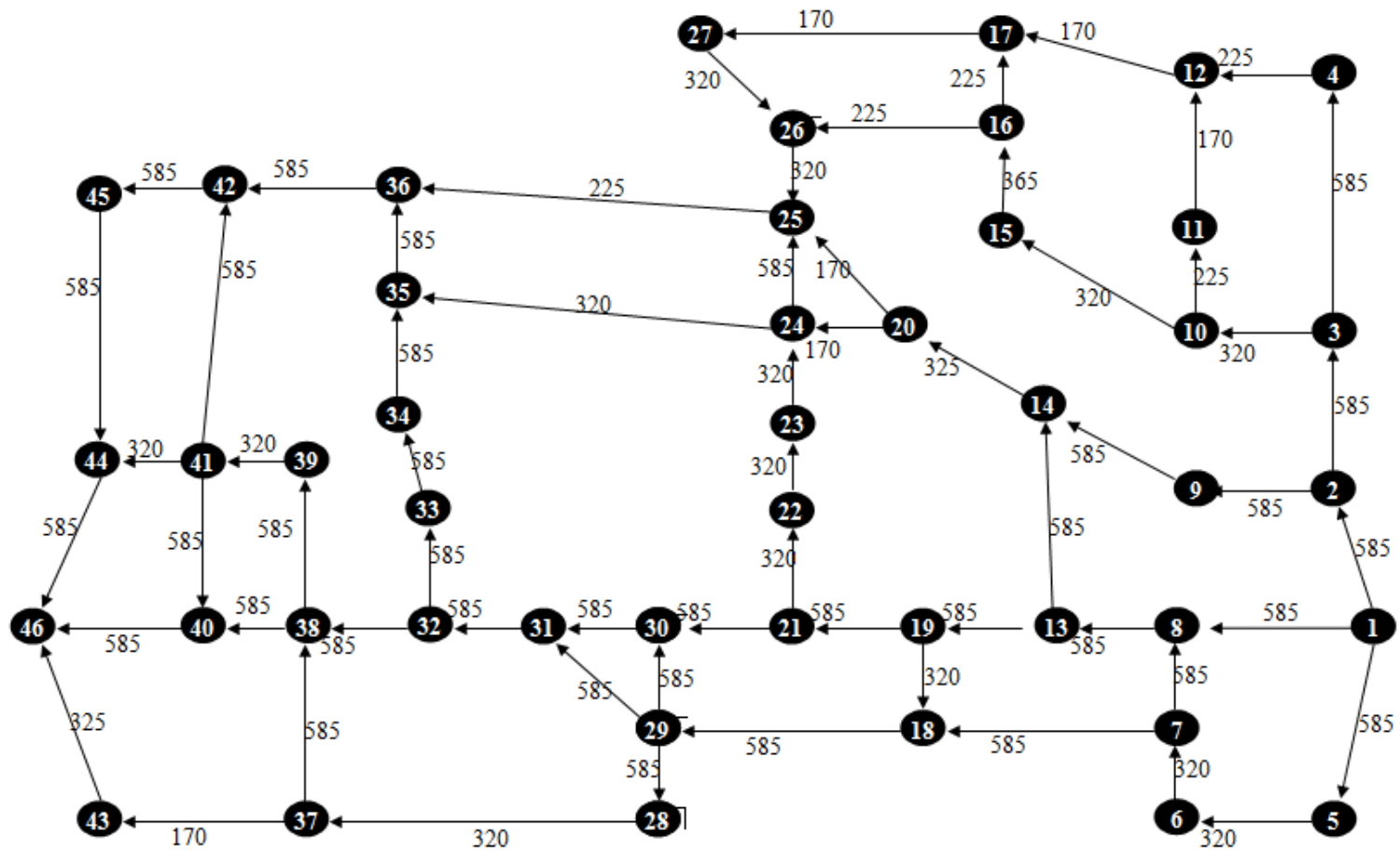
#### **4.1 Hasil Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis ingin mencari aliran maksimum pada jaringan listrik wilayah distribusi Kebasen 11 di kota Tegal. Berdasarkan peta jaringan distribusi listrik wilayah distribusi Kebasen 11 kota Tegal dan daftar kapasitas masing-masing kabel dari PT PLN (PERSERO) UPJ Tegal Kota, diperoleh gambar graf atau jaringan dengan simpul sumbernya adalah gardu induk Kebasen di Jl. Raya Slawi 2 dan simpul sinknya tiang listrik ke 46 di Jl. Jend Ahmad Yani. Dari data tersebut kemudian dicari aliran maksimum jaringan listrik Kota Tegal digunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software WinQSB*.

##### **4.1.1 Gambar Jaringan Listrik Kota Tegal**

Data yang di ambil dari PT PLN (PERSERO) UPJ Tegal Kota diperoleh peta jaringan distribusi Kebasen 11 (Lampiran 1) dan daftar kapasitas pada masing-masing kabel (Lampiran 2). Dari data yang diperoleh dapat di buat gambar dengan 46 simpul dan 63 sisi, dimana simpul menunjukkan tiang listrik dan sisi menunjukkan kabel yang menghubungkan antar tiang listrik. Adapun gambar jaringan beserta kapasitas pada masing-masing sisi adalah sebagai berikut:





Gambar 17. Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11

Keterangan tiap simpul dalam jaringan listrik Kota Tegal Wilayah distribusi Kebasen 11			
NO	Keterangan	NO	Keterangan
1	Gardu Induk	24	Tiang di Jl. Kartini
2	Tiang di Jl. Werkudara	25	Tiang di Jl. Kartini
3	Tiang di Jl. Werkudara	26	Tiang di Jl. Abimanyu
4	Tiang di Jl. Werkudara	27	Tiang di Jl. Abimanyu
5	Tiang di Jl. Ks Tuban	28	Tiang di Jl. Sudirman
6	Tiang di Jl. Merpati	29	Tiang di Jl. Sudirman
7	Tiang di Jl. Arigunting	30	Tiang di Jl. Diponegoro
8	Tiang di Jl. Ar. Halim	31	Tiang di Jl. Diponegoro
9	Tiang di Jl. Kemuning	32	Tiang di Jl. Diponegoro
10	Tiang di Jl. Wisangeni	33	Tiang di Jl. Pancasila
11	Tiang di Jl. Wisangeni	34	Tiang di Jl. Pancasila
12	Tiang di Jl. Wisangeni	35	Tiang di Jl. Pancasila
13	Tiang di Jl. Ar. Halim	36	Tiang di Jl. Pancasila
14	Tiang di Jl. Cempaka	37	Tiang di Jl. Hos Cokro Amita
15	Tiang di Jl. Nakula	38	Tiang di Jl. Jend Ahmad Yani
16	Tiang di Jl. Nakula	39	Tiang di Jl. KH Muklas
17	Tiang di Jl. Arjuna	40	Tiang di Jl. Jend Ahmad Yani
18	Tiang di Jl. Cendrawasih	41	Tiang di Jl. KH Zainal Arifin
19	Tiang di Jl. Ar. Halim	42	Tiang di Jl. Kol Sugiarto
20	Tiang di Jl. Cempaka	43	Tiang di Jl. D. I. Panjaitan
21	Tiang di Jl. Ar. Halim	44	Tiang di Tiang di Jl. Setyo Budi
22	Tiang di Jl. Kartini	45	Tiang di Jl. Setyo Budi
23	Tiang di Jl. Kartini	46	Tiang di Jl. Jend Ahmad Yani

Simpul 1 merupakan gardu induk sedangkan simpul 2 s.d. 46 merupakan tiang-tiang listrik yang menghubungkan kabel satu dengan yang lain, sedangkan kapasitas pada masing-masing sisi merupakan kapasitas kabel dalam satuan Ampere.

#### **4.1.2 Hasil Pencarian Aliran Maksimum Menggunakan Algoritma Ford Fulkerson**

Dalam bab sebelumnya telah diuraikan langkah-langkah mencari aliran maksimum menggunakan algoritma Ford-Fulkerson. Dari gambar graf dan jaringan dilakukan pengolahan sesuai dengan langkah-langkah pada analisis menggunakan algoritma Ford-Fulkerson

Algoritma Ford-Fulkerson terdiri dari dua bagian. Dimulai dengan proses inisialisasi dimana untuk setiap sisi diberikan aliran nol. Kemudian dengan pencarian augmenting path sampai tidak ada lagi augmenting path yang ditemukan lagi. Pada saat ini aliran maksimum sebuah jaringan telah ditemukan.

Berikut ini akan dicari aliran maksimum pada kasus jaringan listrik di Kota Tegal dengan algoritma Ford-Fulkerson. Untuk memudahkan penyelesaian diberikan aliran nol pada setiap sisi. Distribusi awal aliran dianggap belum ada dan nilai aliran tidak boleh melebihi kapasitas aliran. Setiap aliran pada sisi ditambahkan untuk sisi dari depan atau dikurangi untuk sisi dari belakang. Proses tersebut diulangi sampai tidak ada lagi rantai perubahan aliran, sehingga diperoleh aliran maksimal.

Dalam pencarian aliran maksimum ini dimulai dari simpul awal ( dalam hal ini adalah simpul 1) menuju ke simpul akhir yaitu simpul

Dalam pencarian aliran maksimum pada jaringan listrik Kota Tegal dibagi menjadi 57 iterasi. Iterasi disini merupakan augmenting path atau lintasan, adapun masing-masing iterasinya sebagai berikut:

- (1) 1 - 2 - 3 - 4 - 12 - 17 - 27 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (2) 1 - 2 - 3 - 10 - 11 - 12 - 17 - 27 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (3) 1 - 2 - 3 - 10 - 15 - 16 - 17 - 27 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (4) 1 - 2 - 3 - 10 - 15 - 16 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (5) 1 - 2 - 9 - 14 - 20 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (6) 1 - 2 - 9 - 14 - 20 - 24 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (7) 1 - 8 - 13 - 14 - 20 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (8) 1 - 8 - 13 - 14 - 20 - 24 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (9) 1 - 2 - 9 - 14 - 20 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (10) 1 - 8 - 13 - 14 - 20 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (11) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (12) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 22 - 23 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (13) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (14) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 - 44 - 46
- (15) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (16) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (17) 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46
- (18) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 14 - 20 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (19) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 14 - 20 - 24 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (20) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 14 - 20 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

- (21) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 -  
46
- (22) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 22 - 23 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 -  
46
- (23) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 -  
45 - 44 - 46
- (24) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 -  
44 - 46
- (25) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (26) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (27) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46
- (28) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 -  
42 - 45 - 44 - 46
- (29) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 42 -  
45 - 44 - 46
- (30) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 44 -  
46
- (31) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 -  
46
- (32) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46
- (33) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 -  
45 - 44 - 46

- (34) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 -  
44 - 46
- (35) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (36) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (37) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46
- (38) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 -  
44 - 46
- (39) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (40) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (41) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 40 - 46
- (42) 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 19 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 43 - 46
- (43) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 -  
46
- (44) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 - 44 - 46
- (45) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (46) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (47) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46
- (48) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (49) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46
- (50) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (51) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (52) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46
- (53) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 - 44 - 46

- (54) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 39 - 41 - 44 - 46
- (55) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46
- (56) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 40 - 46
- (57) 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 43 - 46

Langkah langkah tiap iterasi pada jaringan listrik Kota Tegal adalah sebagai berikut :

1. Iterasi 1

Pada iterasi 1 lintasan yang dilalui adalah 1 - 2 - 3 - 4 - 12 - 17 - 27 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

(1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

(2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$

(3) Sisi (1,2) termasuk *properly oriented*

(4) Simpul 2 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-0)] = [2, 585]$

(5) Sisi (2,3) termasuk *properly oriented*

(6) Simpul 3 diberi label  $[2, \min(585, 585-0)] = [2, 585]$

(7) Sisi (3,4) termasuk *properly oriented*

(8) Simpul 4 diberi label  $[3, \min(585, 585-0)] = [3, 585]$

(9) Sisi (4,12) termasuk *properly oriented*

(10) Simpul 12 diberi label  $[4, \min(585, 225-0)] = [4, 225]$

(11) Sisi (12,17) termasuk *properly oriented*

(12) Simpul 17 diberi label  $[12, \min(225, 170-0)] = [12, 170]$

- (13) Sisi (17,27) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 27 diberi label  $[17, \min(170, 170-0)] = [17, 170]$
- (15) Sisi (27,26) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 26 diberi label  $[27, \min(170, 320-0)] = [27, 170]$
- (17) Sisi (26,25) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 25 diberi label  $[26, \min(170, 320-0)] = [26, 170]$
- (19) Sisi (25,36) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 36 diberi label  $[25, \min(170, 225-0)] = [25, 170]$
- (21) Sisi (36,42) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(170, 585-0)] = [36, 170]$
- (23) Sisi (42,45) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(170, 585-0)] = [42, 170]$
- (25) Sisi (45,44) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(170, 585-0)] = [44, 170]$
- (27) Sisi (44,46) termasuk *properly oriented*
- (28) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(170, 585-0)] = [44, 170]$

Simpul 46 telah berlabel, naikan arus pada iterasi 1 sebesar 170 sehingga diperoleh  $F_{1,2} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{2,3} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{3,4} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{4,12} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{12,17} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{17,27} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{27,26} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{26,25} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{25,36} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{45,44} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{44,46} = 0 + 170 = 170$ .



## 2. Iterasi 2

Pada iterasi 2 lintasan yang dilalui adalah 1 - 2 - 3 - 10 - 11 - 12 - 17  
- 27 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

### (3) Sisi (1,2) termasuk *properly oriented*

### (4) Simpul 2 diberi label $[1, \min(\infty, 585-170)] = [1, 415]$

### (5) Sisi (2,3) termasuk *properly oriented*

### (6) Simpul 3 diberi label $[2, \min(415, 585-170)] = [2, 415]$

### (7) Sisi (3,10) termasuk *properly oriented*

### (8) Simpul 10 diberi label $[3, \min(415, 320-0)] = [3, 320]$

### (9) Sisi (10,11) termasuk *properly oriented*

### (10) Simpul 11 diberi label $[10, \min(320, 225-0)] = [10, 225]$

### (11) Sisi (11,12) termasuk *properly oriented*

### (12) Simpul 12 diberi label $[11, \min(225, 170-0)] = [11, 170]$

### (13) Sisi (12,17) termasuk *properly oriented*

### (14) Simpul 17 diberi label $[12, \min(170, 170-170)] = [12, 0]$

### (15) Sisi (17,27) termasuk *properly oriented*

### (16) Simpul 27 diberi label $[17, \min(170, 170-170)] = [17, 0]$

### (17) Sisi (27,26) termasuk *properly oriented*

### (18) Simpul 26 diberi label $[27, \min(0, 320-170)] = [27, 0]$

### (19) Sisi (26,25) termasuk *properly oriented*

- (20) Simpul 25 diberi label  $[26, \min(0, 320-170)] = [26, 0]$
- (21) Sisi (25,36) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 36 diberi label  $[25, \min(0, 225-170)] = [25, 0]$
- (23) Sisi (36,42) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(0, 585-170)] = [36, 0]$
- (25) Sisi (42,45) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(0, 585-170)] = [42, 0]$
- (27) Sisi (45,44) termasuk *properly oriented*
- (28) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(0, 585-170)] = [45, 0]$
- (29) Sisi (44,46) termasuk *properly oriented*
- (30) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(0, 585-170)] = [44, 0]$

Simpul 46 telah berlabel, naikan arus pada iterasi 2 sebesar 0 sehingga diperoleh  $F_{1,2} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{2,3} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{3,10} = 0$ ,  $F_{10,11} = 0$ ,  $F_{11,12} = 0$ ,  $F_{12,17} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{17,27} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{27,26} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{26,25} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{25,36} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{45,44} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{44,46} = 0 + 170 = 170$ .

Pada iterasi 2 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (12, 17) dan (17, 27) yang arusnya sudah maksimal yaitu besar kapasitas sama dengan besarnya arus jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi. Oleh karena itu setiap lintasan yang melalui sisi (12, 17) dan (17, 27) tidak perlu dihitung nilai

perubahan arusnya. Jadi iterasi 3 tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya.

### 3. Iterasi 4

Pada iterasi 4 lintasan yang dilalui adalah 1 - 2 - 3 - 10 - 15 - 16 - 26 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

#### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

#### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

#### (3) Sisi (1, 2) termasuk *properly oriented*

#### (4) Simpul 2 diberi label $[1, \min(\infty, 585-170)] = [1, 415]$

#### (5) Sisi (2, 3) termasuk *properly oriented*

#### (6) Simpul 3 diberi label $[2, \min(415, 585-170)] = [2, 415]$

#### (7) Sisi (3, 10) termasuk *properly oriented*

#### (8) Simpul 10 diberi label $[3, \min(415, 320-0)] = [3, 320]$

#### (9) Sisi (10, 15) termasuk *properly oriented*

#### (10) Simpul 15 diberi label $[10, \min(320, 320-0)] = [10, 320]$

#### (11) Sisi (15, 16) termasuk *properly oriented*

#### (12) Simpul 16 diberi label $[15, \min(320, 365-0)] = [15, 320]$

#### (13) Sisi (16, 26) termasuk *properly oriented*

#### (14) Simpul 26 diberi label $[16, \min(320, 225-0)] = [16, 225]$

#### (15) Sisi (26, 25) termasuk *properly oriented*

#### (16) Simpul 25 diberi label $[26, \min(225, 320-170)] = [26, 150]$

#### (17) Sisi (25, 36) termasuk *properly oriented*

- (18) Simpul 36 diberi label  $[25, \min(150, 225-170)] = [25, 55]$
- (19) Sisi (36, 42) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(55, 585-170)] = [36, 55]$
- (21) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(55, 585-170)] = [42, 55]$
- (23) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(55, 585-170)] = [45, 55]$
- (25) Sisi (44,46) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(55, 585-170)] = [44, 55]$

Simpul 46 telah berlabel, naikan arus pada iterasi 4 sebesar 55 sehingga diperoleh  $F_{1,2} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{2,3} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{3,10} = 0 + 55 = 55$ ,  $F_{10,15} = 0 + 55 = 55$ ,  $F_{15,16} = 0 + 55 = 55$ ,  $F_{16,26} = 0 + 55 = 55$ ,  $F_{26,25} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{25,36} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{45,44} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{44,46} = 0 + 170 + 55 = 225$

#### 4. Iterasi 5

Pada iterasi 5 lintasan yang dilalui adalah 1 - 2 - 9 - 14 - 20 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

- (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

- (2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$
- (3) Sisi (1, 2) termasuk *properly oriented*

- (4) Simpul 2 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-225)] = [2, 360]$
- (5) Sisi (2, 9) termasuk *properly oriented*
- (6) Simpul 9 diberi label  $[2, \min(360, 585-0)] = [2, 360]$
- (7) Sisi (9, 14) termasuk *properly oriented*
- (8) Simpul 14 diberi label  $[9, \min(360, 585-0)] = [14, 360]$
- (9) Sisi (14, 20) termasuk *properly oriented*
- (10) Simpul 20 diberi label  $[14, \min(360, 325-0)] = [2, 325]$
- (11) Sisi (20, 25) termasuk *properly oriented*
- (12) Simpul 25 diberi label  $[20, \min(325, 170-0)] = [20, 170]$
- (13) Sisi (25, 36) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 36 diberi label  $[25, \min(170, 225-225)] = [25, 0]$
- (15) Sisi (36, 42) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(0, 585-225)] = [36, 0]$
- (17) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(0, 585-225)] = [42, 0]$
- (19) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(0, 585-225)] = [45, 0]$
- (21) Sisi (44, 46) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(55, 585-225)] = [44, 0]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 5 sebesar 0

(arus tetap) sehingga diperoleh  $F_{1,2} = 0 + 170 + 55 = 225$ ,  $F_{2,9} =$

$0$ ,  $F_{9,14} = 0$ ,  $F_{14,20} = 0$ ,  $F_{20,25} = 0$ ,  $F_{25,36} = 0 + 170 + 55 + 0 =$

$225$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 + 55 + 0 = 225$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 + 55 + 0$

$$= 225, F_{45,44} = 0 + 170 + 55 + 0 = 225, F_{44,46} = 0 + 170 + 55 + 0 = 225$$

Pada iterasi 5 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (25, 36) yang arusnya sudah maksimal yaitu besar kapasitas sama dengan besarnya arus jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi. Oleh karena itu setiap lintasan yang melalui sisi (25, 36) tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya. Jadi iterasi 6-8 tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya.

#### 5. Iterasi 9

Pada iterasi 9 lintasan yang dilalui adalah 1 - 2 - 9 - 14 - 20 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

##### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

##### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

##### (3) Sisi (1, 2) termasuk *properly oriented*

##### (4) Simpul 2 diberi label $[1, \min(\infty, 585-225)] = [1, 360]$

##### (5) Sisi (2, 9) termasuk *properly oriented*

##### (6) Simpul 9 diberi label $[2, \min(360, 580-0)] = [2, 360]$

##### (7) Sisi (9, 14) termasuk *properly oriented*

##### (8) Simpul 14 diberi label $[9, \min(360, 585-0)] = [9, 360]$

##### (9) Sisi (14, 20) termasuk *properly oriented*

##### (10) Simpul 20 diberi label $[14, \min(360, 325-0)] = [14, 325]$

##### (11) Sisi (20, 24) termasuk *properly oriented*

- (12) Simpul 25 diberi label  $[20, \min (325, 170-0)] = [20, 170]$
- (13) Sisi (24, 35) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 35 diberi label  $[24, \min (170, 320-0)] = [24, 170]$
- (15) Sisi (35, 36) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 36 diberi label  $[35, \min (170, 585-0)] = [35, 170]$
- (17) Sisi (36, 42) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 42 diberi label  $[36, \min (170, 585-225)] = [36, 170]$
- (19) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 45 diberi label  $[42, \min (170, 585-225)] = [42, 170]$
- (21) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 44 diberi label  $[45, \min (170, 585-225)] = [45, 170]$
- (23) Sisi (44, 46) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 46 diberi label  $[44, \min (170, 585-225)] = [44, 170]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 9 sebesar

170 sehingga diperoleh  $F_{1,2} = 0 + 170 + 55 + 170 = 395$ ,  $F_{2,9} =$

$0 + 170 = 170$ ,  $F_{9,14} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{14,20} = 0 + 170 = 170$ ,

$F_{20,24} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{24,35} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{35,36} = 0 + 170$

$= 170$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 +$

$55 + 0 + 170 = 395$ ,  $F_{45,44} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$ ,  $F_{44,46}$

$= 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$

## 6. Iterasi 10

Pada iterasi 10 lintasan yang dilalui adalah 1 - 8 - 13 - 14 - 20 - 24 -

25 - 36 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

(1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

(2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$

(3) Sisi (1, 8) termasuk *properly oriented*

(4) Simpul 8 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-0)] = [1, 585]$

(5) Sisi (8, 13) termasuk *properly oriented*

(6) Simpul 13 diberi label  $[8, \min(585, 580-0)] = [8, 585]$

(7) Sisi (13, 14) termasuk *properly oriented*

(8) Simpul 14 diberi label  $[13, \min(585, 585-0)] = [13, 585]$

(9) Sisi (14, 20) termasuk *properly oriented*

(10) Simpul 20 diberi label  $[14, \min(585, 325-170)] = [14, 155]$

(11) Sisi (20, 24) termasuk *properly oriented*

(12) Simpul 25 diberi label  $[20, \min(155, 170-170)] = [20, 0]$

(13) Sisi (24, 35) termasuk *properly oriented*

(14) Simpul 35 diberi label  $[24, \min(0, 320-170)] = [24, 0]$

(15) Sisi (35, 36) termasuk *properly oriented*

(16) Simpul 36 diberi label  $[35, \min(0, 585-170)] = [35, 0]$

(17) Sisi (36, 42) termasuk *properly oriented*

(18) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(0, 585-395)] = [36, 0]$

(19) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*

(20) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(0, 585-395)] = [42, 0]$

(21) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*

(22) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(0, 585-395)] = [45, 0]$



(23) Sisi (44, 46) termasuk *properly oriented*

(24) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(0, 585-395)] = [44, 0]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 10 sebesar 0 sehingga diperoleh  $F_{1,8} = 0$ ,  $F_{8,13} = 0$ ,  $F_{13,14} = 0$ ,  $F_{14,20} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{20,24} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{24,35} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{35,36} = 0 + 170 = 170$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$ ,  $F_{45,44} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$ ,  $F_{44,46} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 = 395$

Pada iterasi 10 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (20,24) yang arusnya sudah maksimal yaitu besar kapasitas sama dengan besarnya arus jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi. Oleh karena itu setiap lintasan yang melalui sisi (20,24) tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya. Jadi iterasi 11 tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya.

#### 7. Iterasi 12

Pada iterasi 12 lintasan yang dilalui adalah 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 22 - 23 - 24 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

(1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

(2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$

(3) Sisi (1, 8) termasuk *properly oriented*

(4) Simpul 8 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-0)] = [1, 585]$

(5) Sisi (8, 13) termasuk *properly oriented*

- (6) Simpul 13 diberi label  $[8, \min(585, 585-0)] = [8, 585]$
- (7) Sisi (13, 19) termasuk *properly oriented*
- (8) Simpul 19 diberi label  $[13, \min(585, 585-0)] = [13, 585]$
- (9) Sisi (19, 21) termasuk *properly oriented*
- (10) Simpul 21 diberi label  $[19, \min(585, 585-0)] = [19, 585]$
- (11) Sisi (21, 22) termasuk *properly oriented*
- (12) Simpul 22 diberi label  $[21, \min(585, 320-0)] = [21, 320]$
- (13) Sisi (22, 23) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 23 diberi label  $[22, \min(320, 320-0)] = [22, 320]$
- (15) Sisi (23, 24) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 24 diberi label  $[23, \min(320, 320-0)] = [23, 320]$
- (17) Sisi (24, 35) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 35 diberi label  $[24, \min(320, 320-170)] = [24, 150]$
- (19) Sisi (35, 36) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 36 diberi label  $[35, \min(150, 585-170)] = [35, 150]$
- (21) Sisi (36, 42) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(150, 585-395)] = [36, 150]$
- (23) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(150, 585-395)] = [45, 150]$
- (25) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(150, 585-395)] = [44, 150]$
- (27) Sisi (44, 46) termasuk *properly oriented*
- (28) Simpul 46 diberi label  $[46, \min(150, 585-395)] = [46, 150]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 12 sebesar 150 sehingga diperoleh  $F_{1,8} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{8,13} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{13,19} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{19,21} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{21,22} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{22,23} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{23,24} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{24,35} = 0 + 170 + 150 = 320$ ,  $F_{35,36} = 0 + 170 + 150 = 320$ ,  $F_{36,42} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 = 545$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 = 545$ ,  $F_{45,44} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 = 545$ ,  $F_{44,46} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 = 545$

#### 8. Iterasi 13

Pada iterasi lintasan yang dilalui adalah 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

##### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

##### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

##### (3) Sisi (1, 8) termasuk *properly oriented*

##### (4) Simpul 8 diberi label $[1, \min(\infty, 585-150)] = [1, 435]$

##### (5) Sisi (8, 13) termasuk *properly oriented*

##### (6) Simpul 13 diberi label $[8, \min(435, 585-150)] = [8, 435]$

##### (7) Sisi (13, 19) termasuk *properly oriented*

##### (8) Simpul 19 diberi label $[13, \min(435, 585-150)] = [13, 435]$

##### (9) Sisi (19, 21) termasuk *properly oriented*

##### (10) Simpul 21 diberi label $[19, \min(435, 585-150)] = [19, 435]$

##### (11) Sisi (21, 30) termasuk *properly oriented*

- (12) Simpul 30 diberi label  $[21, \min(435, 585-0)] = [21, 435]$
- (13) Sisi (30, 31) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 31 diberi label  $[30, \min(435, 585-0)] = [30, 435]$
- (15) Sisi (31, 32) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 32 diberi label  $[31, \min(435, 585-0)] = [31, 435]$
- (17) Sisi (32, 33) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 33 diberi label  $[32, \min(435, 585-0)] = [32, 435]$
- (19) Sisi (33, 34) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 34 diberi label  $[33, \min(435, 585-0)] = [33, 435]$
- (21) Sisi (34, 35) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 35 diberi label  $[34, \min(435, 585-0)] = [34, 435]$
- (23) Sisi (35, 36) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 36 diberi label  $[35, \min(435, 585-150)] = [35, 435]$
- (25) Sisi (36, 42) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(435, 585-544)] = [36, 40]$
- (27) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*
- (28) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(40, 585-544)] = [42, 40]$
- (29) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*
- (30) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(40, 585-544)] = [45, 40]$
- (31) Sisi (44, 46) termasuk *properly oriented*
- (32) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(40, 585-544)] = [44, 40]$

Simpul 46 telah berlabel, naikan arus pada iterasi 13 sebesar 40 sehingga diperoleh  $F_{1,8} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{8,13} = 0 +$

$$\begin{aligned}
150 + 40 = 190, F_{13,19} = 0 + 150 + 40 = 190, F_{19,21} = 0 + 150 + \\
40 = 190, F_{21,30} = 0 + 40 = 40, F_{30,31} = 0 + 40 = 40, F_{31,32} = 0 + \\
40 = 40, F_{32,33} = 0 + 40 = 40, F_{33,34} = 0 + 40 = 40, F_{34,35} = 0 + \\
40 = 40, F_{35,36} = 0 + 170 + 150 + 40 = 360, F_{36,42} = 0 + 170 + \\
55 + 0 + 170 + 150 + 40 = 585, F_{42,45} = 0 + 170 + 55 + 0 + \\
170 + 150 + 40 = 585, F_{45,44} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 + \\
40 = 585, F_{44,46} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 + 40 = 585
\end{aligned}$$

#### 9. Iterasi 14

Pada iterasi 14 lintasan yang dilalui adalah 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 42 - 45 - 44 - 46

(1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

(2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$

(3) Sisi (1, 8) termasuk *properly oriented*

(4) Simpul 8 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-190)] = [1, 395]$

(5) Sisi (8, 13) termasuk *properly oriented*

(6) Simpul 13 diberi label  $[8, \min(395, 585-190)] = [8, 395]$

(7) Sisi (13, 19) termasuk *properly oriented*

(8) Simpul 19 diberi label  $[13, \min(395, 585-190)] = [13, 395]$

(9) Sisi (19, 21) termasuk *properly oriented*

(10) Simpul 21 diberi label  $[19, \min(395, 585-190)] = [19, 395]$

(11) Sisi (21, 30) termasuk *properly oriented*

(12) Simpul 30 diberi label  $[21, \min(395, 585-40)] = [21, 395]$

- (13) Sisi (30, 31) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 31 diberi label  $[30, \min(395, 585-40)] = [30, 395]$
- (15) Sisi (31, 32) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 32 diberi label  $[31, \min(395, 585-40)] = [31, 395]$
- (17) Sisi (32, 38) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 38 diberi label  $[32, \min(395, 585-0)] = [32, 395]$
- (19) Sisi (38, 39) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 39 diberi label  $[38, \min(395, 585-0)] = [38, 395]$
- (21) Sisi (39, 41) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 41 diberi label  $[39, \min(395, 320-0)] = [39, 395]$
- (23) Sisi (41, 42) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 42 diberi label  $[41, \min(395, 585-0)] = [41, 395]$
- (25) Sisi (42, 45) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(395, 585-585)] = [42, 0]$
- (27) Sisi (45, 44) termasuk *properly oriented*
- (28) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(0, 585-585)] = [45, 0]$
- (29) Sisi (44, 46) termasuk *properly oriented*
- (30) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(0, 585-585)] = [44, 0]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 14 sebesar

0 sehingga diperoleh  $F_{1,8} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{8,13} = 0 + 150$   
 $+ 40 = 190$ ,  $F_{13,19} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{19,21} = 0 + 150 + 40 =$   
 $190$ ,  $F_{21,30} = 0 + 40 = 40$ ,  $F_{30,31} = 0 + 40 = 40$ ,  $F_{31,32} = 0 + 40 =$   
 $40$ ,  $F_{32,38} = 0$ ,  $F_{38,39} = 0$ ,  $F_{39,41} = 0$ ,  $F_{41,42} = 0$ ,  $F_{42,45} = 0 + 170 +$

$$55 + 0 + 170 + 150 + 40 = 585, F_{45,44} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 + 40 = 585, F_{44,46} = 0 + 170 + 55 + 0 + 170 + 150 + 40 = 585$$

Pada iterasi 14 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (42,45),(45,44), dan(44,46) yang arusnya sudah maksimal yaitu besar kapasitas sama dengan besarnya arus jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi. Oleh karena itu setiap lintasan yang melalui sisi (42,45), (45,44), dan (44,46) tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya. Jadi iterasi 15 tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya.

#### 10. Iterasi 16

Pada iterasi 16 lintasan yang dilalui adalah 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39 - 41 - 40 - 46

##### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

##### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

##### (3) Sisi (1, 8) termasuk *properly oriented*

##### (4) Simpul 8 diberi label $[1, \min(\infty, 584-190)] = [1, 395]$

##### (5) Sisi (8, 13) termasuk *properly oriented*

##### (6) Simpul 13 diberi label $[8, \min(395, 585-190)] = [8, 395]$

##### (7) Sisi (13, 19) termasuk *properly oriented*

##### (8) Simpul 19 diberi label $[13, \min(395, 585-190)] = [13, 395]$

##### (9) Sisi (19, 21) termasuk *properly oriented*

- (10) Simpul 21 diberi label  $[19, \min(395, 585-190)] = [19, 395]$
- (11) Sisi (21, 30) termasuk *properly oriented*
- (12) Simpul 30 diberi label  $[21, \min(395, 585-40)] = [21, 395]$
- (13) Sisi (30, 31) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 31 diberi label  $[30, \min(395, 585-40)] = [30, 395]$
- (15) Sisi (31, 32) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 32 diberi label  $[31, \min(395, 585-40)] = [31, 395]$
- (17) Sisi (32, 38) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 38 diberi label  $[32, \min(395, 585-0)] = [32, 395]$
- (19) Sisi (38, 39) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 39 diberi label  $[38, \min(395, 585-0)] = [38, 395]$
- (21) Sisi (39, 41) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 41 diberi label  $[39, \min(395, 320-0)] = [39, 320]$
- (23) Sisi (41, 40) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 40 diberi label  $[41, \min(320, 585-0)] = [41, 320]$
- (25) Sisi (40, 46) termasuk *properly oriented*
- (26) Simpul 46 diberi label  $[40, \min(320, 585-0)] = [40, 320]$
- (27) Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 16 sebesar 320 sehingga diperoleh  $F_{1,8} = 0 + 150 + 40 + 320 = 510$ ,  $F_{8,13} = 0 + 150 + 40 + 320 = 510$ ,  $F_{13,19} = 0 + 150 + 40 + 320 = 510$ ,  $F_{19,21} = 0 + 150 + 40 + 320 = 510$ ,  $F_{21,30} = 0 + 40 + 320 = 360$ ,  $F_{30,31} = 0 + 40 + 320 = 360$ ,  $F_{31,32} = 0 + 40 + 320 = 360$ ,  $F_{32,38} =$



$$0 + 320 = 320, F_{38,39} = 0 + 320 = 320, F_{39,41} = 0 + 320 = 320,$$

$$F_{41,40} = 0 + 320 = 320, F_{40,46} = 0 + 320$$

#### 11. Iterasi 17

Pada iterasi 17 lintasan yang dilalui adalah 1 - 8 - 13 - 19 - 21 - 30 -  
31 - 32 - 38 - 40 - 46

(1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

(2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$

(3) Sisi (1, 8) termasuk *properly oriented*

(4) Simpul 8 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-510)] = [1, 75]$

(5) Sisi (8, 13) termasuk *properly oriented*

(6) Simpul 13 diberi label  $[8, \min(75, 585-510)] = [8, 75]$

(7) Sisi (13, 19) termasuk *properly oriented*

(8) Simpul 19 diberi label  $[13, \min(75, 585-510)] = [13, 75]$

(9) Sisi (19, 21) termasuk *properly oriented*

(10) Simpul 21 diberi label  $[19, \min(75, 585-510)] = [19, 75]$

(11) Sisi (21,30) termasuk *properly oriented*

(12) Simpul 30 diberi label  $[21, \min(75, 585-360)] = [21, 75]$

(13) Sisi (30, 31) termasuk *properly oriented*

(14) Simpul 31 diberi label  $[30, \min(75, 585-360)] = [30, 75]$

(15) Sisi (31, 32) termasuk *properly oriented*

(16) Simpul 32 diberi label  $[31, \min(75, 585-360)] = [31, 75]$

(17) Sisi (32, 38) termasuk *properly oriented*

- (18) Simpul 38 diberi label  $[32, \min(75, 585 - 320)] = [32, 75]$
- (19) Sisi (38, 40) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 40 diberi label  $[38, \min(75, 585 - 0)] = [38, 75]$
- (21) Sisi (40, 46) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 46 diberi label  $[40, \min(75, 585 - 320)] = [40, 75]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 17 sebesar

75 sehingga diperoleh  $F_{1,8} = 0 + 150 + 40 + 320 + 75 = 585$ ,

$F_{8,13} = 0 + 150 + 40 + 320 + 75 = 585$ ,  $F_{13,19} = 0 + 150 + 40 +$

$320 + 75 = 585$ ,  $F_{19,21} = 0 + 150 + 40 + 320 + 75 = 585$ ,  $F_{21,30}$

$= 0 + 40 + 320 + 75 = 435$ ,  $F_{30,31} = 0 + 40 + 320 + 75 = 435$ ,

$F_{31,32} = 0 + 40 + 320 + 75 = 435$ ,  $F_{32,38} = 0 + 320 + 75 = 395$ ,

$F_{38,40} = 0 + 75 = 75$ ,  $F_{40,46} = 0 + 320 + 75 = 390$ .

## 12. Iterasi 18

Pada iterasi 18 lintasan yang dilalui adalah 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 13 - 14 -

20 - 24 - 25 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

- (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

- (2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$
- (3) Sisi (1,5) termasuk *properly oriented*
- (4) Simpul 5 diberi label  $[1, \min(\infty, 585 - 0)] = [1, 585]$
- (5) Sisi (5,6) termasuk *properly oriented*
- (6) Simpul 6 diberi label  $[5, \min(585, 320 - 0)] = [5, 320]$
- (7) Sisi (6,7) termasuk *properly oriented*

- (8) Simpul 7 diberi label  $[6, \min(320, 320-0)] = [6, 320]$
- (9) Sisi (7,8) termasuk properly oriented
- (10) Simpul 8 diberi label  $[7, \min(320, 580-0)] = [7, 320]$
- (11) Sisi (8,13) termasuk properly oriented
- (12) Simpul 13 diberi label  $[8, \min(320, 585-585)] = [8, 0]$
- (13) Sisi (13,14) termasuk properly oriented
- (14) Simpul 14 diberi label  $[13, \min(0, 585-0)] = [13, 0]$
- (15) Sisi (14,20) termasuk properly oriented
- (16) Simpul 20 diberi label  $[14, \min(0, 325-170)] = [14, 0]$
- (17) Sisi (20,25) termasuk properly oriented
- (18) Simpul 25 diberi label  $[20, \min(0, 170-0)] = [20, 0]$
- (19) Sisi (25,36) termasuk properly oriented
- (20) Simpul 36 diberi label  $[25, \min(0, 225-225)] = [25, 0]$
- (21) Sisi (36,42) termasuk properly oriented
- (22) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(0, 585-585)] = [36, 0]$
- (23) Sisi (42,45) termasuk properly oriented
- (24) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(0, 585-585)] = [42, 0]$
- (25) Sisi (45,44) termasuk properly oriented
- (26) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(0, 585-585)] = [45, 0]$
- (27) Sisi (44,46) termasuk properly oriented
- (28) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(0, 585-585)] = [44, 0]$

Simpul 46 telah berlabel, naikan arus pada iterasi 18 sebesar 0 sehingga diperoleh  $F_{1,5} = 0$ ,  $F_{5,6} = 0$ ,  $F_{6,7} = 0$ ,  $F_{7,8} = 0$ ,  $F_{8,13} =$

$$585, F_{13,14} = 0, F_{14,20} = 170, F_{20,25} = 0, F_{25,36} = 225, F_{36,42} = 585, \\ F_{42,45} = 585, F_{45,44} = 585, F_{44,46} = 585$$

Pada iterasi 18 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (8,13), (25,36), (36,42), (42,45),(45,44),(44,46) yang arusnya sudah maksimal yaitu besar kapasitas sama dengan besarnya arus jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi. Oleh karena itu setiap lintasan yang melalui sisi (8,13), (25,36), (36,42), (42,45),(45,44),(44,46) tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya. Jadi iterasi 19-46 tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya.

### 13. Iterasi 47

Pada iterasi 47 lintasan yang dilalui adalah 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 40 - 46

#### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

#### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

#### (3) Sisi (1, 5) termasuk *properly oriented*

#### (4) Simpul 5 diberi label $[1, \min(\infty, 585-0)] = [1, 585]$

#### (5) Sisi (5,6) termasuk *properly oriented*

#### (6) Simpul 6 diberi label $[5, \min(585, 320-0)] = [5, 320]$

#### (7) Sisi (6, 7) termasuk *properly oriented*

#### (8) Simpul 7 diberi label $[6, \min(320, 320-0)] = [6, 320]$

#### (9) Sisi (7,18) termasuk *properly oriented*

- (10) Simpul 18 diberi label  $[7, \min(320, 585-0)] = [7, 320]$
- (11) Sisi (18, 29) termasuk *properly oriented*
- (12) Simpul 29 diberi label  $[18, \min(320, 585-0)] = [18, 320]$
- (13) Sisi (29,30) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 30 diberi label  $[29, \min(320, 580-0)] = [29, 320]$
- (15) Sisi (30, 31) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 31 diberi label  $[30, \min(320, 585-435)] = [30, 150]$
- (17) Sisi (31, 32) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 32 diberi label  $[31, \min(150, 585-435)] = [31, 150]$
- (19) Sisi (32, 38) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 38 diberi label  $[32, \min(150, 585-395)] = [32, 150]$
- (21) Sisi (38,40) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 40 diberi label  $[38, \min(150, 585-75)] = [38, 150]$
- (23) Sisi (40,46) termasuk *properly oriented*
- (24) Simpul 46 diberi label  $[40, \min(150, 585-395)] = [40, 150]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 47 sebesar

150 sehingga diperoleh  $F_{1,5} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{5,6} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{6,7} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{7,18} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{18,29} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{29,30} = 0 + 150 = 150$ ,  $F_{30,31} = 0 + 40 + 320 + 75 + 150 = 585$ ,  $F_{31,32} = 0 + 40 + 320 + 75 + 150 = 585$ ,  $F_{32,38} = 0 + 320 + 75 + 150 = 545$ ,  $F_{38,40} = 0 + 75 + 150 = 225$ ,  $F_{40,46} = 0 + 320 + 75 + 150 = 545$

## 14. Iterasi 48

Pada iterasi 48 lintasan yang dilalui adalah 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 31  
- 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 42 - 45 - 44 - 46

## (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

(2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$ 

## (3) Sisi (1,5) termasuk properly oriented

(4) Simpul 5 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-150)] = [1, 435]$ 

## (5) Sisi (5,6) termasuk properly oriented

(6) Simpul 6 diberi label  $[5, \min(435, 320-150)] = [5, 170]$ 

## (7) Sisi (6,7) termasuk properly oriented

(8) Simpul 7 diberi label  $[6, \min(170, 320-150)] = [6, 170]$ 

## (9) Sisi (7,18) termasuk properly oriented

(10) Simpul 18 diberi label  $[7, \min(170, 585-170)] = [7, 170]$ 

## (11) Sisi (18,29) termasuk properly oriented

(12) Simpul 29 diberi label  $[18, \min(170, 585-170)] = [18, 170]$ 

## (13) Sisi (29,31) termasuk properly oriented

(14) Simpul 31 diberi label  $[29, \min(170, 585-0)] = [29, 170]$ 

## (15) Sisi (31,32) termasuk properly oriented

(16) Simpul 32 diberi label  $[31, \min(170, 585-585)] = [31, 0]$ 

## (17) Sisi (32,33) termasuk properly oriented

(18) Simpul 33 diberi label  $[32, \min(0, 585-40)] = [32, 0]$ 

## (19) Sisi (33,34) termasuk properly oriented

- (20) Simpul 34 diberi label  $[33, \min(0, 585-40)] = [33, 0]$
- (21) Sisi (34,35) termasuk properly oriented
- (22) Simpul 35 diberi label  $[34, \min(0, 585-40)] = [35, 0]$
- (23) Sisi (35,36) termasuk properly oriented
- (24) Simpul 36 diberi label  $[35, \min(0, 585-360)] = [35, 0]$
- (25) Sisi (36,42) termasuk properly oriented
- (26) Simpul 42 diberi label  $[36, \min(0, 585-585)] = [36, 0]$
- (27) Sisi (42,45) termasuk properly oriented
- (28) Simpul 45 diberi label  $[42, \min(0, 585-585)] = [42, 0]$
- (29) Sisi (45,44) termasuk properly oriented
- (30) Simpul 44 diberi label  $[45, \min(0, 585-585)] = [45, 0]$
- (31) Sisi (44,46) termasuk properly oriented
- (32) Simpul 46 diberi label  $[44, \min(0, 585-585)] = [44, 0]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 48 sebesar 0 sehingga diperoleh  $F_{1,5} = 150$ ,  $F_{5,6} = 150$ ,  $F_{6,7} = 150$ ,  $F_{7,18} = 150$ ,  $F_{18,29} = 150$ ,  $F_{29,31} = 0$ ,  $F_{31,32} = 585$ ,  $F_{32,33} = 40$ ,  $F_{33,34} = 40$ ,  $F_{34,35} = 40$ ,  $F_{35,36} = 360$ ,  $F_{36,42} = 585$ ,  $F_{42,45} = 585$ ,  $F_{45,44} = 585$ ,  $F_{44,46} = 585$

Pada iterasi 48 arus bernilai tetap karena terdapat sisi (30,31), (31,32), (36,42), (42,45), (45,44), (44,46) yang arusnya sudah maksimal yaitu besar kapasitas sama dengan besarnya arus jadi sisi tersebut tidak dapat dinaikkan lagi. Oleh karena itu setiap lintasan yang melalui sisi (30,31), (31,32), (36,42),

(42,45),(45,44),(44,46) tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya. Jadi iterasi 49-55 tidak perlu dihitung nilai perubahan arusnya.

#### 15. Iterasi 56

Pada iterasi 56 lintasan yang dilalui adalah 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 38 - 40 - 46

##### (1) Inisialisasi arus

Untuk setiap sisi diberikan aliran nol

##### (2) Simpul 1 diberi label $[-, \infty]$

##### (3) Sisi (1,5) termasuk *properly oriented*

##### (4) Simpul 5 diberi label $[1, \min(\infty, 585-150)] = [1, 435]$

##### (5) Sisi (5, 6) termasuk *properly oriented*

##### (6) Simpul 6 diberi label $[5, \min(435, 320-150)] = [5, 170]$

##### (7) Sisi (6, 7) termasuk *properly oriented*

##### (8) Simpul 7 diberi label $[6, \min(170, 320-150)] = [6, 170]$

##### (9) Sisi (7, 18) termasuk *properly oriented*

##### (10) Simpul 18 diberi label $[7, \min(170, 585-150)] = [7, 170]$

##### (11) Sisi (18, 29) termasuk *properly oriented*

##### (12) Simpul 29 diberi label $[18, \min(170, 585-150)] = [18, 170]$

##### (13) Sisi (29, 28) termasuk *properly oriented*

##### (14) Simpul 28 diberi label $[29, \min(170, 585-0)] = [29, 170]$

##### (15) Sisi (28, 37) termasuk *properly oriented*

##### (16) Simpul 37 diberi label $[28, \min(170, 320-0)] = [28, 170]$



- (17) Sisi (37, 38) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 38 diberi label  $[37, \min(170, 585-0)] = [37, 170]$
- (19) Sisi (38, 40) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 40 diberi label  $[38, \min(170, 585-225)] = [38, 170]$
- (21) Sisi (40, 46) termasuk *properly oriented*
- (22) Simpul 46 diberi label  $[40, \min(170, 585-544)] = [40, 40]$

Simpul 46 telah berlabel, naikan arus pada iterasi 56 sebesar 40 sehingga diperoleh  $F_{1,5} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{5,6} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{6,7} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{7,18} = 0 + 150 + 40 = 190$ ,  $F_{18,29} = 0 + 40 = 190$ ,  $F_{29,28} = 0 + 40 = 40$ ,  $F_{28,37} = 0 + 40 = 40$ ,  $F_{37,38} = 0 + 40 = 40$ ,  $F_{38,40} = 0 + 75 + 150 + 40 = 265$ ,  $F_{40,46} = 0 + 320 + 75 + 150 + 40 = 585$

#### 16. Iterasi 57

Pada iterasi 57 lintasan yang dilalui adalah 1 - 5 - 6 - 7 - 18 - 29 - 28 - 37 - 43 - 46

- (1) Inisialisasi arus  
Untuk setiap sisi diberikan aliran nol
- (2) Simpul 1 diberi label  $[-, \infty]$
- (3) Sisi (1, 5) termasuk *properly oriented*
- (4) Simpul 5 diberi label  $[1, \min(\infty, 585-190)] = [1, 395]$
- (5) Sisi (5, 6) termasuk *properly oriented*
- (6) Simpul 6 diberi label  $[5, \min(395, 320-190)] = [5, 130]$
- (7) Sisi (6, 7) termasuk *properly oriented*

- (8) Simpul 7 diberi label  $[6, \min(130, 320-190)] = [6, 130]$
- (9) Sisi (7, 18) termasuk *properly oriented*
- (10) Simpul 18 diberi label  $[7, \min(130, 585-190)] = [7, 130]$
- (11) Sisi (18, 29) termasuk *properly oriented*
- (12) Simpul 29 diberi label  $[18, \min(130, 585-190)] = [18, 130]$
- (13) Sisi (29, 28) termasuk *properly oriented*
- (14) Simpul 28 diberi label  $[29, \min(130, 585-190)] = [29, 130]$
- (15) Sisi (28, 37) termasuk *properly oriented*
- (16) Simpul 37 diberi label  $[28, \min(130, 320-40)] = [28, 130]$
- (17) Sisi (37, 43) termasuk *properly oriented*
- (18) Simpul 43 diberi label  $[37, \min(130, 170-0)] = [37, 130]$
- (19) Sisi (43, 46) termasuk *properly oriented*
- (20) Simpul 46 diberi label  $[43, \min(130, 325-0)] = [43, 130]$

Simpul 46 telah berlabel, naikkan arus pada iterasi 57 sebesar

170 sehingga diperoleh  $F_{1,5} = 0 + 150 + 40 + 130 = 320$ ,  $F_{5,6} =$

$0 + 150 + 40 + 130 = 320$ ,  $F_{6,7} = 0 + 150 + 40 + 130 = 320$ ,

$F_{7,18} = 0 + 150 + 40 + 130 = 320$ ,  $F_{18,29} = 0 + 150 + 40 + 130 =$

$320$ ,  $F_{29,28} = 0 + 40 + 130 = 170$ ,  $F_{28,37} = 0 + 40 + 130 = 170$ ,

$F_{37,43} = 0 + 130 = 130$ ,  $F_{43,46} = 0 + 130 = 130$

Karena sudah tidak ditemukan augmenting path, sehingga

aliran maksimum sudah ditemukan sebesar  $F_{43,46} + F_{40,46} + F_{44,46} =$

$585 + 585 + 130 = 1300$ .

#### 4.1.3 Hasil Pencarian Aliran Maksimum Dengan Menggunakan *Software WinQSB*

Untuk menyelesaikan masalah aliran maksimum menggunakan software WinQSB, maka dilakukan langkah-langkah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dari langkah tersebut diperoleh akhir atau solusi dari pencarian aliran maksimum pada jaringan listrik Kota Tegal. Berikut hasil output pencarian aliran maksimum dengan *software WinQSB*

08-12-2013	From	To	Net Flow	From	To	Net Flow	
1	1	2	395	22	24	35	170
2	1	5	320	23	25	36	225
3	1	8	585	24	26	25	70
4	2	3	70	25	28	37	320
5	2	9	325	26	29	28	320
6	3	10	70	27	30	31	585
7	5	6	320	28	31	32	585
8	6	7	320	29	32	38	585
9	7	18	320	30	35	36	170
10	8	13	585	31	36	42	395
11	9	14	325	32	37	38	150
12	10	15	70	33	37	43	170
13	13	19	585	34	38	39	150
14	14	20	325	35	38	40	585
15	15	16	70	36	39	41	150
16	16	26	70	37	40	46	585
17	18	29	320	38	41	44	150
18	19	21	585	39	42	45	395
19	20	24	170	40	43	46	170
20	20	25	155	41	44	46	545
21	21	30	585	42	45	44	395
Total	Net Flow	From	1	To	46	=	1300

Gambar 18. Tampilan output masalah aliran maksimum

Dari output tersebut dapat diketahui aliran maksimum yang diperoleh adalah sebesar 1300. Hal ini ditunjukkan dengan maximal total flow = 1300. Hasil pengolahan dari permasalahan dengan menggunakan *software WinQSB* dalam pencarian aliran maksimum dapat dilihat pada lampiran 5.

#### **4.1.4 Perbandingan Hasil Pencarian Aliran Maksimum Dengan Menggunakan Algoritma Ford-Fulkerson dan *Software* WinQSB**

Pada pembahasan dari kedua penyelesaian menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan software WinQSB, memperoleh penyelesaian akhir yang sama. Dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson menghasilkan iterasi sebanyak 57 dan menghasilkan arus maksimum sebesar 1300 Ampere. Dari *software* WinQSB menghasilkan iterasi sebanyak 25 dan menghasilkan arus maksimum sebesar 1300 Ampere. Maka jumlah arus maksimum dari simpul 1 ke simpul 46 sebesar 1300 Ampere. Dalam hal ini sangatlah berbeda dalam pencarian aliran maksimum dengan melihat iterasinya.

## **4.2 Pembahasan**

Dari hasil analisis pada pembahasan dari kedua penyelesaian menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan software WinQSB, memperoleh penyelesaian akhir yang sama. Pencarian aliran maksimum dari jaringan distribusi listrik PT PLN (PERSERO) UPJ Tegal Kota wilayah distribusi Kebasen 11 dengan algoritma Ford-Fulkerson berdasarkan gambar yang dibuat adalah dengan membuat augmenting path yang mungkin dari simpul 1 ke simpul 46, diperoleh aliran maksimum yang dihasilkan sama dengan hasil pencarian aliran maksimum dengan menggunakan software WinQSB yaitu sebesar 1300 Ampere. Aliran maksimum sebesar 1300 Ampere pada jaringan tersebut mempunyai arti bahwa apabila jaringan tersebut dialiri arus lebih dari 1300 Ampere akan terdapat sisi yang dalam

hal ini adalah kabel mempunyai arus yang melebihi kapasitasnya. Logam-logam konduktor yang saat ini digunakan untuk kabel transmisi listrik masih memiliki tahanan dalam, sehingga menyebabkan sebagian arus listrik yang dialirkannya berubah menjadi panas yang dikenal sebagai pemanasan Joule. Karena pemanasan joule ini pula, maka kuat arus dalam kabel melebihi kapasitasnya maka kabel tersebut akan terbakar (Akhadi, 2000).

Sedangkan realitas yang ada dilapangan arus yang melebihi sebuah kabel diukur secara manual menggunakan suatu alat. Jadi untuk mengetahui besarnya aliran maksimumnya diukur pada sisi yang dalam hal ini adalah kabel yang menuju simpul terakhir yang dalam hal ini simpul 46.

# **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1 Simpulan**

1. Pencarian aliran maksimum dengan algoritma *Ford-Fulkerson* pada jaringan listrik Kota Tegal diperoleh aliran maksimum sebesar 1300 ampere
2. Pencarian aliran maksimum dengan menggunakan software WinQSB pada jaringan listrik Kota Tegal diperoleh aliran maksimum sebesar 1300 ampere
3. Pencarian aliran maksimum dengan menggunakan algoritma Ford-Fulkerson dan *Software* WinQSB menghasilkan aliran maksimum sebesar 1300 ampere, walaupun dengan menggunakan iterasi yang berbeda.

### **5.2 Saran**

1. Algoritma *Ford-Fulkerson* dengan program *Ford-Fulkerson* belum dikerjakan penulis. Disarankan penulis lain dapat mengerjakan masalah pencarian aliran maksimum dengan program *Ford-Fulkerson*.
2. Diharapkan kepada PT PLN(PERSERO) UPJ Tegal Kota untuk dapat memaksimalkan arus pada jaringan listrik wilayah distribusi kebasen

## DAFTAR PUSTAKA

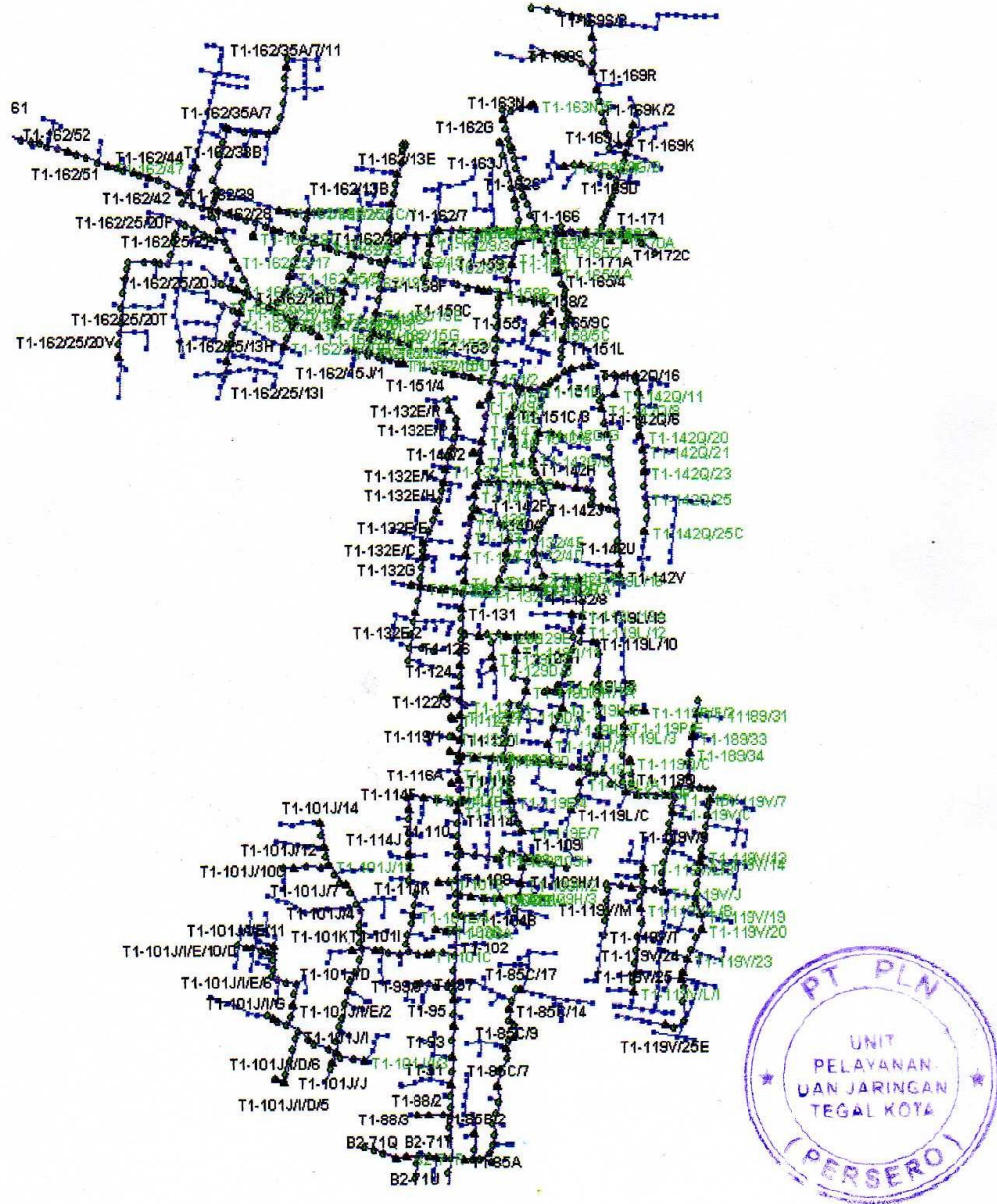
- Andersen, J. 2004. *Discrete Mathematics with Combinatorics 2<sup>nd</sup> edition*. New Jersey : Precticle Hall
- Akhadi, M. 2000. *Polimerisasi Radiasi*. Tersedia di : <http://www.elektroindonesia.com/elektro/elek32a.html> [diakses pada tanggal 4 April 2012]
- Bafagih, A. 2004. *Teorema Min-Cut Max-Flow dan Algoritma Ford-Fulkerson untuk mencari aliran maksimum pada jaringan Transportasi di wilayah Jl. Adi Sucipto Malang*. Surakarta : UNS
- Johnsonbaugh, R. 1986. *Discrete Mathematics revised edition*. New York : Macmillian Publishing Company
- Greenberg, J. 1998. *Ford-Fulkerson Max Flow Labeling Algorithm*. Tersedia di : <http://glossary.computing.society.informs.org/notes/maxflow-FF.pdf> [diakses pada tanggal 4 april 2012]
- Munir, R. 2012. *Matematika Diskrit*. Bandung : Informatika
- Siang, J. 2002. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta: Andi.
- Sutarno, H, dkk.2003.*Matematika Diskrit*.Bandung:Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
- Winarno, W. 2008. *Analisis Manajemen Kuantitatif dengan WinQSB*. Yogyakarta : UPP STIM YKPN
- WinQSB tersedia di : <http://winqsb.en.softonic.com/> [diakses pada 4 April 2012]*
- [www.kur2003.if.itb.ac.id/file/Graf-1.doc](http://www.kur2003.if.itb.ac.id/file/Graf-1.doc)[diakses pada 4 april 2012]

LAMPIRAN - LAMPIRAN



Lampiran 1

Peta Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



## Lampiran 2

**Karakteristik listrik hantaran udara aluminium campuran (A3C)**

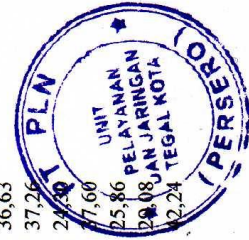
Luas Penampang Nominal (mm <sup>2</sup> )	KHA terus menerus) A
16	105
25	135
35	170
50	210
60	225
70	255
95	320
120	365
150	425
185	490
240	585
300	670
400	810
500	930
625	1.075
800	1.255
1.000	1.450





**PT. PLN (Persero)  
DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN DI YOGYAKARTA  
UNIT PELAYANAN DAN JARINGAN TEGAL KOTA  
REPORT ASSET JARINGAN TEGANGAN MENENGAH**

NO	KODE	PENYULANG	JUMLAH FASA	JENIS KAWAT FASA		PENAMPANG KAWAT FASA		JENIS KAWAT NETRAL	PENAMPANG KAWAT NETRAL		STATUS KAWAT NETRAL	ZONE	SECTION	PANJANG PENGHANTAR
				KAWAT	FASA	KAWAT	FASA		KAWAT	NETRAL				
1	T1-85	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		54,17
2	T1-85/1	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		20,49
3	T1-85/2	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		17,20
4	T1-86	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		37,26
5	T1-87	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		32,12
6	T1-88	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		24,60
7	T1-89	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		40,01
8	T1-90	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		52,90
9	T1-91	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		34,91
10	T1-92	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		29,35
11	T1-93	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		38,05
12	T1-94	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		26,60
13	T1-95	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		20,97
14	T1-96	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		53,07
15	T1-97	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		17,29
16	T1-98	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		33,25
17	T1-99	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		36,63
18	T1-100	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		37,26
19	T1-101	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		24,60
20	B2-85	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		17,60
21	B2-86	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		25,86
22	B2-87	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		38,08
23	B2-88	Kebasen - 11	3	A3C		240,00		A3C	150,00		ADA	11		42,24





24	B2-89	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	37,00
25	B2-90	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	36,54
26	B2-91	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	73,63
27	B2-92	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	39,18
28	B2-93	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	49,42
29	B2-94	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	48,72
30	B2-95	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	49,43
31	B2-96	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	41,48
32	B2-97	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	17,20
33	B2-98	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	37,26
34	B2-99	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	53,73
35	B2-100	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	28,64
36	B2-101	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	47,62
37	T1-85B	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	42,32
38	T1-85B/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	32,89
39	T1-85B/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	41,48
40	T1-B5D	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	25,25
41	T1-85D/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	32,32
42	T1-85D/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	36,76
43	T1-85D/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	36,78
44	T1-85D/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	10,32
45	T1-85D/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	40,32
46	T1-85D/6	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	32,45
47	T1-85D/7	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	17,20
48	T1-85D/8	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	37,26
49	T1-85D/9	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	35,76
50	T1-85D/10	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	40,01
51	T1-85D/11	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	52,90
52	T1-85D/12	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	34,91
53	T1-85D/13	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	49,43
54	T1-85D/14	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	41,48
55	T1-85D/15	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	17,20
56	T1-85D/16	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	II	37,26



57	TI-85D/17	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	53,73
58	TI-85A	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	28,64
59	TI-85A/1	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	47,62
60	TI-85A/2	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	42,32
61	TI-85A/3	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
62	TI-85A/4	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
63	TI-85A/5	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	25,25
64	TI-85/K/L/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
65	TI-85/K/L/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	36,76
66	TI-85/K/L/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	36,78
67	TI-85/K/L/4	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	10,32
68	TI-85/K/L/5	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	49,42
69	TI-85/K/L/6	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	76,53
70	TI-85/K/L/7	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	45,27
71	TI-85/K/L/8	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	65,42
72	TI-85/K/L/9	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	27,98
73	TI-85/K/L/10	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	36,65
74	TI-85/K/L/11	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	43,32
75	TI-85/K/L/12	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	19,42
76	TI-85/K/L/13	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	49,43
77	TI-85/K/L/14	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
78	TI-85R/1	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
79	TI-85R/2	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
80	TI-85R/3	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	53,73
81	TI-85R/4	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	28,64
82	TI-85R/5	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	87,26
83	TI-85R/6	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	32,12
84	TI-85R/7	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	24,69
85	TI-85R/8	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
86	TI-101KT	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
87	TI-101K	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
88	TI-101K/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	29,35
89	TI-101K/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	32,12



90	TI-101K/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
91	TI-101K/4	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
92	TI-101K/5	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
93	TI-101K/6	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
94	TI-101J	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
95	TI-101J/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
96	TI-101J/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	25,25
97	TI-101J/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
98	TI-101J/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	36,76
99	TI-101J/3/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	36,78
100	TI-101J/3/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	10,32
101	TI-101KT/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	49,42
102	TI-101KT/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	34,53
103	TI-101KT/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	54,65
104	TI-101KT/4	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	46,73
105	TI-101KT/5	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	150,00	ADA	11	43,75
106	TI-101U/1	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	54,65
107	TI-101U/2	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,51
108	TI-101U/3	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	45,34
109	TI-101U/4	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
110	TI-101U/5	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,54
111	TI-101U/R/1	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
112	TI-101U/R/2	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
113	TI-101U/R/3	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
114	TI-101U/R/4	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
115	TI-101U/R/5	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
116	TI-101U/R/6	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
117	TI-101U/R/7	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	25,25
118	TI-114J	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
119	TI-114J/1	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,76
120	TI-114J/2	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,78
121	TI-114J/3	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	10,32
122	TI-114J/4	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,42





123	TI-114J/5	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	23,87
124	TI-114J/6	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,93
125	TI-102	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,12
126	TI-103	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
127	TI-104	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
128	TI-105	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
129	TI-106	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
130	TI-107	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	43,76
131	TI-108	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	43,64
132	TI-109	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	63,25
133	TI-110	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	42,49
134	TI-111	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	42,65
135	TI-119E/L/1	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
136	TI-119E/L/2	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,54
137	TI-119E/L/3	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	73,63
138	TI-119E/L/4	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	39,18
139	TI-119E/L/5	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,42
140	TI-119E/L/6	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,54
141	TI-119E/L/7	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,75
142	TI-119E/L/8	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	46,73
143	TI-119E/L/9	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	43,75
144	TI-119E/L/10	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	54,65
145	TI-119E/L/11	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,51
146	TI-119E/L/12	Kebasen - 11 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	45,34
147	TI-85K/L/L/1	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	35,00	ADA	11	37,00
148	TI-85K/L/L/2	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	35,00	ADA	11	36,54
149	TI-85K/L/L/3	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	35,00	ADA	11	34,93
150	TI-85K/L/L/4	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	35,00	ADA	11	32,12
151	TI-85K/L/R/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	24,60
152	TI-85K/L/R/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	40,01
153	TI-85K/L/R/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	52,90
154	TI-85K/L/R/4	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	34,91
155	TI-85K/L/R/5	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	43,76



156	TI-85K/L/R/6	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	39,82
157	TI-85K/L/R/7	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,00
158	TI-85K/L/R/8	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,54
159	TI-85K/L/R/9	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	73,63
160	TI-85K/L/R/10	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	39,18
161	TI-119V/R/1	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	49,42
162	TI-119V/R/2	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	39,37
163	TI-119V/R/3	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	32,12
164	TI-119V/R/4	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	24,60
165	TI-119V/R/5	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	40,01
166	TI-119V/R/6	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	52,90
167	TI-119V/J/1	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	34,91
168	TI-119V/J/2	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	32,89
169	TI-119V/J/3	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	41,48
170	TI-119V/J/4	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	50,00	ADA	11	25,25
171	TI-111A/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
172	TI-111A/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,12
173	TI-111A/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
174	TI-111A/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
175	TI-111A/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
176	TI-111A/6	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
177	TI-111A/7	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	39,37
178	TI-112	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,12
179	TI-113	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
180	TI-114	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
181	TI-119E/1	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,54
182	TI-119E/2	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	73,63
183	TI-119E/3	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	39,18
184	TI-119E/4	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	49,42
185	TI-119E/5	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	39,37
186	TI-119E/6	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,12
187	TI-119E/7	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	24,60
188	TI-119E/8	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,00

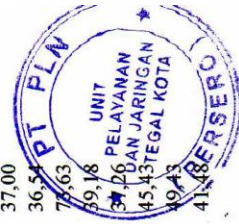




189	T1-119E/9	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,12
190	T1-119/L/L/1	Kebasen - 11 3	A3C	120,00	A3C	95,00	ADA	11	24,60
191	T1-119/L/L/2	Kebasen - 11 3	A3C	120,00	A3C	95,00	ADA	11	40,01
192	T1-119/L/L/3	Kebasen - 11 3	A3C	120,00	A3C	95,00	ADA	11	52,90
193	T1-119/L/L/4	Kebasen - 11 3	A3C	120,00	A3C	95,00	ADA	11	34,91
194	T1-119/L/L/5	Kebasen - 11 3	A3C	120,00	A3C	95,00	ADA	11	32,89
195	T1-119V/L/1	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	41,48
196	T1-119V/L/2	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	25,25
197	T1-119V/L/3	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	32,32
198	T1-119V/L/4	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	34,91
199	T1-119V/1/1	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	36,54
200	T1-119V/1/2	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	73,63
201	T1-119V/1/3	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	39,18
202	T1-119V/1/4	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	49,42
203	T1-119V/1/5	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	43,56
204	T1-119V/1/6	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	36,89
205	T1-119V/1/7	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	45,80
206	T1-119V/1/8	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	30,23
207	T1-119V/1/9	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	29,45
208	T1-119V/1/10	Kebasen - 11 3	A3C	60,00	A3C	50,00	ADA	11	37,00
209	T1-119V3/1	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,54
210	T1-119V3/2	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,32
211	T1-119V3/3	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,76
212	T1-119V3/4	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,78
213	T1-119V3/5	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	10,32
214	T1-119V3/6	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,89
215	T1-119V3/7	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	41,48
216	T1-119V3/8	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	17,28
217	T1-119V3/9	Kebasen - 11 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	37,26
218	T1-114B/1	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,26
219	T1-114B/2	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	43,48
220	T1-114B/3	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	52,90
221	T1-114B/4	Kebasen - 11 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	34,91



222	T1-114B/5	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	49,43
223	T1-114C/1	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
224	T1-114C/2	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
225	T1-114C/3	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
226	T1-114C/4	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,54
227	T1-114C/5	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	73,63
228	T1-114C/6	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	39,18
229	T1-114C/7	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,42
230	T1-114C/8	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
231	T1-114C/9	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
232	T1-115	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
233	T1-116	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,76
234	T1-117	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,78
235	T1-118	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	10,32
236	T1-119	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
237	T1-118L/1/C	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	45,43
238	T1-118L/2/C	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	17,20
239	T1-119N/1	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	37,26
240	T1-119N/2	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	37,26
241	T1-119N/3	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	45,43
242	T1-119N/4	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	52,90
243	T1-119/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	25,00	ADA	11	34,91
244	T1-119/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	25,00	ADA	11	49,43
245	T1-119/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	25,00	ADA	11	41,48
246	T1-120	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
247	T1-121	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
248	T1-123	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,54
249	T1-119D/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	73,63
250	T1-119D/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	39,18
251	T1-119D/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,26
252	T1-119D/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	45,43
253	T1-119F/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	49,43
254	T1-119F/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	41,48



255	TI-119F/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	17,20
256	TI-119F/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,26
257	TI-119L/1	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	53,73
258	TI-119L/2	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	28,64
259	TI-119L/3	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	47,62
260	TI-119L/4	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	42,32
261	TI-119L/5	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
262	TI-119H/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	41,48
263	TI-119H/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	25,25
264	TI-119H/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,32
265	TI-119H/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,76
266	TI-119H/5	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,78
267	TI-119H/6	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	10,32
268	TI-119H/7	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,12
269	TI-119H/8	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	24,60
270	TI-119H/9	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	40,01
271	TI-119H/10	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	52,90
272	TI-119P/1	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	34,91
273	TI-119P/2	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,89
274	TI-119P/3	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	41,48
275	TI-119P/4	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	25,25
276	TI-119P/5	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,32
277	TI-119P/6	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,32
278	TI-119P/7	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,76
279	TI-119P/8	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,78
280	TI-119P/9	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	10,32
281	TI-119P/10	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,89
282	TI-119P/11	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	41,48
283	TI-119P/12	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	17,20
284	TI-119P/13	Kebasen - 11	3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	37,26
285	TI-119V/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,26
286	TI-119V/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	45,43
287	TI-119V/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	52,90





288	T1-119V/4	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	34,91
289	T1-119V/5	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	49,43
290	T1-119V3/1	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	41,48
291	T1-119V3/2	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	17,20
292	T1-119V3/3	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,12
293	T1-119V3/4	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	24,60
294	T1-119V3/5	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	40,01
295	T1-119V3/6	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	52,90
296	T1-132E/1	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	34,91
297	T1-132E/2	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,89
298	T1-132E/3	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	41,48
299	T1-132E/4	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	25,25
300	T1-132E/5	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,32
301	T1-132E/6	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,00
302	T1-132E/7	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,54
303	B2-107K	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	73,63
304	B2-107K/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	39,18
305	T1-123/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
306	T1-123/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	45,43
307	T1-123/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,12
308	T1-123/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
309	T1-123/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
310	T1-125/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
311	T1-125/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
312	T1-125/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
313	T1-125/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
314	T1-125/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	25,25
315	T1-125/6	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
316	T1-124	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
317	T1-125	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
318	T1-126	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
319	T1-127	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
320	T1-128	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48



321	TI-129	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	25,25
322	TI-129/A/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,32
323	TI-129/A/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
324	TI-129/A/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,54
325	TI-130	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	73,63
326	TI-131	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	39,18
327	TI-132	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,42
328	TI-129/B/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	43,56
329	TI-129/B/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,89
330	TI-129/B/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	45,80
331	TI-129/C/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
332	TI-129/C/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,54
333	TI-129/C/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	73,63
334	TI-129/D/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	39,18
335	TI-129/D/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
336	TI-129/D/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	45,43
337	TI-142Q/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,76
338	TI-142Q/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,78
339	TI-142Q/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	10,32
340	TI-142Q/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
341	TI-142Q/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
342	TI-142Q/6	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
343	TI-132/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
344	TI-132/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,76
345	TI-132/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
346	TI-132/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
347	TI-132/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
348	TI-132G/1	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	49,43
349	TI-132G/2	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	41,48
350	TI-132G/3	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	17,20
351	TI-132G/4	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	40,01
352	TI-132G/5	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	52,90
353	TI-132G/6	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	34,91



354	TI-132G/7	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,89
355	TI-132G/8	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	41,48
356	TI-132G/9	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	25,25
357	TI-132G/10	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,32
358	TI-132G/11	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	34,91
359	TI-132G/12	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,54
360	TI-132G/13	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	73,63
361	TI-132G/14	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	39,18
362	TI-132G/15	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	49,42
363	TI-132G/16	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	43,56
364	TI-132G/17	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	36,89
365	TI-132G/18	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	45,80
366	TI-132G/19	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	32,12
367	TI-132G/20	Kebasen - II 3	A3C	35,00	A3C	25,00	ADA	11	24,60
368	TI-132/1	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
369	TI-132/2	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
370	TI-132/3	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
371	TI-132/4	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	29,35
372	TI-132/5	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	38,05
373	TI-132/6	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	26,60
374	TI-132/7	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	20,97
375	TI-132/8	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	53,07
376	TI-133	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,29
377	TI-134	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	33,25
378	TI-135	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	36,63
379	TI-136	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
380	TI-137	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,30
381	TI-138	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,60
382	TI-139	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	22,86
383	TI-140	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	29,08
384	TI-141	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	43,24
385	TI-142	Kebasen - II 3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,00
386	TI-132A/1	Kebasen - II 3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	34,65





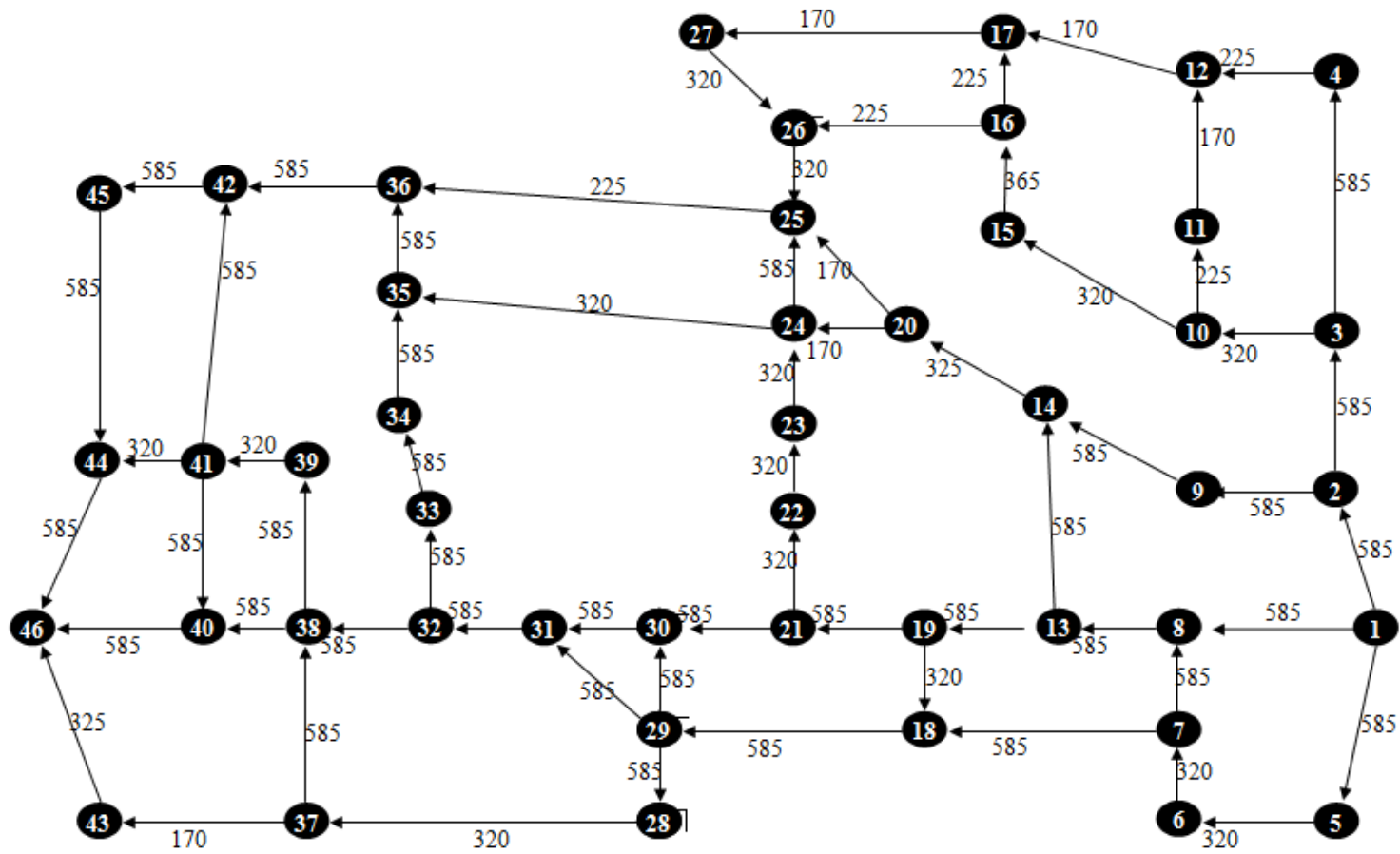
387	T1-132A/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	25,54
388	T1-132A/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	17,20
389	T1-132A/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,26
390	T1-132A/5	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	45,43
391	T1-132A/6	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	40,01
392	T1-132A/7	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	52,90
393	T1-132A/8	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	34,91
394	T1-143	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,43
395	T1-144	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
396	T1-145	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
397	T1-146	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	24,60
398	T1-147	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
399	T1-148	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
400	T1-149	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
401	T1-142D/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	29,35
402	T1-142D/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	38,05
403	T1-142D/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	26,60
404	T1-142D/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	20,97
405	T1-142D/5	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	53,07
406	T1-142D/6	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	17,29
407	T1-142D/7	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	33,25
408	T1-142D/8	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,63
409	T1-142D/9	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,26
410	T1-142D/10	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	24,30
411	T1-151C/L/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,60
412	T1-151C/L/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	25,86
413	T1-151C/L/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	29,08
414	T1-151C/L/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	42,41
415	T1-151C/L/5	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	37,00
416	T1-151C/L/6	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,54
417	T1-151C/L/7	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	73,63
418	T1-151C/L/8	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	39,18
419	T1-151C/L/9	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	49,42



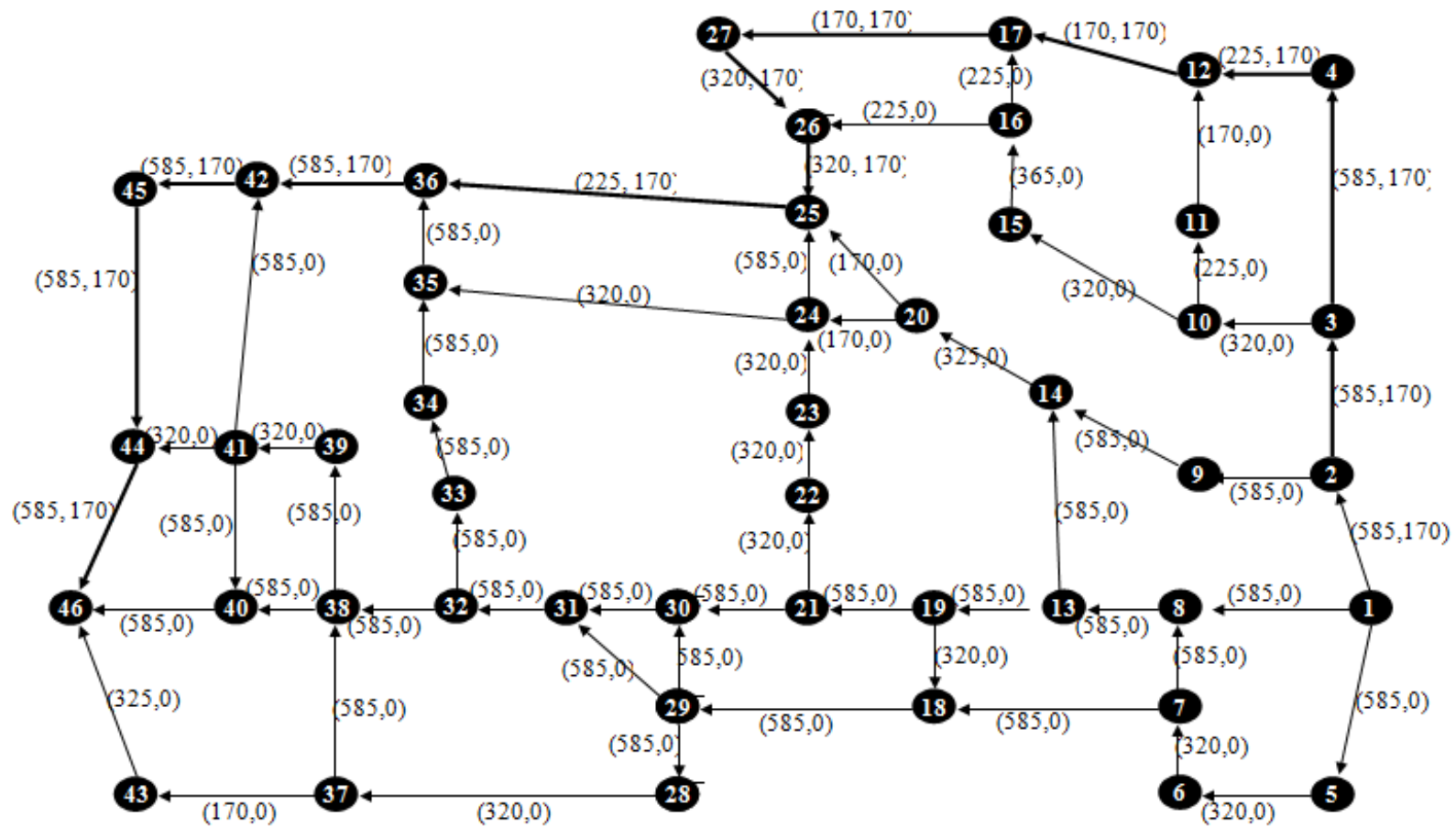
420	T1-151C/L/10	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	48,72
421	T1-151C/L/11	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	49,43
422	T1-142Q/7	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
423	T1-142Q/8	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
424	T1-142Q/9	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
425	T1-142Q/10	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	53,73
426	T1-142Q/11	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	28,64
427	T1-142Q/12	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	47,62
428	T1-142Q/13	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	42,32
429	T1-142Q/14	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,89
430	T1-142Q/15	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
431	T1-142Q/16	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	25,25
432	T1-151/1	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	32,32
433	T1-151/2	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,76
434	T1-151/3	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	36,78
435	T1-151/4	Kebasen - 11	3	A3C	95,00	A3C	70,00	ADA	11	10,32
436	T1-151C/1	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,32
437	T1-151C/2	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	32,45
438	T1-151C/3	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	17,20
439	T1-151C/4	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
440	T1-151C/5	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	35,76
441	T1-151E/1	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	40,01
442	T1-151E/2	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	52,90
443	T1-151E/3	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	34,91
444	T1-151E/4	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	49,43
445	T1-151E/5	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	41,48
446	T1-151E/6	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	37,26
447	T1-151E/7	Kebasen - 11	3	A3C	240,00	A3C	150,00	ADA	11	53,73



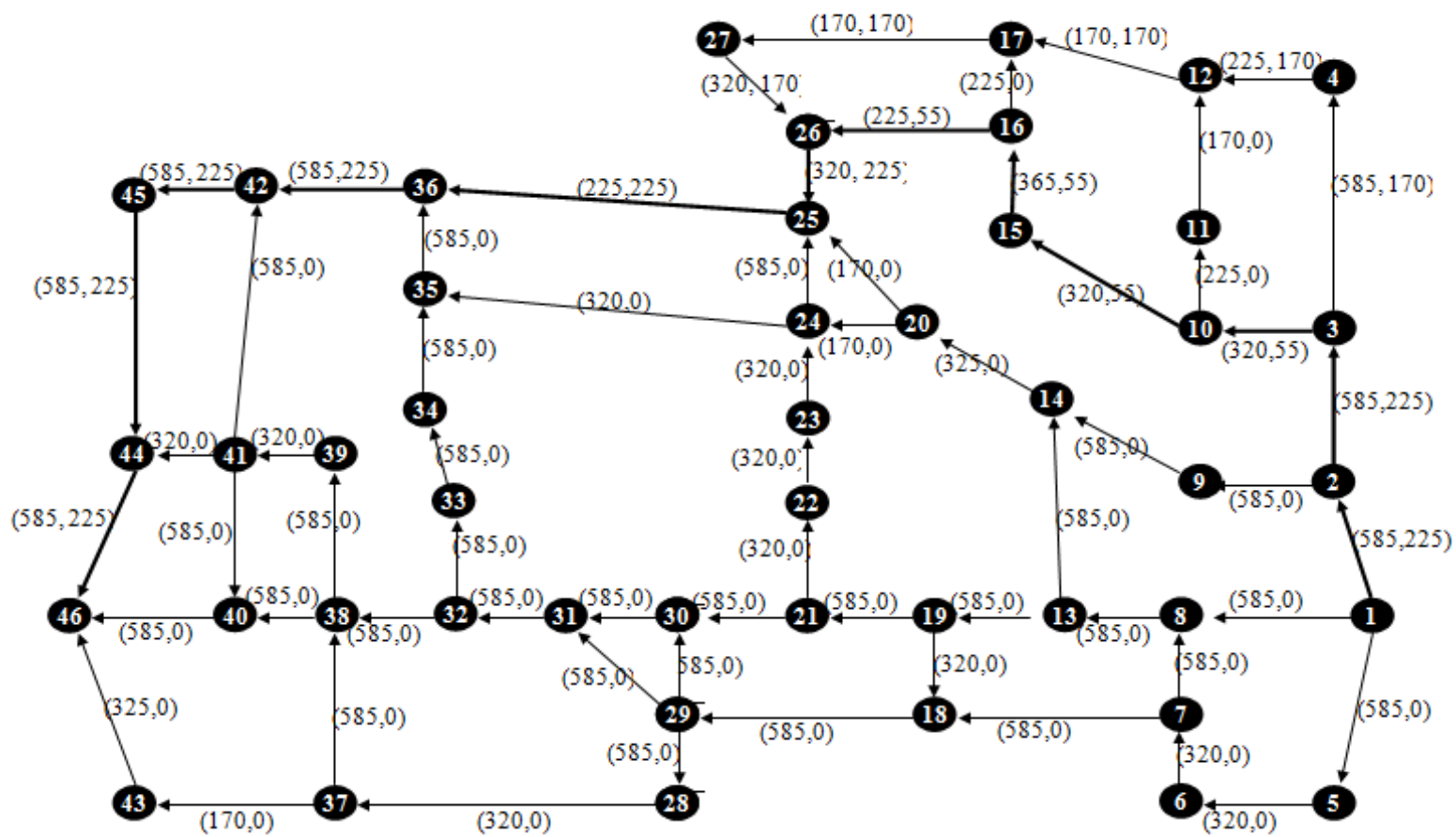




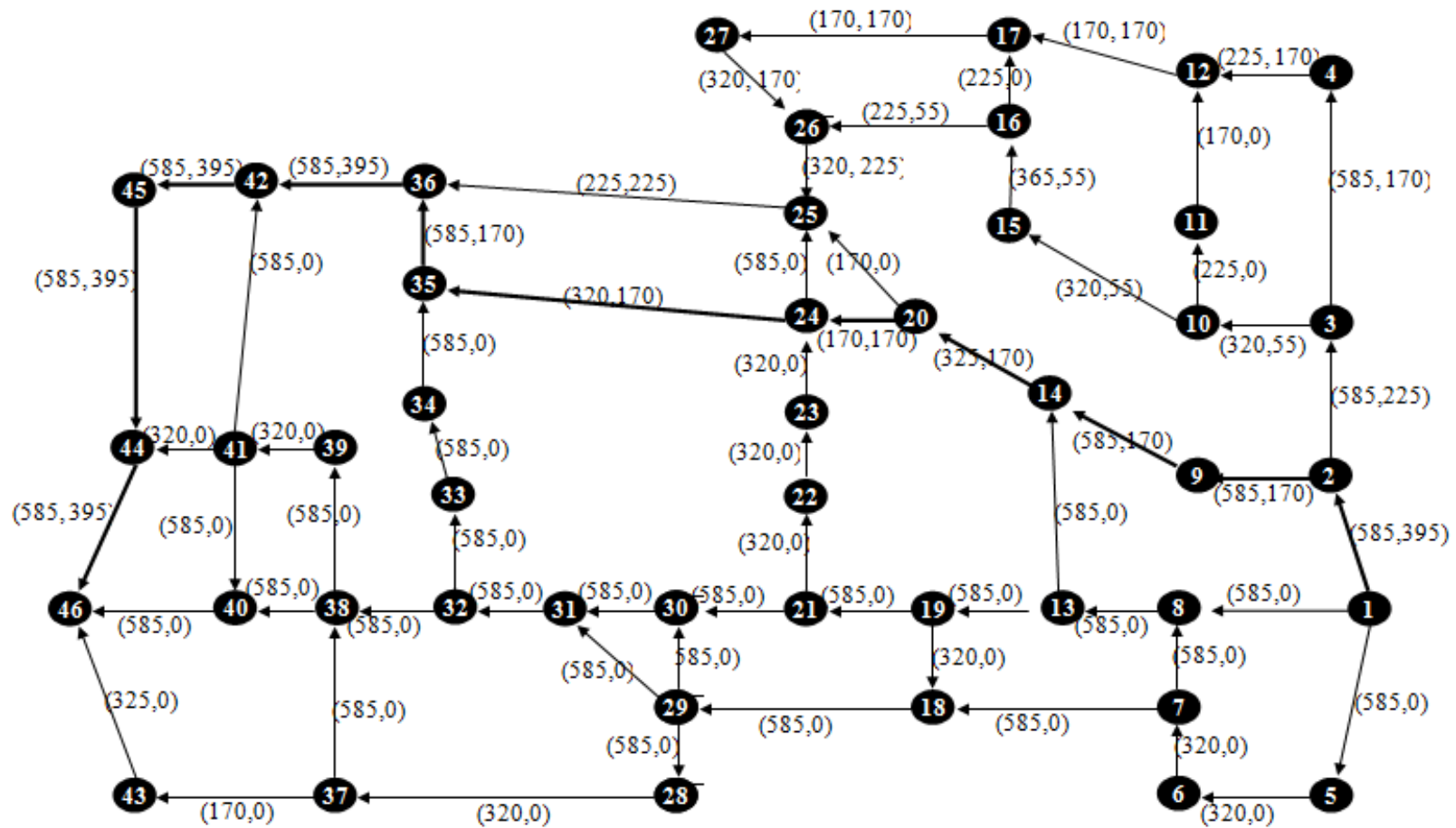
Jaringan listrik Kota Tegal Wilayah  
distribusi kebasen 11



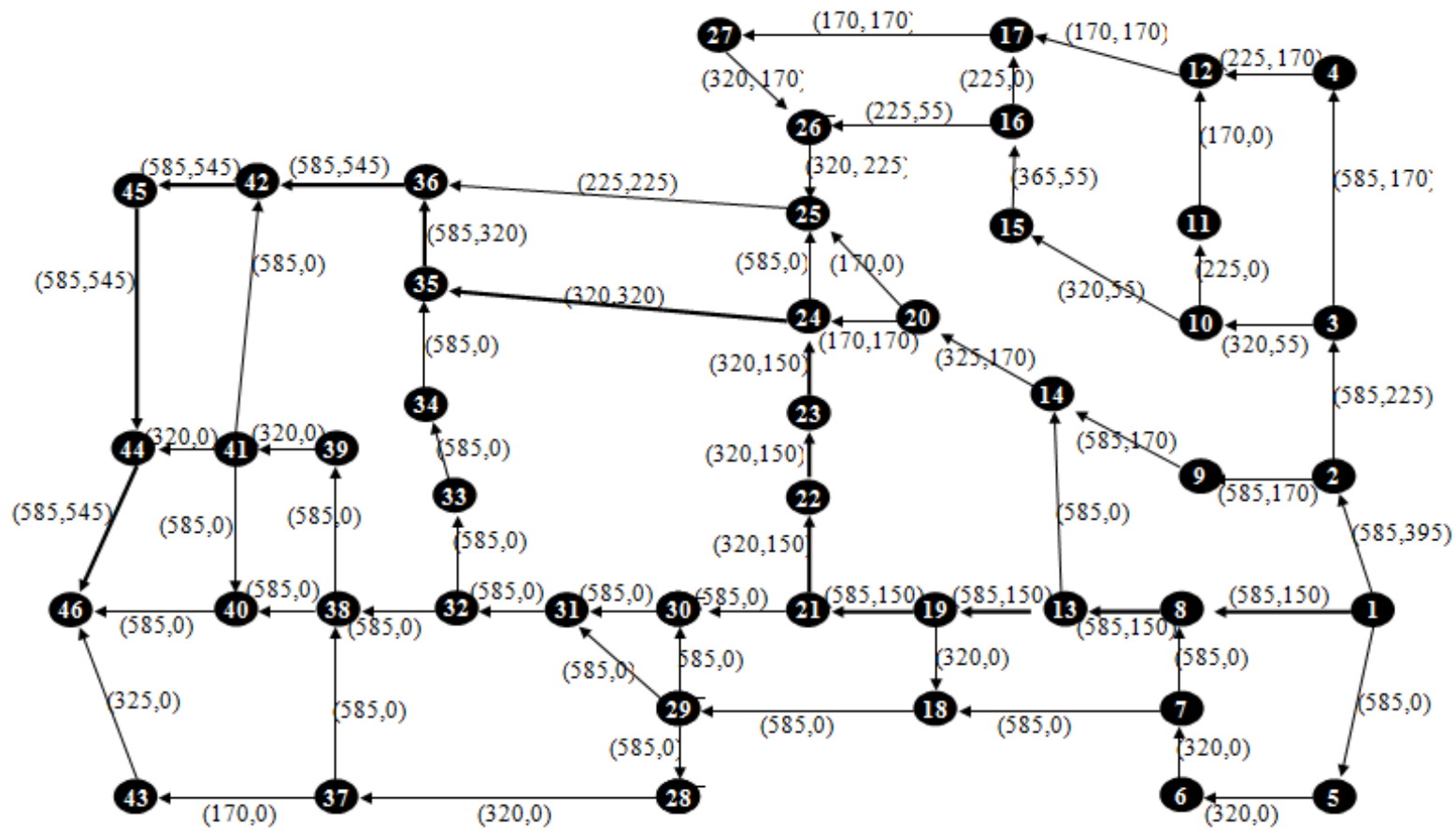
Iterasi 1 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



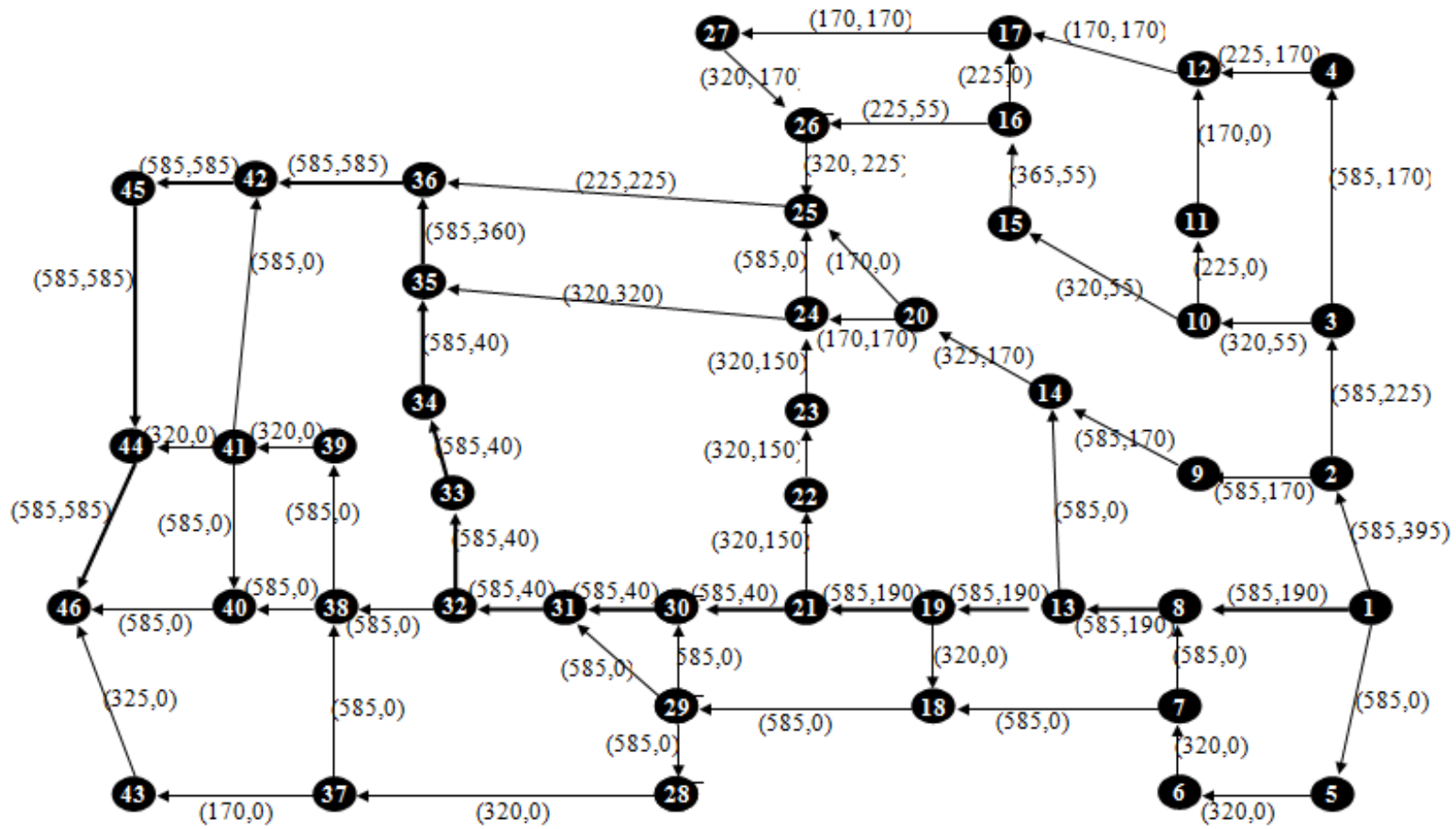
Iterasi 4 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



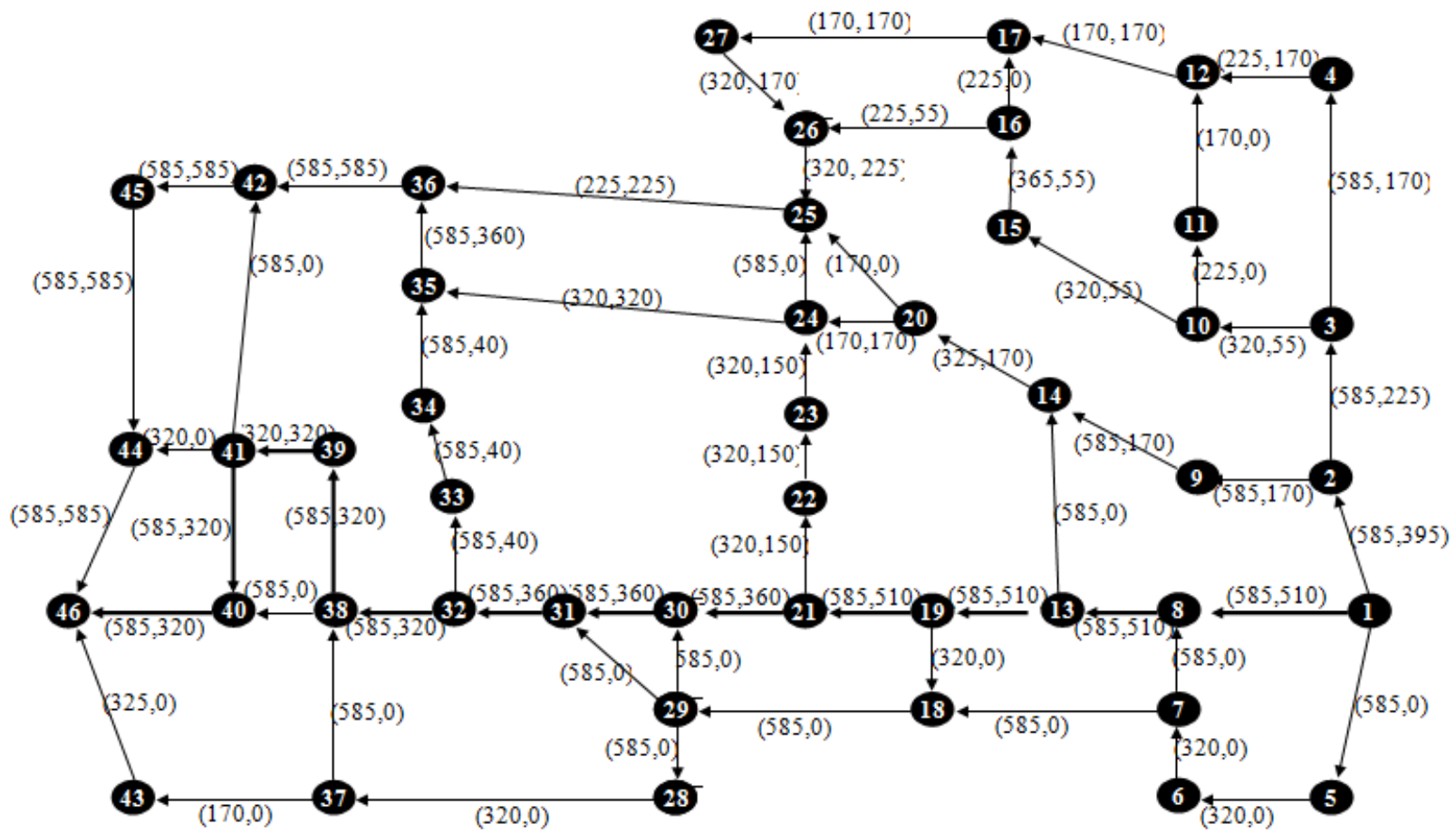
Iterasi 9 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



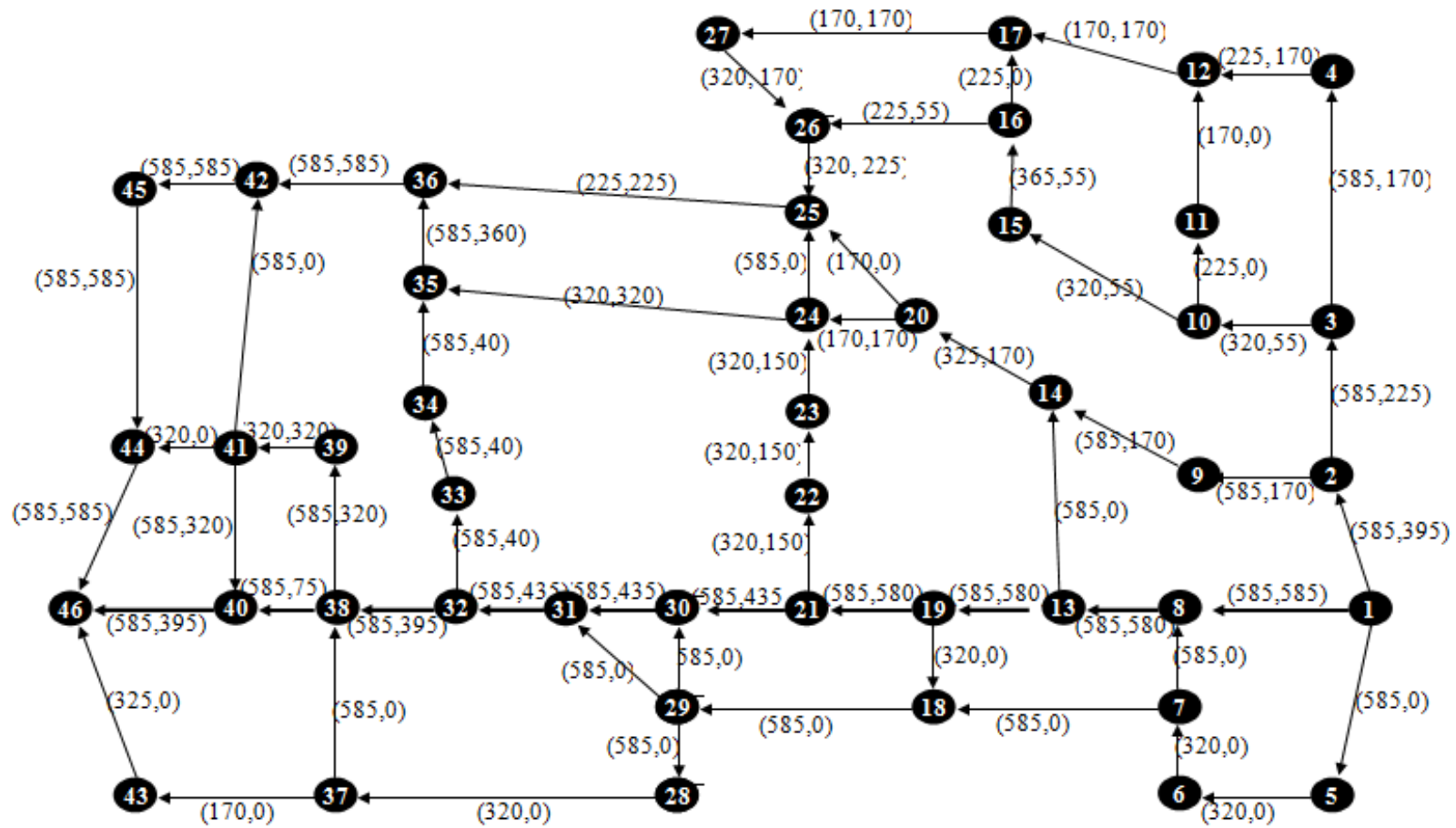
Iterasi 12 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



Iterasi 13 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11

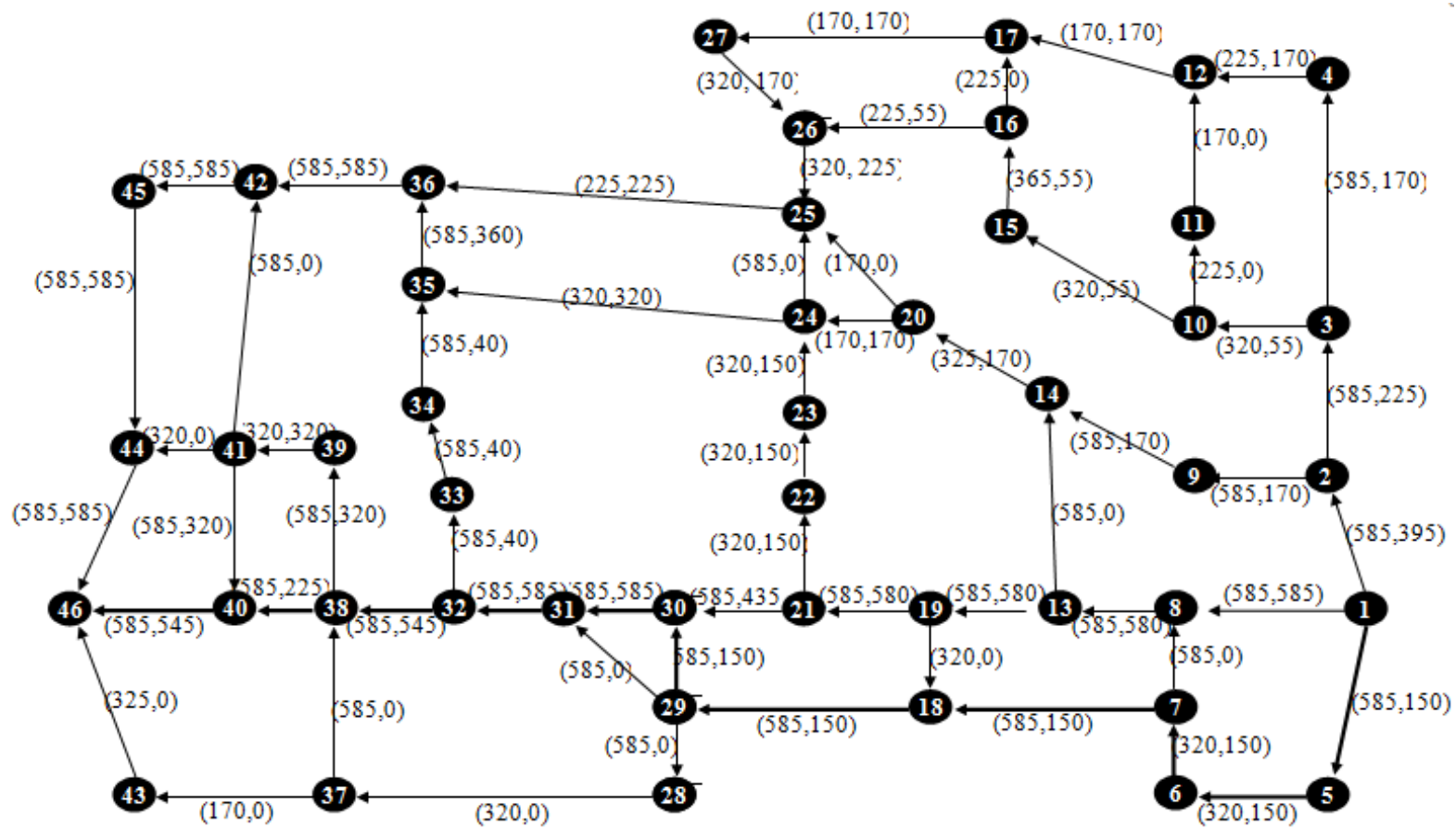


Iterasi 16 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11

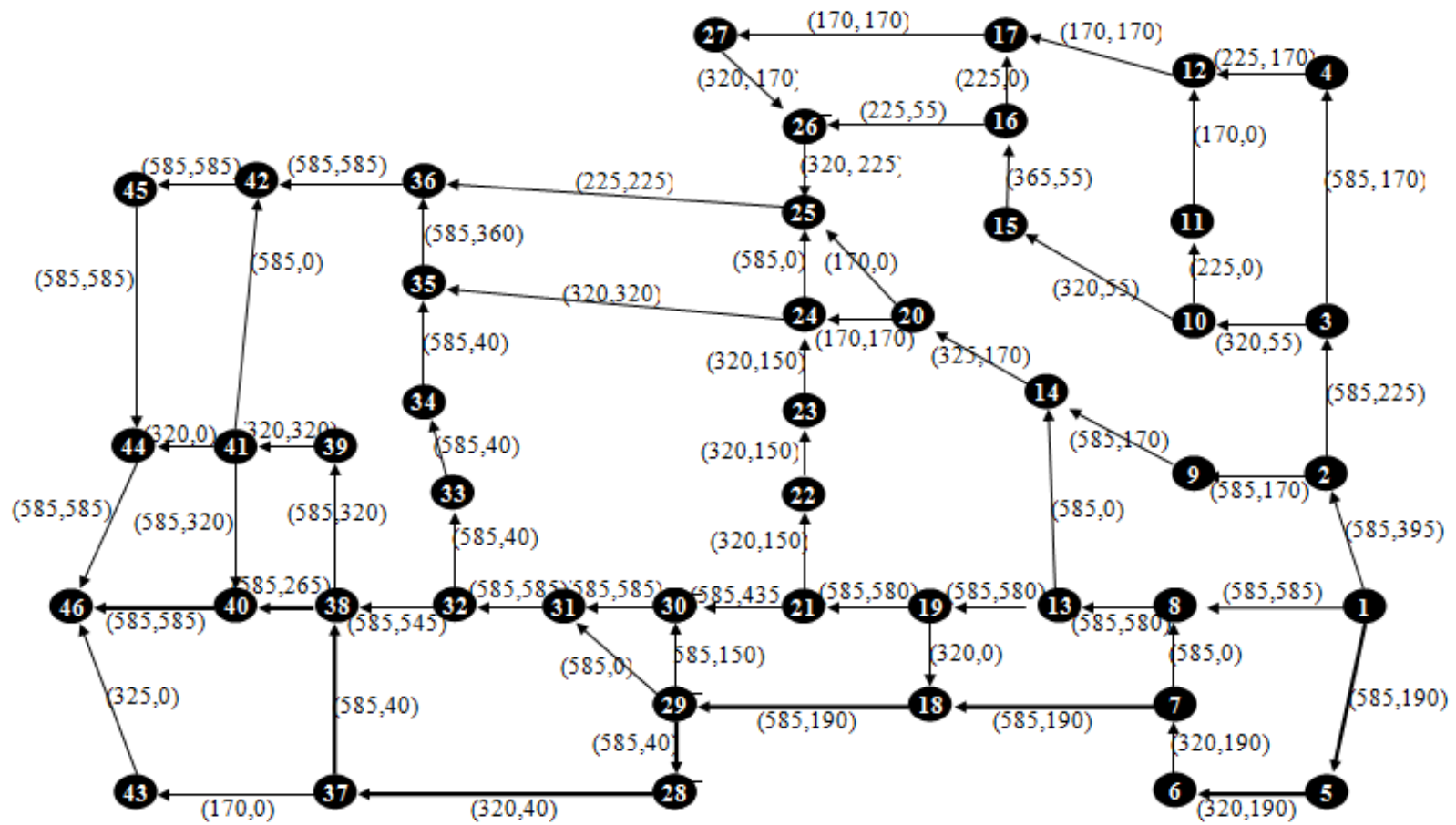


Iterasi 17 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11

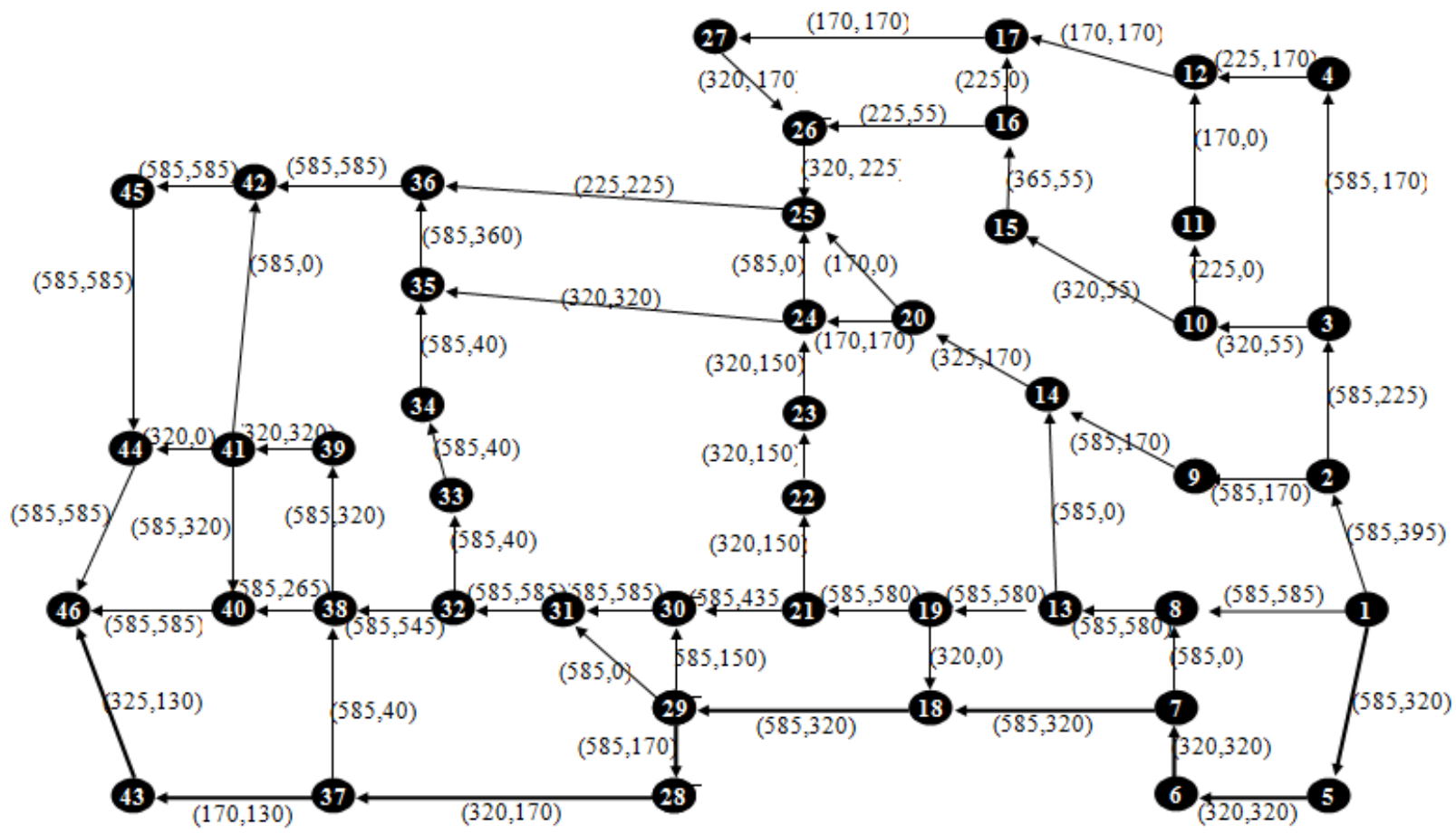




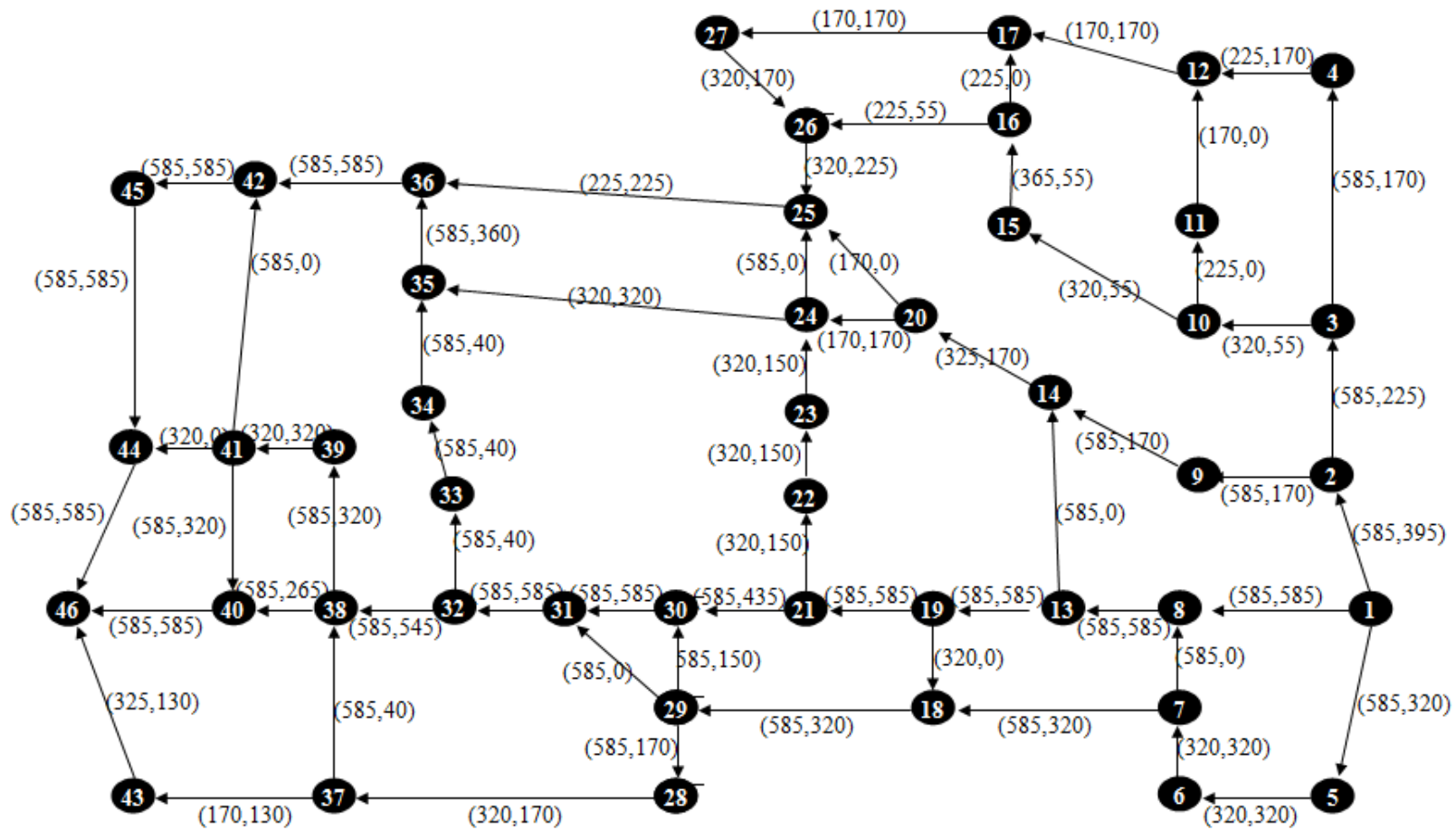
Iterasi 47 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



Iterasi 56 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11



Iterasi 57 Algoritma Ford-Fulkerson  
 Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11

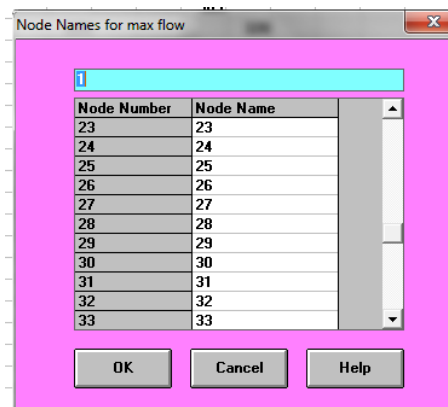
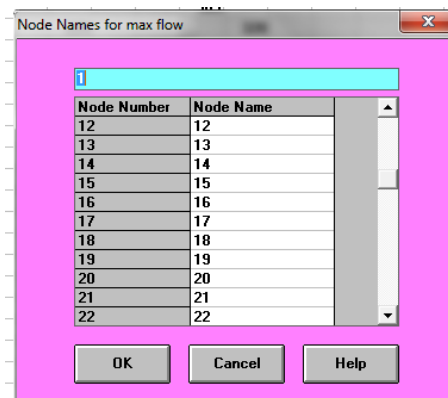
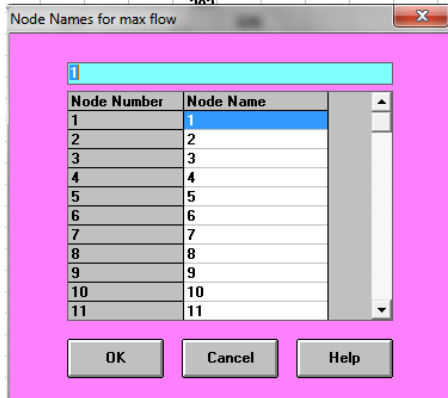


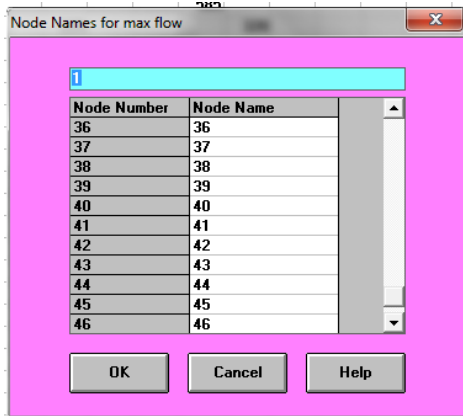
Jaringan Listrik Kota Tegal Wilayah Distribusi Kebasen 11  
Setelah di Maksimumkan dengan Algoritma Ford-Fulkerson

## Lampiran 5

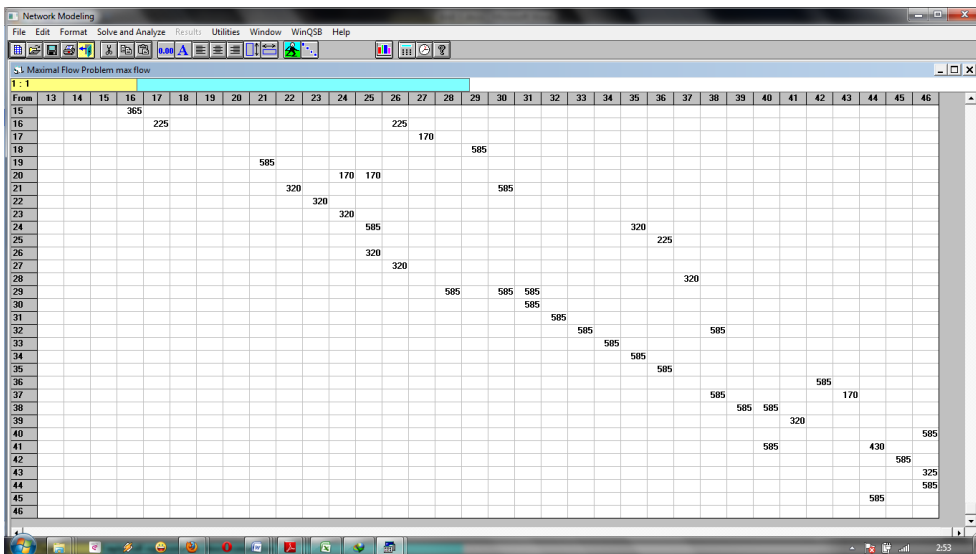
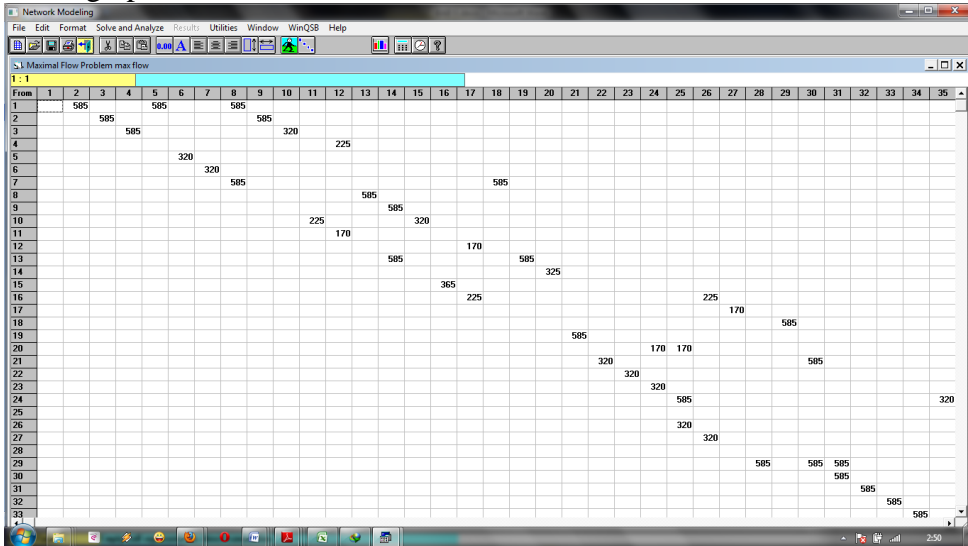
Hasil Pencarian dengan *Software* WinQSB

## 1. Penamaan masing-masing simpul






## 2. Penginputan data



## 3. Output hasil akhir aliran maksimum

08-12-2013	From	To	Net Flow	From	To	Net Flow	
1	1	2	395	22	24	35	170
2	1	5	320	23	25	36	225
3	1	8	585	24	26	25	70
4	2	3	70	25	28	37	320
5	2	9	325	26	29	28	320
6	3	10	70	27	30	31	585
7	5	6	320	28	31	32	585
8	6	7	320	29	32	38	585
9	7	18	320	30	35	36	170
10	8	13	585	31	36	42	395
11	9	14	325	32	37	38	150
12	10	15	70	33	37	43	170
13	13	19	585	34	38	39	150
14	14	20	325	35	38	40	585
15	15	16	70	36	39	41	150
16	16	26	70	37	40	46	585
17	18	29	320	38	41	44	150
18	19	21	585	39	42	45	395
19	20	24	170	40	43	46	170
20	20	25	155	41	44	46	545
21	21	30	585	42	45	44	395
<b>Total</b>	<b>Net Flow</b>	<b>From</b>	<b>1</b>	<b>To</b>	<b>46</b>	<b>=</b>	<b>1300</b>

## Lampiran 6

 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG	<b>FORMULIR</b>	No. Dokumen	FM-03-AKD-24
	<b>SK PEMBIMBING SKRIPSI</b>	No. Revisi	00
		Tanggal Berlaku	01 Maret 2010
		Halaman	1 dari 1

**KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor : 11471 /H37.1.4/PP/2010

Tentang

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP  
TAHUN AKADEMIK 2009/2010**

**Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi. Matematika/Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.

**Mengingat** :

1. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
2. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
3. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)

**Memperhatikan** : Usul Ketua Jurusan Matematika / Prodi Matematika Tanggal, 16 Desember 2010

**MEMUTUSKAN**

**Menetapkan** :  
**PERTAMA** : Menunjuk dan menugaskan kepada :


1. Nama : Dr. Hardi Suyitno, M.Pd  
NIP : 195004251979031001  
Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda/IV-c  
Jabatan Akademik : Lektor Kepala  
Sebagai Pembimbing I
2. Nama : Drs. Darmo  
NIP : 194904081975011001  
Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda /IV-c  
Jabatan : Lektor Kepala  
Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa menyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : Thesa Farizal  
NIM : 4150406544  
Jurusan/Prodi : Matematika/Matematika /S1  
Topik/Judul : Pencarian Aliran Maksimum Dengan Algoritma Ford-Fulkerson

**KEDUA** : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG  
RENDONGGAL : 16 Desember 2010

  
 Dr. Kasmadi Imam S., M.S  
 NIP 19511115 197903 1001

- Tembusan**
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
  2. Ketua Jurusan Matematika
  3. Dosen Pembimbing
  4. Peringgal



## Lampiran 7



PT PLN (Persero)  
DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN D.I. YOGYAKARTA  
AREA PELAYANAN DAN JARINGAN TEGAL

Jalan Pemuda No. 9 Tegal 52121.

Telepon : 0283-358633 (hunting)  
Jwots : 52119, 52123, 52124

Facsimile : 0283-351608  
E-mail : mapjtgl@plnjateng.co.id

Website : [www.plnjateng.co.id](http://www.plnjateng.co.id)

Nomor : ~~237~~ / 490 / APJTGL / 2010 29 Desember 2010  
Surat Sdr. No : 11502/H.37.1.4/PP/2010  
Lampiran : -  
Sifat : -  
Perihal : Ijin Penelitian Kepada,

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**  
Gedung D5 Lt. 1 Kampus Sekaran  
Gunungpati Semarang

Sehubungan dengan surat Saudara :

Nomor : 11502/H.37.1.4/PP/2010  
Tanggal : 20 Desember 2010  
Perihal : Ijin Penelitian  
Atas nama : Thesa Farizal / 4150406544

Mahasiswa Universitas Negeri Semarang Program Studi Matematika, sesuai Surat Edaran Pemimpin PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah No. 006/7425/PD.11/1994 tanggal 5 Agustus 1994, diberitahukan bahwa permohonan ijin penelitian tersebut dapat **Disetujui** untuk dilaksanakan pada bulan Januari 2011 di PT. PLN (Persero) APJ Tegal UPJ Tegal Kota dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Siswa yang melaksanakan Kerja Praktek/Penelitian supaya membuat/Mengisi Surat Pernyataan dalam rangkap 2 (dua).
2. Yang bersangkutan tidak dibenarkan mengajukan permintaan data/informasi yang berhubungan dengan Rahasia perusahaan (Akuntansi) dsb.
3. Sebelum pelaksanaan diharap yang bersangkutan terlebih dahulu menghubungi Seksi Kepegawaian PT PLN (Persero) APJ Tegal dengan membawa surat pernyataan dan lampirannya seperti tersebut di atas.

Demikian kami sampaikan dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.



SUBUH ISNANDI

Tembusan :

- MUPJ Tegal Kota

## Lampiran 8



PT. PLN ( Persero )  
DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN D.I. YOGYAKARTA  
AREA PELAYANAN DAN JARINGAN TEGAL  
UNIT PELAYANAN DAN JARINGAN TEGAL KOTA

Jalan Yos Sudarso No. 10 Tegal  
Telepon : 356371  
Kode Pos : 52121

Facsimile : 351753  
E-mail :

Website :

**SURAT KETERANGAN**  
**01.Skt/UPJTGA/I/2011**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **NURKHOLIK**  
NIP/NIK/NPP\*) : **6384249-Z**  
Jabatan : **Manajer PT PLN(Persero) UPJ Tegal Kota**

Menerangkan bahwa siswa berikut ini :

Nama : **THESA FARIZAL**  
Tempat,tgl lahir : **Semarang , 4 April 1988**  
No. induk Mahasiswa : **4150406544**  
Jurusan : **Matematika**  
Asal Universitas : **UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Telah melakukan penelitian jaringan di Kantor PT PLN(Persero) UPJ Tegal Kota pada tanggal 14 Januari 2011 dan 18 Januari 2011.

Tegal, 19 Januari 2011  
Mengetahui,  
Manager PT. PLN ( Persero )  
UNIT PELAYANAN DAN JARINGAN  
TEGAL KOTA,  
**NURKHOLIK**



## Lampiran 9



PT. PLN ( Persero )  
DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN D.I. YOGYAKARTA  
AREA PELAYANAN DAN JARINGAN TEGAL  
UNIT PELAYANAN DAN JARINGAN TEGAL KOTA

Jalan Yos Sudarso No. 10 Tegal

Telepon : 356371

Kode Pos : 52121

Facsimile : 351753

E-mail :

Website :

## **SURAT KETERANGAN**

**Nomor : 02.Skt/UPJTGA/I/2011**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **NURKHOLIK**  
NIP/NIK/NPP\*) : **6384219-Z**  
Jabatan : **Manajer UPJ Tegal Kota**

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa berikut ini :

Nama : **THESA FARIZAL**  
Tempat, Tgl Lahir : **Semarang, 4 April 1988**  
No. Induk Siswa : **4150406544**  
Program Keahlian : **Matematika**  
Universitas/Akademi : **UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Yang bersangkutan benar – benar telah meneliti dan memperoleh data / informasi yang akurat dari

PT. PLN(Persero) UPJ Tegal Kota.

