

OPTIMASI PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK (PSTN) MENGUNAKAN ALGORITMA GREEDY DAN ALGORITMA STAR DENGAN PT. TELKOM KUPANG SEBAGAI MODEL

Amin A. Maggang¹, Beby H. A. Manafe²

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui Kupang
Email: a.a.maggang@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto - Penfui Kupang
Email: bebymanafe@yahoo.com

ABSTRAK

Kualitas dari sebuah jaringan telepon dapat dilihat dari kemampuan jaringan untuk melewati semua aliran trafik. Jaringan dikatakan memiliki kualitas yang baik atau optimum, apabila jaringan mampu untuk melewati semua trafik sesuai dengan *Grade of Service (GoS)* yang ditawarkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model jaringan telepon dengan aliran trafik yang optimum sehingga dapat ditentukan link untuk menghubungkan suatu sentral dengan sentral lainnya dengan pemakaian kapasitas sirkit yang optimum. Pengoptimasian aliran trafik ini dilakukan dengan menggunakan algoritma greedy dan algoritma star. Penelitian ini menggunakan 9 sentral/node. Dimana intensitas trafik yang digunakan adalah intensitas trafik yang paling maksimum dan minimum diantara kesembilan sentral tersebut. Yang nilainya masing-masing adalah 176.7 erlang dan 0 erlang. Nilai intensitas trafik ini, digunakan untuk membangkitkan trafik secara acak agar mendapatkan nilai intensitas trafik rata-rata pada setiap sentral yang kemudian direpresentasikan dalam matriks T dan matriks U . Nilai kedua matriks ini yang dipakai oleh algoritma Greedy dan algoritma Star untuk memodelkan jaringan. Dengan diperolehnya model jaringan ini kemudian dicari matriks D untuk perhitungan $Z(T)$. Dari hasil simulasi yang diperoleh dari kedua algoritma, menunjukkan bahwa model jaringan yang dihasilkan oleh algoritma Star adalah model jaringan yang optimum karena dari 30 kali percobaan model jaringan algoritma Star memiliki nilai $Z(T)$ lebih kecil dibandingkan dengan nilai $Z(T)$ algoritma Greedy.

Kata kunci: PSTN, algoritma greedy, algoritma star

1. PENDAHULUAN

Intensitas trafik pada jaringan telepon berubah-ubah dan biasanya pada hari-hari libur besar penggunaan trafik telepon baik suara maupun data meningkat dengan cepat. Hal ini menyebabkan terjadinya kemacetan pada jaringan yang diakibatkan karena grup sirkit yang memiliki *Grade of Services (GOS)* tertentu tidak dapat melewati semua trafik yang mengalir dalam jaringan. Agar dapat mempertahankan kemampuan jaringan maka perlu dilakukan optimasi jaringan. Optimasi jaringan akan dapat menstabilkan kemampuan layanan jaringan dan menekan biaya pengembangan jaringan, serta meningkatkan utilisasi jaringan.

Optimasi jaringan dilakukan menggunakan algoritma Greedy dan algoritma Star untuk mendapatkan model jaringan yang dapat bekerja efektif. Kedua algoritma ini memiliki kelebihan yaitu paling cepat didalam menemukan solusi optimum dalam persoalan optimasi

dengan membentuk solusi langkah per langkah. Pendekatan yang digunakan kedua algoritma ini adalah membuat pilihan yang memberikan perolehan terbaik, yaitu membuat pilihan optimum lokal pada setiap langkah dengan harapan bahwa sisanya mengarah ke solusi optimum global. (Kereshenbaum, Aaron. 1993)

2. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat dua matriks $N \times N$ yang dipakai untuk memodelkan jaringan, yaitu matriks T dan matriks U . Elemen di dalam matriks $N \times N$, merupakan nilai intensitas trafik. (Munir, Rinaldi, Ir, MT. 2001).

Matriks T

Matriks (T) merupakan matriks intensitas trafik rata-rata dari suatu sentral. Gambar 1. di bawah ini merupakan contoh matriks T . Dimana setiap elemen $t_{1,2}$ $t_{1,3}$ dan seterusnya merupakan intensitas trafik rata-rata.

$$T(i,j) = \begin{matrix} \begin{pmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & t_{1,3} & t_{1,4} & t_{1,5} & t_{1,6} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & t_{2,3} & t_{2,4} & t_{2,5} & t_{2,6} \\ t_{3,1} & t_{3,2} & t_{3,3} & t_{3,4} & t_{3,5} & t_{3,6} \\ t_{4,1} & t_{4,2} & t_{4,3} & t_{4,4} & t_{4,5} & t_{4,6} \\ t_{5,1} & t_{5,2} & t_{5,3} & t_{5,4} & t_{5,5} & t_{5,6} \\ t_{6,1} & t_{6,2} & t_{6,3} & t_{6,4} & t_{6,5} & t_{6,6} \end{pmatrix} & \begin{matrix} \text{---> 1} \\ \text{---> 2} \\ \text{---> 3} \\ \text{---> 4} \\ \text{---> 5} \\ \text{---> 6} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Kolom } (j) \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \end{matrix} \text{ Baris } (i)$$

Gambar 1. Matrik (T) NxN

Matriks U

Matriks (U) merupakan hasil jumlah intensitas trafik dalam suatu link antar sentral yaitu diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$U(i,j) = T(i,j) + T(j,i) \tag{1}$$

Sebagai contoh, dalam matriks U pada gambar 2. dibawah ini untuk nilai U(1,2) merupakan penjumlahan elemen t(1,2) + t(2,1).

$$U(i,j) = \begin{matrix} \begin{pmatrix} u_{1,1} & u_{1,2} & u_{1,3} & u_{1,4} & u_{1,5} & u_{1,6} \\ 0 & u_{2,2} & u_{2,3} & u_{2,4} & u_{2,5} & u_{2,6} \\ 0 & 0 & u_{3,3} & u_{3,4} & u_{3,5} & u_{3,6} \\ 0 & 0 & 0 & u_{4,4} & u_{4,5} & u_{4,6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & u_{5,5} & u_{5,6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & u_{6,6} \end{pmatrix} & \begin{matrix} \text{---> 1} \\ \text{---> 2} \\ \text{---> 3} \\ \text{---> 4} \\ \text{---> 5} \\ \text{---> 6} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \\ \downarrow \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Kolom } (j) \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \end{matrix} \text{ Baris } (i)$$

Gambar 2. Matrik (U) NxN

Spanning Tree dengan Aliran Optimum

Spanning Tree dengan aliran optimum merupakan metode untuk mengidentifikasi subset dari pohon-pohon suatu jaringan dengan sejumlah simpul yang mengoptimumkan aliran pada link dalam jaringan. Besaran yang yang diidentifikasi tersebut menunjukkan kapasitas kanal total di jaringan yang diperlukan untuk memuat trafik. (Munir, Rinaldi, Ir, MT. 2001).

Dengan Spanning Tree dicari pohon sedemikian rupa sehingga:

$$Z(T) = \min_{T \in \tau} \sum_{i,j} t(i,j).d(i,j) \tag{2}$$

Bila u(i,j) = t(i,j) + t(j,i) maka:

$$Z(T) = \min_{T \in \tau} \sum_i u(i,j).d(i,j) \tag{3}$$

Keterangan:

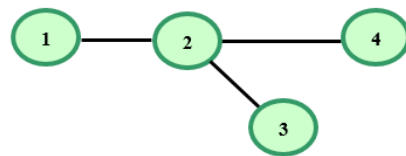
1. t(i,j) = Matriks trafik antara link (i,j)
2. u(i,j) = Matriks Total trafik antara link (i,j)

3. d(i,j) = Matriks jarak antara link (i,j) atau jumlah lompatan antara link (i,j)

Dengan Z(T) merupakan biaya total di dalam jaringan yang diperlukan untuk melewati beban trafik yang mengalir di dalam jaringan dan dalam hal ini Z(T) digunakan untuk membandingkan algoritma Greedy dan algoritma Star dimana algoritma dengan Z(T) paling minimum merupakan algoritma terbaik yang mampu memodelkan suatu jaringan yang optimum dengan biaya yang minimum. (Kershenbaum, Aaron. 1993).

Matriks Jarak D

Matriks jarak D, merupakan representasi jaringan yang diperoleh berdasarkan jumlah lompatan antar sentral (i,j) atau jumlah link yang menghubungkan kedua sentral (i,j) tersebut. Representasi matriks jarak dapat dijelaskan dalam contoh berikut:



Gambar 3. Contoh Model Jaringan

Berdasarkan model jaringan pada gambar 3 maka matriks D dapat direpresentasi sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Gambar 4. Representasi Matriks D

Elemen matriks jarak D pada gambar 4 merupakan jumlah lompatan (hope) antara node (i,j). Sebagai contoh untuk elemen matriks D(1,2) nilainya adalah 1 karena antara node 1 dan node 2 terhubung langsung. Sedangkan untuk elemen matriks D(1,3) nilainya 2 karena untuk menghubungkan node 1 dan node 3 harus melewati node 2 sehingga diperlukan 2 hope.

Langkah-langkah Algoritma Greedy

Dengan t(i,j) sebagai bobot pada link (i,j), cari pohon yang memberikan nilai optimum.

Langkah-langkah algoritma Greedy:

- a. Langkah 1 : Memasukan nilai intensitas trafik rata-rata dari setiap

- b. simpul/node ke dalam matriks T kemudian menentukan matriks U
- c. Langkah 2 : Simpul/node yang mempunyai bobot intensitas trafik maksimum diletakan saling berdekatan.
- d. Langkah 3 : Ulangi langkah 2 sampai seluruh simpul/node terhubung membentuk pohon

Langkah-langkah Algoritma Star

Bila suatu jaringan Star adalah optimum, maka simpul pusat adalah simpul yang mempunyai jumlah trafik (ke dan dari) terbesar.

Langkah-langkah algoritma Star:

- a. Langkah 1: Memasukan nilai intensitas trafik rata-rata ke dalam matriks T kemudian menentukan matriks U
- b. Langkah 2: Menentukan simpul/node yang memiliki interaksi trafik dari dan ke setiap node dari matriks U yang memiliki trafik paling maksimum
- c. Langkah 3: Menghubungkan seluruh simpul/node terhadap simpul/node yang memiliki interaksi trafik dari dan ke setiap node dari matriks U yang memiliki trafik paling maksimum tersebut. (Munir, Rinaldi, Ir, MT. 2001).

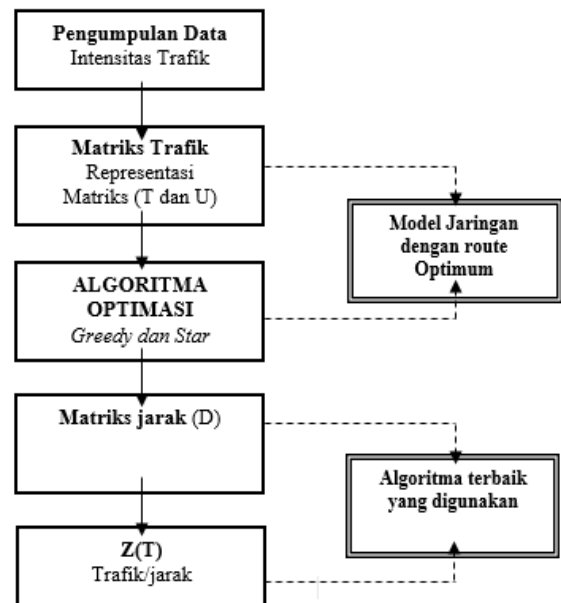
3. METODE PENELITIAN

Jenis dan sumber data

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder, yaitu data hasil pengukuran intensitas trafik maksimum dan intensitas trafik minimum trunk group selama 24 jam yang diukur pada minggu pertama setiap bulan pada sentral EWSD dan Konfigurasi Network NTT area pada PT. TELKOM Kupang. Sedangkan data primer adalah data intensitas trafik maksimum dan minimum antara sentral EWSD Kupang ke delapan sentral lain, yang diperoleh berdasarkan data sekunder *call seizure* (λ) dan waktu pendudukan rata-rata (h). Dimana data ini merupakan data hasil pengukuran *call seizure* maksimum dan minimum serta waktu pendudukan rata-rata maksimum dan minimum trunk group selama 24 jam, yang juga diukur pada minggu pertama setiap bulan pada sentral EWSD.

Prosedur penelitian

Metode penelitian dilakukan berdasarkan Prosedur penelitian pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Blok Diagram Prosedur Penelitian

Penjelasan Blok diagram Prosedur penelitian:

Pengumpulan data trafik

Data trafik yang dikumpulkan adalah Data *range* intensitas trafik (maksimum dan minimum) untuk setiap *link* antara sentral. Data ini akan dibangkitkan secara random pada setiap sentral, kemudian dicari nilai rata-ratanya. Dimana nilai rata-rata ini akan dimasukkan ke matriks trafik.

Matriks Trafik

Intensitas trafik rata-rata dari masing-masing sentral direpresentasikan dalam bentuk matriks trafik, sesuai dengan konfigurasi *network* NTT area. Dimana sentral sebagai simpul atau *node*. Matriks trafik yang digunakan untuk memodelkan jaringan adalah matriks T dan Matriks U.

Algoritma optimasi

Algoritma optimasi yang digunakan adalah algoritma *greedy* dan *star*. Kedua algoritma ini dipakai untuk memodelkan jaringan untuk mendapatkan *link* antar sentral dengan aliran trafik maksimum dengan biaya Z(T) yang minimum berdasarkan matriks trafik T dan U.

Matriks Jarak D

Matriks jarak dihitung berdasarkan model jaringan yang dibentuk oleh kedua algoritma dengan memperhatikan lompatan atau *hope* antara sentral.

Biaya Z(T)

Biaya $Z(T)$ merupakan jumlah perkalian antara matriks jarak $D(i,j)$ dan matriks trafik $U(i,j)$ dari suatu sentral. Algoritma terbaik adalah algoritma yang memiliki biaya $Z(T)$ paling minimum.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Jaringan *Public Switched Telephone Network* (PSTN) pada PT. Telkom Kupang menggunakan dua sentral yaitu Sentral Telepon Digital (STDI) dan Sentral *Electronic Wahler System Digital* (EWSD). Kedua sentral ini tercakup dalam *network NTT area* yakni terdapat 11 buah sentral EWSD dan 3 buah sentral STDI lampiran 2. Penelitian ini digunakan 8 sentral yang terhubung langsung ke sentral EWSD Kupang untuk memodelkan jaringan dengan aliran trafik yang optimum. Dengan demikian total semua sentral yang dimodelkan berjumlah 9 sentral, yaitu sentral EWSD Kupang, sentral EWSD Kalabahi, sentral EWSD Atambua, sentral EWSD Waikabubak, sentral EWSD Waingapu, sentral EWSD Ruteng, sentral EWSD Ende, sentral EWSD Maumere dan sentral EWSD Larantuka .

Data

Berikut ini merupakan data *range* intensitas trafik untuk setiap sentral EWSD yang terhubung ke sentral EWSD Kupang.

Tabel 1. Data *range* Intensitas trafik sentral EWSD yang terhubung dengan sentral EWSD Kupang

Sentral Asal	Sentral Tujuan	Intensitas trafik (erlang)	
		Maximum	Minimum
Kupang	Kalabahi	13,35	0
	Atambua	11,89	0,05
	Waikabubak	15,83	0
	Waingapu	9,81	0
	Ruteng	7,35	0
	Ende	14,62	0
	Maumere	176,7	0
	Larantuka	44,52	0
Kalabahi	Kupang	10,85	0
Atambua		13,95	0
Waikabubak		2,50	0
Waingapu		4,6	0
Maumere		4,88	0

Ruteng		8,30	0
Ende		4,58	0
Larantuka		12,30	0,05

Matriks Trafik

Intensitas trafik rata-rata diperoleh dari hasil pembangkitan trafik secara *random* antara nilai trafik maksimum dan nilai trafik minimum, dimana intensitas trafik maksimum diperoleh dari *link* sentral kupang dan sentral maumere yaitu sebesar 176,7 erlang dan intensitas trafik minimum sebesar 0 erlang.

Representasi Matriks T (Percobaan I)

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	93397	10057	93205	7469	76574	93779	79657	90891
2	99442	0	91397	65235	88346	89675	90651	82096	82209
3	80249	83043	0	87517	9109	86396	83777	7207	98704
4	92686	93191	87518	0	10546	73422	90958	95276	84924
5	64204	77303	70641	99441	0	80636	93439	79568	9547
6	96811	884	92508	85896	81745	0	11424	84739	76955
7	89594	87075	9081	10379	10159	9876	0	67598	74954
8	10428	92989	82602	89735	94833	91007	10116	0	81129
9	9683	82855	84423	73447	75014	83677	96868	78058	0

Gambar 6 Matriks T (Percobaan I)

Setiap elemen $t(i,j)$ dari matriks T pada gambar 6 adalah trafik antara *node* i dan j. Misalkan untuk hubungan *node* 1 dan *node* 2, nilai intensitas trafiknya adalah 93,397 erlang dimana nilai tersebut merupakan nilai intensitas trafik rata-rata.

Representasi Matriks U (Percobaan I)

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	19284	18082	18589	13889	17338	18337	18394	18772
2	0	0	17444	15843	16565	17807	17773	17509	16506
3	0	0	0	17504	16173	1789	17459	15467	18313
4	0	0	0	0	2049	15932	19474	18501	15837
5	0	0	0	0	0	16238	19503	17445	17048
6	0	0	0	0	0	0	213	17575	16063
7	0	0	0	0	0	0	0	16876	17182
8	0	0	0	0	0	0	0	0	15919
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 7 Matriks U (Percobaan I)

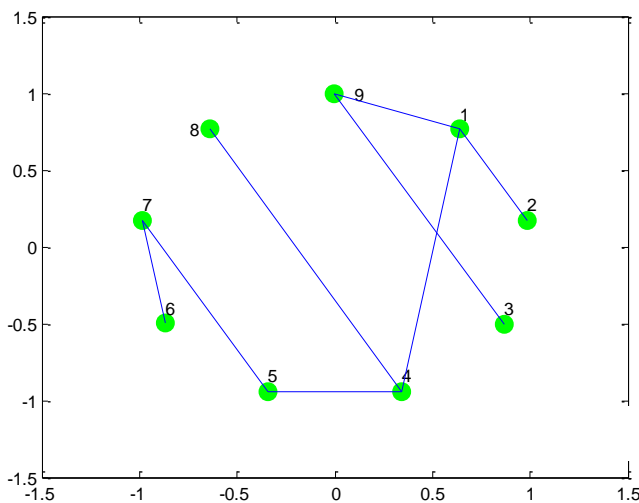
Setiap elemen $U(i,j)$ dari matriks adalah jumlah trafik antara *node* i dan j. Dimana nilai trafik yang dijumlahkan tersebut diperoleh dari matriks T. Sebagai contoh untuk angka 192,84 erlang diperoleh

dari penjumlahan antara *node* (1,2) dan *node* (2,1) dari matriks T.

Model jaringan optimum PT. Telkom

Model jaringan optimum yang dihasilkan dibawah ini terdiri dari sentral EWSD Kupang (*node* 1), sentral EWSD Kalabahi (*node* 2), sentral EWSD Atambua (*node* 3), sentral EWSD Waikabubak (*node* 4), sentral EWSD Waingapu (*node* 5), Sentral EWSD Ruteng (*node* 6), sentral EWSD Ende (*node* 7), sentral EWSD Maumere (*node* 8) dan sentral EWSD Larantuka (*node* 9).

Model jaringan optimum algoritma Greedy. (Percobaan I)



Gambar 9 Model Jaringan Algoritma Greedy

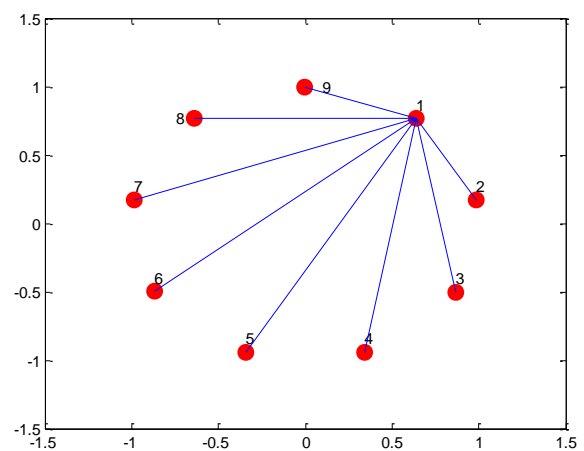
Bobot Intensitas trafik terbesar yaitu pada *link* *node* 6 dan 7 dengan nilai intensitas trafiknya sebesar 213 erlang, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2 sehingga berdasarkan langkah ke-2 algoritma Greedy maka *node* 6 dan *node* 7 harus diletakan saling berdekatan atau dihubungkan terlebih dahulu. Kemudian berdasarkan langkah ke-3 maka *node* 4 dan *node* 5 harus dihubungkan karena memiliki bobot intensitas trafik terbesar kedua setelah *link* antara *node* 6 dan *node* 7.

Tabel 2 *Link* antar sentral dari model jaringan algoritma Greedy

<i>Link</i> antar sentral	Intensitas trafik antar sentral (erlang)
6 – 7	213

4 – 5	204,9
5 – 7	195,03
1 – 2	192,84
1 – 9	187,72
1 – 4	185,89
4 – 8	185,01
3 – 9	183,13

Model jaringan optimum algoritma Star.(Percobaan I)



Gambar 8 Model Jaringan Algoritma Star

Node yang memiliki Intensitas trafik dari dan ke setiap *node* terbesar yaitu pada *node* pertama dengan nilai sebesar 1426.85 erlang, diperoleh dari penjumlahan intensitas trafik pada simpul pertama matriks U. Kemudian berdasarkan langkah ke-3 dari algoritma Star maka semua *node* dihubungkan ke simpul yang memiliki intensitas trafik dari dan ke semua *node* terbesar yaitu simpul pertama.

Tabel 3. *Link* antar sentral dari model jaringan algoritma Star

<i>Link</i> antar sentral	Intensitas trafik antar sentral (erlang)
1 – 2	192,84
1 – 9	187,72
1 – 4	185,89
1 – 8	183,94

1 – 7	183,37
1 – 3	180,82
1 – 6	173,38
1 – 5	138,89

Pada tabel 3, diketahui bahwa nilai intensitas trafik terbesar berada pada *link* setral 1 (satu) dan sentral 2 (dua) yakni sebesar 192,84 erlang.

Setelah mendapatkan matriks T(I,j) dan U(i,j), kemudian dicari matriks jarak D(i,j) untuk akhirnya mendapatkan nilai Z(T) dari kedua algoritma.

Matriks jarak dari model jaringan optimum algoritma Greedy (Percobaan I)

Matriks jarak D(i,j) dibawah ini diperoleh berdasarkan model jaringan optimum algoritma Greedy.

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	1	2	1	2	4	3	2	1
2	0	0	3	2	3	5	4	3	2
3	0	0	0	3	4	6	5	4	1
4	0	0	0	0	1	3	2	1	2
5	0	0	0	0	0	2	1	2	3
6	0	0	0	0	0	0	1	4	5
7	0	0	0	0	0	0	0	3	4
8	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 10 Representasi Matriks D dari model jaringan Algoritma Greedy

Matriks jarak dari model jaringan optimum algoritma Star (Percobaan I)

Matriks jarak D(i,j) dibawah ini diperoleh berdasarkan model jaringan optimum algoritma Star.

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	2	2	2	2	2	2	2
3	0	0	0	2	2	2	2	2	2
4	0	0	0	0	2	2	2	2	2
5	0	0	0	0	0	2	2	2	2
6	0	0	0	0	0	0	2	2	2
7	0	0	0	0	0	0	0	2	2
8	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 11 Representasi Matriks D dari model jaringan Algoritma Star

Z(T) algoritma Greedy.

Perhitungan Z(T) algoritma Greedy dilakukan dengan menggunakan persamaan 3. dimana perkalian antara matriks U(i,j) dan D(i,j) menghasilkan matriks sebagai berikut:

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	19284	36164	18589	27778	69352	55011	36788	18772
2	0	0	52332	31686	49695	89035	71092	52527	33012
3	0	0	0	52512	64692	10734	87295	61868	18313
4	0	0	0	0	2049	47796	38948	18501	31674
5	0	0	0	0	0	32476	19503	3489	51144
6	0	0	0	0	0	0	213	703	80315
7	0	0	0	0	0	0	0	50628	68728
8	0	0	0	0	0	0	0	0	47757
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 12 Matriks D (Greedy) x Matriks U

Dengan diketahui matriks U(i,j) x D(i,j) maka Z(T) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z1 &= 0+192.84+361.64+185.89+277.78+693.52+550.11+367.88+187.72 = 2817.4 \\
 Z2 &= 0+0+523.32+316.86+496.95+890.35+710.92+525.27+330.12 = 3793.8 \\
 Z3 &= 0+0+0+525.12+646.92+1073.4+872.95+618.68+183.13 = 3920.2 \\
 Z4 &= 0+0+0+0+204.9+477.96+389.48+185.01+316.74 = 1574.1 \\
 Z5 &= 0+0+0+0+0+324.76+195.03+348.9+511.44 = 1380.1 \\
 Z6 &= 0+0+0+0+0+0+213+703+803.15 = 1719.2 \\
 Z7 &= 0+0+0+0+0+0+0+506.28+687.28 = 1193.6 \\
 Z8 &= 0+0+0+0+0+0+0+0+477.57 = 477.57 \\
 Z9 &= 0+0+0+0+0+0+0+0+0 = 0
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan Z1 sampai Z9 maka dihasilkan Z(T) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z(T) \text{ algoritma Greedy} &= Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9
 \end{aligned}$$

$$= 16876$$

Z(T) algoritma Star. (percobaan I)

Perhitungan Z(T) algoritma Star dilakukan dengan menggunakan persamaan 3. dimana perkalian antara matriks U(i,j) dan D(i,j) menghasilkan matriks sebagai berikut:

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	19284	18082	18589	13889	17338	18337	18394	18772
2	0	0	34888	31686	3313	35614	35546	35018	33012
3	0	0	0	35008	32346	3578	34918	30934	36626
4	0	0	0	0	4098	31864	38948	37002	31674
5	0	0	0	0	0	32476	39006	3489	34096
6	0	0	0	0	0	0	426	3515	32126
7	0	0	0	0	0	0	0	33752	34364
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 13 Matriks D (Star) x Matriks U

Dengan diketahui matriks U(i,j) x D(i,j) maka Z(T) dapat dihitung sebagai berikut:

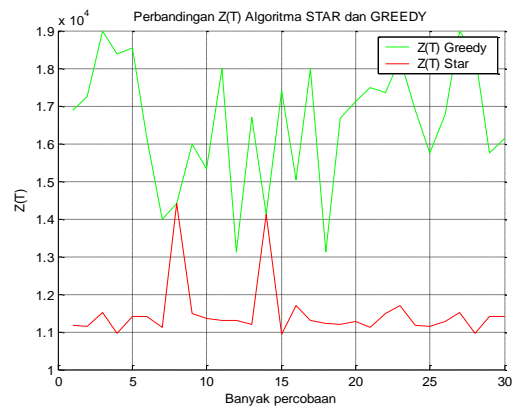
$$\begin{aligned}
 Z1 &= 0+192.84+180.82+185.89+138.89+173.38+ \\
 &183.37+183.94+187.72 = 1426.9 \\
 Z2 &= 0+0+348.88+316.86+331.3+356.14+355.46 \\
 &+350.18+330.12 = 2388.9 \\
 Z3 &= 0+0+0+350.08+323.46+357.8+349.18+309. \\
 &34+366.26 = 2056.1 \\
 Z4 &= 0+0+0+0+409.8+318.64+389.48+370.02+3 \\
 &16.74 = 1804.7 \\
 Z5 &= 0+0+0+0+0+324.76+390.06+348.9+340.96 \\
 &= 1404.7 \\
 Z6 &= 0+0+0+0+0+0+426+351.5+321.26 = \\
 &1098.8 \\
 Z7 &= 0+0+0+0+0+0+0+337.52+343.64 = \\
 &681.16 \\
 Z8 &= 0+0+0+0+0+0+0+0+318.38 = 318.38 \\
 Z9 &= 0+0+0+0+0+0+0+0+0 = 0
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan Z1 sampai Z9 maka dihasilkan Z(T) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z(T) \text{ algoritma Star} &= \\
 Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9 \\
 &= 11180
 \end{aligned}$$

Perbandingan Z(T) algoritma Greedy dan algoritma Star

Perbandingan Z(T) antara algoritma greedy dan algoritma star bertujuan untuk mendapatkan algoritma terbaik yang dapat dipakai untuk pemodelan jaringan telepon pada PT. TELKOM. Agar mendapatkan hasil dari perbandingan Z(T) dari kedua algoritma maka dilakukan 30 kali percobaan, dan hasilnya di tunjukan dalam Grafik dan tabel di bawah ini.



Gambar 14 Grafik perbandingan Z(T) Algoritma Greedy dan Star

Berdasarkan Gambar 14. diatas dapat dilihat bahwa nilai Z(T) dari algoritma Star lebih kecil dari nilai Z(T) dari algoritma Greedy, sehingga algoritma yang dikatakan terbaik adalah algoritma Star.

Tabel 4. Perbandingan Z(T) algoritma Greedy dan Z(T) algoritma Star

Urutan percobaan	Z(T) Algoritma Greedy	Z(T) Algoritma Star
1	16876	11180
2	17249	11152
3	19000	11512
4	18379	10971
5	18542	11400
6	16152	11403
7	13984	11125
8	14396	14396
9	15978	11489
10	15333	11358

11	17986	11310
12	13131	11310
13	16693	11185
14	14119	14119
15	17397	10939
16	15036	11692
17	17986	11310
18	13131	11220
19	16661	11186
20	17117	11275
21	17481	11114
22	17348	11489
23	18247	11687
24	16876	11180
25	15752	11152
26	16783	11281
27	19000	11512
28	18379	10971
29	15752	11400
30	16152	11403

- [2] Brassard G, Bratley P. “*Fundamentals of Algorithmics*”. United States of America: Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs New Jersey, 1996.
- [3] Deo, Narshing. “*Graph Theory With Applications to Engineering and Computer Science*”. India: Prentice Hall, of India Private Limited New Delhi, 1974.
- [4] Etter, Delores. “*Engineering Problem Solving with MATLAB*”. Toronto: Prentice Hall, Inc Canada, 1993.
- [5] Kershenbaum, Aaron. “*Telecommunications Network Design Algorithm*”. Singapore: McGraw-Hill. Inc, 1993.
- [6] Munir, Rinaldi, Ir, MT.. “*Matematika Diskrit*”. Bandung: Informatika Bandung, 2001.
- [7] Tanenbaum, Andrew. “*Jaringan Komputer*”. Jakarta: Prenhalindo Jakarta, 1996.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai $Z(T)$ dari kedua algoritma berubah-ubah di setiap percobaan namun algoritma *Star* yang memiliki nilai $Z(T)$ terkecil. Nilai $Z(T)$ terkecil algoritma *Star* berada pada percobaan 15 dengan nilai $Z(T)$ adalah 10939.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Model jaringan yang dihasilkan dapat menjamin efektifitas operasi dari jaringan telepon karena besar intensitas trafik antara sentral untuk setiap *link* yang diperoleh sudah sesuai dengan kapasitas sirkit dari jaringan. Model jaringan telepon dengan aliran trafik yang optimum ini, diperoleh dari algoritma *Star* yaitu pada percobaan ke-15 dengan $Z(T)$ 10939 dan $Z(T)$ algoritma *Greedy* yaitu pada percobaan ke-12 dan ke-18 dengan nilai sebesar 13131. Model jaringannya dapat dilihat pada lampiran 3.
2. Berdasarkan pada point 1 diatas maka lebih efisien menggunakan algoritma *Star*. Karena dari 30 kali percobaan, $Z(T)$ algoritma *Star* lebih kecil dari $Z(T)$ algoritma *Greedy* yaitu sebesar 10939.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Away, Gunaidi. “*MATLAB Program ming*”. Bandung: Informatika Bandung. 2006.