

Layanan Call Centre Taxi Wisata Untuk Optimasi Rute Tujuan Wisata Algoritma Saving dan Greedy

Mike Yuliana, Ira P., M.Zen samsono H., dan Yusiana K.

Abstrak—Layanan hiburan untuk masyarakat seperti perencanaan wisata dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memperoleh informasi dengan cepat, serta dapat diakses dari mana saja dan kapan saja. Pada penelitian ini dibuat suatu sistem layanan call centre taxi wisata berbasis VoIP, web dan mobile application, yang dilengkapi dengan algoritma Greedy dan Saving dalam menentukan urutan tempat wisata yang akan dikunjungi dengan menggunakan parameter komputasi dan optimasi rute. Dari hasil pengujian terlihat bahwa waktu komputasi algoritma Saving lebih lama dibandingkan dengan algoritma Greedy. Untuk 10 titik tujuan algoritma Greedy memiliki waktu komputasi 0.075 detik, sementara algoritma saving memiliki nilai 0.35 detik. Pada perbandingan optimasi rute, hasil perhitungan algoritma Saving menghasilkan jarak tempuh dan biaya yang lebih optimal dibandingkan dengan algoritma Greedy. Untuk pengujian di dalam kota di dapatkan selisih waktu maksimal antara algoritma Greedy dan Saving sekitar 23 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.45.500,00. Untuk pengujian di dalam dan luar kota selisih waktu mencapai 53 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.126.000,00. Sedangkan untuk pengujian di luar kota selisih waktu maksimal mencapai 3 jam 22 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.472.500,00.

Kata Kunci—Call Centre, Greedy, Saving, Wisata.



1 PENDAHULUAN

ERA perkembangan teknologi komputer dan telekomunikasi yang sudah melambung pesat dan cepat saat ini bermanfaat memberikan kemudahan dalam mengakses suatu layanan. Kemudahan informasi ini hampir terdapat pada semua layanan. Termasuk layanan hiburan untuk masyarakat seperti wisata. Saat ini telah tersedia layanan call centre taksi wisata yaitu Transmojo yang melayani wisata di daerah Jogjakarta. Pada layanan taksi ini

pemesanan melalui call centre memberikan informasi mengenai lokasi penjemputan serta jam penjemputan. Layanan Transmojo menggunakan tarif tetap dengan ketentuan sewa 8 jam atau 16 jam dan biaya tersebut hanya mencakup BBM dan tarif supir serta tidak termasuk biaya tiket masuk, dll. Layanan ini juga tidak memberikan informasi mengenai tempat-tempat wisata yang ada di Jogjakarta.

Banyak penelitian tentang VoIP yang membahas tentang quality of service [2] [13] [14] [15], kualitas sinyal suara [8], trafik internet [10] [12], serta proses kompresi [6] [8] dari jaringan VoIP. Sangat jarang penelitian tentang VoIP yang membahas tentang algoritma TSP yang diaplikasikan pada jaringan VoIP. Beberapa penelitian tentang TSP (Travelling Salesman Problem) membahas tentang optimasi jalur dan urutan kunjungan dengan menggunakan beberapa metode seperti Algoritma Genetika, Simulated Annealing dan lain-lain [1] [3] [4] [5] [7] [11]. Namun beberapa penelitian tersebut tidak memiliki nilai jual tinggi, dikarenakan kurangnya kombinasi aplikasi.

- Mike Yuliana pengajar di Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kampus PENS Sukolilo Surabaya. E-mail: mieke@eepis-its.edu
- Ira P. pengajar di Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kampus PENS Sukolilo Surabaya. E-mail: ira@eepis-its.edu
- M.Zen Samsono H. pengajar di Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kampus PENS Sukolilo Surabaya. E-mail: zenhadi@eepis-its.edu
- Yusiana K. adalah mahasiswa di Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kampus PENS Sukolilo Surabaya. E-mail:yusiana.kartikasari@yahoo.com

Manuskrip diterima 5 Desember 2011.

Beberapa penyedia layanan taxi wisata juga telah memiliki call centre, dimana call centre tersebut menyediakan informasi tentang tempat-tempat wisata yang bisa dikunjungi. Namun untuk pemesanan hanya bisa dilakukan via telepon, selain itu layanan tersebut juga tidak menyediakan informasi tentang rute yang akan dilewati serta total biaya yang harus dibayarkan.

Pada penelitian ini dibuat pengembangan dari penelitian dan sistem call centre yang telah ada, dimana layanan call centre taxi wisata yang dibuat bisa diakses dengan VoIP, web dan mobile application, serta dilengkapi dengan algoritma Greedy dan Saving dalam menentukan urutan tempat wisata yang akan dikunjungi dengan menggunakan parameter komputasi dan optimasi rute. Sistem layanan taxi wisata yang dibuat memberikan informasi tentang tempat-tempat wisata yang dapat dikunjungi dan menginformasikan biaya pada customer dimana biaya ini mencakup biaya tiket masuk, biaya parkir, termasuk biaya makan serta tarif untuk taksi berdasarkan jarak yang ditempuh. Sistem ini juga memberikan informasi tentang rute wisata yang harus ditempuh kepada armada taksi wisata.

2 TEORI PENUNJANG

2.1 Algoritma Saving

Algoritma Saving merupakan suatu prosedur pertukaran, dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik [1] [3]. Langkah-langkah pada metode ini adalah sebagai berikut:

- Menentukan node sebagai node central atau disebut depot dan node node tujuan.
- Membuat matriks jarak yaitu matriks jarak antara depot dengan node dan jarak antar node. Pada penelitian ini akan dibuat matriks jarak yang simetris.
- Membuat matriks penghematan
- Nilai saving tertinggi merupakan rute awal.
- Pada tahap selanjutnya proses berulang itu digerakkan dari yang matriks terbesar ke matriks yang bernilai kecil, sampai masing-masing matriks penghematan itu

dievaluasi untuk perbaikan rute lebih lanjut.

2.2 Algoritma Greedy

Algoritma Greedy merupakan sebuah algoritma yang dapat menentukan sebuah jalur terpendek antara node node yang akan digunakan dengan mengambil secara terus-menerus dan menambahkannya ke dalam jalur yang akan dilewati [4] [5]. Langkah-langkah pada metode ini adalah sebagai berikut:

- Kelompokkan semua jalur (edge)
- Pilih jalur yang terpendek kemudian masukkan dalam himpunan solusi
- Apakah sudah ada jalur pada N solusi, jika tidak ulangi langkah 2.

2.3 Asterisk

Asterisk, yang merupakan salah satu sistem server PBX open source, saat ini juga mendukung jangkauan yang luas dari protokol VOIP mencakup SIP, MGCP dan H.323. Asterisk dapat beroperasi dengan kebanyakan telepon SIP, seolah-olah sebagai gateway antara IP telepon dan PSTN. Developer Asterisk juga telah mendesain protokol baru, yaitu Inter-Asterisk eXchange, untuk melakukan efisiensi panggilan trunking antar banyak Asterisk PBX. Beberapa telepon memberi dukungan terhadap protokol IAX, yaitu protokol yang secara langsung berkomunikasi dengan server Asterisk [8].

2.4 PHP-AGI

AGI atau Asterisk Gateway Interface itu ada 4 macam: AGI, EAGI, FastAGI dan DeadAGI, yang pemakaiannya tergantung pada keperluan. Tapi intinya sama, yaitu sebagai interface komunikasi antar aplikasi. PHPAGI adalah salah satu kelas dari PHP untuk Asterisk Gateway Interface (AGI). PHP-AGI termasuk class untuk menulis script php berdasarkan pada standart interface AGI dengan berdasarkan pada perform dari fungsi asterisk manager [8].

2.5 SMS Gateway

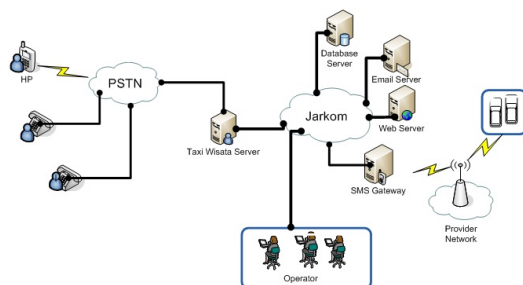
SMS Gateway merupakan program aplikasi yang menghubungkan antara semua sms yang dikirim dan diterima ke sebuah PC dengan menggunakan jaringan GSM. SMS Gateway bekerja dengan cara menghubungkan telepon seluler yang memiliki fasilitas SMS dengan komputer (PC) selaku operator otomatisnya. Keduanya akan terhubung oleh kabel data atau dengan USB.

2.6 J2ME

Java 2 Micro Edition (J2ME) merupakan subset dari J2SE yang ditujukan untuk implementasi pada peralatan embedded system dan handheld yang tidak mampu mendukung secara penuh implementasi menggunakan J2SE. J2ME sangat berguna untuk membangun sebuah aplikasi pada peralatan dengan jumlah memori dan kapasitas penyimpanan yang terbatas, serta kemampuan user interface yang terbatas seperti pada perangkat komunikasi bergerak berupa handphone, PDA dan sebagainya [10].

3 IMPLEMENTASI DAN HASIL PENGUJIAN

Pada penelitian ini, akan digunakan satu buah PC (Personal Computer) sebagai server. Server disini meliputi VoIP server (Taxi Wisata server), webserver, sms server dan database server. Secara garis besar blok diagram sistem digambarkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem

3.1 Implementasi Sistem

Untuk menyelesaikan layanan call center taksi wisata ini dilakukan beberapa tahap meliputi:

- 1) Konfigurasi asterisk
- 2) Pembuatan UMS
- 3) Implementasi Algoritma Saving dan Greedy berbasis web
- 4) Penerapan notifikasi pengguna

3.1.1 Konfigurasi Asterisk

Konfigurasi asterisk ini untuk membangun layanan call center. Ada dua macam file yang harus dikonfigurasi. Untuk konfigurasi /etc/asterisk/sip.conf berisi tentang inialisasi ekstensi yang akan digunakan. Berikut contoh konfigurasinya:

```
[102]
type=friend
username=102
secret=102
host=dynamic
nat=no
dtmfmode=rfc2833
allow=all
callerid="SIP102"
context=taksi
canreinvite=no
mailbox=102@taksi
```

Selanjutnya adalah konfigurasi pada file /etc/asterisk/extensions.conf. File konfigurasi disini berisi dial plan. Contoh konfigurasinya sebagai berikut:

```
exten => 102,1,dial(sip/102,5)
exten => 102,2,AGI(kirim.php)
exten => 102,3,hangup
```

3.1.2 Pembuatan UMS

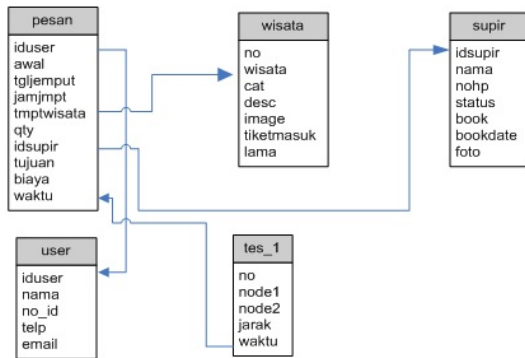
Untuk pembuatan aplikasi UMS ini digunakan bahasa pemrograman PHP. Yang nantinya akan dijalankan apabila operator sedang sibuk. Berikut potongan program yang digunakan untuk mengirim email:

```
to = "someone@example.com";
subject = "Testmail";
message = "Hello!Thisisasimpleemailmessage.";
from = "someoneelse@example.com";
headers = "From :from";
mail(to,subject,message,headers);
echo "Mail Sent.";
```

3.1.3 Implementasi Algoritma Saving dan Greedy Berbasis Web

Untuk pembuatan web admin, dibutuhkan database yang akan digunakan untuk membantu admin dalam memberikan informasi

maupun untuk melakukan pemesanan. Pada penelitian ini dibuat lima buah table dalam satu database. Berikut relasi antar tabel:



Gambar 2. Relasi database

Untuk implementasi Saving dan Greedy diletakkan setelah pengguna melakukan pemesanan.

3.1.4 Penerapan Notifikasi Pengguna

SMS gateway memiliki program sendiri yang ditulis dengan menggunakan pemrograman PHP dan berfungsi untuk membaca jadwal supir yang harus menjemput pengguna pada H-1. Artinya, program akan mengingatkan supir untuk menjemput pada satu hari sebelum hari kunjungannya,

3.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian merupakan salah satu langkah penting yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan apa yang direncanakan. Pada bagian ini akan dilakukan pengujian dan analisa sistem meliputi :

- 1) Perbandingan kebenaran Algoritma Saving dan Greedy
- 2) Perbandingan waktu komputasi dan optimasi rute antara Algoritma Saving dan Greedy

3.2.1 Perbandingan kebenaran Algoritma Saving dan Greedy

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan hasil perhitungan manual algoritma Saving dan Greedy dengan menggunakan program yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil optimasi rute serta

jarak hasil perhitungan manual yang dilakukan penulis.

Dari Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa hasil optimasi rute serta jarak menunjukkan hasil yang sama antara perhitungan manual dengan hasil program. Jadi dapat dikatakan bahwa algoritma Saving dan Greedy yang diaplikasikan dalam program mendekati kebenaran

Tabel 1
Kebenaran algoritma saving

Tujuan	Program		Manual	
	Hasil	Jarak (km)	Hasil	Jarak (km)
adisucipto_ malioboro_ kraton_ afandi_	adisucipto => afandi => malioboro => kraton => adisucipto	24	adisucipto => afandi => malioboro => kraton => adisucipto	24
adisucipto_ malioboro_ kalasan_ prambanan_ primarasa_	adisucipto => kalasan => prambanan => malioboro => primarasa => adisucipto	49	adisucipto => kalasan => prambanan => malioboro => primarasa => adisucipto	49
adisucipto_ malioboro_ prambanan_ afandi_ monjogja_ primara sa_	adisucipto => afandi => prambanan => malioboro => primarasa => monjogja => adisucipto	48	adisucipto => afandi => prambanan => malioboro => primarasa => monjogja => adisucipto	48
adisucipto_ malioboro_ pramba nan_ afandi_ vredeburg_ krato n_ primarasa_	adisucipto => afandi => prambanan => vredeburg => malioboro => kraton => primarasa => adisucipto	41	adisucipto => afandi => prambanan => vredeburg => malioboro => kraton => primarasa => adisucipto	41

3.2.2 Perbandingan Waktu Komputasi dan Optimasi Rute Algoritma Saving dengan Greedy

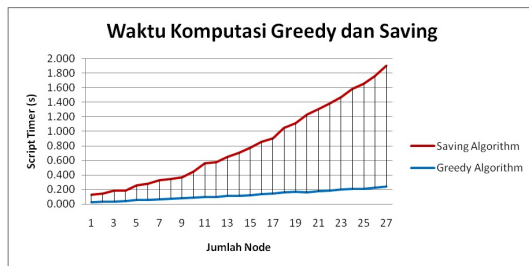
- Perbandingan Waktu Komputasi.

Waktu komputasi disini adalah waktu yang dibutuhkan oleh program untuk melakukan perhitungan dari memperoleh masukan data hingga menghasilkan rute.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa waktu komputasi algoritma Saving lebih lama dibandingkan dengan algoritma Greedy. Hal ini disebabkan pada algoritma Saving pemrosesan data lebih panjang dibanding algoritma

Tabel 2
Kebenaran algoritma Greedy

Tujuan	Program		Manual	
	Hasil	Jarak (km)	Hasil	Jarak (km)
adisucipto_malioboro_kraton_afandi_	adisucipto => afandi => malioboro => kraton => adisucipto	24	adisucipto => afandi => malioboro => kraton => adisucipto	24
adisucipto_malioboro_kalasa_n_prambanan_primayasa_	adisucipto => kalasan => prambanan => malioboro => primayasa => adisucipto	40	adisucipto => kalasan => prambanan => malioboro => primayasa => adisucipto	40
adisucipto_malioboro_prambanan_afandi_monjogja_primayasa_	adisucipto => afandi => prambanan => malioboro => primayasa => monjogja => adisucipto	54	adisucipto => afandi => prambanan => malioboro => primayasa => monjogja => adisucipto	54
adisucipto_malioboro_prambanan_afandi_vredeburg_kraton_primayasa_	adisucipto => afandi => prambanan => vredeburg => malioboro => kraton => primayasa => adisucipto	47	adisucipto => afandi => prambanan => vredeburg => malioboro => kraton => primayasa => adisucipto	47



Gambar 3. Waktu komputasi saving dan greedy

Greedy. Pada algoritma Saving data jarak yang diperoleh akan dihitung nilai Saving lalu data diurutkan kemudian baru proses penentuan rute. Sementara pada algoritma Greedy data jarak yang diperoleh tidak dihitung melainkan langsung ke proses penentuan rute. Hal inilah yang menyebabkan waktu komputasi algoritma Saving lebih lama dibandingkan algoritma Greedy.

• Perbandingan Optimasi Rute

Pengujian selanjutnya yaitu perbandingan optimasi rute, untuk pengujian ini akan dilakukan pengujian panjang jarak yang ditem-

puh dari hasil proses perhitungan algoritma. Makin dekat jarak yang tempuh yang dihasilkan, maka algoritma tersebut dikatakan makin optimal dalam menghasilkan rute. Pada tahap ini dilakukan tiga kali pengujian untuk node dalam kota, dalam dan luar kota serta node luar kota.

Tabel 3
Optimasi rute algoritma Saving (di dalam kota)

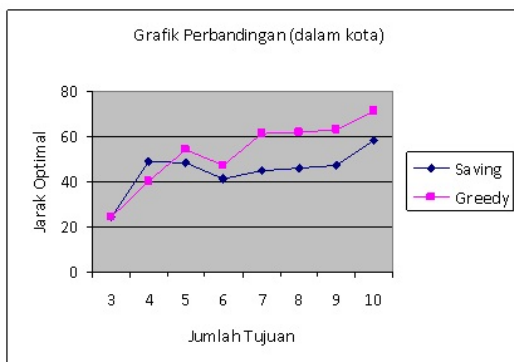
node	tujuan	Saving		
		rute	jarak (km)	waktu (hh:mm)
		biayah1000(Rp)		
3	statugu,malioboro, borobudur, parangtritis,	Statugu>malioboro> Parangtritis>Borobudur >statugu	24	3:37
			162	
4	adisucipto,malioboro, kalasan,prambanan, primayasa,	adisucipto>prambanan > mal ioboro>primara sa > kalasan>adisucipto	49	5:15
			282,5	
5	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, monjogja,primayasa,	adisucipto>prambanan > mal ioboro>primara sa > kalasan>adisucipto	48	6:13
			286	
6	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, primaraa,	adisucipto>vredeburg> k raton>primayasa > mal io boro>afandi> prambana n>adisucipto	41	7:03
			288,5	
7	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, yudjum,primayasa,	adisucipto>vredeburg> k raton>primayasa > mal io boro>yudjum >afandi> prambanan > adisucipto	45	8:10
			314,5	
8	adisucipto,malioboro, kalasan,prambanan, afandi,vredeburg, kraton,yudjum, primayasa	adisucipto>vredeburg> k raton>primayasa > mal io boro>yudjum >afandi> prambanan > kalasan>adisucipto	46	9:11
			345	
9	adisucipto,malioboro, kalasan,prambanan, afandi,vredeburg, kraton,ratuboko, yudju m,primayasa,	adisucipto>afandi> yudj um>malioboro > kraton> primayasa > vredeburg>p rambanan > ratuboko>ka lasan > adisucipto	47	10:13
			363,5	
10	giwangan,malioboro, gembiraloka,kalasan, prambanan,a fandi , vredeburg,kraton, ratuboko,yudjum, primayasa	giwangan>gemi raloka > kalasan>ratuboko > prambanan>afandi > yudjum>primayasa > vredeburg>malioboro > kraton>giwangan	58	11:29
			431	

Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa pada pengujian titik di dalam kota, dari segi biaya dan jarak, algoritma Greedy lebih optimal untuk jumlah node kurang dari 5. Sedangkan untuk jumlah node lebih dari 5 algoritma Saving lebih optimal. Untuk jumlah node kurang dari 10 selisih waktu maksimal antara algoritma Greedy dan Saving sekitar 23 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.45.500,00. Bila

Tabel 4
Optimasi rute algoritma Greedy (di dalam kota)

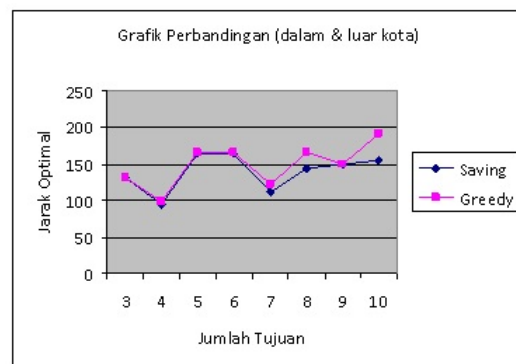
node	tujuan	Saving		
		rute	jarak (km)	waktu (hh:mm)
		biayax1000(Rp)		
3	statugu,malioboro, borobudur, parangtritis,	adisucipto>afandi> malioboro>kraton> adi sucipto	24	3:37
			162	
4	adisucipto,malioboro, kalasan,prambanan, primarasa,	adisucipto>kalasan> pra mbanan>malioboro> primarasa>adisucipto	40	5:01
			251	
5	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, monjogja,primarasa,	adisucipto>afandi> pra mbanan>malioboro> pri marasa>monjogja> adisucipto	54	6:23
			307	
6	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, primaraa,	adisucipto>afandi> pra mbanan>vredeburg> mal ioboro>kraton> primaras a>adi sucipto	47	7:12
			309,5	
7	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, yudjum,primarasa,	adisucipto>afandi> pra mbanan>vredeburg> mal ioboro>kraton> yudjum>primarasa> adisucipto	61	8:33
			370,5	
8	adisucipto,malioboro, kalasan,prambanan, afandi,vredeburg, kraton,yudjum, primarasa	adisucipto>afandi> kala san>prambanan> vrede urg>malioboro> kraton>yudjum> primarasa>adisucipto	62	9:34
			401	
9	adisucipto,malioboro, kalasan,prambanan, afandi,vredeburg, kraton,ratuboko, yudju m,primarasa,	adisucipto>afandi> kala san>ratuboko> pramban an>vredeburg> mal ioboro>kraton> yudjum>primarasa> adisucipto	63	10:36
			419,5	
10	giwangan,malioboro, gembiraloka,kalasan, prambanan,a fandi , vredeburg,kraton, ratuboko,yudjum, primarasa	giwangan>gembiraloka> vredeburg>kraton> primarasa>afandi> malioboro>yudjum> kalasan>ratuboko> prambanan>giwangan	71	11:49
			476,5	

hasil pengujian direpresentasikan dalam bentuk grafik akan tampak seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengujian optimasi node dalam kota

Pengujian berikutnya adalah pengujian optimasi rute di dalam dan di luar kota. Untuk pengujian ini, hampir sama dengan pengujian di dalam kota. Tetapi titik tujuan yang akan dipilih ada dua macam yaitu titik tujuan di dalam dan luar kota. Tabel 5 dan 6 menunjukkan bahwa saat titik tujuan sedikit, selisih antara algoritma Saving dan Greedy tidak begitu banyak. Tetapi, makin banyak titik yang ditempuh selisih jarak yang dihasilkan juga makin jauh. Untuk jumlah node kurang dari 8, perbedaan waktu maksimal antara algoritma Greedy dengan Saving hanya 15 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.38.500,00. Semakin banyak node selisih waktu yang dihasilkan juga semakin besar, terlihat bahwa untuk node yang ke 10 selisih waktu mencapai 53 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.126.000,00. Sehingga bisa dikatakan bahwa algoritma Saving lebih optimal bila dibandingkan dengan Greedy baik dari segi biaya maupun jarak. Bila hasil pengujian direpresentasikan dalam bentuk grafik akan tampak seperti Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengujian optimasi node dalam dan luar kota

Untuk pengujian luar kota, akan dipilih titik-titik tujuan untuk daerah luar kota Yogyakarta, dimana jarak antar titik disini lebih jauh dibandingkan dua pengujian sebelumnya. Tabel 7 dan 8 menunjukkan bahwa konsep TSP dengan algoritma Greedy lebih tidak optimal dibanding dengan algoritma Saving untuk tujuan yang lebih jauh. Hal ini disebabkan karena algoritma Greedy lebih optimal digunakan pada node-node yang pendek pada area jangkauan kurang dari 40 km. Pada pengujian ini, terlihat untuk jumlah node 10 selisih waktu

Tabel 5
Optimasi rute algoritma Saving (di dalam dan di luar kota)

node	tujuan	Saving		
		rute	jarak (km)	waktu (hh:mm)
		biayax1000(Rp)		
3	statugu,malioboro, borobudur,parangtritis,	statugu>malioboro>parangtritis>borobudur>statugu	132	6:19
			560	
4	giwangan,malioboro, prambanan,primarasa, para ngtritis,	giwangan>prambanan>malioboro>primarasa>parangtritis>giwangan	95	6:24
			441,5	
5	adisucipto,malioboro, prambanan,primarasa, par angtritis,borobudur,	adisucipto>prambanan>borobudur>parangtritis>primarasa>malioboro>adisucipto	165	9:10
			701	
6	adisucipto,malioboro, prambanan,kraton, primarasa,borobudur, parangtritis,	adisucipto>prambanan>borobudur>malioboro>parangtritis>kraton>primarasa>adisucipto	165	10:10
			725.5	
7	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, primarasa,borobudur,	adisucipto>afandi>vredeburg>kraton>primarasa>malioboro>borobudur>prambanan>adisucipto	111	9:49
			572.5	
8	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, yudjum,primarasa, gnkidbeach,	adisucipto>afandi>yudjum>malioboro>kraton>primarasa>vredeburg>gnkidbeach>prambanan>adisucipto	145	11:41
			681.5	
9	statugu,malioboro, kalasan,prambanan, afandi,vredeburg, kraton,yudjum, primarasa,gnkidbeach,	statugu>vredeburg>kraton>primarasa>kalasan>prambanan>gnkidbeach>afandi>yudjum>malioboro>statugu	150	12:48
			726	
10	adisucipto,malioboro, gembiraloka,monjogja, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, yudjum,primarasa, gnkidbeach,	adisucipto>monjogja>yudjum>malioboro>kraton>primarasa>vredeburg>gembiraloka>afandi>gnkidbeach>prambanan>adisucipto	155	13:55
			757.5	

Tabel 6
Optimasi rute algoritma Greedy (di dalam dan di luar kota)

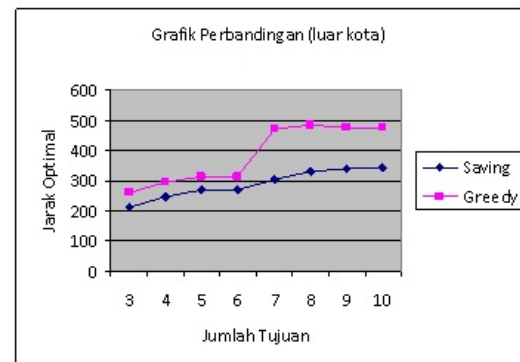
node	tujuan	Saving		
		rute	jarak (km)	waktu (hh:mm)
		biayax1000(Rp)		
3	statugu,malioboro, borobudur,parangtritis,	statugu>malioboro>parangtritis>borobudur>statugu	132	6:19
			560	
4	giwangan,malioboro, prambanan,primarasa, parangtritis,	giwangan>primarasa>malioboro>prambanan>parangtritis>giwangan	99	6:29
			455,5	
5	adisucipto,malioboro, prambanan,primarasa, par angtritis,borobudur,	adisucipto>prambanan>malioboro>primarasa>parangtritis>borobudur>adisucipto	166	9:11
			726	
6	adisucipto,malioboro, prambanan,kraton, primarasa,borobudur, parangtritis,	adisucipto>prambanan>malioboro>kraton>primarasa>parangtritis>borobudur>adisucipto	166	10:11
			729	
7	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, primarasa,borobudur,	adisucipto>afandi>prambanan>vredeburg>malioboro>kraton>primarasa>borobudur>adisucipto	122	10:04
			611	
8	adisucipto,malioboro, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, yudjum,primarasa, gnkidbeach,	adisucipto>afandi>prambanan>vredeburg>malioboro>kraton>yudjum>primarasa>gnkidbeach>adisucipto	166	12:10
			755	
9	statugu,malioboro, kalasan,prambanan, afandi,vredeburg, kraton,yudjum, primarasa,gnkidbeach,	statugu>malioboro>vredeburg>kraton>primarasa>yudjum>afandi>kalasan>prambanan>gnkidbeach>statugu	150	12:47
			726	
10	adisucipto,malioboro, gembiraloka,monjogja, prambanan,afandi, vredeburg,kraton, yudjum,primarasa, gnkidbeach,	adisucipto>afandi>gembiraloka>prambanan>vredeburg>malioboro>kraton>yudjum>primarasa>monjogja>gnkidbeach>adisucipto	191	14:48
			883.5	

maksimal mencapai 3 jam 22 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.472.500,00.

Dari semua pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa untuk optimasi rute algoritma Saving lebih baik dibandingkan dengan algoritma Greedy, karena hasil perhitungan algoritma saving lebih banyak menghasilkan jarak tempuh dan biaya yang lebih optimal. Dikatakan lebih optimal karena total jarak tempuh hasil proses algoritma saving lebih sedikit.

4 KESIMPULAN

- 1) Perbandingan hasil perhitungan manual algoritma Saving dan Greedy dengan



Gambar 6. Grafik pengujian optimasi node luar kota

menggunakan program yang telah dibuat

Tabel 7
Optimasi rute algoritma Saving (di luar kota)

node	tujuan	Saving		
		rute	jarak (km)	waktu (hh:mm)
		biayax1000(Rp)		
3	statugu,parangtritis, borobudur,gnkidbeach,	statugu>borobudur> parangtritis>gnkidbeach> statugu	133	5:20
			531.5	
4	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,	adisucipto>siung> gnkidbeach>parangtritis> borobudur>adisucipto	210	8:16
			953	
5	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng,	adisucipto>borobudur> parangtritis>gnkidbeach> siung>sadeng> adisucipto	268	11:44
			1020	
6	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,	adisucipto>borobudur> parangtritis>gnkidbeach> sundak>siung> sadeng>adisucipto	268	12:44
			1025	
7	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah,	adisucipto>borobudur> glagah>parangtritis> gnkidbeach>sundak> siung>sadeng> adisucipto	304	14:38
			1155	
8	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah, ngrehan,	adisucipto>borobudur> glagah>parangtritis> gnkidbeach>ngrehan> sundak>siung> sadeng>adisucipto	332	16:20
			1255	
9	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah, ngrehan,ngobaran	adisucipto>borobudur> glagah>parangtritis> ngobaran>gnkidbeach> ngrehan>sundak> siung>sadeng> adisucipto	340	17:33
			1285	
10	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah, ngrehan,ngobaran, parangkusumo	adisucipto>borobudur> glagah>parangtritis> parangkusumo>ngobaran> gnkidbeach>ngrehan> sundak>siung> sadeng>adisucipto	343	18:38
			1297.5	

Tabel 8
Optimasi rute algoritma Greedy (di luar kota)

node	tujuan	Saving		
		rute	jarak (km)	waktu (hh:mm)
		biayax1000(Rp)		
3	statugu,parangtritis, borobudur,gnkidbeach,	statugu>parangtritis> borobudur>gnkidbeach> statugu	133	5:20
4	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,	adisucipto>parangtritis> borobudur>gnkidbeach> siung>adisucipto	260	9:31
			993	
5	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng,	adisucipto>parangtritis> borobudur>gnkidbeach> siung>sadeng> adisucipto	294	11:22
			1114	
6	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,	adisucipto>parangtritis> borobudur>gnkidbeach> sundak>siung> sadeng>adisucipto	314	13:53
			1186	
7	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah,	adisucipto>parangtritis> borobudur>gnkidbeach> glagah>sundak> siung>sadeng> adisucipto	470	18:47
			1736	
8	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah, ngrehan,	adisucipto>parangtritis> borobudur>ngrehan> gnkidbeach>glagah> sundak>siung> sadeng>adisucipto	485	20:10
			1790,5	
9	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah, ngrehan,ngobaran	adisucipto>parangtritis> borobudur>ngobaran> ngrehan>gnkidbeach> glagah>sundak> siung>sadeng> adisucipto	476	20:57
			1761	
10	adisucipto,parangtritis, borobudur,gnkidbeach, siung,sadeng, sundak,glagah, ngrehan,ngobaran, parangkusumo,	adisucipto>parangtritis> parangkusumo>borobudur> ngobaran>ngrehan> gnkidbeach>glagah> sundak>siung> sadeng>adisucipto	478	22:00
			1770	

menunjukkan hasil yang sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa algoritma Saving dan Greedy yang diaplikasikan dalam program mendekati kebenaran.

- 2) Waktu komputasi algoritma Saving lebih lama dibandingkan dengan algoritma Greedy. Untuk 10 titik tujuan algoritma greedy memiliki waktu komputasi 0.075 detik, sementara algoritma saving memiliki nilai 0.35 detik. Hal ini disebabkan algoritma Saving mengalami pemrosesan data yang lebih panjang dibanding algoritma Greedy.
- 3) Pada perbandingan optimasi rute, hasil perhitungan algoritma Saving meng-

hasilkan jarak tempuh dan biaya yang lebih optimal dibandingkan dengan algoritma Greedy. Untuk pengujian di dalam kota di dapatkan selisih waktu maksimal antara algoritma Greedy dan Saving sekitar 23 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.45.500,00. Untuk pengujian di dalam dan luar kota selisih waktu mencapai 53 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.126.000,00. Sedangkan untuk pengujian di luar kota selisih waktu maksimal mencapai 3 jam 22 menit dengan selisih biaya sebesar Rp.472.500,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Altinel I. K. and ncan T., "A new enhancement of the Clarke and Wright savings heuristic for the capacitated vehicle routing problem", *J Opl Res Soc* 56: 954-961, 2005.
- [2] AA. Markopoulou, F. Tobagi, and M. Karam, "Assessment of VoIP Quality over Internet Backbones", *IEEE Transactions on Networking*, October 2003.
- [3] A.P. Punnen, F. Margot and S.N. Kabadi, "TSP heuristics: domination analysis and Complexity", *Algorithmica* 35 (2003), 111-127.
- [4] Gregory Gutin and Anders Yeo, *The Greedy Algorithm for the Symmetric TSP*, Department of Computer Science, Royal Holloway, University of London, Egham, 2004.
- [5] G. Gutin, A. Yeo and A. Zverovich, *Traveling salesman should not be greedy: domination analysis of greedy-type heuristics for the TSP*, *Discrete Applied Mathematics* 117, 2002
- [6] Hudan Fuadi, M. and Subkhan, M., "Aplikasi Paket Encapsulator Codec PCM-G711 Pada Sistem Internet Teleponi", Tugas Akhir, PENS-ITS, 2009.
- [7] Ira Prasetyaningrum, "Penyelesaian Kombinasi Vehicle Routing Problem dan Container Loading Problem Menggunakan Algoritma Genetika", Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2007.
- [8] Mike Yuliana, Miftahul Huda, dan Prima Kristallina, "Analisa Kualitas Sinyal Suara pada Teknologi IVR dengan menggunakan PSD (Power Spectral Density)", *Proceeding of IES 2010*, Surabaya, Oktober 2010.
- [9] Mike Yuliana, Ira Prasetyaningrum, dan Yusiana Kartikasari, "Implementasi Clarke Wright Saving Method pada Layanan Taksi Wisata Berbasis VoIP", *Proceeding of IES 2011*, Surabaya, Oktober 2011.
- [10] Misbahudin, S. and Al Holou, N., "Algorithm To Improve VoIP Data Traffic Rate over Internet", *Proceeding of IASTED Conferences*, 2006.
- [11] M. Zen Samsono Hadi, Haryadi Amran Darwito, dan Titik Sri Mulyani, "Akses Informasi Pengiriman Barang di Kantor Pos Jemur Sari untuk Area Surabaya Timur menggunakan Metode Ant Colony Optimization Berbasis WAP", *Proceeding of IES 2010*, Surabaya, November 2010.
- [12] N. Kamat, J. Wang, and J. Liu, "A Delay-Efficient Re-Routing Scheme for VOIP Traffic", *IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2003)*, Baltimore, MD, 2003.
- [13] Shrestha, A. and Elleithy, K., "Investigating The Effect of Encoder Schemes, WFQ and SAD on VoIP Qos", *Springer Sciences Bussiness Media B.V.*, 2008.
- [14] Xiaohui Gu, Klara Nahrstedt Rong N. Chang, and Zon-Yin Shae, "An Overlay Based QoS-Aware Voice-Over-IP Conferencing System", *Department of Computer Science Network Hosted Application*.
- [15] X. Gu, K. Nahrstedt, R. N. Chang, and C. Ward, "QoS Assured Service Composition in Managed Service Overlay Networks", *Proc. of IEEE 23rd International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2003)*, Providence, RI, May 2003.



Mike Yuliana lahir di Jember, ia memperoleh gelar Sarjana Teknik(ST) pada Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2001 dan Magister Teknik(MT) pada tahun 2007, keduanya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember(ITS) Surabaya. Ia adalah pengajar di Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah Telephony Network. Banyak melakukan penelitian yang berbasis aplikasi VoIP, mulai dari pembuatan server VoIP sampai pembuatan program untuk menambahkan fitur dari server VoIP



Ira Prasetyaningrum lahir di Surabaya, ia memperoleh gelar S.Si pada tahun 2004 dari jurusan Matematika FMIPA dan Magister Teknik (MT) pada tahun 2007 dari jurusan Teknik Industri. Banyak melakukan penelitian yang berbasis TSP.



M.Zen Samsono Hadi lahir di Kediri, ia memperoleh gelar Sarjana Teknik(ST) pada Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2000 dan Magister Teknik (MT) pada tahun 2009, keduanya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember(ITS) Surabaya. Pada tahun 2007, ia mendapat kesempatan untuk program double degree ke Jerma, dan mendapatkan gelar master of science pada tahun 2008. Ia adalah pengajar pada jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah Network Security, Network Design dan internet application. Pernah melakukan penelitian pada bidang network design di T-Systems Enterprise GmbH, Dramstadt Jerman pada tahun 2008.



Yusiana Kartikasari lahir di Surabaya, ia memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan (S.ST) pada tahun 2011 di Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya