



JPPI Vol 7 No 1 (2017) 1-16
Jurnal Penelitian Pos dan Informatika

771/AU1/P2MI-LIPI/08/2017
32a/E/KPT/2017

DOI: 10.17933/jppi.2017.070101



**MANAJEMEN PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM
INFORMASI JARINGAN TELEKOMUNIKASI PT. TELKOM
BERDASARKAN ALGORITMA FLOYD – WARSHALL**

***DEVELOPING PROTOTYPE FOR TELECOMMUNICATIONS
NETWORK INFORMATION SYSTEM OF PT. TELKOM BASED
ON FLOYD - WARSHALL ALGORITHM***

Ircham Habib Anggara¹, Florence Elfriede S Silalahi², dan Barandi Sapta W³

Pusat Pemetaan dan Integrasi Tematik¹ Puslit Promosi, dan Kerjasama² - Badan Informasi Geospasial
Kartografi dan Penginderaan Jauh, Geografi - Universitas Gadjah Mada³
Jl. Raya Jakarta - Bogor KM 46, Cibinong Science Center - Cibinong, Jawa Barat 16911, Indonesia¹²
Jl. Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia³
*ircham.habib.anggara@gmail.com*¹

Naskah Diterima: 18 November 2016; Direvisi : 27 Desember 2016; Disetujui : 8 Maret 2017

Abstrak

PT. Telkom selaku badan usaha yang berwenang dalam pembangunan dan pengembangan sektor telekomunikasi, khususnya telepon kabel berupaya untuk meningkatkan pelayanan kepada pelanggan. Penelitian ini bertujuan membuat basis data spasial dan model sistem informasi jaringan telepon PT. Telkom yang interaktif dengan memanfaatkan citra Quickbird Google Earth, Global Positioning System (GPS), dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk penentuan rute optimal penanganan gangguan jaringan telepon PT. Telkom berdasarkan Algoritma Floyd-Warshall. Penentuan rute optimal didasarkan pada variabel impedensi, berupa jarak tempuh dan waktu tempuh yang diturunkan dari panjang jalan dibagi dengan kecepatan rata-rata kendaraan per ruas jalan. Hasil penelitian ini berupa Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL) yang berbasis desktop dan dapat berdiri sendiri tanpa adanya *software* SIG yang lain. Rute optimal program SIROTOL mampu digunakan untuk menentukan rute optimal penanganan gangguan jaringan telepon PT. Telkom Bantul dengan hasil yang akurat atau mendekati kondisi di lapangan. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil validasi lapangan yang memiliki nilai uji akurasi rute optimal berdasarkan jarak tempuh sebesar 97.06% dan nilai uji akurasi rute optimal berdasarkan waktu tempuh sebesar 96.14%.

Kata Kunci : Rute optimal, network analysis, Algoritma Floyd-Warshall, jaringan telepon

Abstract

As a state owned company that has authorities on the development of telecommunications sector, especially for cables telephone, PT. TELKOM strives for a better service to the customers. This research aims to create a spatial database and interactive telephone network information system model of PT. Telkom by using Quickbird imagery derived from Google Earth, Global Positioning System (GPS), and Geographical Information Systems (GIS) to determine the optimal route of telephone network for error handling based on Floyd-Warshall algorithm. Determination of the optimal route is based on the variable impedance of the travel distance and travel time derived from the length of road divided by the average speed of vehicles per road segment. Subsequent tissue analysis results are integrated with GPS navigation technology to help a network technician search for location of interference and network technicians to assist the movement towards the location of the phone to crash in the field. The result of the research is Telkom Bantul Optimal Route Information System (SIROTOL) desktop based and stand alone application. SIROTOL optimal route program can be applied to determine the optimal route accurately on Telkom Bantul's error handling or at least close to field conditions. It can be proved by field validation results which resulted in accurate optimal route test value based on travel distance of 97.06% and travel time of 96.14%.

Keywords: optimal route, network analysis, Floyd-Warshall algorithm, telephone network

PENDAHULUAN

Kebijakan nasional di bidang telekomunikasi menggariskan ketentuan-ketentuan pokok seperti yang ditetapkan dalam GBHN 1988 yaitu pembangunan telekomunikasi dilanjutkan untuk meningkatkan jangkauan dan mutu pelayanan dengan memperluas jaringan dan sambungan telekomunikasi serta meningkatkan efisiensinya. Sejalan dengan itu dikembangkan fasilitas telekomunikasi umum yang tersebar dan menjangkau masyarakat banyak. Perusahaan telekomunikasi mempunyai tugas pokok memberikan pelayanan jasa telekomunikasi untuk umum di dalam negeri. Peranan jasa telekomunikasi pada dasarnya adalah mempertinggi efisiensi dan produktivitas sektor industri, perdagangan, serta dunia perekonomian pada umumnya, sehingga secara umum prioritas yang harus dilaksanakan adalah perluasan jangkauan serta peningkatan pelayanan (Umar, 1995).

PT. Telkom selaku badan usaha yang berwenang dalam pembangunan dan pengembangan sektor telekomunikasi, khususnya telepon kabel, berusaha meningkatkan pelayanan telekomunikasi terhadap pelanggannya. Peningkatan kualitas pelayanan telekomunikasi saat ini ditekankan pada penambahan fitur-fitur baru dan peningkatan pelayanan penanganan gangguan (*error handling*) yang terjadi pada jaringan telekomunikasi.

Keterlambatan penanganan gangguan seringkali disebabkan oleh faktor non-teknis, contohnya teknisi jaringan yang dikirimkan terkadang mengalami kesulitan dalam menemukan lokasi atau alamat pelanggan yang mengalami gangguan. Permasalahan keterlambatan pelayanan gangguan telepon ini sebenarnya dapat dihindari apabila teknisi jaringan mengetahui informasi spasial mengenai jaringan kabel telepon dan

jaringan jalan. PT. Telkom dapat menanggulangnya dengan menyusun suatu sistem informasi basis data spasial alamat pelanggan dan komponen jaringan telepon beserta analisis penentuan rute optimal untuk mengatasi masalah keterlambatan pelayanan gangguan telepon. Kemajuan teknologi akan mempermudah penyusunan basis data dan sistem informasi untuk penentuan rute optimal sebagai upaya peningkatan pelayanan telekomunikasi, terutama dalam hal kecepatan dan ketepatan penanganan gangguan telepon.

PT. Telkom selama ini telah memiliki aplikasi sistem informasi yang biasa disebut Sistem Informasi Kastamer (SISKA) dan *Customer Operation Center* (COC). Kedua sistem informasi ini berfungsi untuk mengelola berbagai macam data yang ada dengan sekuritas dan akurasi data yang tinggi, mulai dari data jaringan, data pelanggan, *Guaranty for Customer* (segmentasi layanan), dan data abonemen pelanggan. Namun, hal tersebut ternyata belum cukup untuk memaksimalkan pelayanan terhadap pelanggan. Misalnya informasi alamat pelanggan atau komponen jaringan telepon yang terkadang didasarkan pada letak administratif, nama jalan, ataupun *landmark* dimana rumah pelanggan atau komponen jaringan telepon tersebut berada dapat membingungkan dalam pencarian lokasinya. Diperlukan suatu sistem pengalamatan yang bersifat unik dan memiliki akurasi tinggi. Artinya, suatu alamat merupakan suatu informasi yang khas, tunggal, dan hanya dikenakan pada lokasi tersebut.

Informasi ini hanya dapat ditemukan apabila pengalamatan dilakukan berdasarkan posisi geografis suatu tempat. Sistem pengalamatan secara spasial seperti ini dapat dilakukan berdasarkan plotting koordinat menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Konsep dasar penentuan posisi

dengan GPS adalah reseksi jarak, yaitu pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit yang koordinatnya diketahui (Abidin, 2002, 2007). Teknologi GPS ini juga digunakan untuk memudahkan dalam pencarian lokasi gangguan dan membantu pergerakan teknisi jaringan untuk menuju lokasi yang mengalami gangguan telepon di lapangan.

Perkembangan sistem informasi geografi (SIG) yang semakin pesat, khususnya untuk *network analyst* memungkinkan terbangunnya model spasial yang dapat menangani permasalahan jaringan. ArcGIS adalah suatu kumpulan produk perangkat lunak ESRI (*GIS Mapping Software, Spatial Data Analytics & Location Platform*) yang terintegrasi untuk mengoperasikan SIG secara lengkap, sehingga pengguna ArcGIS dapat menggunakan fungsi SIG di-*platform desktop, server*, hingga web (jaringan). ArcGIS memiliki 5 *framework*, yaitu *Desktop GIS, Server GIS, Developer GIS, Mobile GIS*, dan *GIS Web Service* (ESRI, 2006).

Contoh perencanaan dan desain jaringan telekomunikasi menggunakan sistem informasi geografis bernama The GeoTT-Project dikembangkan sebagai bagian integral dari GeoTT GIS untuk Perusahaan Telekomunikasi Serbia dengan tujuan penjadwalan, perencanaan, desain dan pengelolaan jaringan telekomunikasi (Stojanovic, 1999).

Penelitian ini bertujuan membuat suatu basis data spasial dan model sistem informasi jaringan telepon PT. Telkom yang interaktif dengan memanfaatkan citra Quickbird Google Earth, GPS, dan SIG, untuk penentuan rute optimal penanganan gangguan telepon PT. Telkom berdasarkan Algoritma Floyd-Warshall. Penentuan rute optimal didasarkan pada variabel impedansi berupa jarak tempuh dan waktu tempuh yang diturunkan dari

panjang jalan dibagi dengan kecepatan rata-rata kendaraan per ruas jalan, menggunakan *network analyst* yang merupakan suatu ekstensi dalam program ArcGIS untuk membangun suatu model jaringan. ArcGIS® *Network Analyst* memungkinkan dilakukannya analisis untuk menemukan solusi terhadap tiga kategori permasalahan jaringan, yaitu menentukan rute terbaik, menentukan fasilitas terdekat, dan menentukan area layanan (Kamal, M, 2006). Hasil akhir penelitian ini berupa sistem informasi berbasis desktop yang disebut Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL).

METODE

Lokasi penelitian

Kabupaten Bantul terletak antara 07° 44' 04" - 08° 00' 27" Lintang Selatan dan 110° 12' 34" - 110° 31' 08" Bujur Timur. Daerah penelitian ini merupakan daerah pelayanan STO Bantul, khususnya daerah yang terlayani oleh jaringan lokal akses tembaga (jaringan kabel tembaga) dengan catuan tidak langsung. Jaringan lokal akses tembaga yang dimiliki oleh STO Bantul hanya meliputi tiga kecamatan yaitu Kecamatan Bantul, Kecamatan Sewon, dan Kecamatan Pandak.

Penentuan Rute Optimal

Rute optimal ialah rute yang memiliki nilai impedansi/nilai hambatan terkecil. Penentuan rute optimal ini terkait dengan hasil penjumlahan nilai impedansi yang dimiliki oleh setiap ruas jalan yang dilewati. Nilai impedansi yang umum digunakan ialah jarak tempuh dan waktu tempuh. Waktu tempuh diturunkan dari perhitungan matematis antara panjang jalan (jarak tempuh) dibagi dengan kecepatan laju kendaraan persatuan waktu.

Berdasarkan jarak tempuh (*calculated distance*) dan faktor hambatan/impedansi (*impedance factor*), jalur yang paling efisien dapat ditentukan, bukan hanya sekedar jalur yang paling pendek. Node dapat diberi kode sebagai titik pemberhentian (*stop*), yang menunjukkan lampu pengatur lalu lintas, hambatan belokan berdasarkan kesulitan belok kiri (*turning left*) atau belok kanan (*turning right*) di suatu persimpangan, atau dapat pula ditandai sebagai penghalang-penghalang (*barriers*) lain yang memperlambat kecepatan gerak kendaraan menuju ke suatu tempat. Seperti halnya jarak tempuh, semua variabel ukuran diambil dari informasi kondisi jalan, persimpangan, dan sebagainya (Arham, 2002).

Penentuan Nilai Impedansi

Nilai impedansi yang umum digunakan ialah waktu tempuh yang diturunkan dari perhitungan matematis antara panjang jalan (jarak tempuh) dibagi dengan kecepatan laju kendaraan persatuan waktu.

$$V = \frac{S}{t} \dots\dots\dots (1)$$

$$t = \frac{S}{V} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

V = kecepatan rata-rata (km/jam)

S = panjang segmen/ruas jalan (km)

t = waktu tempuh rata-rata sepanjang segmen jalan (jam)

Ukuran panjang jalan diperoleh dari data jaringan jalan hasil interpretasi citra Quickbird yang di-*capture* dari Google Earth, sedangkan data mengenai kecepatan kendaraan persatuan waktu pada setiap ruas jalan diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dengan metode kecepatan titik (*spot speed*).

Algoritma Penentuan Rute Optimal

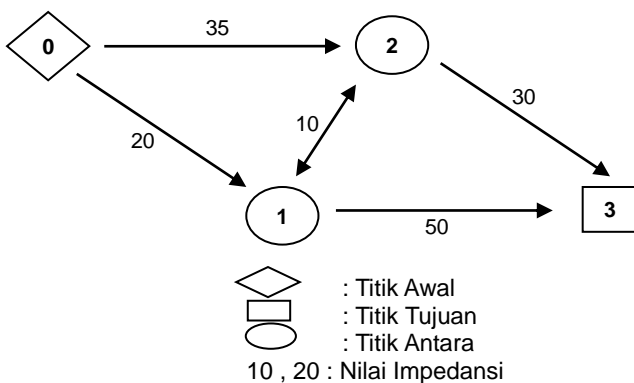
Penentuan rute optimal dari satu titik/tempat ke titik/tempat lain merupakan permasalahan yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa algoritma populer yang dapat memecahkan permasalahan pencarian rute optimal tersebut adalah algoritma Dijkstra dan algoritma Floyd-Warshall.

Algoritma Dijkstra merupakan salah satu varian dari algoritma *greedy* yaitu salah satu bentuk algoritma populer untuk pemecahan masalah optimasi. Sesuai dengan definisi harafiahnya yang berarti tamak atau rakus, namun tidak dalam konteks negatif, algoritma *greedy* ini hanya memikirkan solusi terbaik yang akan diambil pada setiap langkah tanpa memikirkan konsekuensi ke depan. Prinsipnya, ambillah apa yang bisa Anda dapatkan saat ini dan keputusan yang telah diambil pada setiap langkah tidak akan bisa diubah kembali. Algoritma *greedy* ini berupaya membuat pilihan nilai optimum lokal pada setiap langkah dan berharap agar nilai optimum lokal ini mengarah kepada nilai optimum global (Novandi, 2007).

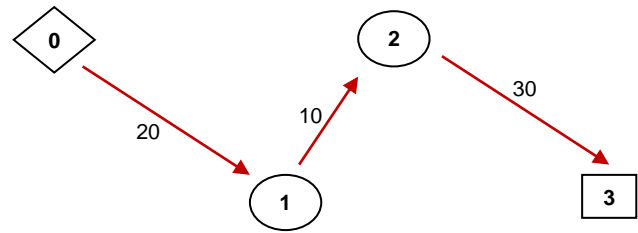
Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu algoritma pencarian rute optimal yang merupakan varian dari pemrograman dinamis yaitu algoritma yang memandang bahwa solusi yang akan diperoleh merupakan suatu keputusan yang saling terkait, sehingga solusi tersebut terbentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya. Algoritma Floyd-Warshall membandingkan semua kemungkinan lintasan pada *graf/line* untuk setiap sisi dari semua simpul.

Tahapan utama untuk penentuan rute optimal dengan Algoritma Floyd-Warshall ada dua, yaitu algoritma matrik beban minimum dan algoritma matrik jalur beban minimum. Algoritma matrik beban minimum merupakan algoritma untuk

mencari nilai impedansi terkecil yang dapat diperoleh pada suatu pergerakan dari titik asal ke titik tujuan. Sedangkan algoritma matrik jalur beban minimum ialah algoritma untuk mengetahui rute tempuh dari titik asal ke titik tujuan yang memiliki nilai impedansi terkecil. Model diharapkan adalah model yang mendekati kenyataan (*real world*) serta *reliability* atau hasil yang diperoleh berakurasi tinggi dan benar. Terdapat dua algoritma utama dalam penentuan rute optimal dengan Algoritma Floyd-Warshall, yaitu algoritma matrik beban minimum dan algoritma matrik jalur beban minimum. *Algoritma matrik beban minimum* merupakan algoritma yang digunakan untuk menghitung nilai impedansi terkecil yang diperoleh pada suatu pergerakan dari titik asal ke titik tujuan. *Sedangkan algoritma matrik jalur beban minimum* ialah algoritma yang digunakan untuk mengetahui rute yang harus ditempuh dari titik asal ke titik tujuan yang memiliki nilai impedansi terkecil seperti yang dihasilkan dalam algoritma matrik beban minimum.



Gambar 1. Penentuan rute optimal dari titik awal ke titik tujuan berdasarkan Algoritma Floyd-Warshall



Rute Optimal: 0→1→2→3

Nilai Impedansi Minimum : 60

Gambar 2. Penggambaran Rute Optimal dari Titik Awal (0) ke Titik Tujuan (3)

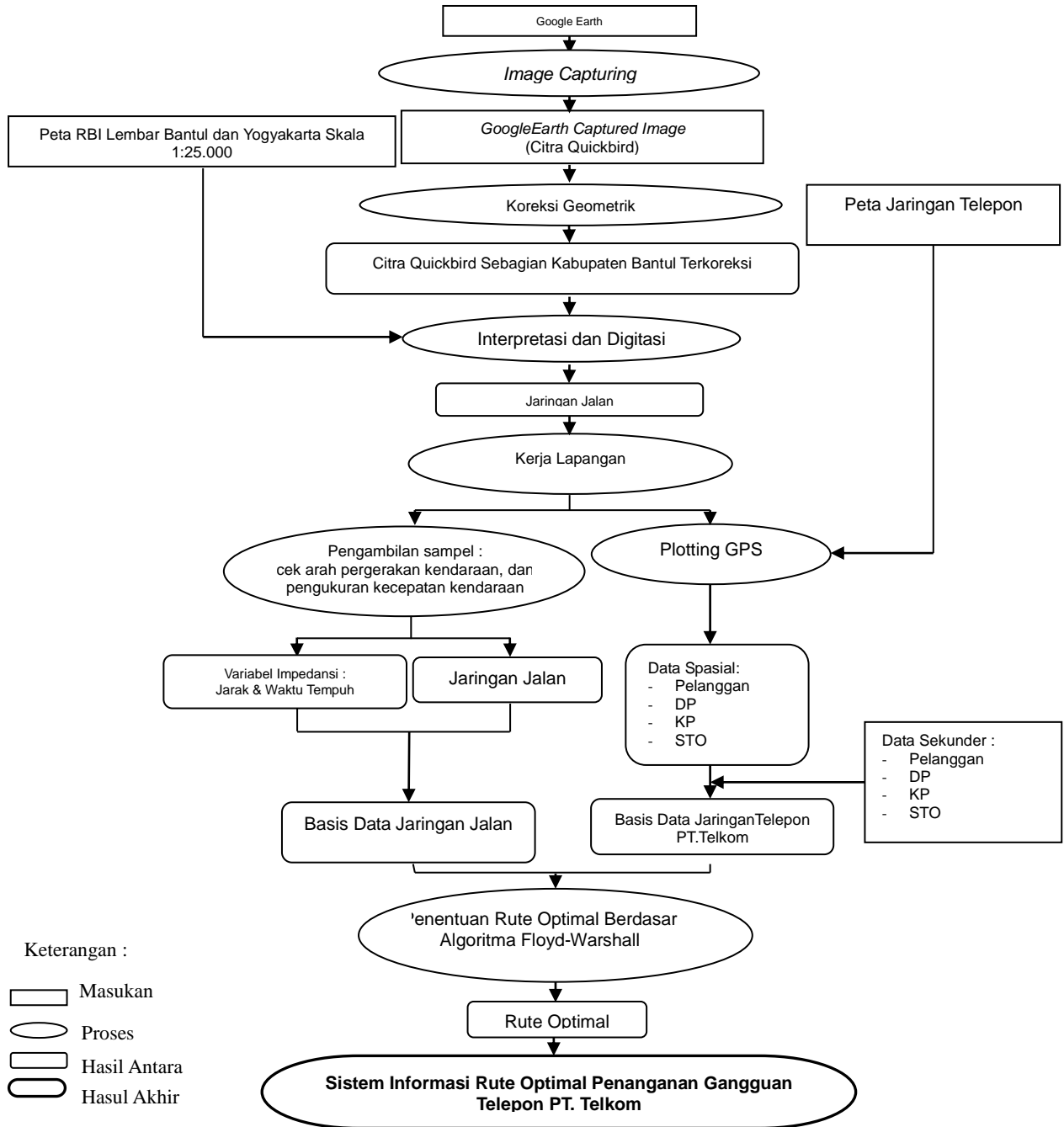
Hal yang membedakan pencarian solusi rute optimal menggunakan pemrograman dinamis dengan algoritma *greedy* adalah bahwa keputusan yang diambil pada tiap tahap pada algoritma *greedy* hanya berdasarkan pada informasi yang terbatas sehingga nilai optimum yang diperoleh pada saat itu. Pada algoritma *greedy*, kita tidak memikirkan konsekuensi yang akan terjadi seandainya kita memilih suatu keputusan pada suatu tahap. Disinilah peran pemrograman dinamis yang mencoba untuk memberikan solusi yang memiliki pemikiran terhadap konsekuensi yang ditimbulkan dari pengambilan keputusan pada suatu tahap. Prinsip yang dipegang oleh pemrograman dinamis adalah prinsip optimalitas, yaitu jika solusi total optimal, maka bagian solusi sampai suatu tahap (misalnya tahap ke-*i*) juga optimal (Novandi, 2007).

Interpretasi Jaringan Jalan

Data jaringan jalan merupakan data digital masukan dalam analisis dan penentuan rute optimal penanganan gangguan telepon. Data jaringan jalan tersebut diperoleh melalui interpretasi jaringan jalan dari Citra Quickbird dengan metode *on screen digitizing*. Interpretasi jaringan jalan pada citra penginderaan jauh didasarkan pada beberapa kunci interpretasi yaitu rona/warna, bentuk, dan pola. Interpretasi jalan juga menggunakan Peta Rupa

Bumi Indonesia (Peta RBI) yaitu Peta RBI lembar Bantul dan lembar Yogyakarta skala 1:25.000, serta peta jaringan jalan yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bantul sebagai panduan dalam proses interpretasi jaringan jalan.

Peta jaringan jalan yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bantul ini juga digunakan sebagai data masukan pengisian atribut nama ruas jalan dalam penelitian ini.



Gambar 3. Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Citra

Citra penginderaan jauh resolusi tinggi yang berupa Citra Quickbird dalam penelitian ini diperoleh dari program aplikasi Google Earth. Proses *capturing* dilakukan dengan menjalankan aplikasi Google Earth Pro 4.2. dan Google Satellite Maps Downloader 6.46 secara bersama-sama. Batasan daerah ini berupa koordinat lintang dan bujur dari daerah penelitian, baik itu batas koordinat lintang paling atas dan paling bawah, maupun batas koordinat bujur paling kiri dan paling kanan dari liputan daerah yang dikehendaki. Diperlukan proses konversi dari koordinat yang bersistem derajat, menit, dan detik dalam Google Earth Pro 4.2 ke dalam koordinat yang bersistem derajat. Hasil konversi inilah yang nantinya digunakan sebagai pembatas area liputan dalam proses *capturing*.

Penelitian ini hanya menggunakan perbesaran sebesar 18 (perbesaran maksimal Google Satellite Maps Downloader 6.46. dapat mencapai 22) mengingat kualitas citra yang dihasilkan sudah dinilai cukup baik untuk pengenalan objek berupa kenampakan jaringan jalan. Selain itu, penentuan besarnya perbesaran juga sangat memengaruhi lamanya proses *capturing* dan besarnya *memory file* citra yang dihasilkan. Besarnya *memory file* citra yang dihasilkan juga dipertimbangkan dalam penelitian ini karena citra tersebut akan dijadikan *background* tampilan dalam sistem informasi, dimana besarnya file akan memengaruhi proses eksekusi (*loading*) suatu sistem sehingga diupayakan file-file yang digunakan dalam pembangunan sistem informasi ini memiliki ukuran seminimal mungkin

Hasil sementara dari proses *capturing* ini masih berupa potongan-potongan kecil citra,

sehingga harus dilakukan penggabungan (*combine*) citra untuk menyatukannya menjadi satu file citra berformat bitmap (*.bmp). Proses ini dilakukan secara otomatis dari menu *combine satellite images* dalam Google Satellite Maps Downloader 6.46. Citra Quickbird hasil *capturing* dari Google Earth ini memiliki kualitas di bawah Citra Quickbird aslinya, baik kualitas resolusi spasial maupun resolusi radiometrik citra. Citra Quickbird asli memiliki sistem koding 11 bit yang mengubah intensitas pantulan atau pancaran menjadi $2^{11} = 2048$ tingkat kecerahan. Berbeda dengan Citra Quickbird hasil *capturing* Google Earth ini memiliki sistem koding 8 bit, dimana sinyal dengan julat intensitas yang sama diubah menjadi citra dengan $2^8 = 256$ tingkat kecerahan. Meski demikian, Citra Quickbird ini dapat dikatakan berkualitas cukup baik untuk digunakan mengingat resolusi spasialnya relatif baik, tidak terdapat tutupan awan, dan data yang akan diekstrak adalah data jaringan jalan yang relatif mudah dikenali dari citra ini (Gambar 4).

Pengumpulan Data Lapangan

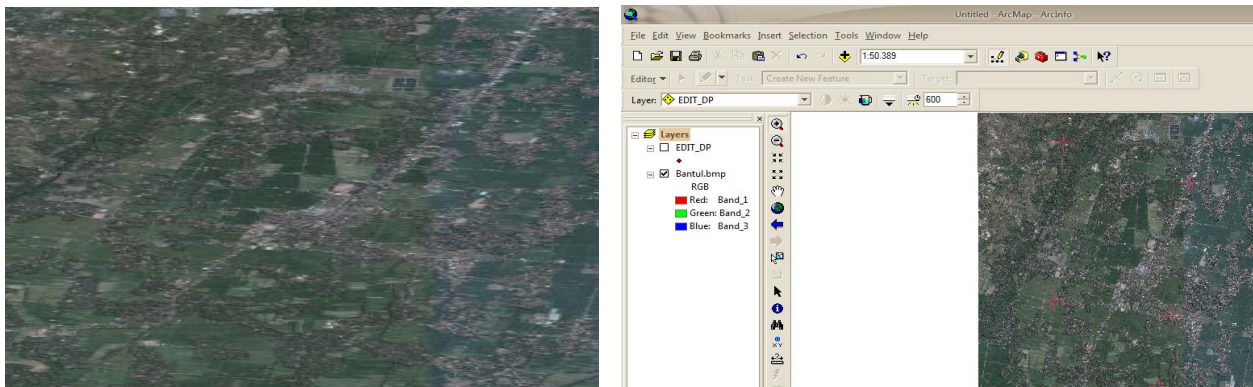
Data lapangan yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa informasi arah arus pergerakan kendaraan pada ruas jalan, data kecepatan kendaraan rata-rata pada ruas jalan, dan koordinat komponen jaringan telepon PT. Telkom yang meliputi koordinat pelanggan, kotak pembagi (DP), rumah kabel (RK), dan sentral telepon otomatis (STO). Informasi arah arus pergerakan kendaraan dan data kecepatan kendaraan rata-rata pada ruas jalan dipergunakan untuk menyusun basis data jaringan jalan. Di daerah penelitian ini diketahui bahwa jalan satu arah dijumpai di Kompleks Parasamya, yaitu Jl. Gadjah Mada, Jl. Wolter

Monginsidi, dan Jl. Agus Salim, sedangkan ruas jalan lainnya merupakan jalan dua arah.

Data kecepatan kendaraan rata-rata tiap ruas jalan merupakan data yang digunakan untuk memperoleh informasi nilai impedansi yang berupa waktu tempuh dalam basis data jaringan jalan. Waktu pengukuran kecepatan kendaraan dalam penelitian ini tidak memperhitungkan waktu puncak (*peak time*) atau jam sibuk, melainkan disesuaikan dengan jam kerja dan waktu pelayanan pegawai PT. Telkom, yaitu antara pukul 08.00 -16.00 WIB. Pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode survei kecepatan titik (*spot speed*), yaitu metode pengukuran kecepatan kendaraan bergerak dimana pengamat melakukan

pengamatan kecepatan kendaraan yang telah terklasifikasi, yang dalam penelitian ini berupa kendaraan roda dua (sepeda motor), ruas jalan dibatasi maksimal sejauh 100 meter.

Pengamatan ini dilakukan sebanyak tiga kali secara berturut-turut pada setiap ruas jalan. *Plotting* koordinat komponen jaringan telepon PT. Telkom juga dilakukan. Data koordinat komponen jaringan telepon PT. Telkom yang meliputi koordinat pelanggan, kotak pembagi (DP), rumah kabel (RK), dan sentral telepon otomatis (STO) diperoleh melalui *plotting* koordinat dengan GPS. Data koordinat ini merupakan data penyusun basis data spasial PT. Telkom.



Gambar 4. a) Citra Quickbird hasil *capturing* dengan Google Satellite Maps Downloader 6.46; b) Proses koreksi geometrik citra dengan *software* Arc GIS 9.3 beserta sebaran titik ikat (*Ground Control Point*)

Penyusunan Basis Data Spasial PT. Telkom dan Basis Data Jaringan Jalan

Basis data pelanggan telepon PT. Telkom merupakan kumpulan informasi spasial mengenai posisi/koordinat pelanggan beserta informasi data perteleponannya, misalnya nama pelanggan, alamat pelanggan, nomor telepon, dan informasi komponen jaringan teleponnya. Basis data ini merupakan hasil penggabungan antara data spasial pelanggan yang berupa koordinat pelanggan yang didapatkan dari *plotting* dengan GPS di lapangan dan data tabular

mengenai informasi data perteleponan yang diperoleh dari Sistem Informasi Kastamer (SISKA) PT. Telkom. Jaringan Lokal Akses Tembaga (JARLOKAT) merupakan suatu jaringan kabel telepon dari bahan tembaga yang dipasang atau ditarik dan dipergunakan untuk menghubungkan pesawat-pesawat pelanggan dengan sentral lokal yang bersangkutan (Fikadhini, 2008). Basis data jaringan kabel telepon dan basis data spasial pelanggan telepon PT. Telkom pada Tabel 1 dan 2.

Basis data jaringan kabel telepon ini dibangun dan digunakan sebagai dasar dalam melakukan dengan menggunakan ekstensi *network analyst tracing*/penelusuran gangguan yang terjadi pada dalam ArcGIS 9.3 untuk menunjukkan adanya komponen jaringan kabel telepon. keterhubungan (konektivitas) jaringan kabel telepon

Tabel 1. Format Basis Data Spasial Pelanggan Telepon PT. Telkom

Nama Field	Type	Keterangan
FID	Object ID	Urutan ID objek
Shape	Geometry	Tipe/jenis data sesuai dengan tipe shapefile yang dibuat, yaitu <i>point</i>
ID	String	ID objek
X	Double	Koordinat X (mT)
Y	Double	Koordinat Y (mU)
Nama	String	Nama Pelanggan
Alamat Ins	String	Alamat instalasi telepon
Telepon	String	Nomor telepon pelanggan
RK	String	Keterangan nama Rumah Kabel (RK)
DP	String	Keterangan nama Kotak Pembagi (DP)
Primer	String	Keterangan nama Kabel Primer
Urut Primer	Double	Nomor urat kabel primer
Sekunder	String	Keterangan nama Kabel Sekunder
Urut Sekunder	Double	Nomor urat kabel sekunder
T	Short Integer	ID titik objek

Tabel 2. Format Basis Data Jaringan Kabel Telepon PT. Telkom

Nama Field	Type	Keterangan
FID	Object ID	Urutan ID objek
Shape	Geometry	Tipe/jenis data sesuai dengan tipe shapefile yang dibuat, yaitu <i>polyline</i> .
Id	Long Integer	ID objek
Nama	String	Nama kabel
Panjang	Double	Panjang kabel dalam satuan meter
F	Short Integer	ID node awal kabel (sesuai arah digitasi)
T	Short Integer	ID node akhir kabel (sesuai arah digitasi)

Sama halnya dengan basis data jaringan kabel telepon, basis data jaringan jalan juga dibangun dengan memanfaatkan ekstensi *network analyst* dalam ArcGIS 9.3. Peta jaringan jalan dikatakan telah siap apabila peta jaringan jalan sudah terbebas dari permasalahan *overshoot* dan *undershoot*. *Overshoot* yaitu kesalahan yang terjadi apabila terdapat dua garis yang tidak terhubung tetapi saling

berpotongan, sedangkan *undershoot* terjadi apabila terdapat dua garis yang tidak terhubung. Peta jaringan jalan yang telah siap selanjutnya dilakukan pendefinisian aturan yang berlaku pada setiap segmen jaringan (ruas jalan). Pendefinisian aturan ini meliputi penentuan arah arus kendaraan pada setiap ruas jalan dan penentuan besarnya nilai

impedansi (jarak tempuh dan waktu tempuh) untuk melalui suatu ruas jalan.

Pendefinisian aturan dimulai dengan penambahan *field* baru pada data atribut jaringan jalan untuk merepresentasikan nilai impedansi yang harus dikeluarkan untuk melintasi ruas tersebut. *Field* pertama adalah *field* yang memuat informasi panjang ruas jalan dan yang kedua adalah *field* yang memuat informasi waktu tempuh dimana terdapat dua kondisi berbeda yang memengaruhi penamaan *field* ini, yaitu : 1) jika kedua arah (bolak-balik) dalam satu segmen garis memiliki nilai impedansi

yang sama ($FT = TF$), dan 2) jika kedua arah memiliki nilai impedansi yang berbeda ($FT \neq TF$). Berhubung jaringan jalan dalam penelitian ini memiliki nilai impedansi yang berbeda pada kedua arah maka *field* yang ditambahkan ada dua, yaitu *field* FT_MINUTES dan TF_MINUTES. Akhiran MINUTES digunakan karena satuan waktu tempuh yang digunakan adalah menit, sedangkan awalan FT dan TF menunjukkan nilai beban pada ruas jalan dibedakan pada setiap ruasnya sesuai arah digitasi. Hasil penyusunan basis data jaringan jalan ini lebih jelas disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Format Basis Data Jaringan Jalan

Nama Field	Type	Keterangan
FID	Object ID	Urutan ID objek
Shape	Geometry	Tipe/jenis data sesuai dengan tipe shapefile yang dibuat
Id	Long Integer	ID objek
Nama	String	Nama jalan
Panjang	Double	Panjang jalan dalam satuan meter
ft_V	Double	Kecepatan kendaraan rata-rata dari node awal ke node akhir
tf_V	Double	Kecepatan kendaraan rata-rata dari node akhir ke node awal
FT_MINUTES	Double	Waktu tempuh dari node awal ke node akhir (sesuai arah digitasi)
TF_MINUTES	Double	Waktu tempuh dari node akhir ke node awal (sesuai arah digitasi)
F	Short Integer	ID nodeawal (sesuai arah digitasi)
T	Short Integer	ID nodeakhir (sesuai arah digitasi)

Pembuatan Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL)

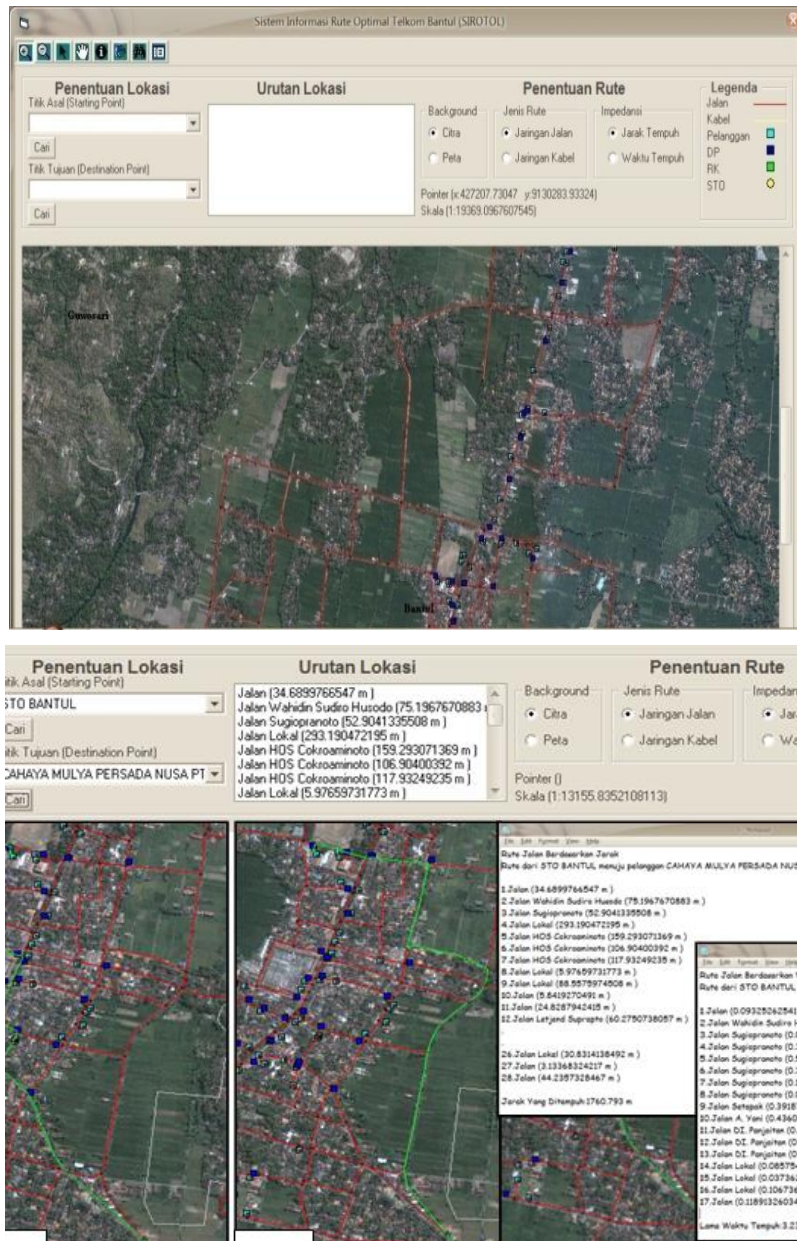
Sistem informasi rute optimal untuk penanganan gangguan telepon PT. Telkom merupakan sistem informasi berbasis SIG De-sktop atau sistem informasi yang dioperasikan melalui komputer tanpa menggunakan jaringan internet. Pembuatan antarmuka pengguna SIROTOL ini ditujukan untuk menggantikan tata letak (*layout*) pada desain peta analog. Tampilan *user interface*

sistem informasi rute optimal ini dibuat secara interaktif dan komunikatif agar pengguna dapat dengan mudah menggunakannya (*user friendly*).

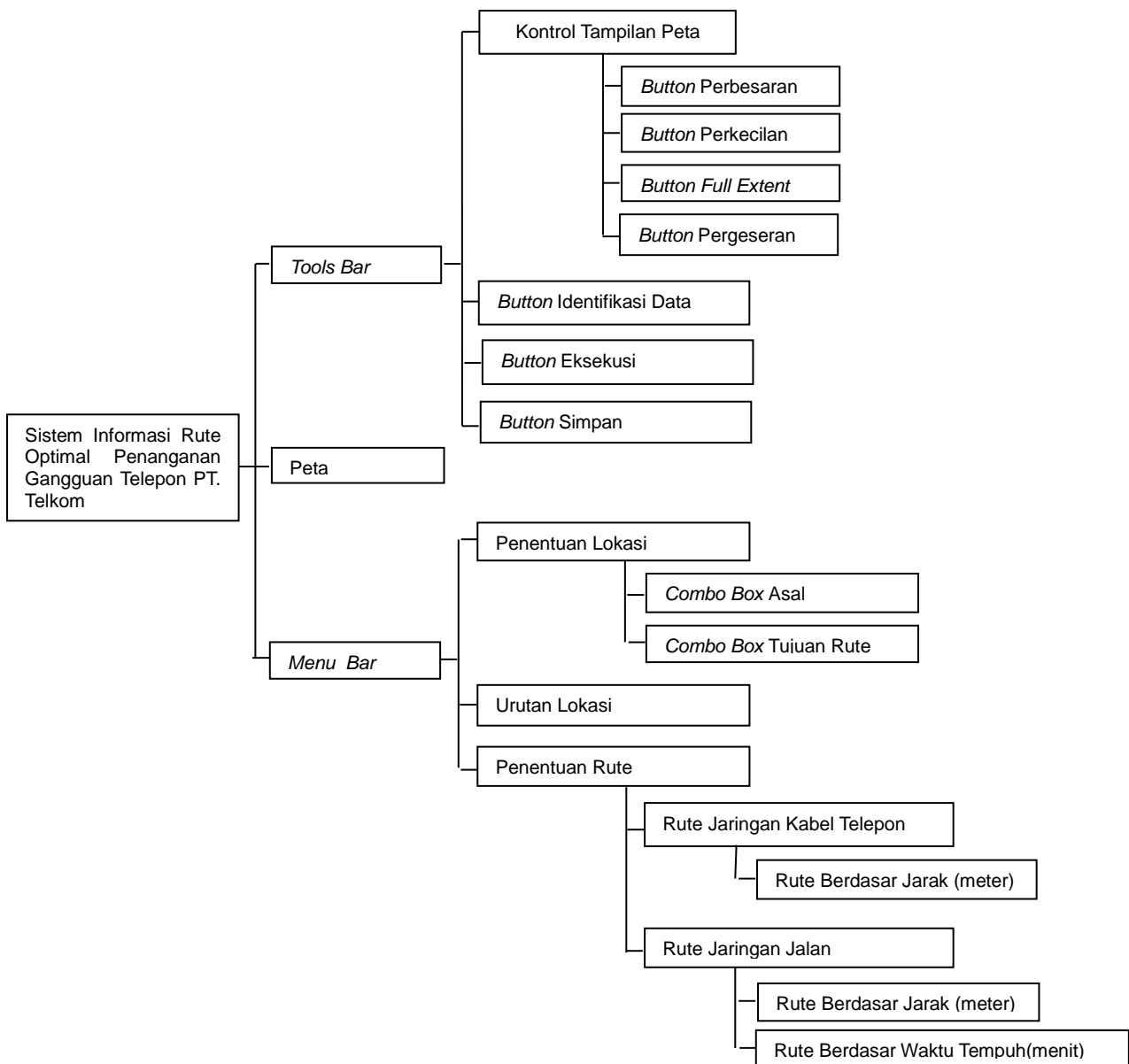
Program SIROTOL terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian peta, menu bar, dan tools bar. Bagian peta merupakan isi utama dari sistem informasi ini yang meliputi data raster dan data vektor. Data raster berupa citra Quickbird yang berfungsi sebagai background dari sistem informasi ini, sedangkan data vektor terdiri dari peta jaringan

jalan, peta jaringan kabel telepon, peta komponen jaringan telepon, dan peta batas administrasi. Bagian menu bar sendiri terbagi ke dalam tiga

submenu yaitu penentuan lokasi, urutan lokasi, dan penentuan rute (Gambar 5).



Gambar 5. Tampilan Window Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL)



Gambar 6. Bagan struktur antarmuka Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL)

Pengujian Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL)

Konstruksi Program SIROTOL menggunakan *SIG Component*, dimana produk sistem informasi geografis berupa *ESRI Map Objects 2.2* dimasukkan ke dalam bahasa pemrograman *Visual Basic*. *User interface* dibagi ke dalam bagian peta, bagian *menu bar*, dan bagian *tools bar* ((Aziz & S. Pujiono, 2006)). SIROTOL perlu diuji agar memberikan informasi mengenai lokasi pelanggan

dan komponen jaringan telepon beserta rute optimal untuk penanganan gangguan telepon PT. Telkom berdasarkan nilai impedansi yang berupa jarak tempuh dan waktu tempuh.

Metode penentuan rute optimal pada pengujian program SIROTOL yaitu pertama, rute optimal diperoleh berdasarkan jarak tempuh terpendek, dimana nilai impedansi dalam penentuan rute ini diperoleh dari data atribut panjang jalan (meter); kedua, rute optimal diperoleh berdasarkan waktu

tempuh tercepat, dimana nilai impedansi dalam penentuan rute ini diperoleh dari data atribut FT_MINUTES dan TF_MINUTES. (Tabel 4).

Rute optimal R5_a dengan nilai impedansi 1,761 km merupakan rute optimal hasil pengujian program SIROTOL dengan impedansi berupa jarak tempuh, sedangkan rute optimal R5_b dengan nilai impedansi 3' 23" (3 menit 23 detik) merupakan rute optimal dengan impedansi berupa waktu tempuh. Berdasarkan kedua rute optimal tersebut selanjutnya dilakukan pengujian lapangan yang hasilnya diketahui bahwa rute R5_a di lapangan ditempuh dengan jarak 1,678 km selama 3' 56,20" (rute S5_a), sedangkan rute R5_b ditempuh dengan jarak 1,848 km selama 3'36,34" (rute S5_b).

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa rute R5_a merupakan rute optimal dengan jarak tempuh terdekat dan rute R5_b merupakan rute optimal dengan waktu tempuh tercepat. Terlihat bahwa selisih hasil pengujian SIROTOL dengan hasil pengujian lapangan tidaklah besar, hanya 83 m untuk jarak tempuh terdekat dan 13,34 detik untuk waktu tempuh tercepat. Sedangkan rute S5_c merupakan rute yang diambil untuk membuktikan bahwa rute selain R5_a dan R5_b bukan merupakan rute optimal mengingat jarak tempuh dan waktu tempuhnya lebih besar dari rute optimal yang dihasilkan program SIROTOL.

Tabel 4. Hasil Pengujian Rute Optimal dari STO Bantul ke PT Cahaya Mulia Persada

Impedansi	SIROTOL		Sampel	LAPANGAN	
	Hasil Rute Optimal	Impedansi		Impedansi Jarak	Waktu
Jarak	R5_a	1,761 km	S5_a	1,678 km	3' 56,20"
Waktu	R5_b	3' 23"	S5_b	1,848 km	3' 36,34"
			S5_c	2,476 km	4' 08,10"

Tabel 5. Akurasi Pengujian Rute Optimal

Pelanggan	SIROTOL		LAPANGAN		SELISIH		Akurasi (%)	
	Jarak (km)	Waktu	Jarak (km)	Waktu	Jarak (km)	Waktu (detik)	Jarak	Waktu
Bappeda Kab. Bantul	1.325	2' 59"	1.25	2' 42"	0.075	17	94.34	90.5
Perusahaan Kayu Jati Agung	2.01	3' 15"	1.944	3' 13"	0.066	2	96.72	98.97
KPUD Kab Bantul	2.224	3' 3"	2.194	3' 25"	0.03	5	98.65	97.62
Suminah Jamhari	4.071	5' 59"	3.994	6' 06"	0.077	7	98.11	98.05
Drs. Pardiyono	3.785	5' 16"	3.756	5' 22"	0.029	6	99.23	98.1
PT Cahaya Mulia Persada	1.761	3' 23"	1.678	3' 36"	0.083	13	95.29	93.6
Akurasi (%)							97.06	96.14

Sumber: analisis data dan survei lapangan.

Analisis kemampuan dan tingkat kemanfaatan SIROTOL dalam memberikan informasi rute optimal dilakukan dengan membandingkan hasil analisis program dengan hasil survei lapangan. Semakin sedikit selisih antara hasil analisis program dengan hasil lapangan maka tingkat kepercayaan terhadap data dan hasil analisis semakin tinggi. Parameter yang diuji meliputi jarak tempuh dan waktu tempuh suatu rute optimal apabila ditempuh dengan kecepatan kendaraan roda dua berkisar antara 45 km/jam hingga 60 km/jam. Metode penentuan rute ini diharapkan dapat membantu teknisi jaringan dalam melokalisir gangguan telepon dan mempercepat deteksi gangguan yang terjadi. Hal ini dapat tercapai karena informasi yang dihasilkan selain memuat informasi mengenai tipe jaringan kabel beserta panjang kabelnya, juga memuat informasi mengenai komponen jaringan kabel yang dilewatinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemrograman spasial dengan Algoritma Floyd-Warshall mampu digunakan untuk menentukan rute optimal dalam penanganan gangguan telepon PT. Telkom dengan hasil yang mendekati kondisi di lapangan. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa nilai uji akurasi rute optimal berdasarkan jarak tempuh sebesar 97,06% dan nilai uji akurasi rute optimal berdasarkan waktu tempuh sebesar 96,14% (Tabel 5). Nilai uji akurasi yang lebih dari 95% ini menandakan bahwa sistem informasi ini telah berhasil menyelesaikan permasalahan rute optimal dan dapat dimanfaatkan dalam penanganan gangguan telepon PT. Telkom,

terutama dalam pencarian lokasi gangguan dan rute optimal untuk menuju lokasi gangguan, baik berupa rute tempuh terdekat ataupun rute tempuh tercepat.

PENUTUP

Basis data spasial pelanggan dan komponen jaringan telepon PT. Telkom yang digunakan dalam penyusunan Sistem Informasi Rute Optimal Telkom Bantul (SIROTOL) disusun dengan mengintegrasikan teknologi penginderaan jauh, SIG, dan GPS. SIROTOL dibuat dengan menggabungkan bahasa pemrograman Visual Basic dan software sistem informasi geografi MapObjects 2.2 sehingga aplikasi dapat berdiri sendiri (*stand alone application*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Jurnal Penelitian Pos dan informatika, Puslitbang Sumber Daya Perangkat dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika Badan Litbang SDM Kemkominfo, atas masukan dan penerbitan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2002). *Survei dengan GPS*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. PT. Pradnya Paramita. Third edition.

- Arham, A. (2002). *Penentuan Rute Optimal Mobil Pemadam Kebakaran dengan Memanfaatkan Foto Udara Pankromatik Hitam Putih dan PC Network di Kecamatan Gedongtengen Kota Yogyakarta*. UGM.
- Aziz, M., & S. Pujiono. (2006). *Sistem Informasi Geografis Berrbasis Dekstop dan Web*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- ESRI. (2006). *ArcGIS® Schematics: Automatic Schematic Generation for ArcGIS (An ESRI® W)*. New York: ESRI.
- Fikadhini, K. (2008). *Analisa Jaringan Lokal Akses Tembaga untuk Implementasi Teknologi ADSL2+ di Kandatel Bandung*. Retrieved January 1, 2010, from <http://www.itelkom.ac.id/library/jaringan-kabel-tembaga.html>
- Kamal, M. (2006). *Pemodelan dan Analisis Jaringan Menggunakan ArcView Network Analyst*. Yogyakarta. UGM.
- Novandi, R. A. D. (2007). *Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek (Single Pair Shortest Path) (MAKALAH IF2251 STRATEGI ALGORITMIK TAHUN 2007)*. Bandung.
- Stojanovic, D. H. (1999). *GeoTT Geographic Information System Support for Telecommunication Network Planning and Design*. University of NIS.
- Umar. (1995). *Pemetaan Data Perteleponan di Kotamadya Yogyakarta Tahun 1988 - 1992*. UGM.

