



**SISTEM INFORMASI GEOGRAFI
UNTUK MENYEDIAKAN INFORMASI RUTE
EVAKUASI BENCANA LONGSOR MENGGUNAKAN
PROGRAM ARCVIEW**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer

Oleh

Ryan Arya Pramudya NIM.5302410073

UNNES
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

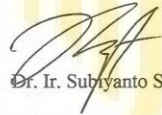
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ryan Arya Pramudya
NIM : 5302410073
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer
Judul Skripsi : Sistem Informasi Geografi Untuk Menyediakan Informasi
Rute Evakuasi Bencana Longsor Menggunakan Program
Arcview

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang Panitia
Ujian Skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer
FT. UNNES.

Semarang, 01 September 2015

Pembimbing



Dr. Ir. Subiyanto S.T., M.T.

NIP.197411232005011001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

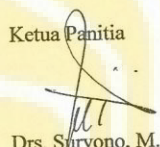
Skripsi dengan judul “Sistem Informasi Geografi Untuk Menyediakan Informasi Rute Evakuasi Bencana Longsor Menggunakan Program Arcview” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 06 November 2015.

Oleh

Nama : Ryan Arya Pramudya
NIM : 5302410073
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer

Panitia :

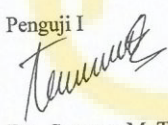
Ketua Panitia


Drs. Suryono, M.T.
NIP. 195503161985031001

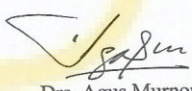
Sekretaris


Feddy Setio Pribadi, S.Pd., M.T.
NIP.196803121989031001

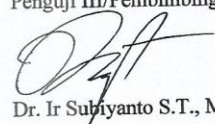
Penguji I


Drs. Sutarno, M. T.
NIP.195510051984031001

Penguji II

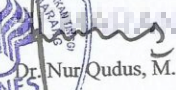

Drs. Agus Murnomo M. T.
NIP. 195506061986031002

Penguji III/Pembimbing


Dr. Ir Subiyanto S.T., M.T.
NIP.197411232005011001

Mengetahui :

Dekan, Fakultas Teknik UNNES


Dr. Nur Qudus, M. T.

NIP. 196602151991021001



PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 01 November 2015

y.  ataan,
NIM. 5302410073
Ryan Arya Pramudya

NIM. 5302410073

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

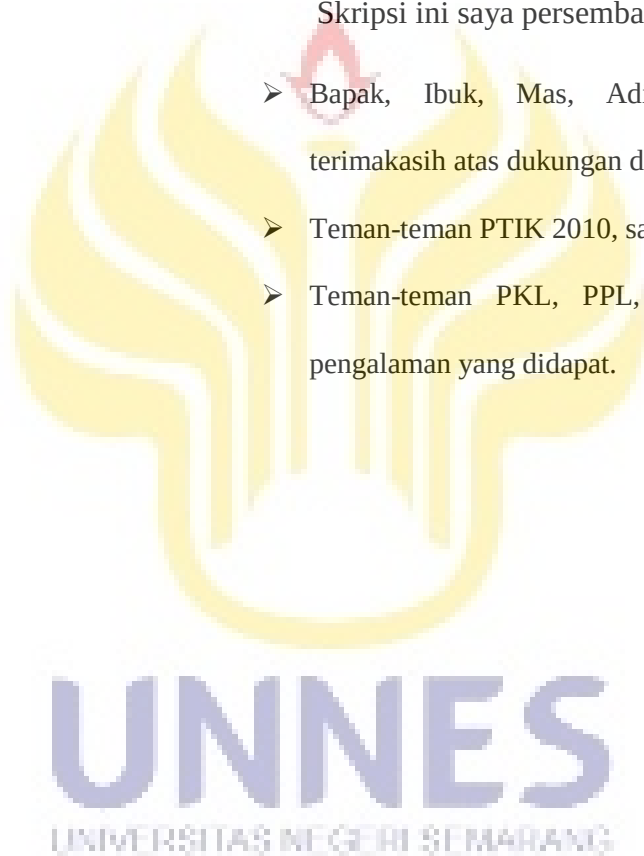
Moto:

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka (QS 13:11)

Persembahan :

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- Bapak, Ibuk, Mas, Adik, dan semuanya
terimakasih atas dukungan dan doanya.
- Teman-teman PTIK 2010, salam super.
- Teman-teman PKL, PPL, KKN atas semua
pengalaman yang didapat.



ABSTRAK

Pramudya, Ryan Arya. 2015. *Sistem Informasi Geografi Untuk Menyediakan Informasi Rute Evakuasi Bencana Longsor Menggunakan Program Arcview*. Skripsi, S1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Dr Subiyanto S.T, M.T.

Pencarian rute diperlukan saat melakukan proses evakuasi ketika terjadi suatu bencana. Rute yang dihasilkan dapat mempermudah dalam proses evakuasi. Ketersediaan informasi mengenai jarak rute evakuasi dan panduan jalan dapat menjadi suatu hal yang perlu dipertimbangkan saat proses pencarian rute berlangsung. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun system informasi geografi dengan menggunakan algoritma dijkstra pada arcview sebagai metode dalam mencari rute.

Pembuatan system ini menggunakan ArcView. Dalam ArcView terdapat bahasa pemrograman *avenue* yang dapat dimodifikasi untuk keperluan pembangunan system. Penggunaan *network analyst* yang merupakan *extension* pada ArcView juga terdapat dalam program ini. Data yang dibutuhkan dalam pembangunan system terdiri dari : peta jalan, peta lokasi longsor, dan peta shelter bencana. Dengan memanfaatkan *network analyst* pada ArcView, pencarian rute menjadi lebih cepat.

System informasi geografi yang dihasilkan dapat memberikan informasi mengenai panjang rute serta panduan jalan saat nanti dipergunakan dalam proses evakuasi. Hasil pencarian rute dapat pula dicetak sesuai dengan kebutuhan pengguna. Untuk pengembangan system selanjutnya dapat dikombinasikan pada peta *online* sehingga dapat bersifat *real time*.

Kata Kunci: *network analyst, dijkstra algorithm*, Sistem Informasi Geografi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, ucapan rasa syukur dan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Program Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer S1.
4. Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Segenap civitas akademika UNNES, keluarga, teman dan semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan berfikir bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Semarang, November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR PUBLIKASI.....	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Sistem Informasi Geografi	9
2.2.2 Komponen SIG	10
2.2.3 Subsistem SIG.....	11
2.2.4 Model Data SIG	12

2.2.5	ArcView GIS	17
2.2.6	Algoritma Dijkstra.	20
2.2.7	Network Analyst	22
BAB III		25
3.1	Objek, Waktu dan Lokasi Penelitian.....	25
3.2	Sumber Data.....	25
3.2.1	Sumber Data Primer.....	25
3.2.2	Sumber Data Sekunder.....	25
3.3	Tahap Penelitian dan Pengembangan Sistem.....	26
3.3.1	Studi Literatur	27
3.3.2	Studi Lapangan	27
3.4	Analisis Permasalahan	27
3.5	Pembangunan Sistem.....	28
3.6	Implementasi Sistem.....	51
3.7	Validasi Sistem	54
BAB IV		56
4.1	Hasil Penelitian.....	56
4.2	Pembahasan.....	68
BAB V		78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kode Jalan.....	70
Tabel 4.2 TabelW.....	72
Tabel 4.3 TabelD(k).....	72
Tabel 4.4 Tabel Penyelesaian.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahap-tahap penelitian	26
Gambar 3.2 Memulai ArcView	30
Gambar 3.3 Halaman View ArcView	30
Gambar 3.4 Add Theme	31
Gambar 3.5 Theme Active	32
Gambar 3.6 Mulai Digitasi	32
Gambar 3.7 Memilih Jenis Peta	33
Gambar 3.8 Memasukkan Titik	34
Gambar 3.9 Titik Telah Dimasukkan	34
Gambar 3.10 Diagram Konteks	36
Gambar 3.11 DFD Level 1	37
Gambar 3.12 DFD Level 2 Proses 1	38
Gambar 3.13 DFD Level 2 Proses 2	39
Gambar 3.14 DFD Level 2 Proses 3	40
Gambar 3.15 Rancangan Halaman Awal	41
Gambar 3.16 Rancangan Menu Login	42
Gambar 3.17 Rancangan Menu Utama	42
Gambar 3.18 Rancangan Rute Evakuasi Admin (Kecamatan)	43
Gambar 3.19 Rancangan Rute Evakuasi Admin (Kota Semarang)	44
Gambar 3.20 Rute Evakuasi Tambah Data	45
Gambar 3.21 Rute Evakuasi Analisis Jaringan	46

Gambar 3.22 Panduan Arah	47
Gambar 3.23 Panduan Arah	48
Gambar 3.24 Rancangan Menu Monografi.....	49
Gambar 3.25 Informasi Monografi	50
Gambar 3.26 Layout Cetak Peta	51
Gambar 3.27 Flowchart Penyelesaian Algoritma	55
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Awal	56
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Log In	57
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Menu.....	58
Gambar 4.4 Memilih Lingkup Pencarian Rute	59
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Rute Evakuasi (Kecamatan)	60
Gambar 4.6 Tampilan Rute Evakuasi (Kota Semarang).....	61
Gambar 4.7 Tampilan Proses Pencarian Rute.....	62
Gambar 4.8 Hasil Pencarian.....	63
Gambar 4.9 Dialog Direction.....	64
Gambar 4.10 Direction Properties.....	64
Gambar 4.11 Hasil Berupa Panduan Jalan.....	65
Gambar 4.12 Tampilan Kepadatan Penduduk	66
Gambar 4.13 Tampilan Jumlah Penduduk	66
Gambar 4.14 Dialog Monografi.....	67
Gambar 4.15 Tampilan Cetak Peta	68
Gambar 4.16 Gambar Panjang Segmen Dalam Meter	69
Gambar 4.17 Gambar Node buatan.....	69

Gambar 4.18 Gambar Kode jalan.....	70
Gambar 4.19 Gambar Titik Awal dan Titik Akhir.....	71
Gambar 4.20 Hasil Network Analyst Dari Titik C ke G.....	71
Gambar 4.21 Direction dari Node C Menuju G.....	76



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Ijin Observasi	82
Lampiran 2. Formulir Permintaan Informasi Publik.....	83
Lampiran 3. Tanda Bukti Penyerahan Informasi Publik.....	84
Lampiran 4. Peta Bencana.....	85



DAFTAR PUBLIKASI

Pramudya, Ryan Arya dan Subiyanto. 2015. Sistem Informasi Geografi sebagai Alat Untuk mencari Rute Terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra pada ArcView. *International Conference on Education, Concept, and Application of Green Technology*.

Pramudya, Ryan Arya dan Subiyanto. 2015. Penggunaan Algoritma Dijkstra Dalam Perencanaan Rute Evakuasi Bencana Longsor Di Kota Semarang. *Geoplanning Journal of Geomatic and Planning* 2(2): 93-102



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peran komputer yang begitu pesat membuat perubahan dalam kehidupan manusia saat ini. Kemajuan perkembangan computer saat ini membawa banyak kemudahan bagi umat manusia. Hal ini membawa kelebihan pada kemudahan di kehidupan manusia dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan yang dulunya membutuhkan waktu yang lama dalam penyelesaiannya namun sekarang menjadi lebih cepat, kita juga tidak perlu melakukan hal berat (Roudbaraki dan Esfidvajani 2011). Perkembangan dalam pencarian informasi, dewasa ini setiap orang bisa mengakses informasi lebih cepat. Ketika terjadi suatu peristiwa maka akan cepat tersebar beritanya melalui media dalam waktu yang tidak lama, seperti informasi tentang kecelakaan atau informasi tentang terjadinya suatu bencana yang terjadi pada belahan dunia yang lainnya.

Pemanfaatan perkembangan teknologi informasi dapat diaplikasikan sebagai salah cara untuk melakukan mitigasi bencana. Menurut Undang-Undang nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana pada BAB I pasal I menyebutkan Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Salah satu bentuk peningkatan kemampuan dalam menghadapi ancaman bencana dengan memanfaatkan teknologi informasi yang tersedia. Mitigasi dapat dilakukan dalam fase

sebelum, saat dan sesudah terjadinya bencana. Sistem tanggap darurat umum terdiri dari kumpulan aksi yang dilakukan ketika kondisi darurat pada masyarakat terjadi, tujuan utamanya untuk mengurangi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh kondisi darurat, untuk mencegah asal mula kejadian atau kejadian tambahan selanjutnya (Hongcun dan Yinghua dalam Kai et al :2014)

Dalam Perka BNPB tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana pada pilihan tindakan penanggulangan bencana disebutkan mengenai kesiapsiagaan. Dalam kesiapsiagaan terdapat salah satu upaya yang dilakukan pada saat bencana mulai teridentifikasi yaitu dengan menyiapkan sistem informasi dan komunikasi yang cepat dan terpadu guna mendukung tugas kebecanaan.

Latar belakang pembuatan sistem informasi ini adalah untuk memudahkan proses pencarian rute serta mengakomodasi kebutuhan dalam aspek kesiapsiagaan penanggulangan bencana. Kemudahan itu dilakukan dengan mengubah cara pencarian rute yang sebelumnya manual menjadi komputerisasi. Pencarian rute yang sebelumnya menggunakan peta cetak dalam jumlah banyak, diubah menjadi peta digital yang terkumpul menjadi satu sehingga memudahkan dalam melakukan proses pencarian. Sistem yang dihasilkan dapat dengan cepat menghasilkan rute terpendek yang saat itu juga dapat dipakai untuk penanggulangan bencana.

Pemanfaatan teknologi informasi saat ini diaplikasikan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi. Sistem Informasi Geografi (SIG) dapat diartikan sebagai sebuah sistem informasi yang fungsi dapat digunakan untuk

memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data dengan orientasi geografis, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan serta pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, mitigasi bencana. SIG memegang kemampuan untuk mengintegrasikan peta dengan detail informasi database dan gambar dan mengubah peta biasa menjadi peta pintar yang merespon queries dan membantu dalam analisis yang kompleks (Wazien dan Young dalam Kai et al :2014).

SIG memiliki keunggulan yang terletak pada kemampuan dalam menggabungkan berbagai data yang berbeda-beda. Selain itu juga mampu untuk memecahkan problem atau masalah yang bersifat kompleks dan dapat mengembangkan solusi yang tepat pada objek geografis. SIG dapat digunakan oleh individu maupun organisasi. Kemampuan SIG dapat pula digunakan untuk membuat atau membantu dalam mengambil keputusan yang berorientasi pada masalah spasial dengan berbagai macam alternatif untuk pengembangan serta perencanaan melalui permodelan yang menghasilkan rancangan yang berpotensi (Miller, 1993; Feick et al, 1999; Keenan, 1997).

Dalam Sistem Informasi Geografi rute evakuasi akan terdapat ekstensi dari Arcview GIS yaitu *network analyst*. Kemampuan *network analyst* telah banyak digunakan, dalam penelitian Muslim (2005), Said dan Ismail (2015), Giil dan Bharath (2013), Karadimas Et al (2007), Akay Et al (2011), Kai Et al (2014).

Dasar penggunaan *network analyst* dalam sistem informasi geografi jalur evakuasi karena kemampuannya dalam menganalisa rute terdekat dalam

peta, sehingga mempermudah dalam pencarian rute untuk evakuasi. Dalam *network analyst* terdapat algoritma *dijkstra* yang digunakan sebagai algoritma pencarian rute terdekat, hal ini telah disampaikan oleh ESRI selaku *developer* dari *network analyst*. Fungsi dari *network analyst* antara lain dapat mencari rute optimal, mampu mencari rute menuju fasilitas terdekat (Karadimas et al 2007).

Kerumitan jaringan jalan membutuhkan analisis untuk meningkatkan pergerakan orang dan semua hal yang berkaitan dengannya (Kai et al 2013). Selain itu, *network analyst* juga terdapat fitur yang dapat memberikan arahan jalan mana saja yang ditempuh beserta jaraknya. Tujuan dari penggunaan *network analyst* dalam sistem informasi geografi untuk memudahkan pengguna dalam mendapatkan rute yang akan digunakan menuju lokasi evakuasi beserta dengan arah yang akan dilalui dari titik awal hingga menuju titik akhir/tujuan.

1.2 Rumusan Masalah

Tahapan yang digunakan dalam menentukan rute evakuasi masih menggunakan metode manual, yaitu dengan cara verifikasi langsung di lapangan oleh petugas yang berkaitan. Jalur yang akan dilalui menuju shelter memiliki jarak yang berbeda untuk setiap jalan yang dilalui. Dalam situasi darurat, pencarian rute yang pantas untuk mencapai tujuan merupakan hal yang sangat penting. Permasalahan rute terpendek merupakan salah satu permasalahan yang diketahui.

Berdasarkan hal-hal yang telah disampaikan sebelumnya, sehingga dapat dirumuskan pertanyaan, apakah sistem informasi geografi mampu memberikan

informasi rute terpendek sebagai jalur evakuasi secara tepat dan tepat dalam mitigasi bencana longsor menggunakan *network analyst*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan hanya berefrensi atau berorientasi geografi saja, tanpa menggunakan unsur social dan ekonomi.
2. Pendekatan yang digunakan adalah jarak.
3. Input data spasial menggunakan peta administrasi Kota Semarang dan peta jalur jalan Kota Semarang dan peta bencana Kota Semarang yang sudah ada.
4. Perangkat lunak yang digunakan adalah ArcView GIS 3.3.
5. Sistem yang dihasilkan tidak dapat diubah menjadi .exe
6. Mengabaikan kondisi jalan dan jenis kendaraan yang digunakan saat evakuasi.
7. Mengabaikan kondisi geografis dan lebar jalan.
8. Metode yang digunakan algoritma dijkstra.
9. Hanya untuk pembahasan masalah peta tanpa berhubungan dengan lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah program dapat digunakan untuk menyediakan informasi rute evakuasi secara tepat dan cepat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

(1) Peneliti

Penelitian ini memberikan manfaat kepada peneliti yaitu menambah dan memperdalam wawasan tentang mitigasi bencana dengan metode *Network Analyst*.

(2) Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD)

Manfaat penelitian ini bagi BPBD, sebagai salah satu alternatif atau pilihan alat bantu untuk mempermudah dalam proses mitigasi bencana.

(3) Perkembangan Teknologi

Penelitian ini memberikan kontribusi secara nyata dalam proses pencarian jalur evakuasi, selain menggunakan proses manual dapat dikembangkan menjadi sistem yang terkomputerisasi, yang merupakan salah satu variasi aplikasi dalam penerapan dari optimasi rute menggunakan *network analyst*.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

1. Bagian awal

Bagian awal skripsi terdiri dari sampul, lembar berlogo, halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, halaman motto dan persembahan, prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian isi

Pada bagian ini memuat 5 bab yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat hasil penelitian, penegasan istilah, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi tentang penelitian terdahulu dan landasan teoritis, dikemukakan tentang teori-teori yang mendukung penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bagian ini berisi tentang objek waktu serta lokasi penelitian, sumber data, tahap penelitian dan pengembangan sistem, analisis permasalahan, pembangunan sistem, implementasi sistem dan validasi sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi hasil penelitian dan pembahasan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Muslim (2004) Penentuan Rute Efektif dengan ArcView Network Analyst digunakan untuk mendapatkan jalur yang efektif dari informasi yang berbentuk data-data spatial maupun non spatial yang berkaitan dengan jaringan jalan / transportasi. Hasil dari analisa menyediakan rekomendasi tentang jalur jaringan jalan / transportasi. Dalam penelitiannya menggunakan metode pemecahan masalah dalam mencari jalur efektif disini dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pencarian jalur terpendek, pencarian jalur tercepat dan pencarian jalur termurah.

Ismail, Said (2015) mengadopsi *network analyst* ArcGis untuk dalam penelitiannya untuk mencari rute terbaik untuk pengembangan jalur transportasi kereta di Kuala Lumpur. Hasil akhir yang didapatkan akan memungkinkan pengguna untuk memiliki interpretasi yang lebih baik dari hasil dalam hal visualisasi, total jarak, total waktu perjalanan dan peta petunjuk jalan dihasilkan untuk menemukan rute yang optimal berdasarkan baik waktu atau jarak sebagai impedansi.

Gill dan Bharath (2013) menggunakan *network analyst* untuk mengetahui optimasi rute perjalanan wisata terbaik yang dapat digunakan pada kota Delhi. Analisa dilakukan berdasarkan estimasi waktu perjalanan dan jarak perjalanan.

Karadimas,et al (2007) menyebutkan dalam network analyst terdapat algoritma dijkstra yang digunakan untuk mencari rute terpendek. Dalam penelitiannya,network analyst digunakan dalam mencari rute dan tempat penampungan barang tidak terpakai.

Kai et al (2014) dalam penelitiannya yang berbasis web menggunakan algoritma dijkstra dalam analisis rute terpendek dan mengimplementasikannya berdasarkan sistem tanggap darurat pada SIG, menyebutkan jikadalam aplikasinya menyediakan rute optimal tanpa mempertimbangkan kondisi rute dan kemacetan pada persimpangan jalan.

2.2 LandasanTeori

Teori yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian ini meliputi Sistem Informasi Geografi,ArcView GIS,algoritma dijkstra dan *network analyst*.

2.2.1 Sisem Infomasi Geografi

GIS memiliki kemampuan untuk melakukan pengolahan data dan melakukan operasi-operasi tertentu dengan menampilkan dan menganalisa data. (Muhtadin et al 2010:7). Kemampuan dari SIG adalah kemampuan untuk melakukan pemetaan,kemampuan untuk mengukur jarak serta kemampuan untuk mengikat kumpulan informasi yang berbeda pada lokasi atau tempat yang sama (Longley et.al,2001, dalam Fischer,2003)

SIG adalah system computer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa mengintegrasikan dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. (Demers 97 dalam Prahasta 2009:117)

SIG adalah system yang dapat mendukung (proses) pengambilan keputusan (terkait aspek) spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG yang lengkap akan mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan; yaitu data spasial, perangkat keras, perangkat lunak, dan struktur organisasi. (Gistut 94 dalam Prahasta 2009:117)

SIG adalah system yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah di permukaan bumi. (Chrisman 97 dalam Prahasta 2009:117)

2.2.2 Komponen SIG

SIG merupakan sebuah sistem yang kompleks, sehingga terdapat komponen-komponen yang saling berkaitan dan mendukung. Terdapat 5 (lima) komponen yang ada di dalam SIG (Muslim, 2005), yaitu:

1. *Hardware*

Cakupan dalam hardware meliputi seperti kebutuhan komputer untuk melakukan penyimpanan dan proses analisis data. Pemrosesan data pada SIG menggunakan gabungan dari beberapa data seperti data vektor, data raster. Sehingga membutuhkan memori yang cukup besar dan prosesor yang memadai untuk melakukan pengolahan data

2. *Software*

SIG harus menyediakan fungsi dan *tools* yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis dan menampilkan informasi geografis.

3. Data

Data terdiri dari data spasial dan data atribut. Data spasial adalah data yang terdiri dari lokasi eksplisit dari suatu geografi yang diset ke dalam bentuk koordinat. Data atribut adalah gambaran data yang terdiri atas informasi yang relevan terhadap suatu lokasi, seperti kedalaman, ketinggian dan lainnya.

4. Metode

SIG harus memiliki keserasian antara rencana, desain yang baik dan aturan dunia nyata. Metode yang tepat akan memberikan ketepatan model dan implementasi yang tergantung pada permasalahan yang ada.

5. Manusia

Manusia melakukan perawatan dan pemanfaatan sistem secara baik dan benar agar tujuan sistem tercapai. Manusia memegang control utama dalam menjalankan Sistem Informasi Geografis. Sehingga manusia memiliki peran sebagai user dan maintenance system.

2.2.3 Subsistem SIG

Subsistem SIG adalah sebagai berikut (Prahasta 2009:118)

1. Data Input

Subsistem ini memiliki peranan untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan

attributnya dari berbagai sumber yang nantinya akan dipergunakan. Subsistem ini juga berperan dalam pengubahan format data agar dapat dipakai pada perangkat SIG yang bersangkutan.

2. Data Output

Subsistem ini berfungsi untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran atau hasil olahan. Hasil yang dikeluarkan dapat pula diubah menjadi format yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan. Hasil keluaran dapat berupa bentuk *hardcopy* maupun *softcopy*, seperti bentuk peta, tabel, grafik atau bentuk pelaporan.

3. Data Manajemen

Subsistem ini mengorganisasikan data, baik data dalam bentuk spasial maupun data yang berkaitan dengan tabel-tabel attribute ke dalam sebuah system basis data sehingga mudah untuk dipanggil kembali, dimasukkan ke dalam memori, diperbarui maupun untuk diganti.

4. Data Manipulasi dan Analisis

Subsistem ini menentukan informasi apa saja yang nantinya akan dihasilkan oleh SIG. Selain itu, system ini juga melakukan manipulasi seperti evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan penggunaan operator matematis serta melakukan permodelan data untuk mendapatkan informasi yang diharapkan.

2.2.4 Model Data SIG

Jenis data digital geografis terbagi menjadi dua, yaitu: data tabular/data attribute dan data spasial

2.2.4.1 Data Atribut

Data Atribut adalah data yang menyimpan keterangan dari kenampakan-kenampakan permukaan bumi tersebut. Model data tabular tersimpan ke dalam bentuk baris dan kolom. Data atribut suatu objek dapat berupa data kualitatif dan data kuantitatif.

1. Data Kualitatif

Data kualitatif adalah data hasil pengamatan yang dinyatakan dalam bentuk deskriptif. Data kualitatif dapat diperoleh dari pengisian angket, wawancara, dan tanya jawab. Data kualitatif berfungsi untuk memperlihatkan perbedaan jenis atau rupa.

2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif adalah data hasil pengamatan yang dinyatakan dalam bilangan. Data kuantitatif berfungsi untuk memperlihatkan perbedaan nilai dari objek.

2.2.4.2 Data Spasial.

Data yang menyimpan kenampakan-kenampakan permukaan bumi, seperti: jalan, sungai, pemukiman, jenis tanah, dan lain-lain. Model data spasial dibedakan menjadi dua yaitu: model data vektor dan model data raster.

1. Model Data Vektor

Data vektor terbentuk dari tiga jenis geometri yakni titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*). Oleh karena itu, objek-objek di permukaan bumi perlu divisualisasikan dalam ketiga

geometri tersebut agar bias diproses dengan SIG. Contoh visualisasi dunia nyata menjadi elemen gambar ketiga geometri tersebut antara lain fasilitas sebagai titik, jalan dan sungai sebagai garis, dan daerah administrasi tertentu sebagai area.

Berikut ini penjelasan lebih dalam mengenai ketiga geometri tersebut.

a. Titik (*point*)

Meliputi semua objek grafis atau geografis yang dikaitkan dengan pasangan koordinat (x,y). Selain memuat informasi koordinat, data titik juga bisa saja merupakan suatu simbol yang memiliki keterkaitan dengan informasi lain. Sebuah objek titik memiliki satu baris dalam tabel atribut. Karakteristik-karakteristik dari titik ini dijelaskan oleh kolom-kolom yang dibentuk pada tabel atribut.

Contoh-contoh objek dunia nyata yang biasa direpresentasikan sebagai titik antara lain kota, pelabuhan, bandara, rumah sakit, sekolah, dan sebagainya. Perlu diingat bahwa representasi ini sifatnya tidak mutlak melainkan relatif terhadap skala peta. Dalam skala peta yang lebih besar, kota dan bandara bisa saja direpresentasikan sebagai area/luasan (*polygon*).

b. Garis (*line*)

Merupakan semua unsur-unsur linier yang dibangun dengan menggunakan segmen-segmen garis lurus yang dibentuk oleh dua titik koordinat atau lebih. Entitas garis yang paling sederhana memerlukan ruang untuk menyimpan titik awal dan titik akhir (dua pasangan koordinat x,y) beserta informasi lain mengenai simbol yang digunakan untuk merepresentasikannya. Garis tunggal yang terbentuk dari titik awal dan titik akhir saja disebut sebagai *line*. Sedangkan garis bersegmen banyak yang terbentuk dari banyak titik (*vertex*) disebut *polyline*. Dalam SIG, baik *line* maupun *polyline* dianggap sebagai suatu entitas yang sama yakni *polyline*. Setiap satu entitas *polyline* memiliki satu baris dalam tabel atribut. Karakteristik dari entitas ini disimpan dalam kolom-kolom tabel atribut. Objek-objek dunia nyata yang sering direpresentasikan sebagai *polyline* antara lain jalan, sungai, jaringan air bersih, jaringan listrik, jaringan telepon, dan sebagainya.

c. Area (*polygon*)

Merupakan suatu objek tertutup yang memiliki luasan. *Polygon* dapat direpresentasikan dengan berbagai cara di dalam model data vektor. Karena kebanyakan peta tematik yang digunakan dalam SIG berurusan dengan

polygon, metode-metode representasi dan manipulasi entitas ini banyak mendapat perhatian. Seperti halnya titik dan *polyline*, satu objek poligon juga diwakili oleh satu baris pada tabel atribut. Poligon biasanya digunakan untuk merepresentasikan objek dunia nyata yang memiliki luasan seperti wilayah administrasi, danau, jenis tanah, dan sebagainya.

2. Model Data Raster

Data raster (atau disebut juga dengan sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel. Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixelnya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Makin kecil ukuran atau luas permukaan bumi yang dapat direpresentasikan oleh setiap pixelnya, makin tinggi resolusi spasialnya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah, dan sebagainya. Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas-batas

kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur.

2.2.5 ArcView GIS

Arcview merupakan salah satu perangkat lunak GIS yang populer dan paling banyak digunakan untuk mengelola data spasial. Arcview dibuat oleh ESRI (Environmental Systems Research Institute). Dengan Arcview kita dengan mudah dapat mengelola data, menganalisa dan membuat peta serta laporan yang berkaitan dengan data spasial bereferensi geografis.

Kemampuan perangkat SIG ArcView antara lain:

1. Pertukaran data: membaca dan menuliskan data dari dan ke dalam format perangkat lunak SIG lainnya.
2. Melakukan analisis statistik dan operasi-operasi matematis.
3. Menampilkan informasi (basis data) spasial maupun atribut.
4. Menjawab *query* spasial maupun atribut.
5. Melakukan fungsi-fungsi dasar SIG.
6. Membuat peta tematik menyediakan pustaka symbol dan warna (*feature*) untuk membuat peta tematik. Menggunakan symbol dan warna untuk merepresentasikan *feature*-nya berdasarkan atribut-atributnya (membuat peta tematik turunan).
7. Meng-*customize* aplikasi dengan menggunakan bahasa skrip.
8. Melakukan fungsi-fungsi SIG khusus lainnya (dengan menggunakan extension yang ditujukan untuk mendukung penggunaan perangkat lunak SIG ArcView).

Komponen ArcView GIS

ArcView mengorganisasikan perangkat lunaknya kedalam beberapa komponen penting (Riyanto et al 2009:73-76)

1. *Project*

Merupakan suatu organisasi tertinggi pada ArcView, *file* yang merangkum bagian-bagian pekerjaan dalam ArcView. Didalam sebuah *project* biasanya terdiri atas (salah satu atau beberapa) *View, Theme, Table, Chart, Layout* dan *Script*. *File project* tersimpan dalam format dengan ekstensi.shp.

Pada dasarnya *project* tidak menyimpan data spasial yang sebenarnya. Tetapi sebuah *project* menyimpan seluruh referensi lokal dari data spasial tersebut. Dengan cara inilah sebuah data spasial dapat dibuka dalam banyak *project* untuk aplikasi yang berbeda tanpa melakukan duplikasi.

2. *Theme*

Merupakan suatu bangunan dasar system ArcView. *Theme* merupakan kumpulan dari beberapa *layer* ArcView yang membentuk suatu tematik tertentu. Sumber data yang direpresentasikan sebagai *theme* adalah .shp, citra raster. *Theme* adalah kumpulan yang logis dari detail geografis dengan karakteristik yang sama.

3. *View*

Dokumen view menampilkan peta yang berisi beberapa *layer* informasi spasial seperti: titik, garis, *polygon*, citra raster, dan lain-lain.

View juga merupakan kumpulan dari *theme*. Jendela dari *View* mempunyai dua bagian, yaitu daftar isi dan tampilan peta.

4. *Table*

Dokumen *Table* menampilkan data tabular. *Table* menyimpan informasi yang menjelaskan fitur-fitur pada suatu *view* seperti lebar jalan, ukuran kota, jumlah penduduk. Setiap baris atau *record* dari suatu *table* didefinisikan satu anggota dari kelompok besar. Sedangkan setiap kolom atau *field* mendefinisikan karakter tunggal dari kelompok itu.

Table yang dimasukkan dapat di edit, baik dengan menambah *field* dan *record* atau mengubah yang telah ada. Dapat pula diubah menjadi format lain seperti .dbf atau .txt.

Table di dalam *project* dapat bersumber dari:

- Import dari program database lainnya.
- Memasukkan database secara langsung.
- Membuat *table* sendiri dengan *table* dalam ArcView.
- Mengambil *table* dari attribute *theme* peta yang dimasukkan.

5. *Chart*

Chart merupakan visualisasi dari *table*, dalam ArcView berarti visualisasi dari attribute *table* setiap data yang ditampilkan. *Chart* dapat dijadikan sebagai alat untuk menampilkan meng-*query* atau analisis data. Menggunakan *chart* sangat menguntungkan, karena setiap perubahan database secara langsung akan mengubah *chart* *table* dan tampilan *view*.

6. *Layout*

Layout dalam ArcView bersifat dinamis yang artinya data yang dimasukkan masih terkait dengan *original* data yang dimasukkan kedalamnya. Misalkan jika *view* yang dimasukkan kedalam layout bersifat live link maka setiap perubahan dalam view akan mengubah tampilan di dalam layout.

Layout berfungsi menggabungkan dokumen project dan komponen peta lainnya seperti arah mata angin dan skala batang guna menciptakan peta akhir untuk dicetak atau diplot.

7. *Script*

Script adalah komponen ArcView project yang berisikan *code-code* pemrograman yang disebut *Avenue*. *Avenue* sendiri merupakan bahasa pemrograman pada ArcView yang berbasis *Object Oriented Program*.

Script di dalam *project* ArcView mempunyai kegunaan sebagai alat otomatisasi perintah serta menambah kemampuan baru pada ArcView itu sendiri. Dengan kata lain ArcView merupakan kumpulan *script*, hal ini karena semua fungsi *control* dalam ArcView diatur dengan *script*.

2.2.6 Algoritma Dijkstra.

Algoritma yang ditemukan oleh Dijkstra untuk mencari path terpendek merupakan algoritma yang lebih efisien dibanding algoritma Warshall, meskipun implementasinya juga lebih sukar. (Siang 2002:276)

Algoritma Dijkstra diterapkan pada untuk mencari lintasan terpendek pada graf berarah. Namun, algoritma ini juga benar untuk graf tak berarah. (Munir 2005:413)

Node ketetangpada algoritma dijkstra efisien untuk menghitung data yang besar dan menggunakan ruang yang sedikit. Sehingga cocok untuk tipe aplikasi analisis jaringan lalu lintas (Fuhao dan Jiping dalam Srivastava : 2012)

Dijkstra Algorithms adalah algoritma untuk menemukan jarak terpendek dari suatu *vertex* ke *vertex* yang lainnya pada suatu *graph* yang berbobot, dimana jarak antar *vertex* adalah bobot dari tiap *edge* pada *graph* tersebut.

Ada beberapa kasus pencarian lintasan terpendek yang diselesaikan menggunakan algoritma Dijkstra, yaitu:

- a. Melakukan pencarian jalur terpendek antara dua buah titik.
- b. Pencarian jalur terpendek antara semua pasangan titik dalam *graph*.
- c. Pemecahan untuk melakukan pencarian jalur terpendek dari titik tertentu ke semua titik yang lain.

Secara formal, algoritma dijkstra untuk mencari rute terpendek adalah sebagai berikut:

1. $L = \{ \}$
 $V = \{V_2, V_3, \dots, V_n\}$
2. Untuk $I = 2, \dots, n$, lakukan $D(i) = W(1, i)$
3. Selama $V_n \notin L$ lakukan:
 - a. Pilih titik $V_k \in V - L$ dengan $D(k)$ terkecil
$$L = L \cup \{V_k\}$$
 - b. Untuk setiap $V_j \in V - L$ lakukan

Jika $D(j) > D(k) + W(k,j)$ maka ganti $D(j)$ dengan $D(k) + W(k,j)$

4. Untuk setiap $V_j \in V$, $w^*(1,j) = D(j)$

Misalkan:

$$V(G) = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$$

L = Himpunan titik-titik $\in V(G)$ yang sudah terpilih dalam alur path terpendek

$D(j)$ = jumlah bobot path terkecil dari V_1 ke titik V_j

$W^*(1,j)$ = jumlah bobot path terkecil dari V_1 ke V_j

2.2.7 Network Analyst

Dengan menggunakan Network analyst pengguna memiliki kemampuan untuk (Karadimas et al:2007)

- Menemukan rute perjalanan yang efisien.
- Menentukan jarak terdekat berdasarkan fasilitas atau kendaraan.
- Menghasilkan arah perjalanan.
- Menemukan area pelayanan terdekat disekitar lokasi.

Dalam rangka untuk menyelesaikan permasalahan rute, dapat dihasilkan hasil yang berdasarkan dua kriteria yaitu (Lakshumi et al 2006 dalam Karadimas et al:2007)

- Kriteria jarak

Rute yang dibuat hanya berdasarkan lokasi tempat Aspek volume lalu lintas di jalan dalam kriteria ini tidak diperhitungkan.

- Kriteria waktu

Total waktu perjalanan disetiap segmen jalan harus berdasarkan waktu kendaraan dan kumpulan waktu dari titik ke titik.

Network atau jaringan di dalam konteks perangkat lunak system informasi geografi dapat diartikan sebagai suatu system dimana komponen-komponennya (unsur geografis) saling berhubungan secara linier. Didalam ArcView, *network* bergantung pada struktur (unsur) data garis yang membentuk sebuah *theme network*. Semua fungsi atau analisis *network* yang berlaku pada suatu *theme* yang bertipe *polyline* (atau *line*) ini akan dilakukan berdasarkan keberadaan berbagai attribute yang biasanya ditempatkan pada *arc* dan *node* dapat dibaca langsung oleh ArcView yang menjadi pendukung *theme* terkait. *Arc* merupakan representasi unsur-unsur linier yang diawali dan diakhiri oleh *node*. (Prahasta 2004:370)

Hampir semua tipe jaringan memiliki beberapa ciri yang mirip diantaranya adalah: (Prahasta 2004:370)

1. Memiliki fenomena dimana terdapat objek atau *resource* yang bergerak di dalam jaringan yang bersangkutan.
2. Memiliki fenomena dimana perpindahan dari lokasi awal ke lokasi tujuan suatu objek atau *resource* di dalam jaringan memerlukan keterhubungan (*connected path*) antara lokasi awal dan tujuan.

Masalah pencarian rute terbaik, di dalam ArcView melibatkan proses pencarian jalur (*path*) dengan ‘biaya’ atau ‘hambatan’ yang terkecil (*least cost impedance path*) di dalam jaringan diantara dua atau lebih ‘stop’. Masalah pencarian fasilitas terdekat diselesaikan dengan bantuan penentuan jarak

terdekat didalam jaringan dari sebuah *event* ke fasilitas yang dicarinya atau sebaliknya dari menghitung jarak terdekat dari sebuah fasilitas ke salah satu *event* atau bahkan beberapa *event*. Sementara itu masalah pencarian *service area* diselesaikan dengan penentuan area-area dimana fasilitas tertentu (yang dicari) dapat melayani di dalam kerangka waktu dan biaya yang bias dipenuhi oleh para penggunanya. (Prahasta 2004:371)



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, program mampu menyediakan informasi awal mengenai rute yang dapat digunakan secara cepat saat proses evakuasi akan dilakukan.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan bisa berubah menjadi system yang *real time* dengan dukungan internet. Pembaruan data lapangan perlu dilakukan saat proses pencarian rute akan dilakukan. Perlu penambahan fitur untuk mengatasi hambatan yang ada pada rute yang dihasilkan. Penambahan fitur dapat menggunakan program ArcGIS.



DAFTAR PUSTAKA

- Undang-Undang No 24 Tahun 2007 *Penanggulangan Bencana*
- Perka BNPB Tahun 2008 *Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana*
- Muslim, M. Azis. 2005. Aplikasi Penentuan Rute Terbaik Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi DINAMIK* 10(2) :75-83
- Ismail, M. Azizol dan Said, M. Nor. 2015. Modelling Multi-mode Transportation Networks in Kuala Lumpur. *Journal of Soft Computing and Decision Support Systems* 2(1) :1-4
- Gill, N. dan Bharath B. D. 2013. Identification Of Optimum Path For Tourist Places Using Gis Based Network Analysis: A Case Study Of New Delhi. *International Journal of Advancement in Remote Sensing, GIS and Geography* 1(2) :34-38
- Karadimas. V. Nikolaos, M. Kolokath, G. Defteraiou, V. Loumos. 2007. Municipal Waste Collection of Large Items Optimized with ARC GIS Network Analyst. *Proceedings 21st European Conference on Modelling and Simulation*.
- Kai, N., Z. Yao-ting, M. Yue-peng. 2014. Shortest Path Analysis Based on Dijkstra's Algorithm in Emergency Response System. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*. 12(5): 376-482
- Muhtadin, I Ketut Eddy P., Zulfikar, M. Hariadi. 2010. Sistem Pencarian Rute Alternatif Dinamis Dengan Smart Routing System Menggunakan A* Algorithm Berbasis Web. *JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering* 8(2) :6-10.
- Roudbaraki, M. Zamani. Dan Esfidvajani, A. Mokhtari. 2011. Duality Role of Computer in Human Life. *International Conference on Humanities, Society and Culture IPEDR*. IACSIT Press, Singapore .20:22-25.
- Fischer, M. M. 2003. GIS And Network Analysis. *Handbook 5 Transport Geography and Spatial Systems*. Editor Pergamon
- Muslim, M. Azis. 2005. Web GIS untuk Bank Swasta di Kota Semarang. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* 10(3) : 117-124

- Rai, P. Kumar, P.K. Singh, A. K. Singh, K. Mohan. 2013. Network Analysis Using GIS. *International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences* 5(3): 289-292
- Srivastava ,S.2012. Comparative Analysis of Algorithms for Single Source ShortestPath Problem.*International Journal of Computer Science and Security (IJCSS)*. 6(4) :288-194
- Munir, R. 2012. *Matematika Diskrit*. Edisi Kelima. Informatika. Bandung.
- Riyanto. P. E. Putra, dan H. Indelarko. 2009. *Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geogafis Berbasis Desktop dan Web*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Gava Media. Yogyakarta.
- Siang, J. J. 2004. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Andi.Yogyakarta.
- Prahasta, E. 2009.*Sistem Informasi Geografi Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika)*.Informatika. Bandung.
- Prahasta, E. 2004.*Sistem Informasi Geografi Tools dan Plug-Ins*. Informatika. Bandung.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.