PENERAPAN ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK PADA PEMODELAN JARINGAN PARIWISATA DI KOTA SEMARANG

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer pada Universitas Negeri Semarang

Oleh

Friska Widya Ningrum NIM.5302411109

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

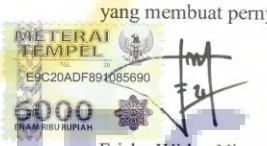
PERNYATAAN KEASLIAN

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 masukkan 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, 17 November 2015

yang membuat pernyataan,



Friska Widya Ningrum

NIM. 5302411109

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ii

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama	: Friska Widya Ningrum
NIM	: 5302411109
Program Studi	: S-1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer
Judul Skripsi	: PENERAPAN ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK PADA PEMODELAN JARINGAN PARIWISATA DI KOTA SEMARANG.

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, 17 November 2015

Pembimbing,

Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T
NIP. 196803161999031001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi FT UNNES pada :

hari : Senin
tanggal : 25 Januari 2016

Panitia :

Ketua

Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T
NIP. 197805312005011002

Sekretaris

Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T
NIP. 196605051998022001

Penguji I

Dr. Hari Wibawanto, M.T
NIP.196501071991021001

Penguji II

Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T
NIP. 198409092012121002

Penguji III/Pembimbin

Tatyantoro Andrasto, S
NIP. 19680316199903

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

- Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Q.S. Al-Baqoroh : 286).
- Allah akan menjawab yang lebih indah diwaktu yang tepat, jadi bersabarlah.
- Success needs a process.
- Berpikirlah besar dan bertindaklah sekarang.
- Untuk sekecil bahagia yang mampu dirasakan, bersyukurlah.

Persembahan :

Kubersembahkan skripsi ini untuk :

- Bapak (Kardono) dan Alm. Ibu (Guntarmiati) menjadi motivator terbesar saya untuk menyelesaikan skripsi ini, terimakasih sudah selalu mendoakan setiap langkah saya, selalu memberi kebahagiaan, nasehat dan semua dukungan untuk meraih sebuah kesuksesan.
- Dosen pembimbing Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T . berkenan membimbing saya dan terimakasih sudah bersabar dalam membimbing saya.
- Saudara saya Indah Prasetyowati dan Ernawati yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
- Sahabat sahabat saya, Firstyan Ariful Rizal, Umi Khabibah, Aprilia Nur Faradina, Nur Utami, Desyana Kartika, Puryati, Novi Tri Nurfiyani, Khairul Ansharullah, Mutamimah, Iksan Nur Fatha, Linda Khusnul, Astuty Tya. Terimakasih sudah membantu dan menyuntikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Keluarga besar Rombel 3 PTIK Unnes 2011, terimakasih kenangan 4 tahunnya.
- Teman-teman PTIK Unnes 2011

ABSTRAK

Ningrum, Friska Widya. 2015. "Penerapan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan rute terpendek pada pemodelan jaringan pariwisata di Kota Semarang". *Skripsi.* Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
Pembimbing : Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T

Kata Kunci : Rute terpendek, *Floyd-Warshall*, *node,* simpang, jaringan, tempat wisata. *black box.*

Kota Semarang sebagai ibukota provinsi Jawa Tengah merupakan kota yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata. Penerapan teknologi informasi dalam dunia pariwisata dapat diterapkan untuk meningkatkan promosi. Tujuan dari penelitian ini adalah penerapan teknologi yang memberikan informasi kepada wisatawan mengenai rute terpendek menuju tempat wisata di Kota Semarang.

Algoritma *Floyd-Warshall* digunakan untuk mencari jalur terpendek jaringan pariwisata Kota Semarang. Perhitungan dimulai dengan menstranformasikan peta Kota Semarang dengan membuat graf jaringan. Terminal, stasiun, bandara, tempat wisata dan persimpangan jalan merupakan *node*. Setelah jaringan terbentuk, membuat matriks jarak *node* ketetanggaan pada jaringan tersebut dan melakukan proses perhitungan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* sampai mendapatkan nilai matriks jalur terpendek antar tiap titik yang optimum. Pengujian *black box* digunakan untuk menguji fungsional menu sistem, sedangkan untuk uji kehandalan sistem digunakan pembanding jalur yang ada di Kota Semarang dengan hasil jalur yang dihasilkan sistem.

Hasil perhitungan dari segi pengujian fungsionalitas menu sistem atau pengujian *black box* dan uji kehandalan sistem menunjukkan hasil uji yang 100% kebenaran bekerja dengan baik yang dapat diterima dan tidak terjadi penyimpangan jalur, sehingga hasil yang didapatkan dari sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan. Dari segi pemanfaatannya dimaksudkan sistem pencarian rute terpendek pariwisata Kota Semarang ini dapat menjadi media promosi Pariwisata Kota Semarang dan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif rute perjalanan pariwasata oleh wisatawan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya sampaikan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "**Penerapan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan rute terpendek pada pemodelan jaringan pariwisata di Kota Semarang"**. Skripsi ini merupakan tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum , Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto S.T.,M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro UNNES.
4. Ibu Ir. Ulfah Mediaty Arief M.T., Ketua Prodi PTIK UNNES.
5. Bapak Tatyantoro Andrasto, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kepala Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kota Semarang beserta staff yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
7. Rekan-rekan PTIK 2011, khususnya rekan-rekan Rombel 3 yang telah membantu menyusun laporan skripsi ini.

Semoga laporan skripsi ini bermanfaat dan memberikan sumbangan yang berarti bagi pihak yang membutuhkan.

Semarang, 17 November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN KEASLIAN ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN v
ABSTRAK vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Pembatasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB II LANDASAN TEORI 8
2.1 Graf 8
2.1.1 Matriks Ketetanggaan 10
2.1.2 Matriks Ketetanggaan untuk Graf Berbobot 11
2.1.3 Matriks Boolean 13
2.2 Riset Operasi 14
2.3 Jaringan (*Network*) 18
2.4 Penyelesaian Masalah Optimasi 20
2.5 Model Rute Terpendek 21
2.6. Algoritma *Floyd-Warshall* untuk Graf Berarah 21
2.7 Pemrograman PHP 27

2.8 *Database* MySQL 28
2.9 Penelitian Terdahulu 28
2.10 Kerangka Berpikir 30
BAB III METODE PENELITIAN.....32
3.1 Metode Pengumpulan Data 32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 32
3.3 Model dan Prosedur Pengembangan Sistem 32
3.3.1 Perencanaan..... 33
3.3.2 Analisis Kebutuhan 34
3.3.3 Desain..... 35
3.3.3.1 Permodelan Proses..... 35
3.3.3.2 Desain Antarmuka 40
3.3.4. *Code* dan Implementasi..... 42
3.3.4.1 *Code*..... 42
3.3.4.2 Implementasi 44
3.3.5 Pengujian..... 46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 49
4.1 Hasil Penelitian. 49
4.1.1 Pemetaan Awal Jaringan 49
4.1.2 Proses Perhitungan algoritma *Floyd-Warshall* 59
4.2 Pembahasan 64
BAB V PENUTUP.....67
5.1 Kesimpulan.....67
5.2 Saran.....68
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN.....71

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Graf dari Contoh 1 10
Gambar 2.2 Graf H Contoh 2 11
Gambar 2.3 Matriks Ketetanggaan 11
Gambar 2.4 Graf G Contoh 3 12
Gambar 2.5 Matriks Keterhubungan Graf G 13
Gambar 2.6 Graf F Contoh 4 14
Gambar 2.7 Matriks ketetanggaan 14
Gambar 2.8 Jaringan 19
Gambar 2.9 Graf Berarah dan Berbobot 24
Gambar 2.10 *Path* terpendek dari v_1 ke v_6 27
Gambar 2.11 Kerangka Berpikir 31
Gambar 3.1 Tahapan metode *Waterfall* 33
Gambar 3.2 Flowchart User 34
Gambar 3.3 *Context Diagram* 36
Gambar 3.4 DFD Level 1 37
Gambar 3.5 DFD Level 1, proses *login Admin* 38
Gambar 3.6 DFD level 1, proses penambahan jalur 38
Gambar 3.7 ERD 39
Gambar 3.8 Halaman Utama 40
Gambar 3.9 Menu tempat wisata 40
Gambar 3.10 Akomodasi 41
Gambar 3.11 Tampil Jalur 41
Gambar 3.12 Halaman *Login Admin* 42
Gambar 3.13 *Source code* matriks *processing* 43
Gambar 3.14 Proses perhitungan matriks dengan algoritma *Floyd-Warshall* 43
Gambar 3.15 Proses penentuan jalur terpendek 44
Gambar 3.16 Contoh Implementasi jalur pada *node* 45
Gambar 4.1 Peta Kota Semarang 49
Gambar 4.2 Representasi Peta Kota Semarang ke dalam bentuk graf jaringan 59

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Biaya pemasangan jaringan listrik 12
Tabel 2.2 Sistem Jaringan 19
Tabel 3.1 Penjelasan Pengujian Sistem.....47
Tabel 4.1 Data titik/*node* jaringan pariwisata Kota Semarang 51
Tabel 4.2 Data *path* jaringan Pariwisata Kota Semarang 54

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Peta Awal Jaringan Pariwisata Kota Semarang.....72
Lampiran 2 Matriks W_{ij} Awal Jaringan Pariwisata Kota Semarang.....73
Lampiran 3 Matriks Zij Awal Jaringan Pariwisata Kota Semarang 85
Lampiran 4 Matriks W^{*} Akhir Jaringan Pariwisata Kota Semarang 97
Lampiran 5 Matriks Z^{*} Akhir Jaringan Pariwisata Kota Semarang.....109
Lampiran 6 *Source Code* Program.....121
Lampiran 7 Validasi Hasil Sistem Perhitungan Jarak Terpendek pada Jaringan Pariwisata Kota 126
Lampiran 8 Surat Usulan Topik Skripsi.....146
Lampiran 9 Surat Usulan Dosen Pembimbing Skripsi 147
Lampiran 10 Surat Keputusan Dosen Pembimbing Skripsi.....148
Lampiran 11 Surat Permohonan Observasi Badan Kesbangpol 149
Lampiran 12 Surat Izin Observasi Badan Kesbangpol 150
Lampiran 13 Surat Akhir Penelitian di Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kota Semarang.....152
Lampiran 14 Lembar Pengujian *Black Box* 153
Lampiran 15 Dokumentasi.....154

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Semarang sebagai ibukota provinsi Jawa Tengah merupakan kota yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata. Kota Semarang selama ini dikenal sebagai kota industri dan bisnis. Tapi bukan berarti Kota Semarang tidak memiliki tempat – tempat yang menarik untuk dikunjungi. Kota Semarang juga salah satu daerah tujuan wisata, baik wisatawan domestik maupun mancanegara, sehingga industri pariwisata Kota Semarang perlu adanya pengembangan, salah satunya dengan dukungan teknologi informasi. Penerapan teknologi informasi dalam dunia pariwisata dapat diterapkan baik untuk meningkatkan promosi dan penyampaian informasi maupun untuk meningkatkan kualitas pelayanan obyek wisata.

Salah satu contoh penerapan teknologi informasi dalam meningkatkan informasi pariwisata adalah adanya aplikasi yang dapat memberikan informasi mengenai rute berbagai obyek wisata. Wisatawan yang datang berkunjung membutuhkan informasi rute wisata untuk membantu merencanakan perjalanan selama berwisata hingga ke tempat tujuan yaitu obyek wisata yang dituju dan dari obyek wisata hingga kembali ke tempat tinggal asal maupun tempat sementaranya (Manongga, Papilaya, & Pandie, 2009). Selain itu wisatawan juga mencari rute terpendek menuju tempat-tempat wisata yang akan dikunjungi agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya (Liwang, Santoso, & Rahayu, 2013).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Pada saat ini perkembangan dunia teknologi berkembang sangat pesat. Dalam bidang riset operasi pada akhir-akhir ini baik dalam metodologi maupun dalam penerapan model-model optimasi jaringan kerja, sejumlah terobosan algoritma pada tahun 70-an hingga 80-an telah menimbulkan pengaruh yang besar. Berbagai metode dan perkembangan perangkat lunak (*software*) kini dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan banyak masalah komputasi yang tidak dapat dipecahkan pada beberapa dekade yang lalu. Sebagai contoh adalah berkembangnya perangkat lunak yang bermanfaat dalam penyelesaian masalah matematis seperti Matlab, Microsoft Excel, dan lain sebagainya.

Model rute terpendek adalah salah satu model jaringan yang mencoba untuk memecahkan masalah pemilihan jaringan paling efisien yang akan menghubungkan satu titik (*node)* dengan titik (*node)* yang lain (Siswanto, 2006:410). Beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan rute terpendek, antara lain algoritma *Dijkstra*, algoritma *Bellman-Ford*, algoritma *Greedy*, algoritma *Floyd-Warshall*. Namun dalam penelitian ini hanya membahas menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*. Algoritma *Floyd-Warshall* adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu. Algoritma yang ditemukan oleh Warshall untuk mencari rute terpendek merupakan algoritma yang sederhana dan mudah implementasinya (Siang, 2002:272).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Merujuk pada penelitian yang terdahulu, Algoritma *Floyd-Warshall* dapat diterapkan dalam pencarian rute terpendek menuju obyek – obyek wisata populer di Yogyakarta (Andriani, 2014:98). Novandi (2007) dalam penelitiannya membahas tentang perbandingan algoritma Dijkstra dan algoritma *Floyd-Warshall* dalam penentuan lintasan terpendek, yang digunakan dalam pemecahan masalah yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa algoritma Dijkstra yang menerapkan prinsip *greedy* tidak selalu berhasil memberikan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path)* dibandingkan dengan algoritma *Floyd-Warshall* yang menerapkan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path).*

Sedangkan dalam jurnal internasional oleh Jalali, S.E., M. Noroozi (2009:1077) dalam menelitiannya "*Determination of the Optimal Escape Routes of Underground Mine Networks in Emergency Cases*", melakukan penelitian yang bertujuan untuk mencari jalur terpendek untuk jalur evekuasi pada jaringan tambang bawah tanah jika terjadi suatu kecelakaan.

Dari permasalahan di atas dan penelitian yang sudah dilakukan, perlu adanya pengetahuan lebih rinci tentang pemodelan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menentukan rute terpendek pada jaringan pariwisata dalam mencari objek wisata yang dikunjungi di Kota Semarang. Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik mengambil judul "**Penerapan Algoritma *Floyd-Warshall* dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang".**

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan rute terpendek pada pemodelan jaringan pariwisata di Kota Semarang?
2. Bagaimana kesesuaian jalur yang dihasilkan oleh perhitungan sistem dibandingkan dengan kondisi jalan yang ada di Kota Semarang?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada:

1. Stasiun, terminal, dan bandara di Kota Semarang merupakan titik (*node)* awal dan obyek wisata di Kota Semarang merupakan titik akhir.
2. Perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan HTML.
3. Rute yang akan dihitung sebagai jalur wisata adalah jalan utama Kota yang dapat dilalui oleh kendaraan roda 4 yang berada di Kota Semarang.
4. Jalan Tol tidak dimasukkan dalam jaringan jalur pariwasata karena pada penelitian ini lebih mengutamakan jalur dalam kota untuk mempromosikan Kota Semarang kepada wisatawan.
5. Sistem hanya menampilkan satu rute terpendek untuk satu kali penginputan obyek wisata yang diinginkan oleh *user*.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang dikemukakan diatas maka tujuan yang hendak dicapai antara lain :

1. Menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan rute terpendek pada pemodelan jaringan pariwisata di Kota Semarang
2. Menyesuaikan jalur yang dihasilkan oleh perhitungan sistem dengan kondisi jalan yang ada di Kota Semarang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang masalah menentukan rute terpendek pada model jaringan.
2. Dapat mengaplikasikan algoritma *Floyd-Warshall* pada penyelesaian optimum dalam menyelesaikan pencarian rute terpendek.
3. Dapat mengetahui cara penyelesaian pada pemodelan jaringan wisata di Kota Semarang dengan algoritma *Floyd-Warshall.*
4. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan wisatawan dan Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kota Semarang yang terkait dalam mengambil keputusan tentang penentuan rute terpendek yang akan ditempuh untuk menuju tempat-tempat wisata di Kota Semarang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal skripsi, bagian pokok skripsi dan bagian akhir skripsi.

Bagian awal skripsi meliputi Halaman Sampul, Halaman Judul, Pernyataan Keaslian, Persetujuan Pembimbing, Halaman Pengesahan, Motto dan Persembahan, Abstrak, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Gambar, Daftar Tabel dan Daftar Lampiran.

Bagian pokok skripsi secara garis besar terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Di dalam bab ini dikemukakan latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang beberapa dasar teori yang dijadikan acuan dalam perancangan dan pembuatan sistem, penelitian dahulu serta kerangka berfikir.

BAB III METODE PENELITIAN

Di dalam bab ini dikemukakan metode penelitian yang berisi langkah-langkah yang harus ditempuh untuk menyelesaikan permasalahan, pengumpulan data,waktu penelitian, proses pengembangan sistem dan perancangan pengujian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Di dalam bab ini dikemukakan tentang hasil dari perancangan dan pembuatan sistem. Pada bab ini juga berisi tentang hasil pengujian

sistem dimana dalam penelitian ini menggunakan metode pengujian *blackbox.*

BAB V PENUTUP

Di dalam bab ini dikemukakan simpulan dari pembahasan hasil penelitian dan saran.

Bagian akhir skripsi meliputi Daftar Pustaka dan Lampiran-lampiran yang mendukung penulisan skripsi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Graf

Graf atau *graph* merupakan suatu ilmu yang memiliki banyak terapan. Banyak sekali struktur yang bisa dipresentasikan dengan graf, dan banyak masalah yang bisa diselesaikan dengan bantuan graf. Graf juga digunakan untuk mempresentasikan suatu jaringan. Misalnya jaringan jalan raya yang dimodelkan graf dengan Kota sebagai simpul (titik/*node)* dan jalan yang menghubungkan setiap Kota sebagai sisi (garis). Graf atau *graph* merupakan struktur data yang paling umum. Jika struktur linear memungkinkan pendefinisian keterhubungan sekuensial antara entitas data, struktur data *tree* memungkinkan pendefinisian keterhubungan hirarkis, maka struktur graf memungkinkan pendefinisian keterhubungan tak terbatas antara entitas data.

Secara sederhana Sutarno, dkk (2005:59) mengemukakan bahwa graf dapat dikatakan juga sebuah graf linier G = (V,E). Graf liner merupakan suatu sistem yang terdiri atas suatu himpunan objek V = {v_1, v_2,..} yang disebut himpunan titik, dan sebuah himpunan E ={e_1,e_2,...} yang merupakan himpunan garis demikian hingga tiap sisi e_k dikaitkan dengan suatu pasangan tak-teruntut titik v_iv_j yang berkaitan dengan e_k disebut titik-titik ujung sisi e_k.

Siang (2011:268) memberikan penjelasan bahwa setiap garis berhubungan dengan satu atau dua titik-titik tersebut dinamakan *Titik Ujung.* Garis yang hanya berhubungan dengan satu titik disebut *Loop.* Dua garis berbeda yang

menghubungkan titik yang sama disebut *Garis Pararel*. Dua titik dikatakan berhubungan (*adjacent)* jika ada satu garis yang menghubungkan langsung dengan keduanya. Titik yang tidak mempunyai garis yang berhubungan dengannya disebut *Titik Terasing* (*Isolating point*). Graf yang tidak mempunyai titik (sehingga tidak mempunyai garis) disebut *Graf Kosong.* Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka graf dibedakan menjadi dua jenis antara lain : (1) jika semua garisnya berarah maka graf-nya disebut *Graf Berarah (Directed Graph,* atau sering disebut *Digraph*); (2) jika semua garisnya tidak berarah, maka graf-nya disebut *Graf Tak Berarah (Undirected Graph).* Jika hanya disebutkan graf saja, maka yang dimaksud adalah *Graf Tak Berarah.*

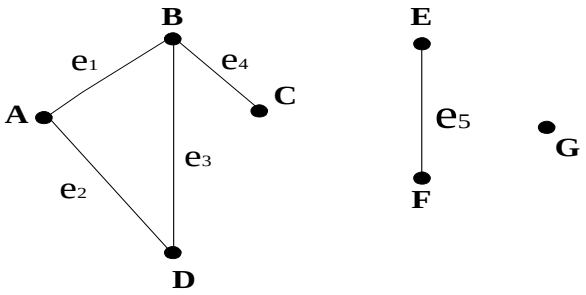
Contoh 1. (Siang, 2011:269)

Ada 7 kota (A, ... , G) yang beberapa diantaranya dapat dihubungkan secara langsung dengan jalan darat. Hubungan-hubungan langsung yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut : A dengan B dan D; B dengan D; C dengan B; E dengan F. Buatlah graf yang menunjukkan keadaan transportasi antar kota tersebut.

Penyelesaian :

Misalkan kota-kota dianggap sebagai titik-titik. Dua titik/kota dihubungkan dengan garis bila dan hanya bila ada jalan yang menghubungkan langsung kedua kota tersebut. Dengan demikian keadaan transportasi di 7 kota dapat dinyatakan dalam gambar 2.1

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Gambar 2.1 Graf dari Contoh 1

Dalam graf tersebut e_1 berhubungan dengan titik A dan B (keduanya disebut titik ujung e_1). Titik A dan B dikatakan berhubungan, sedangkan titik A dan C tidak berhubungan karena tidak ada garis yang menghubungkan secara langsung. Titik G adalah titik terasing karena tidak ada garis yang berhubungan dengan G. Dalam interpresentasinya, kota G merupakan kota yang terasing karena tidak dapat dikunjungi dari kota-kota lain dengan jalan darat.

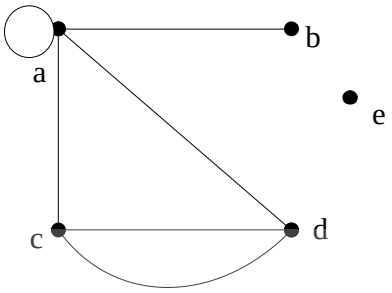
2.1.1 Matriks Ketetanggaan

Matriks ketetanggaan atau matriks keterhubungan digunakan untuk menyatakan graf dengan cara menyatakan dalam jumlah garis yang menghubungkan titik-titiknya. Jumlah baris (dan kolom) matriks ketetanggan sama dengan jumlah titik dalam graf.

Misalkan G adalah graf dengan *n* titik. Matriks ketetanggaan dari graf G adalah matriks bujur sangkar (persegi) berordo *n*, *X*(G) = *x*(*ij*), dengan elemen *x(ij)* menyatakan banyaknya sisi yang menghubungkan titik ke-*i* ke titik ke-*j*.

Dengan definisi ini memungkinkan untuk menyatakan sebuah graf yang memiliki sisi paralel atau loop dengan matriks ketetanggaan (Sutarno, dkk. 2003:79)

Contoh 2. (Sebuah graf yang memiliki sisi paralel dan loop)



Gambar 2.2 Graf H Contoh 2

Matriks ketetanggaannya :

$$X(H) = \begin{array}{c} \\ a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} a & b & c & d & e \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Gambar 2.3 Matriks Ketetanggaan

Matriks ketetanggaan juga digunakan untuk menyatakan graf berbobot, yaitu elemen-elemenya menyatakan bobot garis.

2.1.2 Matriks Ketetanggaan untuk graf berbobot

Diketahui G graf berbobot dengan setiap sisi dengan suatu bilangan riil tak negatif. Matriks yang bersesuaian dengan graf berbobot G adalah matriks ketetanggan atau matriks keterhubungan $X(G) = x(_{ij})$ dengan x_{ij} = bobot garis yang menghubungkan titik v_i dengan titik v_j. Jika titik v_i tidak berhubungan langsung dengan titik v_j maka $x_{ij} = \infty$, dan $x_{ij} = 0$, jika i = j. (Siang, 2002:262).

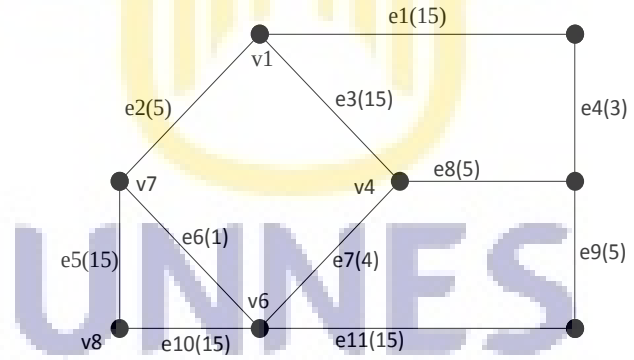
Contoh 3. Dalam suatu provinsi, ada 8 kota (v_1,v_2, . . . , v_8) yang akan dengan jaringan-jaringan listrik. Biaya pemasangan jaringan listrik yang akan dibuat antar 2 kota ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Biaya pemasangan jaringan listrik

Garis	Kota yang dihubungkan	Biaya per satuan
e_4	v_2-v_3	3
e_7	v_4-v_6	4
e_2	v_1-v_7	5
e_8	v_3-v_4	5
e_9	v_3-v_5	5
e_1	v_1-v_2	15
e_3	v_1-v_4	15
e_{10}	v_6-v_8	15
e_5	v_7-v_8	15
e_{11}	v_5-v_6	15
e_6	v_6-v_7	18

Penyelesaian :

Graf berbobot untuk menyatakan jaringan listrik di 8 kota digambarkan pada gambar di bawah ini. Angka dalam kurung menyatakan bobot garis yang bersangkutan. Bobot tersebut menyatakan biaya pemasangan jaringan listrik.



Gambar 2.4. Graf G Contoh 3.

Matriks keterhubungan untuk menyatakan graf berbobot pada gambar diatas adalah matriks $X(g) = x(_{ij})$ dengan,

x_{ij} = bobot garis yang menghubungkan titik v_i dengan titik v_j.

$x_{ij} = \infty$, Jika v_i tidak berhubungan langsung dengan titik v_j, dan

$x_{ij} = 0$, Jika i = j

$$X(G) = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \\ v_7 \\ v_8 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 & v_7 & v_8 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 15 & \infty & 15 & \infty & \infty & 5 & \infty \\ 15 & 0 & 3 & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 3 & 0 & 5 & 5 & \infty & \infty & \infty \\ 15 & \infty & 5 & 0 & \infty & 4 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 5 & \infty & 0 & 15 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 4 & 15 & 0 & 18 & 15 \\ 5 & \infty & \infty & \infty & \infty & 18 & 0 & 15 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 15 & 15 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

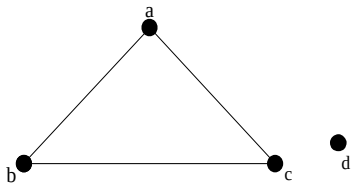
Gambar 2.5 Matriks Keterhubungan Graf G

Dalam program komputer, sel dengan harga ∞ diisi dengan suatu bilangan yang harganya jauh lebih besar dibandingkan dengan harga elemen-elemen yang bukan ∞.

2.1.3 Matriks Boolean

Matriks terdiri dari beberapa jenis, salah satunya adalah Matriks Boolean. Matriks Boolean ini elemen-elemennya adalah hanya bernilai 0 (nol) atau 1 (satu). Elemen-elemennya bisa hanya bernilai 0 (nol) semua, bernilai 1 (satu) semua atau gabungan dari keduanya. Salah satu contoh dari kegunaan Matriks Boolean ini adalah biasanya digunakan dalam perhitungan untuk membantu menentukan rute bagi suatu jaringan. Bentuk dan sifat-sifat perhitungan dari suatu Matriks Boolean sama dengan matriks biasa, bedanya pada Matriks Boolean proses perhitungannya menggunakan operator logika (Nurhayati, 2003:1). Misalnya pada matriks ketetanggaan dari graf sederhana adalah Matriks Boolean. Graf sederhana adalah sebuah graf yang tidak memiliki loop dan tidak memiliki sisi paralel.

Contoh 4. (Graf sederhana)



Gambar 2.6. Graf F Contoh 4.

Matriks ketetanggaannya :

$$X(F) = \begin{array}{c} \\ a \\ b \\ c \\ d \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} a & b & c & d \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Gambar 2.7. Matriks ketetanggaan

2.2 Riset Operasi

Mulyono (2002 : 2) menguraikan penjelasan mengenai riset operasi yaitu istilah Riset Operasi pertama kali digunakan pada tahun 1940 oleh Mc Closky dan Trefthen di suatu kota kecil, Bowdsey, Inggris. Riset operasi yang berasal dari Inggris merupakan suatu hasil studi operasi-operasi militer selama Perang Dunia II. Setelah perang selesai, potensi komersialnya segera disadari dan pengembangannya telah menyebar dengan cepat di Amerika Serikat, yang lebih dikenal dengan riset operasi. Kini riset operasi banyak diterapkan dalam menyelesaikan masalah-masalah manajemen untuk meningkatkan produktivitas.

Agustini (2004:3) memberikan penjelasan singkat mengenai riset operasional yang sesuai dengan namanya, riset operasional mencakup riset dalam suatu kegiatan operasional. Kata “riset” dalam riset operasional menunjukkan sesuatu yang berkaitan dengan suatu pendekatan metode ilmiah, artinya proses dimulai dengan mengobservasi dan memformulasikan masalah secara hati-hati dan kemudian mengubahnya ke dalam model matematika. Selanjutnya model ini

dianalisis, dimodifikasi dan diperbaiki sehingga diperoleh kesimpulan yang sesuai dengan dunia nyata. Sementara kata "operasional" menunjukkan suatu bidang operasional.

Dalam riset operasional, masalah optimasi dalam pembuatan keputusan manajerial dicapai dengan menerapkan teknik matematika dan statistik. Agustini (2004:4) menyimpulkan bahwa riset operasional merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk membantu manajemen dalam membuat keputusan.

Pengertian riset operasi yang dikemukakan oleh Mulyono (2002:2-5) adalah penerapan metode-metode ilmiah terhadap masalah-masalah rumit yang muncul. Pendekatan khusus yang dikemukakan Mulyono bertujuan membentuk suatu model ilmiah dari sistem, menggabungkan ukuran-ukuran faktor-faktor seperti kesempatan dari risiko, untuk meramalkan dan membandingkan hasil-hasil dari beberapa keputusan, strategi atau pengawasan. Tujuannya adalah membantu mengambil keputusan menentukan kebijakan dan tindakannya secara ilmiah. Sedangkan Subagyo (2000:4) mengartikan riset operasi sebagai peralatan manjemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika dan logika dalam kerangka pemecahan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari, sehingga akhirnya permasalahan tersebut dapat dipecahkan secara optimal.

Riset operasi yang dinyatakan oleh Suyitno (1997:1) adalah suatu metode untuk memecahkan masalah optimasi. Dalam riset operasi selain program linier juga terdapat model-model lainnya yang dapat dipelajari antara lain *Dynamic Programming, Network Analysis, Markov Chain, Games Theory, Non Linear Programming, dan Integer Programming.*

Pembentukan model yang cocok hanyalah salah satu tahap dari aplikasi riset operasi. Pola dasar penerapan riset operasi terhadap suatu masalah dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap.

a. Merumuskan Masalah

Sebelum solusi terhadap suatu persoalan dipikirkan, pertama kali suatu definisi persoalan yang tepat harus dirumuskan. Sering dilaporkan oleh organisasi-organisasi bahwa kegagalan dalam penyelesaian masalah diakibatkan karena kesalahan mendefinisikan persoalan. Dalam perumusan masalah ini ada tiga pertanyaan yang harus dijawab:

1) Variabel keputusan yaitu unsur – unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan. Ia sering disebut sebagai instrumen.
2) Tujuan (*objective)*. Penetapan tujuan membantu pengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi. Tujuan ini diekspresikan dalam variabel keputusan.
3) Kendala (*constrain)* adalah pembatas – pembatas terhadap alternatif tindakan yang tersedia.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

b. Pembentukan Model

Sesuai dengan definisi persoalannya, pengambil keputusan menentukan model yang paling cocok untuk mewakili sistem. Model merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan dalam variabel keputusan. Jika model yang dihasilkan cocok dengan salah satu model matematik yang biasa (misalnya linear), maka solusinya dapat dengan mudah

diperoleh dengan program linear. Jika hubungan matematik model begitu rumit untuk penerapan solusi analitik, maka suatu model probabilitas mungkin lebih cocok. Beberapa kasus membutuhkan penggunaan kombinasi model matematik dan probabilitas. Ini tentu saja tergantung pada sifat-sifat dan kerumitan sistem yang dipelajari. Model yang lain yang dapat digunakan adalah model jaringan.

c. Mencari Penyelesaian Masalah

Pada tahap ini bermacam-macam teknik dan metode solusi kuantitatif yang merupakan bagian utama dari riset operasi memasuki proses. Penyelesaian masalah sesungguhnya merupakan aplikasi satu atau lebih teknik-teknik ini terhadap model. Seringkali, solusi terhadap model berarti nilai-nilai variabel keputusan yang mengoptimumkan salah satu fungsi tujuan dengan nilai fungsi tujuan yang berhasil.

Di samping solusi model, perlu juga mendapat informasi tambahan mengenai tingkah laku solusi yang disebabkan karena perubahan parameter sistem. Ini biasanya dinamakan sebagai analisis sensitivitas. Analisis ini terutama diperlukan jika parameter sistem tak dapat diduga secara tepat.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

d. Validasi Model

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model harus valid. Dengan kata lain, model harus diperiksa apakah ia mencerminkan berjalannya sistem yang diwakili. Suatu metode yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan *performance*-nya dengan data masa lalu yang tersedia. Model dikatakan valid jika dengan kondisi input serupa, ia

dapat menghasilkan kembali *performance* seperti masa lampau. Masalahnya adalah bahwa tak ada yang menjamin *performance* masa depan akan berlanjut meniru cerita lama.

e. Penerapan Hasil Akhir

Tahap terakhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realitas. Suatu tahap kritis pada tahap ini adalah mempertemukan ahli riset operasi (pembentukan model) dengan mereka yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan sistem. (Mulyono, 2002:7-8).

2.3 Jaringan (*Network*)

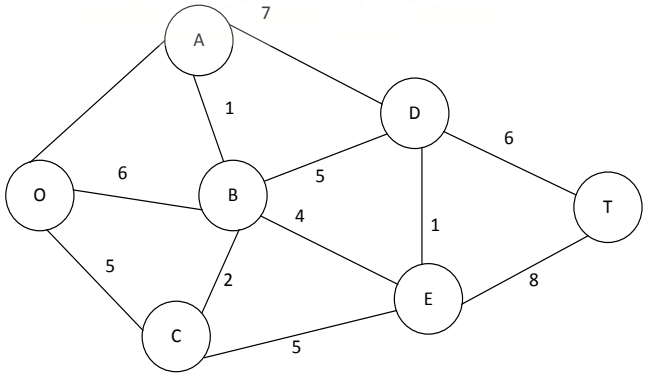
Jaringan (*Network*) adalah istilah model untuk memvisualisasikan sebuah sistem jaringan agar sistem jaringan yang sesungguhnya bisa diketahui dan dipahami dengan mudah, cepat dan tepat. Jaringan (*Network*) secara visual pada dasarnya terdiri dari rangkaian titik (*node*) dan garis/sisi. Garis berfungsi untuk menghubungkan antar titik mewakili kegiatan, saluran, dan jalan. Garis bisa berupa anak panah yang akan menunjukkan arah arus dari titik awal atau sumber ke titik akhir atau tujuan. Anak panah menandai arah arus, maka ada dua arah arus yang dapat terjadi yaitu arah arus yang searah dan arah arus yang dua arah (Siswanto, 2006:381).

Tabel 2.2. Sistem Jaringan

Sistem jaringan	***Node***	**Anak panah/Garis**	**Jenis Arus**
Transportasi darat	Kota, persimpangan	Jalan	Kendaraan
Transportasi udara	Pelabuhan udara (Bandara)	Jalur penerbangan	Pesawat terbang
Transportasi laut	Pelabuhan	Jalur pelayaran	Kapal
Listrik	Pusat tenaga listrik, Gardu induk Kota	Jalur kabel	Listrik
Bahan bakar kendaraan	Pelabuhan, Penyulingan, Depot induk, Pompa bensin	Pipa, kendaraan pengangkut bahan bakar	Bahan bakar
Pabrik/perakitan telepon	Pusat kerja/perakitan Sentral Telepon Otomatis, Gardu Induk, Terminal Box	Material *handling* kabel telepon	Bahan, barang, informasi

Contoh 5. (Sistem jaringan transportasi darat)

Sebuah perusahaan kendaraan umum mengoperasikan armada dari kota O ke kota T. Untuk menempuh perjalanan ini ada beberapa alternatif rute yang bisa dilaluinya, yang jaringannya berbentuk sebagai berikut :



Gambar 2.8. Jaringan

Sistem jalan yang ditunjukkan pada gambar 2.8, digambarkan garis (tanpa lengkungan), dimana O, A, B, C, D, E, T sebagai abjad yang menunjukkan kota yang dilalui armada dari perusahaan kendaraan umum, sedangkan angka-angka pada garis menunjukkan jarak dari satu kota ke kota yang lainnya, dalam satuan km. Armada ini akan beroperasi dari kota O ke kota T.

Dari berbagai permasalahan jaringan, ada empat macam model jaringan yang bisa digunakan untuk membantu pemecahan masalah-masalah jaringan, yaitu model distribusi terkendali, model rentang jaringan minimum, model rute terpendek, dan model aliran maksimum (Siswanto, 2006:381).

2.4 Penyelesaian Masalah Optimasi

Secara umum, penyelesaian masalah pencarian jalur terpendek dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode konvensional dan metode heuristik. Metode konvensional diterapkan dengan perhitungan matematika biasa, sedangkan metode heuristik diterapkan dengan perhitungan kecerdasan buatan.

1. Metode Konvensional

   Metode Konvensional adalah metode yang menggunakan perhitungan matematis biasa. Ada beberapa metode konvensional yang biasa digunakan untuk melakukan pencarian jalur terpendek, diantaranya : algoritma Djikstra, algoritma *Floyd-Warshall*, dan algoritma *Bellman-Ford*.

2. Metode Heuristik

   Metode Heuristik adalah sub bidang dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk melakukan pencarian dan optimasi. Ada beberapa algoritma

pada metode heuristik yang biasa digunakan dalam permasalahan optimasi, diantaranya algoritma genetika, algoritma semut, logika fuzzy, jaringan syaraf tiruan, pencarian tabu, *simulated annealing*, dan lain-lain.

2.5 Model Rute Terpendek

Model rute terpendek adalah salah satu model jaringan yang dapat digunakan untuk menentukan jarak terpendek dari berbagai alternatif rute yang tersedia atau mencoba untuk memecahkan masalah pemilihan jaringan paling efisien yang akan menghubungkan satu titik ke titik yang lain. Suatu lintasan antara dua buah titik adalah serangkaian garis yang berbeda yang menghubungkan titik-titik tersebut. Untuk setiap dua titik dapat terjadi beberapa lintasan, maupun lintasan dengan jarak terpendek atau bobot minimum. Bobot minimum dapat berupa jarak, waktu tempuh atau ongkos transportasi dari satu titik ke titik yang lainnya yang berbentuk rute tertentu (Dimyati, 1987:164).

Dalam penyusunan skripsi ini yang akan dibahas adalah rute terpendek antara semua pasangan titik dengan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall.* Sehingga dapat digunakan untuk menentukan rute terpendek untuk sembarang titik, tidak harus dari titik awal.

2.6. Algoritma *Floyd-Warshall* untuk Graf Berarah

Algoritma *Floyd-Warshall* memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E), yang berupa daftar titik (*node*/titik V) dan daftar sisi (sisi E). Bobot garis e dapat diberi simbol w(e). Jumlah bobot sisi-sisi pada sebuah jalur adalah total bobot jalur tersebut. Sisi pada E diperbolehkan memiliki bobot negatif, akan tetapi tidak

diperbolehkan bagi graf w_{ij} untuk memiliki siklus dengan bobot negatif. Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik. Dalam menentukan lintasan terpendek dengan algoritma *Floyd-Warshall* memulai iterasi dari titik awalnya kemudian memperpanjang lintasan dengan mengevaluasi titik demi titik hingga mencapai titik tujuan dengan jumlah bobot yang paling minimum.

Misalkan W_0 adalah matriks keterhubungan graf berarah berbobot mula-mula. W* adalah matriks keterhubungan minimal dengan $W_{i,j}$ = lintasan terpendek dari titik v_i ke v_j. Algoritma *Floyd-Warshall* untuk mencari lintasan terpendek adalah sebagai berikut:

1) $W = W_0$
2) Untuk k = 1 hingga n, lakukan :

   Untuk i = 1 hingga n, lakukan :

   Untuk j = 1 hingga n, lakukan :

   Jika $W_{[i,j]} > W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$ maka tukar $W_{[i,j]}$ dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$.
3) W* = W.

Dalam iterasinya untuk mencari lintasan terpendek, algoritma *Floyd-Warshall* membentuk n matriks, sesuai dengan iterasi-*k*. Ini akan menyebabkan prosesnya lambat, terutama untuk nilai n yang besar. Meskipun waktu prosesnya bukanlah yang tercepat, algoritma *Floyd-Warshall* sering dipergunakan untuk menghitung lintasan terpendek karena kesederhanaannya. Di samping itu, implementasi algoritma *Floyd-Warshall* sangat mudah dibuat.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Matriks keterhubungan W yang digunakan untuk menyatakan graf berarah berbobot sama dengan matriks yang digunakan untuk menyatakan graf berbobot, yaitu elemen-elemennya menyatakan bobot garis. Secara umum matriks keterhubungan untuk menyatakan graf berarah berbobot tidaklah simetris karena bobot garis dari titik v_i ke v_j (= $W_{i,j}$) tidak sama dengan bobot garis dari titik v_j ke v_i (= $W_{j,i}$) dan $W_{i,i} = \infty$ untuk semua i.

Algoritma *Floyd-Warshall* di atas hanya menghitung jarak terpendek dari semua titik ke semua titik, tetapi tidak menjelaskan bagaimana *path* terpendeknya. Untuk menentukan *path* yang menghasilkan jarak terpendek, maka harus ditambahkan matriks bujur sangkar Z (ukuran n x n) yang disusun sebagai berikut:

Inisialisasi $Z^{(0)}{}_{i,j} = \begin{cases} j & jika\ W_{i,j}^{(0)} \neq \infty \\ 0 & jika\ W_{i,j}^{(0)} = \infty \end{cases}$

Dalam iterasi ke-k, apabila titik v_k disisipkan antara titik-i dan titik-j (berarti menukar $W_{i,j}$ dengan $W_{i,k} + W_{k,j}$), maka ganti $Z_{i,j}$ dengan $Z_{i,k}$. Agar lebih efisien, penggantian matriks Z dilakukan bersama-sama dengan iterasi pencarian jarak terpendeknya.

Revisi algoritma *Floyd-Warshall* dengan melibatkan *path* terpendeknya adalah sebagai berikut:

1) $W = W_0$; $Z = Z_0$
2) Untuk k = 1 hingga n, lakukan :
   Untuk i = 1 hingga n, lakukan :
   Untuk j = 1 hingga n, lakukan :
   Jika $W_{[i,j]} > W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$ maka
   a. tukar $W_{[i,j]}$ dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$.

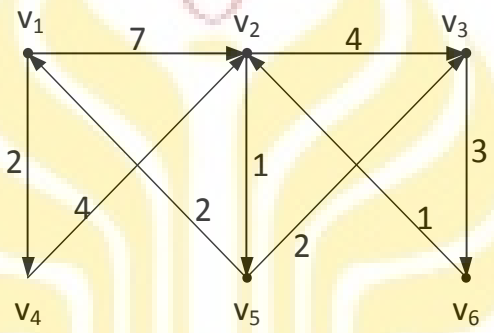
b. Ganti $Z_{i,j}$ dengan $Z_{i,k}$

3) W* = W.

Contoh penyelesaian pencarian jalur terpendek untuk graf berarah menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* dijelaskan pada contoh 6.

Contoh 6. Graf berarah berbobot

Tentukan lintasan terpendek dari titik v_i ke v_j (i,j = 1, 2, ..., 6) menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* untuk graf berarah berbobot pada gambar 2.9!



Gambar 2.9 Graf berarah dan berbobot

Penyelesaian:

Matriks keterhubungan graf gambar 2.9 adalah

$$W = W_0 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \infty & 7 & \infty & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 4 & \infty & 1 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 \\ \infty & 4 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 2 & \infty & 2 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 1 & \infty & \infty & \infty & \infty \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z = Z^{(0)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Iterasi untuk k = 1

Untuk setiap sel matriks W dicek apakah $W_{[i,j]} > W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$.

Jika ya, maka $W_{[i,j]}$ diganti dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$. Sebagai contoh:

- W[1,2] = 7, sedangkan W[1,1] + W[1,2] = ∞ + 7 = 7.

  Karena W[1,2] tidak > W[1,1] + W[1,2], maka W[1,2] tidak diubah.

- W[5,4] = ∞, sedangkan W[5,1] + W[1,4] = 2 + 2 = 4.

  Karena W[5,4] > W[5,1] + W[l,4], maka W[5,4] diubah menjadi 4. Ini berarti bahwa ada lintasan dari v_5 ke v_4 melalui v_1 yang mempunyai bobot lebih kecil (yaitu lintasan v_5 v_1 v_4 dengan jumlah bobot 4) dibandingkan dengan lintasan dari v_5 ke v_4 secara langsung (bobot = ∞ karena tidak ada lintasan dari v_5 ke v_4 secara langsung). Dengan cara yang sama, harga $W_{[i,j]}$ dihitung untuk setiap i dan j.

  Didapatkan matriks :

$$W_1 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \infty & 7 & \infty & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 4 & \infty & 1 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 \\ \infty & 4 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 2 & \mathbf{9} & 2 & \mathbf{4} & \infty & \infty \\ \infty & 1 & \infty & \infty & \infty & \infty \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z^{(1)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & \mathbf{1} & 3 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Iterasi untuk k = 2

Iterasi untuk k=2 dilakukan dengan cara yang sama seperti iterasi untuk k = 1, hanya titik perantaranya adalah titik v_2. Sebagai contoh:

- W[6,5] = ∞, sedangkan W[6,2] + W[2,5] = 1+1 = 2.

  Karena W[6,5] > W[6,2] + W[2,5] maka harga W[6,5] diganti dengan 2.

  Ini berarti bahwa lintasan dari v_6 ke v_5 melalui v_2 ($v_6v_2v_5$) lebih pendek dibandingkan lintasan v_6 ke v_5 secara langsung atau melalui v_2.

Proses yang sama dilakukan untuk semua harga i dan j, didapatkan :

$$W_2 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \infty & 7 & \mathbf{11} & 2 & \mathbf{8} & \infty \\ \infty & \infty & 4 & \infty & 1 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 \\ \infty & 4 & \mathbf{8} & \infty & \mathbf{5} & \infty \\ 2 & 9 & 2 & 4 & \mathbf{10} & \infty \\ \infty & 1 & \mathbf{5} & \infty & \mathbf{2} & \infty \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z^{(2)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & \mathbf{2} & 4 & \mathbf{2} & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & \mathbf{2} & 0 & \mathbf{2} & 0 \\ 1 & 1 & 3 & 1 & \mathbf{1} & 0 \\ 0 & 2 & \mathbf{2} & 0 & \mathbf{2} & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Dengan cara yang sama, untuk k = 3, 4, 5, 6 diperoleh matriks :

$$W_3 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \infty & 7 & 11 & 2 & 8 & \mathbf{14} \\ \infty & \infty & 4 & \infty & 1 & \mathbf{7} \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 \\ \infty & 4 & 8 & \infty & 5 & \mathbf{11} \\ 2 & 9 & 2 & 4 & 10 & \mathbf{5} \\ \infty & 1 & 5 & \infty & 2 & \mathbf{8} \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z^{(3)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 & 4 & 2 & \mathbf{2} \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 & \mathbf{3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 2 & \mathbf{2} \\ 1 & 1 & 3 & 1 & 1 & \mathbf{3} \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 2 & \mathbf{2} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$W_4 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \infty & \mathbf{6} & \mathbf{10} & 2 & \mathbf{7} & \mathbf{13} \\ \infty & \infty & 4 & \infty & 1 & 7 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 \\ \infty & 4 & 8 & \infty & 5 & 11 \\ 2 & \mathbf{8} & 2 & 4 & \mathbf{9} & 5 \\ \infty & 1 & 5 & \infty & 2 & 8 \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z^{(4)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & \mathbf{4} & \mathbf{4} & 4 & \mathbf{4} & \mathbf{4} \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 2 & 2 \\ 1 & \mathbf{1} & 3 & 1 & \mathbf{1} & 3 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$W_5 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{9} & 6 & \mathbf{9} & 2 & 7 & \mathbf{12} \\ \mathbf{3} & \mathbf{9} & \mathbf{3} & \mathbf{5} & 1 & \mathbf{6} \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 \\ \mathbf{7} & 4 & \mathbf{7} & \mathbf{9} & 5 & \mathbf{10} \\ 2 & 8 & 2 & 4 & 9 & 5 \\ \mathbf{4} & 1 & \mathbf{4} & \mathbf{6} & 2 & \mathbf{7} \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z^{(5)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{4} & 4 & \mathbf{4} & 4 & 4 & \mathbf{4} \\ \mathbf{5} & \mathbf{5} & \mathbf{5} & \mathbf{5} & 5 & \mathbf{5} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ \mathbf{2} & 2 & \mathbf{2} & \mathbf{2} & 2 & \mathbf{2} \\ 1 & 1 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ \mathbf{2} & 2 & \mathbf{2} & \mathbf{2} & \mathbf{2} & \mathbf{2} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$W^* = W_6 = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 9 & 6 & 9 & 2 & 7 & 12 \\ 3 & \mathbf{7} & 3 & 5 & 1 & 6 \\ \mathbf{7} & \mathbf{4} & \mathbf{7} & \mathbf{9} & \mathbf{5} & 3 \\ 7 & 4 & 7 & 9 & 5 & 10 \\ 2 & \mathbf{6} & 2 & 4 & \mathbf{7} & 5 \\ 4 & 1 & 4 & 6 & 2 & 7 \end{bmatrix} \end{array} \qquad Z^{(6)} = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 5 & \mathbf{5} & 5 & 5 & 5 & 5 \\ \mathbf{6} & \mathbf{6} & \mathbf{6} & \mathbf{6} & \mathbf{6} & 6 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & \mathbf{3} & 3 & 1 & \mathbf{3} & 3 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix} \end{array}$$

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Jika pada W* Akhir ada W_{ij} dengan harga ∞ berarti tidak ada lintasan dari v_i ke v_j baik langsung maupun tidak langsung. W* Akhir merupakan matriks jarak terpendek dari semua titik dan Z_6 merupakan *path* yang harus dilalui. Sebagai contoh, jarak dari v_1 ke v_6 adalah 12, *path* yang harus dilalui adalah :

$Z^{(6)}_{1,6} = 4$

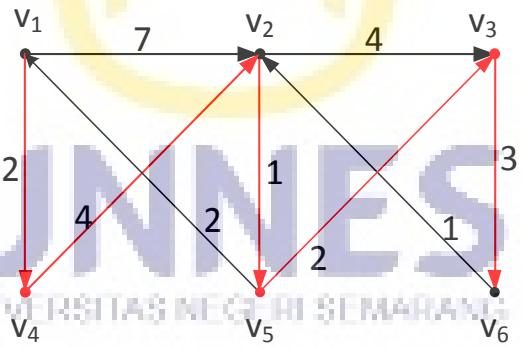
$Z^{(6)}_{4,6} = 2$

$Z^{(6)}_{2,6} = 5$

$Z^{(6)}_{5,6} = 3$

$Z^{(6)}_{3,6} = 6$

Jadi *path* terpendek dari v_1 ke v_6 adalah $v_1 \rightarrow v_4 \rightarrow v_2 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3 \rightarrow v_6$ dengan jarak terpendek = 12, ditunjukkan pada gambar 2.10 (Siang, 2002:272-276).



Gambar 2.10 *Path* terpendek dari v_1 ke v_6

2.7 Pemrograman PHP

PHP singkatan dari *Hypertext Preprocessor* yang digunakan sebagai *script server-side* dalam pengembangan *web* yang disisipkan pada dokumen HTML (*Hypertext Markup Language*). Penggunaan PHP memungkinkan *web* dapat dibuat

dinamis sehingga *maintence* situs *web* tersebut menjadi lebih mudah dan efisien (Sidik, 2006). Dalam hal ini, kode HTML digunakan sebagai kerangka dasar dalam pembuatan web, sedangkan PHP digunakan untuk membuat web tersebut menjadi dinamis dalam berbagai operasinya, misalnya penambahan, pengurangan, penghapusan, hingga penampilan data, atau juga perhitungan logika.

2.8 *Database* MySQL

MySQL merupakan *Relation Database Management Sistem* (RDMS) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi *General Public License* (GPL). MySQL sangat populer dikalangan pemrogram *web,* sehingga dapat digunakan untuk membangun aplikasi *web* yang menggunakan *database* sebagai sumber dan data pengelola datanya. Hal ini dikarenakan untuk kebutuhan *database* perusahaan skala menengah kecil (Sidik, 2006)

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* pernah dilakukan peneliti-peneliti sebelumnya dengan berbagai permasalahan yang berbeda. Andriani (2014) dalam penelitiannya membahas tentang rancang bangun sistem informasi rute wisata terpendek berbasis algoritma *Floyd-Warshall.* Metode pengumpulkan data dalam penelitian ini yaitu metode observasi untuk mempelajari jalur wisata Yogyakarta yang diperoleh dari Jogja Tourism Map dan Google Map. Peta wisata ditransformasikan ke dalam bentuk diagram grafik. Algoritma *Floyd-Warshall* diterapkan dalam perhitungan bobot *path* dari diagram grafik dari peta wisata Yogyakarta untuk mencari rute terpendek ke beberapa obyek wisata populer di Yogyakarta yang hasilnya digunakan untuk

membangun sistem informasi rute wisata terpendek menuju obyek wisata di Yogyakarta. Pembangunan sistem informasi berbentuk *website* sehingga mudah diakses secara *online*.

Novandi (2007) dalam penelitiannya membahas tentang perbandingan algoritma Dijkstra dan algoritma *Floyd-Warshall* dalam penentuan lintasan terpendek. Berbagai kalangan menemui permasalahan serupa dengan variasi yang berbeda, contohnya seorang pengemudi yang mencari jalur terpendek dari tempat asal ke tempat tujuan dan seorang desainer jaringan komputer yang harus mendesain skema perutean pada jaringan yang dia tangani agar memaksimalkan performa jaringan dan meminimalkan beban yang harus ditangani oleh jaringan tersebut. Dalam penelitian ini membandingkan suatu graf berbobot yang merepresentasikan kondisi keterhubungan antarkota di suatu daerah yang sama dengan menerapkan algoritma Dijkstra dan algoritma *Floyd-Warshall.* Hasil penelitian ini didapatkan bahwa algoritma Dijkstra yang menerapkan prinsip *greedy* tidak selalu berhasil memberikan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path)* dibandingkan dengan algoritma *Floyd-Warshall* yang menerapkan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path).*

Penelitian selanjutnya oleh S.E. Jajali dan M. Noroozi (2009) yang berjudul "*Determination of the optimal escape routes of underground mine networks in emergency cases*" yang membahas tentang pencarian rute optimum untuk mencari jalan keluar atau melarikan diri dari sebuah kecelakaan kerja yang terjadi di

tambang bawah tanah. Algoritma Floyd-Warshall dimanfaatkan untuk mencari rute terpendek dari lokasi terjadinya kecelakaan kerja menuju ke pintu keluar atau menuju ke lokasi yang aman. Proses perhitungan pada penelitian ini dilakukan secara manual karena *node* pada jaringannya tidak terlalu banyak, yaitu sebanyak 27 *node*.

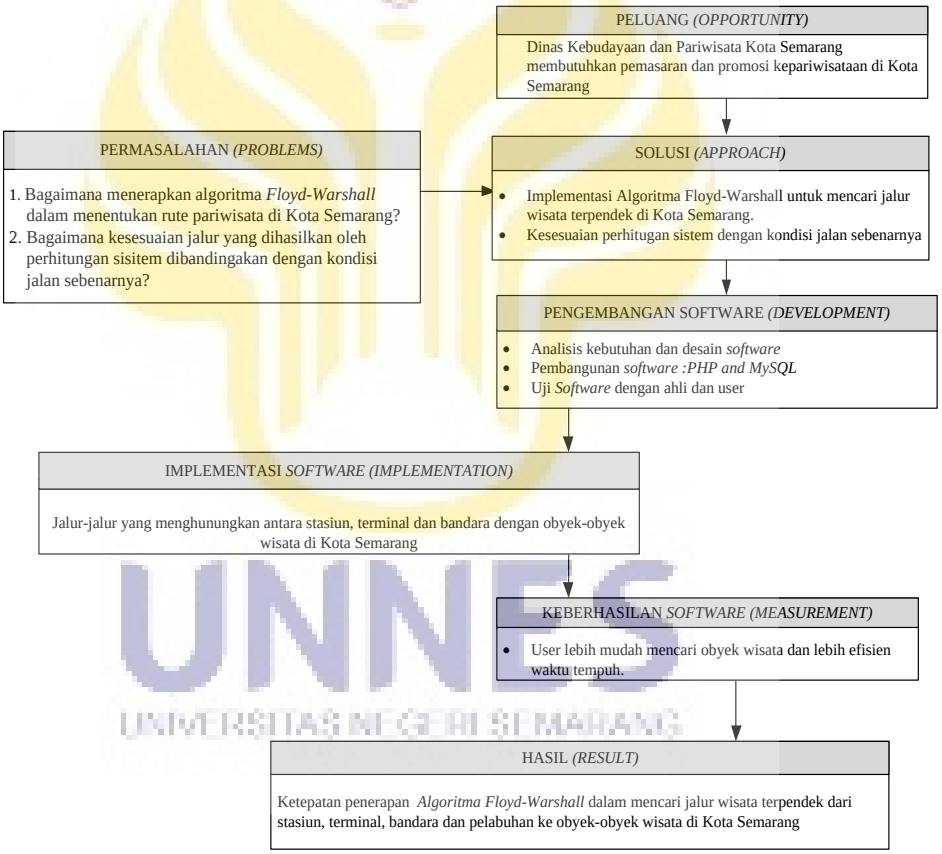
2.10 Kerangka Berpikir

Kota Semarang akan terus mengalami perkembangan, selain sebagai kota industri dan bisnis, Kota Semarang juga menjadi kota pariwisata. Sesuai dengan pola dasar pembangunan di Kota Semarang sektor pariwisata merupakan sektor yang masih perlu dikembangkan lebih jauh. Kota Semarang juga salah satu daerah tujuan wisata, baik wisatawan domestik maupun mancanegara, sehingga industri pariwisata Kota Semarang perlu adanya pengembangan, salah satunya dengan dukungan teknologi informasi. Penerapan teknologi informasi dalam dunia pariwisata dapat diterapkan baik untuk meningkatkan promosi dan penyampaian informasi maupun untuk meningkatkan kualitas pelayanan obyek wisata. Salah satu contoh penerapan teknologi informasi dalam meningkatkan informasi pariwisata adalah dengan adanya aplikasi yang dapat memberikan informasi mengenai rute berbagai obyek wisata.

Untuk pengembangan promosi kepariwisataan dan memudahkan wisatawan yang berkunjung di Kota Semarang, diperlukan solusi yang mudah dan efisien waktu, salah satunya dengan cara mencari lintasan terpendek (*shortest path*) dari stasiun, terminal, bandara dan pelabuhan ke obyek-obyek wisata di Kota Semarang. Hal ini dapat mempermudah wisatawan dalam hal akses jalan, jalur terpendek dan

menghemat jarak tempuh untuk dapat sampai ke obyek wisata yang akan dituju. Penulis menggunakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mencari jalur terpendek yaitu algoritma *Floyd-Warshall.*

Dengan membuat suatu graf yang menghubungkan antara stasiun, terminal, bandara dan pelabuhan ke obyek-obyek wisata di Kota Semarang diharapkan dapat memberikan perhitungan dalam mencari jalur wisata terpendek dengan tepat. Secara umum, penulis menggambarkan kerangka berpikir pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Kerangka Berpikir

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah dihasilkan aplikasi pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* yang dapat digunakan di Kota Semarang. Pencarian rute terpendek pariwisata Kota Semarang dimulai dari menstransformasikan peta Kota Semarang ke dalam diagram jaringan pariwisata Kota Semarang yang memuat terminal, stasiun dan bandara sebagai titik atau *node* awal dan tempat wisata sebagai titik tujuan, sedangkan persimpangan jalan menghubungkan antar titik atau *node.* Kemudian jaringan yang telah terbentuk dibuat matriks ketetanggaan dan dihitung menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* hingga didapatkan pilihan jalur yang terpendek.

Hasil perhitungan dari segi pengujian fungsionalitas menu sistem atau pengujian *black box* dan uji kehandalan sistem menunjukkan hasil uji yang 100% kebenarannya dan bekerja dengan baik. Pilihan rute yang dihasilkan oleh sistem dapat diterima dan tidak terjadi penyimpangan jalur, sehingga hasil yang didapatkan dari sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan. Dari segi pemanfaatannya dimaksudkan sistem pencarian rute tependek pariwisata Kota Semarang ini dapat menjadi media promosi Pariwisata Kota Semarang dan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif jalur terpendek untuk rute perjalanan pariwisata oleh wisatawan.

5.2 Saran

Kekurangan dari pencarian jalur terpendek menggunakan *Floyd-Warshall* ini adalah waktu perhitungan yang relatif lama dan dibutuhkan laptop yang memiliki performa yang baik, karena semakin banyak titik/*node* dalam jaringannya, maka akan semakin lama juga waktu perhitungannya. Selain itu, pada sistem ini dalam mengoptimalkan jalur wisata hanya memperhatikan jarak tanpa memperhatikan variabel lain seperti lampu lalu lintas, tingkat kepadatan, maupun lebar jalan. Oleh karena itu, disarankan penelitian selanjutnya dapat dikembangkan sistem yang bisa menggunakan lebih dari satu variabel.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR PUSTAKA

Agustini, D.H dan Rahmadi, Y.E. 2004. *Riset Operasional Konsep-Konsep Dasar*. Jakarta : PT Rineka Cipta.

Al Fattah, Hanif. 2007. Analisis Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan & Organisasi Modern. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Andriani, Anik.2014. Rancang Bangun Sistem Informasi Rute Wisata Terpendek Berbasis Algoritma Floyd-Warshall. *Bianglala Informatika Vol II,* No.1: 98-107

Dimyati, Tjutju Tarliah, dan Akhmad Dimyati. 1987. *Operations Research Model- Model Pengambilan Keputusan.* Bandung : Sinar Baru.

Jalali, S.E., M. Noroozi. H. 2009. Determination of the Optimal Escape Routes of Underground Mine Networks in Emergency Cases. *Safety Science* Vol 47 : 1077-1082

Liwang, R., Santoso, A. J., & Rahayu, F. S.. 2013. *Rancang Bangun Aplikasi Menggunakan Floyd Warshaall*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (pp. 18-21). Yogyakarta : STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Manongga, D., Papilaya, S., & Pandie, S.2009. Sistem Informasi Geografis untuk Perjalanan Wisata di Kota Semarang. *Jurnal Informatika Vol.10, No.1* , 1-9.

Mulyono, Sri. 2002. *Riset Operasi*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Nurhayati, Remi. 2003. Keterkaitan Antara Ideal Utama dalam Suatu Koleksi Matriks Boolean. http://digilib.gunadarma.ac.id/print.php?id=jbptitbchem-gdl-s1-2003-reminurhay-5 (diakses pada 14 Juni 2015).

Novandi, Raden. 2007. *Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek*. Makalah IF2251 Stategi Algoritmik. Bandung : STEI Institut Teknologi Bandung.

Pressman, R. S. 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktis Buku I.* Yogyakarta : ANDI

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Siang, Jong Jek. 2002. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta : ANDI.

_____.2011. *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis.* Yogyakarta : ANDI.

Sidik, Betha. 2006. *Pemrograman Web dengan PHP.* Bandung : Informatika.

Siswanto. 2006. *Operations Research Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.

Subagyo, P. 2000. *Dasar-Dasar Operation Research. Yogyakarta* : BPFF-Yogyakarta.

Sutarno, Heri, Nanang Priatna, dan Nurjanah. 2005. *Matematika Diskrit.* Malang : Universitas Negeri Malang (UM PRESS)

Suyitno, H. 1997. *Pengantar Program Linier*. Semarang : Jurusan Matematika. FMIPA IKIP Semarang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG