

SKRIPSI

APLIKASI ALGORITMA *BELLMAN – FORD* DALAM MEMINIMUMKAN BIAYA OPERASIONAL RUTE PENERBANGAN

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1



Diajukan Oleh :

BOWO KRISTANTO

08610014

Kepada :

**Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta
2012**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2559/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Aplikasi Algoritma Bellman - Ford Dalam Meminimumkan Biaya Operasional Rute Penerbangan

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Bowo Kristanto
NIM : 08610014
Telah dimunaqasyahkan pada : 08 Agustus 2012
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Pipit Pratiwi Rahayu, M.Sc

Penguji I

Muhammad Wakhid Musthofa, M.Si
NIP.19800402 200501 1 003

Penguji II

Noor Saifullah Mussafi, M.Sc
NIP.19820617 200912 1 005

Yogyakarta, 24 Agustus 2012
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

Prof. Drs. H. ARh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bowo Kristanto

NIM : 08610014

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 Juli 2012

Yang menyatakan



Bowo Kristanto

NIM. 08610042

HALAMAN MOTTO

**“ WAHAI ORANG – ORANG YANG BERIMAN ! JIKA
KAMU MENOLONG (AGAMA) ALLAH, NISCAYA
ALLAH AKAN MENOLONGMU DAN MENEGUHKAN
KEDUDUKANMU ”**

(QS : MUHAMMAD AYAT : 7)

“ Hiduplah dengan banyak memberi, jangan hidup dengan banyak diberi ”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Skripsi ini untuk:

1. Kedua Orang Tua, Kakak - Kakakku yang Selalu Memberikan Semangat dan Do'anya
2. Teman – Teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan do'anya kepadaku sehingga mampu menyelesaikan semua amanahku di jenjang perkuliahan
3. Almamaterku Tercinta Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kami haturkan pada sang Ilahi Robbi Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat, hidayah, dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Akh. Minhaji, M.A.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dra. Khurul Wardati, M.Si. selaku Pembantu Dekan I Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Muchammad Abrori, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si.,M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang begitu sabar memberikan bimbingan, pengarahan, serta motivasi dalam penelitian skripsi ini.
5. Bapak Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si.,M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang juga begitu sabar dalam memberikan bimbingan, nasehat dan saran dalam penelitian skripsi ini.
6. Bapak Sugiyanto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi selama ini.

7. Bapak/Ibu Dosen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
8. Teman-teman Matematika 2008 yang selalu memberi semangat, semoga tali silaturahmi kita tetap terjaga, dan semoga kesuksesan menyertai kita semua.
9. Segenap pihak yang telah membantu penulis dari pembuatan proposal, penelitian, sampai penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tiada gading yang tak retak, begitulah adanya penulisan skripsi ini yang masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan bagi penulis nantinya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan civitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Yogyakarta, 16 Juli 2012

Penulis

Bowo Kristanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Tinjauan Pustaka	3

1.7 Metode Penelitian.....	6
1.8 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Riset Operasi	8
2.1.1 Tahap – Tahap Dalam Riset Operasi.....	8
2.1.1.1 Merumuskan Masalah	9
2.1.1.2 Pembentukan Model.....	9
2.1.1.3 Mencari Penyelesaian Masalah	10
2.1.1.4 Validasi Model	10
2.1.1.5 Penerapan Hasil Akhir	10
2.2 Teori Graf.....	10
2.2.1 Dasar – dasar Graf.....	11
2.2.2 Graf Tak Berarah (<i>Undirected Graph</i>)	13
2.2.2.1 Path dan Sirkuit	13
2.2.2.2 Graf Terhubung dan Tidak Terhubung	15
2.2.3 Graf Berarah (<i>Directed Graph</i> atau <i>Digraph</i>)	16
2.2.3.1 Path Berarah dan Sirkuit Berarah	16
2.2.3.2 Graf Berarah Terhubung	17
2.2.3.3 Keterhubungan Titik dan Sisi pada Graf	18
2.2.4 Graf Berbobot (<i>Weighted Graph</i>)	19
BAB III PEMBAHASAN	21
3.1 Algoritma <i>Bellman – Ford</i>	21
3.1.1 Flowchart algoritma <i>Bellman – Ford</i>	24

3.1.2 Contoh kasus algoritma <i>Bellman – Ford</i>	25
3.2 Aplikasi Algoritma <i>Bellman – Ford</i> Dalam Meminimumkan Biaya Operasional Rute Penerbangan	31
3.3 Studi Kasus.....	33
BAB IV KESIMPULAN	87
4.1 Kesimpulan	87
4.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	89

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel iterasi 1 contoh kasus	26
Tabel 3.2 Tabel iterasi 2 contoh kasus	28
Tabel 3.3 Tabel iterasi 3 contoh kasus	29
Tabel 3.4 Tabel iterasi 4 contoh kasus	30
Tabel 3.5 Tabel biaya operasional bahan bakar yang ditanggung pihak maskapai sesuai dengan bandara tujuan.....	34
Tabel 3.6 Tabel perkiraan jumlah penumpang yang naik dan turun di setiap bandara.....	35
Tabel 3.7 Tabel biaya <i>basic</i> dalam harga tiket (sebesar 60 % dari total harga tiket) sesuai dengan bandara tujuan.....	36
Tabel 3.8 Tabel selisih pengeluaran dan pemasukan	52
Tabel 3.9 Tabel iterasi 1 studi kasus	55
Tabel 3.10 Tabel iterasi 2 studi kasus	58
Tabel 3.11 Tabel iterasi 3 studi kasus	61
Tabel 3.12 Tabel iterasi 4 studi kasus	65
Tabel 3.13 Tabel iterasi 5 studi kasus	70
Tabel 3.14 Tabel iterasi 6 studi kasus	73
Tabel 3.15 Tabel iterasi 7 studi kasus	77
Tabel 3.16 Tabel iterasi 8 studi kasus	79
Tabel 3.17 Tabel iterasi 9 studi kasus	81
Tabel 3.18 Tabel iterasi 10 studi kasus	83

Tabel 3.19 Tabel iterasi 11 studi kasus	85
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Titik ujung dan Titik terasing.....	12
Gambar 2.2 Garis Pararel dan <i>Loop</i>	12
Gambar 2.3 Graf Tak Berarah (<i>Undirected Graph</i>).....	13
Gambar 2.4 Path dan Sirkuit.....	14
Gambar 2.5 Graf Terhubung dan Tidak terhubung.....	15
Gambar 2.6 Graf Berarah (<i>Directed Graph</i> atau <i>Digraph</i>).....	16
Gambar 2.7 Graf Berarah Terhubung.....	17
Gambar 2.8 Graf Berbobot (<i>Weighted Graph</i>).....	20
Gambar 3.1 Graf contoh kasus.....	25
Gambar 3.2 Graf selisih biaya antara pengeluaran dan pemasukan.....	53

INTISARI

Aplikasi Algoritma *Bellman – Ford* Dalam Meninimumkan Biaya Operasional Rute Penerbangan.

**Oleh :
Bowo Kristanto
08610014**

Pada skripsi ini akan dibahas tentang konsep, cara kerja, dan aplikasi algoritma *Bellman – Ford*. Dalam aplikasinya algoritma *Bellman Ford* digunakan untuk menentukan rute penerbangan agar dapat meminimumkan biaya operasional. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rute penerbangan sehingga diperoleh biaya operasional minimum.

Dasar teori yang digunakan antara lain riset operasi , teori graf, dan algoritma *Bellman – Ford*. Metode atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah menemukan masalah, merumuskan masalah, pengambilan data, analisis dan pemecahan masalah, penarikan kesimpulan.

Berdasarkan dari hasil penelitian ini algoritma *Bellman – Ford* dapat digunakan menyelesaikan permasalahan yang di dalamnya terdapat bobot (biaya) bernilai negatif, dan dapat diaplikasikan dalam dunia nyata khususnya dalam penentuan rute penerbangan.

Kata kunci : Algoritma *Bellman – Ford*. Rute Penerbangan.

ABSTRACT**Application Of Bellman - Ford Algorithm In Flight Routes To Minimize Operational Costs**

By :
Bowo Kristanto
08610014

This thesis discusses the concepts, mechanisms, and application of Bellman – Ford. In its application Bellman Ford algorithm is used to determine flight routes in order to minimize operating costs. The purpose of this study was to determine the routes obtained in order to minimum operating costs.

Some theoretical framework used are operations research, graph theory, Bellman - Ford. Algorithm methods used in this study is to find the problem, formulating the problem, data retrieval, analysis and problem solving, making conclusions.

Based on the results of this study, Bellman – Ford algorithm may be used to solve the problem in which there exists the negative weight (cost), and can be applied in the real world, such as flight routes.

Keywords: Algorithm Bellman - Ford. Flight Routes.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem jaringan diperlukan dalam perencanaan bidang tertentu. Salah satu permasalahan jaringan yang sering dijumpai dalam kehidupan nyata yaitu masalah transportasi atau distribusi komoditas tertentu dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan biaya minimum. Secara sederhana suatu jaringan terdiri atas kumpulan titik dan sisi yang menghubungkan pasangan titik tertentu. Dalam matematika, hal semacam ini dinamakan graf.

Permasalahan jaringan dalam suatu graf meliputi : persoalan rute terpendek (*shortest route*), persoalan meminimumkan jaringan, dan persoalan aliran maksimum (*maximal flow*). Masalah meminimumkan jaringan merupakan variasi dari persoalan rute terpendek yang perbedaannya terletak pada lintasan yang dicari, yaitu menentukan sisi – sisi yang menghubungkan titik - titik dalam jaringan sehingga diperoleh panjang sisi total paling minimum.

Dalam kehidupan sehari - hari sering dijumpai permasalahan yang berkaitan dengan sebuah jaringan untuk meminimumkan biaya, misalnya dalam menentukan rute penerbangan agar dapat meminimumkan biaya operasional. Dalam hal ini pihak maskapai penerbangan harus menentukan rute atau memilih bandara yang dapat disinggahi sebagai tempat transit agar dapat meminimumkan biaya operasional.

Dalam menentukan permasalahan rute terpendek sebenarnya terdapat beberapa macam algoritma, setiap algoritma mempunyai spesifikasi masing – masing, ada algoritma yang dapat menyelesaikan permasalahan yang di dalamnya terdapat bobot (biaya) bernilai positif dan ada juga yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang di dalamnya terdapat bobot (biaya) bernilai negatif.

Permasalahan dalam menentukan rute terpendek dapat ditinjau dari sudut pandang jaringan pada graf, khususnya algoritma *Bellman – Ford* yang mempunyai keistimewaan dibandingkan dengan algoritma – algoritma yang lain yaitu dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang didalamnya terdapat bobot (biaya) bernilai negatif. Oleh karena itu didalam penelitian ini akan dibahas aplikasi algoritma *Bellman – Ford* dalam meminimumkan biaya operasional rute penerbangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep dan cara kerja *Algoritma Bellman – Ford* ?
2. Bagaimana penerapan *Algoritma Bellman – Ford* pada penentuan rute penerbangan agar dapat meminimumkan biaya operasional.

1.3 Batasan Masalah

Pada penyusunan skripsi ini akan dibahas penerapan algoritma *Bellman – Ford* dalam meminimumkan biaya operasional rute penerbangan. Pembahasan

skripsi ini dibatasi pada konsep, cara kerja dan aplikasi algoritma *Bellman – Ford*, tanpa membahas bahasa pemrogramannya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai antara lain:

1. Menjelaskan konsep dan cara kerja algoritma *Bellman – Ford* .
2. Meminimumkan biaya operasional pada rute penerbangan dengan menggunakan algoritma *Bellman – Ford* .

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini bagi penulis yaitu menambah dan memperluas pengetahuan mengenai pendistribusian suatu jaringan dengan menerapkan algoritma *Bellman – Ford* dalam kehidupan nyata, sedangkan manfaat penelitian ini bagi praktisi, hal ini digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan tentang meminimumkan biaya operasional rute penerbangan.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka skripsi ini terdiri dari beberapa buku dan penelitian sebelumnya, antara lain buku karangan Thomas H Cormen, dkk, yang berjudul “ *Introduction to Algoritma* ” , buku karangan Aminudin yang berjudul “ *Prinsip – Prinsip Riset Operasi* ” , dan buku Drs. Jong Jek Siang, M.Sc. yang berjudul “ *Matematika Diskrit dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer* ” .

Berikut akan disajikan beberapa penelitian terkait dengan *algoritma Bellman – Ford* :

1. Penelitian berjudul “ *Studi dan Implementasi Algoritma Dijkstra, Belman – Ford, dan Floyd – Warshall Dalam menangani Masalah Lintasan Terpendek Dalam Graf* ” oleh Apri kamayudi dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2009. Secara garis besar membahas perbandingan konsep algoritma *Dijkstra, Belman – Ford, dan Floyd – Warshall* untuk mencari lintasan terpendek dalam suatu graf. Dalam penelitian tersebut membahas keunggulan antara algoritma yang satu dengan algoritma yang lainnya, akan tetapi dalam penelitian tersebut hanya membahas sebatas langkah – langkah dari ketiga algoritma tersebut .
2. Penelitian berjudul “*Algoritma Routing di Lingkungan Jaringan Grid Menggunakan Teori Graf* ” oleh Irfan Darmawan dkk dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2010. Secara garis besar penelitian tersebut membahas mengenai pencarian lintasan terpendek dalam suatu graf . Dalam penelitian tersebut dibahas langkah – langkah algoritma *dijkstra* dan algoritma *Bellman – Ford*.
3. Penelitian ketiga berjudul “*Algoritma Bellman - Ford dalam Distance Vektor Routing Protocol* ” oleh Galih Andana dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2010. Dalam penelitian tersebut dijelaskan langkah – langkah, dan bahasa pemrograman algoritma *Bellman - Ford* . Selain membahas langkah – langkahnya juga dibahas tentang kelemahan algoritma *Bellman - Ford* .

Dari ketiga penelitian tersebut hanya membahas terkait langkah – langkah dan keunggulan masing – masing algoritma tanpa disertai aplikasinya dalam

kehidupan nyata. Untuk itu dalam penelitian yang berjudul “*Aplikasi Algoritma Bellman - Ford Dalam Meminimumkan Biaya Operasional Rute Penerbangan*” akan dibahas mengenai konsep algoritma *Bellman - Ford* dan aplikasinya dalam dunia nyata khususnya terkait rute penerbangan.

Pembahasan secara garis besar dari beberapa penelitian di atas kami klasifikasikan seperti tabel berikut :

NO	NAMA PENELITI	JUDUL	KAJIAN
1	Apri Kamayudi	<i>Studi dan Implementasi Algoritma Dijkstra, Belman – Ford, dan Floyd – Warshall Dalam menangani Masalah Lintasan Terpendek Dalam Graf</i>	Membahas tentang konsep dari algoritma <i>Dijkstra, Bellman – Ford, Floyd – Warshall.</i>
2	Irfan Darmawan dkk	<i>Algoritma Routing Di Lingkungan Jaringan Grid Menggunakan Teori Graf</i>	Membahas tentang konsep dari algoritma <i>Dijkstra</i> dan <i>Bellman – Ford.</i>
3	Galih Andana	<i>Algoritma Bellman - Ford dalam Distance Vektor Routing Protocol</i>	Membahas tentang langkah – langkah, pseudocodenya dan kelemahan

			dari algoritma <i>Bellman – Ford</i> .
4	Bowo Kristanto	<i>Aplikasi Algoritma Bellman - Ford Dalam Meminimumkan Biaya Operasional Rute Penerbangan</i>	Membahas tentang konsep dan cara kerja algoritma <i>Bellman – Ford</i> dan aplikasinya.

1.7 Metode Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur yaitu dengan membahas dan menjabarkan konsep-konsep yang sudah ada. Dalam hal ini penulis menggunakan metode penelitian kepustakaan atau penelitian literatur, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan informasi dari beberapa buku dan jurnal.

Penelitian mengenai algoritma *Bellman - Ford* dalam meminimumkan biaya operasional rute penerbangan diawali dengan pembahasan konsep dan cara kerja dari algoritma *Bellman - Ford*. Penelitian dilanjutkan dengan mengaplikasikan algoritma *Bellman - Ford* untuk mencari biaya operasional minimum dalam menentukan rute penerbangan.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisannya adalah sebagai berikut: pada Bab I berisi pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan

masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka dan sistematika penulisan. Pada Bab II berisi landasan teori mengenai riset operasi dan teori graf. Bab III membahas konsep, cara kerja algoritma *Bellman – Ford* dan aplikasi algoritma *Bellman – Ford* dalam meminimumkan biaya operasional rute penerbangan . Bab IV berisi kesimpulan dari pokok-pokok bahasan utama.

BAB IV

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Dari permasalahan graf menentukan rute penerbangan pada penelitian ini terdapat bobot (biaya) bernilai negatif. Maka dari itu hanya algoritma *Bellman – Ford* yang dapat menyelesaikan permasalahan graf tersebut dikarenakan jika dalam permasalahan graf terdapat bobot (biaya) bernilai negatif hanya algoritma *Bellman – Ford* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut sedangkan algoritma lainnya hanya digunakan pada permasalahan graf yang didalamnya tidak terdapat bobot (biaya) bernilai negatif.
2. Algoritma *Bellman – Ford* dapat diaplikasikan dalam dunia nyata, khususnya untuk menentukan rute penerbangan agar dapat meminimumkan biaya operasional bahan bakar.
3. Dari permasalahan menentukan rute penerbangan untuk meminimumkan biaya operasional bahan bakar diperoleh tiga jalur rute penerbangan yaitu :
 - a. Jalur pertama dengan rute $V_1 - V_2 - V_3 - V_5 - V_4 - V_8 - V_6 - V_7 - V_9 - V_{10} - V_{11} - V_{12}$ total biaya sebesar Rp. -6.000.000.
 - b. Jalur kedua dengan rute $V_1 - V_4 - V_8 - V_6 - V_7 - V_9 - V_{10} - V_{11} - V_{12}$ total biaya sebesar Rp. -3.000.000.

- c. Jalur ketiga dengan rute $V_1 - V_5 - V_4 - V_8 - V_6 - V_7 - V_9 - V_{10} - V_{11} - V_{12}$ total biaya sebesar Rp. – 4.000.000.

Dari ketiga rute tersebut tentu saja dipilih jalur pertama oleh pihak maskapai sebagai rute penerbangan yang akan ditawarkan, karena dengan rute jalur pertama pihak maskapai memperoleh pengurangan beban biaya sebesar Rp. 6.000.000 dimana pengurangan beban biaya pada rute pertama paling besar di bandingkan dengan rute kedua (sebesar Rp. 3.000.000) atau rute ketiga (sebesar Rp. 4.000.000).

4.2 Saran

Saran – saran yang dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini hanya menggunakan data sekunder alangkah lebih baiknya untuk penelitian ke depannya menggunakan data primer atau pengambilan data lapangan, sehingga diharapkan bisa lebih membantu pihak maskapai dalam penentuan rute penerbangan agar dapat meminimumkan biaya operasional bahan bakar.
2. Dalam penelitian ini hanya membahas terkait konsep, cara kerja algoritma *Bellman - Ford* dan aplikasinya, tanpa disertai pembahasan mengenai bahasa pemrogramannya. Untuk penelitian ke depannya alangkah lebih baiknya jika disertakan pembahasan mengenai bahasa pemrogramannya.

Daftar Pustaka

- Cormen, Thomas H., Leiserson, Charles E., Rivest, Donald L. 1990. *Introduction To Algorithms*. MIT : McGraw – Hill.
- Goodaire, Edgar G., Parmenter., Michael M. 1998. *Discrete Mathematics with Graph Theory*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- Chartrand, Gery and Lesniak, Linda. 1986. *Graphs and Digraphs Second Edition*. California: a Division of Wadsworth, Inc.
- Siang, Jong Jek. 2002. *Matematika Diskrit Dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer*. Andi. Yogyakarta.
- Rosen, Kenneth H. 6th. 2007. *Discrete Mathematics and Its Applications*. McGraw – Hill.
- Aminudin. 2005. *Prinsip – Prinsip Riset Operasi*. Erlangga. Jakarta.
- Tarliah Dimiyati, Tjutju., Ahmad Dimiyati. 2002. *Operation Research*. Sinar Baru Algesindo. Bandung.
- Mulyono, Sri. 2002. *Riset Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Wibisono, Samuel. 2008. *Matematika Diskrit*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nurholidah, Luluk. 2008. *Keterhubungan Pada Graf Beraturan*. <http://lib.uin-malang.ac.id/thesis/fullchapter/04510030-luluk-nurholidah>. diakses 19 juni 2012
- Andana, Galih. 2009. “ Algoritma Bellman – Ford dalam distance Vektor Routing Protocol”. <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2009-2010/Makalah2009/MakalahIF3051-2009-044.pdf>. diakses 10 Juli 2011
- Kamayudi , Apri. 2007. “ Studi Dan Implementasi Algoritma, Dijkstra, Bellman - Ford Dan Floyd – Warshall Dalam Menangani Masalah Lintasan Terpendek Dalam Graf ”. <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2006-2007/Makalah/Makalah0607-115.pdf>. diakses 10 Juli 2011
- Darmawan, Irfan. 2010. “Algoritma Routing di Lingkungan Jaringan Grid Menggunakan Teori Graf ”. <http://journal.uin.ac.id/index.php/Snati/article/view/1960>. diakses 10 Juli 2011