

**IMPLEMENTASI PENENTUAN BOBOT *LINK* MENGGUNAKAN
LOGIKA *FUZZY* UNTUK Pencarian Jalur Terpendek
PADA *SOFTWARE DEFINED NETWORKING***

**SKRIPSI
KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Doni Hadiyansyah
NIM: 135150307111039



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

IMPLEMENTASI PENENTUAN BOBOT *LINK* MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY
UNTUK PENCARIAN JALUR TERPENDEK PADA *SOFTWARE DEFINED NETWORKING*

SKRIPSI
KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

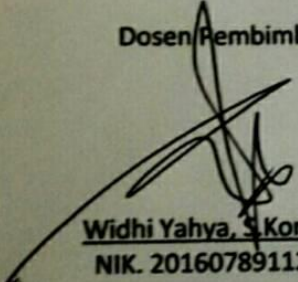
Disusun Oleh :
Doni Hadiyansyah
NIM: 135150307111039

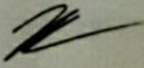
Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
16 Januari 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Widhi Yahya, S.Kom, M.Sc.
NIK. 2016078911211001


Wijaya Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 198201252015041002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D A
NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 3 Januari 2018



Doni Hadiyansyah

NIM: 135150307111039

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “IMPLEMENTASI PENENTUAN BOBOT *LINK* MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* UNTUK PENCARIAN JALUR TERPENDEK PADA *SOFTWARE DEFINED NETWORKING*”.

Dalam penyusunan dan penelitian skripsi ini tidak lepas dari bantuan moral dan materiil yang diberikan dari berbagai pihak, maka peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian, dan kesabarannya memberikan semangat kepada peneliti, serta senantiasa tiada hentinya memberikan doa demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom. selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Widhi Yahya, S.Kom, M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada peneliti, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Bapak Wijaya Kurniawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada peneliti, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Teman-teman Oyisam, Kedai999 dan Tim SDN yang telah memberi dukungan berupa moral dan material.
9. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya dan terkhusus untuk teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2013 yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama peneliti menempuh studi di Teknik Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu, peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan dan doa sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat peneliti harapkan. Akhir kata peneliti berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Malang, 3 Januari 2018

Doni Hadiyansyah
rompang.doni@gmail.com

ABSTRAK

Doni Hadiyansyah, Implementasi Penentuan Bobot *Link* Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Pencarian Jalur Terpendek Pada *Software Defined Networking*

Pembimbing : Widhi Yahya, S.Kom., M.Sc. dan Wijaya Kurniawan, S.T., M.T.

Software-Defined Networking (SDN) merupakan arsitektur yang dinamis, mudah dikelola, *cost-efficient*, dan mudah beradaptasi, sehingga ideal untuk sistem yang memiliki *bandwidth* tinggi. Salah satu contoh program yang dapat diimplementasikan pada SDN adalah *routing*. *Routing* adalah proses menentukan rute atau jalur yang diambil oleh paket dimana mereka mengalir dari pengirim ke penerima. Algoritme yang menghitung jalur ini disebut algoritme *routing*. Salah satu algoritme *routing* yang populer adalah algoritme *Dijkstra*. Protokol *routing* yang menggunakan algoritme *Dijkstra* adalah *Open Shortest Path First* (OSPF). Pada OSPF, bobot dari setiap *link* akan dikonfigurasi oleh administrator jaringan. Administrator dapat memilih untuk mengatur semua bobot *link* ke 1 (*Static Cost Dijkstra*), sehingga mencapai *minimum-hop routing*. *Link* dengan bobot paling sedikit atau *hop* terkecil akan dipilih tanpa mempertimbangkan adanya kepadatan lalu lintas jaringan pada *link* tersebut. Dengan menggunakan paradigma SDN, kecerdasan buatan dapat diimplementasikan pada suatu jaringan. Untuk itu penulis telah mengimplementasikan sistem penentuan bobot link menggunakan logika *fuzzy* untuk pencarian jalur terpendek dengan parameter yang digunakan yaitu berupa *traffic* dan *delay*. Hasil simulasi terhadap sistem adalah bahwa sistem telah mampu menentukan bobot *link* untuk pencarian jalur terpendek berdasarkan *traffic* dan *delay*. Berdasarkan hasil pengujian *throughput*, sistem ini memiliki *throughput* yang lebih unggul secara signifikan dibandingkan dengan algoritme *Static Cost Dijkstra*. Kemudian berdasarkan pengujian *packet loss*, sistem ini memiliki *packet loss* berkisar antara 0 - 5 % dibandingkan dengan algoritme *Static Cost Dijkstra* yang memiliki peningkatan *packet loss* yang signifikan disaat jumlah client lebih dari 39. Namun pada sistem ini memiliki *convergence time* yang lebih buruk dibandingkan dengan algoritme *Static Cost Dijkstra*.

Kata kunci : SDN, *routing*, bobot *link*, *traffic*, *delay*, logika *fuzzy*

ABSTRACT

Doni Hadiyansyah, *Implementation of Link Weight Determination Using Fuzzy Logic For Shortest Path Search In Software Defined Networking*

Supervisor : Widhi Yahya, S.Kom., M.Sc. and Wijaya Kurniawan, S.T., M.T.

Software-Defined Networking (SDN) is a dynamic architecture, manageable, cost-efficient, and easy to adapt, making it ideal for systems that have high bandwidth. One example of a program that can be implemented on SDN is routing. Routing is the process of determining a route or path taken by the packet where they flow from the sender to the receiver. The algorithm that calculates the path was called the routing algorithm. One of the popular routing algorithm is Dijkstra's algorithm. A routing protocol using Dijkstra's algorithm is an Open Shortest Path First (OSPF). In OSPF, the cost of each link will be configured by network administrator. The administrator can choose to set all costs to 1 (Static Cost Dijkstra), thus reaching the minimum-hop routing. The link with the least amount of cost or the smallest hop count will be chosen without considering the presence of network traffic and delay on that link. By using the paradigm of SDN, artificial intelligence can be implemented on a network. For that the authors have implemented a system of determining the weight of links using fuzzy logic for shortest path routing with the parameters used namely in the form of traffic and delay. The results of the simulation of the system is that the system has been able to determine the cost of links for shortest path routing based on traffic and delay. Based on the results of testing the throughput, these systems have greater throughput significantly superior compared to the Static Cost Dijkstra. Then based on testing packet loss, the packet loss of this system has ranged between 0-5%, compared with Static Cost Dijkstra algorithm that has increased packet loss significant when the number of clients more than 39. But on this system have the convergence time worse then the Static Cost Dijkstra algorithm.

Keywords : *SDN, routing, link cost, traffic, delay, fuzzy logic*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Software-Defined Networking	6
2.2.2 Ryu.....	7
2.2.3 Mininet	8
2.2.4 sFlow-RT	8
2.2.5 Routing	9
2.2.6 Algoritme Dijkstra	10
2.2.7 Throughput.....	11
2.2.8 Latency	11
2.2.9 Packet Loss	12
2.2.10 Convergence Time.....	12
2.2.11 Propagation Delay.....	12

2.2.12 Cumulative Distribution Function (CDF)	12
2.2.13 Logika Fuzzy.....	12
2.2.13.1 Fungsi Keanggotaan	13
2.2.13.2 Fuzzy Inference System.....	13
2.2.13.3 Fuzzy Inference System Mamdani	14
2.2.13.4 Fuzzy Inference System Tsukamoto.....	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Metodologi Penelitian	18
3.2 Studi Literatur	19
3.3 Analisis Kebutuhan	19
3.3.1 Kebutuhan Fungsional.....	19
3.3.2 Kebutuhan Non-Fungsional	20
3.4 Perancangan Sistem.....	20
3.5 Implementasi	21
3.6 Pengujian	22
3.7 Analisis	23
3.8 Kesimpulan.....	23
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN SISTEM.....	24
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	24
4.2 Kebutuhan Sistem.....	24
4.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	24
4.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional	24
4.3 Batasan Sistem.....	25
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	26
5.1 Perancangan Sistem.....	26
5.1.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak	26
5.1.2 Diagram Alir Sistem	27
5.1.3 Topologi.....	28
5.1.4 Perancangan Monitoring Traffic	29
5.1.5 Perancangan Monitoring Delay	29
5.1.6 Perancangan Logika Fuzzy.....	31
5.1.6.1 Fuzzifikasi	32

5.1.6.2 Rule-based Fuzzy	37
5.1.6.3 Fuzzy Inference System Mamdani	38
5.1.6.4 Fuzzy Inference System Tsukamoto.....	42
5.1.7 Perancangan Routing	45
5.2 Implementasi Sistem	46
5.2.1 Instalasi	47
5.2.1.1 Mininet.....	47
5.2.1.2 Ryu Controller	47
5.2.1.3 sFlow-RT	47
5.2.1.4 Scikit-Fuzzy	48
5.2.2 Membangun Topologi di Mininet	48
5.2.3 Pengembangan Program Controller	50
5.2.3.1 Source Code Monitoring Traffic.....	50
5.2.3.2 Source Code Monitoring Delay	51
5.2.3.4 Source Code Logika Fuzzy Mamdani.....	53
5.2.3.5 Source Code Logika Fuzzy Tsukamoto	55
5.2.3.3 Source Code Routing Algoritme Dijkstra.....	58
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	61
6.1 Pengujian	61
6.1.1 Pengujian Pencarian Jalur	61
6.1.2 Pengujian Throughput.....	64
6.1.3 Pengujian Packet Loss	68
6.1.4 Pengujian Convergence Time.....	71
6.1.5 Pengujian Logika Fuzzy.....	72
6.2 Analisis	74
6.2.1 Analisis Pencarian Jalur	74
6.2.2 Analisis Throughput	74
6.2.3 Analisis Packet Loss	75
6.2.4 Analisis Convergence Time	75
6.2.5 Analisis Logika Fuzzy	76
BAB 7 PENUTUP	77
7.1 Kesimpulan.....	77

7.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan Konvensional.....	6
Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan pada SDN	7
Gambar 2.3 sFlow-RT	9
Gambar 2.4 Inferensi Metode Tsukamoto.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan Sistem Secara Umum	21
Gambar 3.3 Diagram Alir Implementasi Sistem.....	22
Gambar 5.1 Flowchart Keseluruhan Sistem.....	27
Gambar 5.2 Topologi-1	28
Gambar 5.3 Topologi-2	28
Gambar 5.4 Membuat paket ICMP	30
Gambar 5.5 Paket ICMP <i>handler</i>	30
Gambar 5.6 Flowchart perancangan logika <i>fuzzy</i>	31
Gambar 5.7 Flowchart Fuzzifikasi	32
Gambar 5.8 Grafik derajat keanggotaan variabel <i>traffic</i>	34
Gambar 5.9 Grafik derajat keanggotaan variabel <i>delay</i>	36
Gambar 5.10 Grafik derajat keanggotaan variabel bobot	37
Gambar 5.11 Flowchart FIS Mamdani.....	38
Gambar 5.12 Metode <i>Min-Max</i>	40
Gambar 5.13 Daerah hasil <i>fuzzy</i>	40
Gambar 5.14 Flowchart <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto.....	42
Gambar 5.15 <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto	43
Gambar 5.16 Diagram Alir Algoritme <i>Dijkstra</i>	46
Gambar 5.17 Membangun Topologi pada Mininet	49
Gambar 5.18 Pengaturan Controller pada Mininet	49
Gambar 5.19 Pengaturan <i>preferences</i> di <i>Mininet</i>	50
Gambar 6.1 Pengujian jalur <i>client</i> ke-1	62
Gambar 6.2 Pengujian jalur <i>client</i> ke-2	62
Gambar 6.3 Pengujian jalur <i>client</i> ke-3	63
Gambar 6.4 Grafik Perbandingan <i>Throughput</i> Topologi-1	66

Gambar 6.5 Grafik Perbandingan <i>Throughput</i> Topologi-2	66
Gambar 6.6 CDF Troughput Topologi-1	67
Gambar 6.7 CDF Troughput Topologi-2	67
Gambar 6.8 Grafik Perbandingan Packet Loss Topologi-1.....	70
Gambar 6.9 Grafik Perbandingan Packet Loss Topologi 2	70
Gambar 6.10 <i>Client</i> mengirim paket ICMP menuju server	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka	5
Tabel 2.2 <i>Command Default</i> Topologi <i>Mininet</i>	8
Tabel 5.1 Linguistik variabel <i>traffic</i>	33
Tabel 5.2 Fuzzifikasi variabel <i>delay</i>	35
Tabel 5.3 Fuzzifikasi variabel bobot	36
Tabel 5.4 Rule-based <i>Fuzzy</i>	38
Tabel 6.1 Hasil Pencarian Jalur	61
Tabel 6.2 Hasil pengujian <i>throughput</i> pada <i>outport s3</i>	64
Tabel 6.3 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> Topologi-1	65
Tabel 6.4 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> Topologi-2	65
Tabel 6.5 Jumlah <i>Client</i> di atas rata-rata	68
Tabel 6.6 Hasil Pengujian Packet Loss Topologi-1	69
Tabel 6.7 Hasil Pengujian Packet Loss Topologi-2	69
Tabel 6.8 Hasil Pengujian Convergence Time	72
Tabel 6.9 Hasil Pengujian Logika <i>Fuzzy</i> Tsukamoto	73
Tabel 6.10 Hasil Pengujian Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengujian Convergence Time.....	81
--------------------------------------------------	----