

**Optimisasi Jalur Evakuasi Menggunakan Algoritma *Fuzzy* Dijkstra
(Studi Kasus: Jalur Evakuasi pada Gedung FPMIPA A UPI)**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Matematika*



Oleh:

Nazmi Rizki Awaliyah

NIM. 2000835

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

LEMBAR HAK CIPTA

Optimisasi Jalur Evakuasi Menggunakan Algoritma *Fuzzy Dijkstra* (Studi Kasus: Jalur Evakuasi pada Gedung FPMIPA A UPI)

Oleh:

Nazmi Rizki Awaliyah

2000835

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh Gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Nazmi Rizki Awaliyah 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

April 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

Optimisasi Jalur Evakuasi Menggunakan Algoritma *Fuzzy* Dijkstra (Studi Kasus: Jalur Evakuasi pada Gedung FPMIPA A UPI)

ABSTRAK

Jalur evakuasi merupakan aspek yang sangat penting dalam proses evakuasi. Penelitian ini meneliti masalah penentuan jalur evakuasi optimal pada gedung, yaitu jalur evakuasi yang dapat dilalui dengan waktu evakuasi yang paling singkat dengan mempertimbangkan parameter panjang jalan, lebar jalan, dan jumlah pengungsi. Jalur evakuasi tersebut ditentukan menggunakan Algoritma Dijkstra, dengan merepresentasikan gedung sebagai graf berbobot. Jarak terpendek dihitung dari setiap simpul sumber ke simpul tujuan. Bobot graf, yang merupakan indeks waktu evakuasi, diperoleh dengan menerapkan logika *fuzzy* dengan tiga variabel *input*, yakni panjang jalan, lebar jalan, dan jumlah pengungsi. Penelitian ini dilakukan pada Gedung FPMIPA A UPI. Hasil implementasi Algoritma *Fuzzy* Dijkstra pada penentuan jalur evakuasi menunjukkan bahwa metode yang dipilih berhasil menemukan jalur evakuasi dengan indeks waktu tercepat di Gedung FPMIPA A UPI. Lebih jauh, hasil tersebut menunjukkan struktur Gedung FPMIPA A UPI saat ini secara signifikan mendukung kelancaran proses evakuasi dengan tingkat efisiensi dan efektivitas yang tinggi dalam situasi darurat.

Kata Kunci: Masalah Jalur Terpendek, Jalur Evakuasi, Evakuasi, Algoritma Dijkstra, Logika *Fuzzy*.

Optimization of Evacuation Routes Using Fuzzy Dijkstra Algorithm
(Case study: Evacuation Routes in FPMIPA A Building)

ABSTRACT

Evacuation route is a crucial aspect of the evacuation process. This research examines the problem of determining optimal evacuation routes in a building, that is a routes that can be traversed with the shortest evacuation time by considering parameters such as road length, road width, and the number of evacuees. These evacuation routes are determined using the Dijkstra Algorithm, by representing the building as a weighted graph. The shortest distance is calculated from each source node to the destination node. The graph weights, which represent the index of evacuation time, are obtained using fuzzy logic with three input variables: road length, road width, and the number of evacuees. This study was conducting in FPMIPA A Building. The implementation of the Fuzzy Dijkstra Algorithm in determining evacuation routes demonstrates its success in finding the optimal evacuation route in the FPMIPA A UPI Building. It is also obtained that the structure of the FPMIPA A UPI Building currently significantly supports the evacuation process with a high level of efficiency and effectiveness in emergency situations.

Key Words: *Shortest Path Problem, Evacuation Routes, Evacuation, Dijkstra Algorithm, Fuzzy Logic.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN TEORI	5
2.1 Graf	5
2.1.1 Graf Terhubung	6
2.1.2 Graf Berarah	6
2.1.3 Graf Berbobot	7
2.2 Algoritma Dijkstra	7
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	8
2.3.1 Fungsi Keanggotaan	10
2.3.2 Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	13

2.3.3	Implikasi <i>Fuzzy</i>	14
2.3.4	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	15
2.4	Penelitian yang Relevan	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Identifikasi Masalah	20
3.2	Tahapan Penelitian	21
3.3	Data Penelitian	21
3.4	Representasi Graf	23
3.5	Asumsi dan Model Optimasi	24
3.6	Teknik Penyelesaian Model	27
3.6.1	Penentuan Bobot Sisi Menggunakan Logika <i>Fuzzy</i>	28
3.6.2	Penentuan Jalur Evakuasi Menggunakan Algoritma Dijkstra	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Data Penelitian	47
4.2	Tahapan Implementasi	48
4.3	Analisis Hasil Implementasi.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN.....		96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Graf.....	5
Gambar 2.2 Graf Terhubung dan Tak-Terhubung.	6
Gambar 2.3 Graf Berarah.....	7
Gambar 2.4 Graf Berbobot.....	7
Gambar 2.5 Representasi Himpunan Fuzzy Linear Naik.....	10
Gambar 2.6 Representasi Himpunan Fuzzy Linear Turun.....	11
Gambar 2.7 Representasi Himpunan Fuzzy Kurva Segitiga.....	11
Gambar 2.8 Representasi Himpunan Fuzzy Kurva Trapesium.....	12
Gambar 2.9 Representasi Himpunan Fuzzy Kurva Bahu.	13
Gambar 2.10 Representasi Fungsi Implikasi: Min.....	15
Gambar 2.11 Representasi Fungsi Implikasi: Dot.	15
Gambar 2.12 Tahapan Logika Fuzzy.	16
Gambar 3.1 Contoh Denah Gedung.	24
Gambar 3.2 Penentuan Simpul dan Sisi pada Denah Bangunan pada Gambar 3.1.	24
Gambar 3.3 Representasi Graf dari Bangunan pada Gambar 3.1.	24
Gambar 3.4 Representasi Fungsi Keanggotaan Variabel Panjang Jalan.....	32
Gambar 3.5 Representasi Fungsi Keanggotaan Variabel Lebar Jalan.	33
Gambar 3.6 Representasi Fungsi Keanggotaan Jumlah Pengungsi.	34
Gambar 3.7 Representasi Fungsi Keanggotaan Variabel Indeks Waktu Evakuasi.35	
Gambar 3.8 Representasi Graf pada Contoh Kasus.	37
Gambar 3.9 Representasi Graf dengan Bobot Indeks Waktu Evakuasi pada Contoh Kasus.	44
Gambar 4.1 Definisi Simbol-Simbol dalam Representasi Graf.	49
Gambar 4.2 Representasi Graf Berbobot Lantai 1 Gedung FPMIPA A UPI.....	49
Gambar 4.3 Representasi Graf Berbobot Lantai 2 Gedung FPMIPA A UPI.....	50
Gambar 4.4 Representasi Graf Berbobot Lantai 3 Gedung FPMIPA A UPI.....	50
Gambar 4.5 Representasi Graf Berbobot Lantai 4 Gedung FPMIPA A UPI.....	50
Gambar 4.6 Representasi Graf Berbobot Lantai 5 Gedung FPMIPA A UPI.....	51
Gambar 4.7 <i>FIS Editor</i> untuk Pengaturan Indeks Waktu Evakuasi.....	55
Gambar 4.8 <i>Input</i> Perencanaan Himpunan <i>Fuzzy</i>	56

Gambar 4.9 Aturan <i>Fuzzy</i> Menggunakan <i>FIS Editor</i> dengan Fungsi Implikasi <i>IF-THEN</i> dan Operator <i>AND</i>	57
Gambar 4.10 Tampilan <i>Output</i> Perhitungan Indeks Waktu Evakuasi Menggunakan <i>Matlab R2022a</i>	57
Gambar 4.11 Representasi Graf Berbobot Indeks Waktu Evakuasi Lantai 1 Gedung FPMIPA A UPI.....	59
Gambar 4.12 Representasi Graf Berbobot Indeks Waktu Evakuasi Lantai 2 Gedung FPMIPA A UPI.....	59
Gambar 4.13 Representasi Graf Berbobot Indeks Waktu Evakuasi Lantai 3 Gedung FPMIPA A UPI.....	60
Gambar 4.14 Representasi Graf Berbobot Indeks Waktu Evakuasi Lantai 4 Gedung FPMIPA A UPI.....	60
Gambar 4.15 Representasi Graf Berbobot Indeks Waktu Evakuasi Lantai 5 Gedung FPMIPA A UPI.....	60
Gambar 4.16 Rute dari Jalur Evakuasi Gedung FPMIPA A UPI Lantai 1.....	89
Gambar 4.17 Rute dari Jalur Evakuasi Gedung FPMIPA A UPI Lantai 2.....	89
Gambar 4.18 Rute dari Jalur Evakuasi Gedung FPMIPA A UPI Lantai 3.....	90
Gambar 4.19 Rute dari Jalur Evakuasi Gedung FPMIPA A UPI Lantai 4.....	90
Gambar 4.20 Rute dari Jalur Evakuasi Gedung FPMIPA A UPI Lantai 5.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pembagian Titik Evakuasi di Gedung FPMIPA A UPI.....	22
Tabel 3.2 Aturan Fuzzy.....	36
Tabel 3.3 Data pada Contoh Kasus.....	38
Tabel 3.4 Derajat Keanggotaan Panjang Jalan.....	41
Tabel 3.5 Derajat Keanggotaan Lebar Jalan.....	41
Tabel 3.6 Derajat Keanggotaan Jumlah Pengungsi.....	41
Tabel 3.7 Hasil Fungsi Implikasi dengan Fungsi Min untuk Setiap Aturan- <i>i</i> dalam Penentuan Bobot W_1	42
Tabel 3.8 Hasil Fuzzy untuk Contoh Kasus.....	43
Tabel 3.9 Kalkulasi Algoritma Dijkstra untuk Jalur 1 – 7.....	45
Tabel 3.10 Kalkulasi Algoritma Dijkstra untuk Jalur 4 – 8.....	45
Tabel 4.1 Spesifikasi Akses Tangga Untuk Setiap Sayap Gedung.....	47
Tabel 4.2 Keterangan Simpul Sumber dan Simpul Tujuan pada Representasi Graf Berbobot Gedung FPMIPA A UPI.....	51
Tabel 4.3 Data Representasi Graf Berbobot Gedung FPMIPA A UPI.....	52
Tabel 4.4 Himpunan <i>Fuzzy</i>	55
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Indeks Waktu Evakuasi.....	58
Tabel 4.6 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1B.....	61
Tabel 4.7 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1H.....	61
Tabel 4.8 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1G.....	62
Tabel 4.9 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1E.....	62
Tabel 4.10 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1F.....	63
Tabel 4.11 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1D.....	64
Tabel 4.12 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1C.....	64
Tabel 4.13 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 1A.....	65
Tabel 4.14 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2B.....	66
Tabel 4.15 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2G.....	66
Tabel 4.16 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2E.....	67
Tabel 4.17 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2F.....	68
Tabel 4.18 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2C.....	69
Tabel 4.19 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2D.....	70

Tabel 4.20 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 2A.....	71
Tabel 4.21 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3B.....	72
Tabel 4.22 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3G.....	72
Tabel 4.23 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3E.....	73
Tabel 4.24 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3F.....	74
Tabel 4.25 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3D.....	75
Tabel 4.26 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3C.....	76
Tabel 4.27 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 3A.....	77
Tabel 4.28 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 4B.....	78
Tabel 4.29 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 4D.....	79
Tabel 4.30 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 4C.....	80
Tabel 4.31 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 4A.....	81
Tabel 4.32 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 5B.....	81
Tabel 4.33 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 5C.....	82
Tabel 4.34 Pencarian Jalur Terpendek dari Simpul Sumber 5A.....	83
Tabel 4.35 Total Indeks Waktu Evakuasi dan Rute Seluruh Jalur Evakuasi di Gedung FPMIPA A UPI.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Lantai 1 Gedung FPMIPA A UPI	96
Lampiran 2 Denah Gedung FPMIPA A UPI Bagian Timur	97
Lampiran 3 Denah Gedung FPMIPA A UPI Bagian Barat	98
Lampiran 4 Denah Gedung FPMIPA A UPI Bagian Utara	99
Lampiran 5 Denah Gedung FPMIPA A UPI Bagian Selatan	100

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, H. N., Rakhmatsyah, A., & Putrada, A. G. (2019). Implementasi *Fuzzy* dan Dijkstra pada Sistem Pengangkutan sampah. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 5(3), 286-293.
- Afandi, N., & Mayasari, Z. M. (2021, March). An Evacuation Route in Bengkulu City Based on *Fuzzy* Dijkstra Algorithm. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1863, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
- Al Hakim, R. R., Satria, M. H., Arief, Y. Z., Pangestu, A., Jaenul, A., Hertin, R. D., & Nugraha, D. (2021). Aplikasi Algoritma Dijkstra dalam Penyelesaian Berbagai Masalah. *expert*, 11(1), 345994.
- Andhika, P. K., Kasim, F., & Hawibowo, S. (2013). Optimasi Proses Evakuasi dalam Menghadapi Situasi Darurat pada Gedung Graha Sabha Pramana (Studi Kasus Acara Wisuda). *Teknofisika*, 2(2), 35-41.
- Avella, P., Boccia, M., & Sforza, A. (2004). Resource Constrained Shortest Path Problems in Path Planning for Fleet Management. *Journal of mathematical modelling and algorithms*, 3, 1-17.
- Darmawan, Y. A. (2021). Optimasi Jalur Evakuasi Tsunami dengan Pendekatan Maximum Dynamic Flow Problem (Studi Kasus: Jalur Evakuasi Tsunami di Kelurahan Sanur Denpasar Bali). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Deng, Y., Chen, Y., Zhang, Y., & Mahadevan, S. (2012). *Fuzzy* Dijkstra Algorithm for Shortest Path Problem under Uncertain Environment. *Applied Soft Computing*, 12(3), 1231-1237.
- Diestel, R. (2017). Graph theory (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany). *Graduate Texts in Mathematics*, 5.
- Handaka, M. S. (2011). Perbandingan Algoritma Dijkstra (Greedy), Bellman-Ford (BFS-DFS), dan Floyd-Warshall (Dynamic Programming) dalam

- Pengaplikasian Lintasan Terpendek pada Link-State Routing Protocol. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Harahap, M. K., & Khairina, N. (2017). Pencarian jalur terpendek dengan Algoritma Dijkstra. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, 2(2), 18-23.
- Ichsan, M. H. H., Yudaningtyas, E., & Muslim, M. A. (2012). Solusi Optimal Pencarian Jalur Tercepat dengan Algoritma Hybrid *Fuzzy* Dijkstra. *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, 6(2), 155-160.
- Ilham, B. (2023). Optimasi Jalur Evakuasi Gedung Bertingkat Berbasis Dynamic Network Flow (Studi Kasus di Gedung FPMIPA A UPI). Skripsi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Iskierka, J., & Lipiec, S. (2019). Determining Optimal Route Using *Fuzzy* Logic and Dijkstra's Algorithm. *Sistem (Linköping)*.
- Jordan, A. E. (2012). Development of an Interactive Environment Used for Simulation of Shortest Paths Algorithms. *Annals of The Faculty of Engineering Hunedoara*, 10(3), 97.
- Keprate, A., & Ratnayake, R. C. (2016, December). A *Fuzzy* Logic Based Approach for Deciding The Corrective Action to Minimize Vibration Induced Fatigue Damage on Offshore Pipework. In *2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1370-1374). IEEE.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Pendukung Keputusan. *Yogyakarta: Edisi, 2*.
- Mayasari, Z. M., & Afandi, N. (2021). Optimasi Jalur Evakuasi Bagi Pejalan Kaki Menggunakan Algoritma *Fuzzy* Dijkstra di Kecamatan Teluk Segara, Bengkulu. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 15(3), 581-590.
- Munir, R. 2005. Matematika diskrit: edisi ke-3. Bandung: Informatika.
- Nggufon, N., Rochmad, R., & Mashuri, M. (2019). Pencarian Rute Terbaik Pemadam Kebakaran Kota Semarang Menggunakan Algoritma Dijkstra

dengan Logika *Fuzzy* Sebagai Penentu Bobot Pada Graf. *Unnes Journal of mathematics*, 8(1), 40-49.

Patel, V., & Bagar, C. (2014). A Survey Paper of Bellman-Ford Algorithm and Dijkstra Algorithm for Finding Shortest Path in GIS Application. *International Journal of P2P Network Trends and Technology*, 5, 1-4.

Zaki, A. (2017). Algoritma Dijkstra: Teori Dan Aplikasinya. *Jurnal Matematika UNAND*, 6(4), 1-8.