

**PENENTUAN FASE DAN DURASI FASE LALU LINTAS MENGGUNAKAN
ALGORITMA WELCH-POWELL DAN METODE *FUZZY* TSUKAMOTO
(Studi Kasus di Perempatan Jalan Soekarno Hatta – Jalan Ibrahim Adjie, Bandung)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh
gelar Sarjana Matematika



Oleh

Putrie Ninditha Gunawan

NIM 1900464

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Putrie Ninditha Gunawan

**PENENTUAN FASE DAN DURASI FASE LALU LINTAS MENGGUNAKAN
ALGORITMA WELCH-POWELL DAN METODE *FUZZY* TSUKAMOTO
(Studi Kasus di Perempatan Jalan Soekarno Hatta – Jalan Ibrahim Adjie, Bandung)**

disetujui dan disahkan oleh Tim Pembimbing

Pembimbing I,



Dr. Kartika Yulianti, M.Si

NIP. 198207282005012001

Pembimbing II,



Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si

NIP. 196612131992031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si

NIP. 196401171992021001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penentuan Fase Dan Durasi Fase Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Welch-Powell Dan Metode *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus di Perempatan Jalan Soekarno Hatta - Jalan Ibrahim Adjie, Bandung)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Penulis



Putrie Ninditha Gunawan

NIM 1900464

**PENENTUAN FASE DAN DURASI FASE LALU LINTAS MENGGUNAKAN
ALGORITMA WELCH-POWELL DAN METODE *FUZZY* TSUKAMOTO
(Studi Kasus di Perempatan Jalan Soekarno Hatta - Jalan Ibrahim Adjie,
Bandung)**

ABSTRAK

Pengaturan lalu lintas yang tidak disesuaikan dengan kepadatan kendaraan terhadap daya tampung jalan akan menyebabkan kemacetan. Faktor utama dari kemacetan adalah lamanya durasi lampu lalu lintas, salah satunya terjadi di perempatan Jalan Soekarno Hatta - Jalan Ibrahim Adjie, Bandung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merekomendasikan penyelesaian dari masalah kemacetan dengan pengimplementasian algoritma Welch-Powell untuk pembagian fase lalu lintas dengan merepresentasikan arus kendaraan sebagai simpul dan sisi merepresentasikan arus lalu lintas yang searah atau saling bersilangan. Selanjutnya untuk pengaturan durasi fase digunakan metode *fuzzy* Tsukamoto. Pada metode ini dibentuk himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi) sehingga setiap variabel memiliki nilai keanggotaan yang akan digunakan untuk menentukan sistem inferensi *fuzzy* berdasarkan aturan *fuzzy* dan operator AND. Melalui proses inferensi setiap aturan menghasilkan α -predikat untuk perhitungan hasil inferensi secara tegas (*crisp*) dan defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa persimpangan Jalan Soekarno Hatta - Jalan Ibrahim Adjie membutuhkan 4 fase lalu lintas guna menghindari terjadinya kecelakaan serta perolehan durasi fase lalu lintas yang lebih singkat untuk mengurangi kemacetan. Akan tetapi, berdasarkan validasi keoptimalan menggunakan simulasi kejadian diskrit, hasil perhitungan data usulan dari metode *Fuzzy* Tsukamoto tidak selalu lebih optimal dari data di lapangan saat ini. Hal ini dikarenakan durasi lampu hijau yang terlalu singkat menjadikan beberapa kendaraan masih dalam antrian sehingga harus mendapatkan lampu merah kembali.

Kata Kunci: Fase Lalu Lintas, Durasi Fase Lampu Lalu Lintas, Algoritma Welch-Powell, Metode *Fuzzy* Tsukamoto, Simulasi Kejadian Diskrit

***DETERMINATION OF TRAFFIC PHASE AND DURATION USING WELCH-
POWELL ALGORITHM AND FUZZY TSUKAMOTO METHOD
(Case Study at The Soekarno Hatta – Kiaracandong Crossroad, Bandung)***

ABSTRACT

Traffic arrangements that are not adjusted to the density of vehicles against the capacity of the road will cause congestion. The main factor of congestion is the long duration of traffic lights, one of which occurs at the intersection of Soekarno Hatta – Kiaracandong Street, Bandung. Therefore, this study aims to recommend a solution to the congestion problem by implementing Welch-Powell algorithm for dividing traffic phases by representing vehicle flows as vertices and edges representing traffic flows that are in the same direction or cross each other. Furthermore, to set the duration of the phase, Fuzzy Tsukamoto method is used. In this method a fuzzy set is formed (fuzzification) so that each variable has a membership value which will be used to determine a fuzzy inference system based on fuzzy rules and the AND operator. Through the process of inference, each rule generates an α -predicate for calculating the results of crisp inference (crisp) and defuzzification using the weighted average method. Based on the results of the study, it was found that the Soekarno hatta - ibrahim adjie crossroad requires 4 traffic phases to avoid accidents and to obtain a shorter duration of traffic phases to reduce congestion. However, based on the optimization validation using discrete event simulations, the proposed data calculation results from the Fuzzy Tsukamoto method are not always more optimal than the current field data. This is because the duration of the green light is too short, causing some vehicles are still in the queue, so they have to get a red light again.

Keywords: *Traffic Phase, Traffic Light Phase Duration, Welch-Powell Algorithm, Fuzzy Tsukamoto Method, Discrete Event Simulation*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Struktur Organisasi Skripsi	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Graf.....	7
2.2. Algoritma Welch-Powell.....	8
2.3. Himpunan Tegas.....	9
2.4. Logika Fuzzy.....	9
2.5. Komponen Dasar Sistem <i>Fuzzy</i>	10
2.6. Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	13
2.7. Fungsi Implikasi	14
2.8. Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto	14
2.9. Defuzzifikasi.....	15
2.10. Simulasi Kejadian Diskrit (<i>Discrete Event Simulation</i>).....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Deskripsi Arus Lalu Lintas	17
3.2. Pengumpulan Data	18

3.3.	Penentuan Fase Lalu Lintas	19
3.3.1.	Representasi Graf.....	19
3.3.2.	Pewarnaan Simpul dengan Algoritma Welch Powell.....	20
3.4.	Penentuan Durasi Lampu Lalu Lintas Dengan Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.....	21
3.5.	Implementasi.....	24
3.6.	Validasi.....	24
3.7.	Penarikan Kesimpulan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1.	Model Fase Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Welch-Powell...	25
4.1.1.	Data Penelitian	25
4.1.2.	Model Fase Lalu Lintas Melalui Representasi Graf.....	25
4.1.3.	Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch-Powell	26
4.2.	Pengaturan Durasi Fase Lalu Lintas Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.....	29
4.2.1.	Data Penelitian	29
4.2.2.	Penggunaan Metode Tsukamoto dalam Pengaturan Durasi Fase Lalu Lintas.....	33
4.3.	Interpretasi Lalu Lintas Yang Optimal Di Persimpangan Jalan Soekarno Hatta - Jalan Ibrahim Adjie, Kota Bandung.....	42
4.4.	Validasi Keoptimalan Antara Data Di Lapangan Dengan Data Usulan Menggunakan Simulasi Kejadian Diskrit.....	46
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		50
5.1.	Simpulan.....	50
5.2.	Saran.....	52
Daftar Pustaka.....		53
Lampiran 1. Data Banyaknya Kendaraan		57
Lampiran 2. Perhitungan Durasi Lampu Hijau Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto		61
Lampiran 3. Hasil Validasi Keoptimalan Data Menggunakan Simulasi Kejadian Diskrit.....		67

Daftar Pustaka

- Dinas Perhubungan. (2015). *10 Pelanggaran Lalu Lintas Paling Sering Terjadi*. [Online]. Diakses dari <https://dishub.magelangkota.go.id/berita/detail/29/18/06/2015/10-Pelanggaran-Lalu-Lintas-Paling-Sering-Terjadi>
- Adhitria, I. T., Wirawan, I. G. P. W. W., & Mardiansyah, A. Z. (2020). Implementasi Fuzzy Tsukamoto dan IoT Pada Sistem Pendukung Keputusan Tingkat Kepadatan Lahan Parkir. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)*, 2(2), 184–195. <https://doi.org/10.29303/jtika.v2i2.100>
- Arini, N. R. (2022). *Pengaturan Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Bee Colony Dengan Metode Fuzzy Mamdani: Studi Kasus di Simpang Jalan Soekarno-Hatta Gedebage Kota Bandung*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Avianto, M. I., Putra, Y. H., & Aria, M. (2019). Perancangan Sistem Kendali Lampu Lalu Lintas Pada Dua Persimpangan Menggunakan Fuzzy Inference System. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 8(1), 1–10.
- Cox, E. (1994). *The Fuzzy Systems Handbook (A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems)*. London: Academic Press Limited.
- Dewayani, K. (2016). *Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Sistem Inferensi Metode Tsukamoto Pada Pengaturan Lampu Lalu Lintas Di Perempatan Mandan Kabupaten Sukoharjo*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Harrell, C., Ghosh, B. K., & Bowden, B. O. J. (2003). *Simulation Using Promodel* (2 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Harsya, A. Y., Agustin, I. H., & Dafik. (2014, Desember 27). Bilangan Kromatik pada Pengoperasian Graf Lintasan dengan Graf Lingkaran. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan (SENDIKMAD)*, 1258–1266.
- Kakiay, T. J. (2004). *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi.

- Karnadi, A. (2022, April 26). Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Meningkat Jadi 103.645 pada 2021. [Online]. Diakses dari <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/jumlah-kecelakaan-lalu-lintas-meningkat-jadi-103645-pada-2021>
- Kurniawati, A. T., & Indriyani, T. (2014, Juli 19). Aplikasi Pengaturan Traffic Light Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Berdasarkan Tingkat Kepadatan Kendaraan. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXI*. C-8-1.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan* (Vol. 2). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumah, Y. S. (1998). *Matematika Diskrit*. Bandung: IKIP Bandung Press.
- Manongga, D., & Nataliani, Y. (2013). *Matematika Diskrit*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Marroli. (2017). *Setiap Jam Rata-Rata 3 Orang Meninggal Akibat Kecelakaan Jalan di Indonesia*. [Online]. Diakses dari https://www.kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr
- Maslim, M., Dwiandiyanta, B. Y., & Viany Susilo, N. (2018). Implementasi Metode Logika Fuzzy dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. *Jurnal Buana Informatika*, 9(1), 11–20. <https://doi.org/10.24002/jbi.v9i1.1661>
- Megasari, R. (2017). *Optimisasi Delay Lampu Hijau Lalu Lintas Pada Persimpangan Dengan Logika Fuzzy Metode Mamdani (Studi Kasus di Persimpangan Jalan Soekarno Hatta – Jalan Ibrahim Adjie)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Miftahurrahman. (2018). *Aplikasi Teori Graf dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.
- Nasution, H. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *Jurnal ELKHA*, 4(2), 4–8.
- Nugroho, R. P., Setiawan, B. D., & Furqon, M. T. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Harga Sewa Hotel (Studi Kasus: Gili Amor

- Boutique Resort, Dusun Gili Trawangan, Nusa Tenggara Barat). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(3), 2581–2588.
- Nurjaman, F. M. (2021). *Aplikasi Pewarnaan Graf Fuzzy Dalam Pengaturan Jalur Lalu Lintas Di Persimpangan (Studi Kasus : Persimpangan Jalan Soekarno Hatta - Gedebage Kota Bandung)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nurmatari, A. (2016, Juli 16). “Durasi Lampu Merah di Jl Soekarno-Hatta Lama Sampai 5 Menit, ini Kata Dishub Kota Bandung”. *detikNews*.
- Prasetyo, H., & Sutisna, U. (2014). Implementasi Algoritma Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Fakultas Teknik*, 15(2), 1–8.
- Priyandari. (2011, Agustus 15). *Model : Jenis-Jenis Model*. [Online]. Diakses dari <https://priyandari.staff.uns.ac.id/>.
- Pungkas, A.-V. T. N. A. (2021). *Pemodelan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago Bandung menggunakan aljabar max-plus*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Universitas Katolik Parahyangan.
- Rindengan, A. J., & Langi, Y. A. R. (2019). *Sistem Fuzzy*. Bandung: CV. Patra Media Grafindo.
- Riwinoto, & Isal, R. Y. K. (2010, November 13). Simulasi Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Di Kota Depok Dengan Menggunakan Pendekatan Greedy Berbasis Graf. *Seminar Nasional Sistem dan Informatika*. 92-97.
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic With Engineering Applications* (3 ed.). United Kingdom: WILEY.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *LOGIKA FUZZY Dengan MATLAB (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto)*. Bali: Jayapangus Press.
- Sugito, S., & Hoyyi, A. (2013). Proses Antrian Dengan Kedatangan Berdistribusi Poisson Dan Pola Pelayanan Berdistribusi General. *Media Statistika*, 6(1), 51-60. <https://doi.org/10.14710/medstat.6.1.51-60>
- Sujalu, A. P., Latif, I. N., Bakrie, I., & Milasari, L. A. (2021). *Statistika Ekonomi 1* (1 ed.). Yogyakarta: Zahir Publishing.

- Syafnidawaty. (2020, April 6). *Logika Fuzzy*. [Online]. Diakses dari <https://raharja.ac.id/2020/04/06/logika-fuzzy/>
- Syahroni, Abd. W., & Rachmatullah, S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop pada Toko Onlinedengan Metode FuzzyTahani. *Sinkron: Jurnal & Penelitian Teknik Informatika*, 3(1), 143–152.
- Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., & Sanjaya, K. (2013). Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic. *Jurnal ULTIMATICS*, 5(2), 58–62. <https://doi.org/10.31937/ti.v5i2.322>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zulfikri, Z. (2020). *Sistem Pakar Diagnosa Gejala Penyakit Pada Perokok Pasif Menggunakan Fuzzy Tsukamoto*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.