

ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU RESPON LAMPU MERAH SUKU RAMBI SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI MENGUNAKAN UJI PAIRED SAMPLE T-TEST

Oleh:

Andika Maulana A¹

Universitas Muhammadiyah Jember

Alamat: JL. Gumuk Kerang, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa
Timur (68121).

Korespondensi Penulis: andikabwi897@gmail.com.

Abstract. *This study aims to determine the differences in traffic light response time in the Sukorambi area before and after the implementation of an optimization process. Traffic lights play an important role in maintaining traffic flow efficiency and ensuring road safety; therefore, inefficient signal timing can lead to traffic congestion and increased vehicle waiting time. The data used in this study were obtained from direct measurements of traffic light response time conducted over 10 trials under conditions before and after optimization. The statistical analysis method applied in this research was the Paired Sample T-Test using SPSS software, as the data analyzed were derived from two paired conditions at the same location. The results show that there is a significant difference in traffic light response time before and after optimization, with a Sig. (2-tailed) value of 0.000, which is lower than the significance level of 0.05. The mean response time before optimization was 48.32 seconds, while after optimization it decreased to 40.77 seconds. This reduction indicates that the implemented traffic signal optimization successfully improved the efficiency of traffic management in the Sukorambi area.*

Keywords: *Traffic Light, Response Time, Optimization, Paired Sample T-Test.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan waktu respon lampu merah di Sukorambi sebelum dan sesudah dilakukan proses optimasi. Lampu lalu lintas

ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU RESPON LAMPU MERAH SUKU RAMBI SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI MENGUNAKAN UJI PAIRED SAMPLE T-TEST

memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran dan keselamatan arus kendaraan, sehingga peraturan waktu yang tidak efisien dapat mengakibatkan kemacetan dan peningkatan waktu tunggu kendaraan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil dari pengukuran langsung waktu waktu respon lampu merah selama 10 kali percobaan pada kondisi sebelum dan sesudah optimasi. Metode analisis statistik yang digunakan yakni uji *Paired Sample T-Test* dengan bantuan program *SPSS*, karena data yang diteliti berasal dari dua kondisi berpasangan pada lokasi yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara waktu respon lampu merah sebelum dan sesudah optimasi, dengan nilai signifikansi *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Nilai rata-rata waktu respon sebelum optimasi sebesar 48,32 detik, sedangkan setelah optimasi menurun menjadi 40,77 detik. Penurunan ini menunjukkan bahwa optimasi sistem pengaturan lampu merah yang dilakukan berhasil meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas di kawasan Sukorambi secara signifikan.

Kata Kunci: Lampu Lalu Lintas, Waktu Respon, Optimasi, *Paired Sample T-Test*.

LATAR BELAKANG

Lampu lalu lintas merupakan salah satu elemen vital dalam sistem transportasi modern yang berfungsi mengatur arus kendaraan di persimpangan jalan. Ketepatan waktu pergantian sinyal lampu sangat mempengaruhi kelancaran lalu lintas dan keselamatan pengguna jalan. Ketidakseimbangan waktu pada fase lampu merah dapat menimbulkan antrean panjang, kemacetan, bahkan meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas. Oleh sebab itu, diperlukan optimasi pengaturan waktu lampu merah agar dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual volume kendaraan di lapangan.

Kawasan suku rambi merupakan salah satu titik lalu lintas dengan intensitas kendaraan yang cukup tinggi, terutama pada jam sibuk. Sebelum dilakukan optimasi, sistem lampu merah di kawasan ini sering menimbulkan keterlambatan dan ketidakefisienan arus lalu lintas. Waktu tunggu kendaraan yang terlalu lama ketika lampu merah menyala menimbulkan kemacetan di satu sisi jalan, sementara sisi lain justru sepi kendaraan. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan proses optimasi pengaturan waktu lampu berdasarkan analisis lalu lintas yang lebih adaptif terhadap kondisi aktual.

Optimasi sistem lampu merah bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dengan cara menyeimbangkan waktu hijau, kuning, dan merah pada setiap fase. Dengan sistem yang lebih efisien, diharapkan arus lalu lintas dapat berjalan lebih lancar dan waktu tunggu kendaraan menurun secara signifikan. Untuk mengetahui efektivitas optimasi tersebut, dilakukan analisis statistik terhadap waktu respon lampu merah sebelum dan sesudah dilakukan optimasi menggunakan metode Paired Sample T-Test. Uji ini digunakan karena data yang dibandingkan berasal dari dua kondisi yang saling berpasangan yakni pengukuran yang dilakukan pada titik dan situasi yang sama sebelum dan sesudah perlakuan (optimasi).

KAJIAN TEORITIS

Lampu lalu lintas merupakan sarana pengatur arus lalu lintas yang berperan dalam mengendalikan pergerakan kendaraan maupun pejalan kaki di persimpangan jalan guna menciptakan kondisi lalu lintas yang tertib, aman, dan lancar. Berdasarkan ketentuan dari Kementerian Perhubungan, sistem pengaturan lampu lalu lintas perlu disesuaikan dengan tingkat volume kendaraan agar tidak terjadi penumpukan kendaraan yang berlebihan pada satu arah tertentu. Sejumlah penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa pengaturan waktu sinyal lampu lalu lintas yang kurang optimal dapat menimbulkan ketidakseimbangan arus kendaraan, meningkatnya waktu tunggu, serta kemacetan, terutama pada periode jam sibuk. Oleh sebab itu, diperlukan strategi optimasi pengaturan waktu sinyal yang mempertimbangkan kondisi arus lalu lintas aktual di lapangan.

Optimasi sistem lampu lalu lintas dilakukan dengan mengatur kembali durasi waktu lampu hijau, kuning, dan merah sesuai dengan volume kendaraan pada masing-masing fase. Penerapan sistem yang bersifat adaptif terbukti mampu menurunkan waktu tunggu kendaraan dan meningkatkan efisiensi kinerja persimpangan. Untuk menilai keberhasilan suatu proses optimasi, analisis statistik sering dimanfaatkan sebagai alat evaluasi. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah Paired Sample T-Test, yaitu teknik pengujian statistik yang membandingkan dua kondisi berpasangan, seperti kondisi sebelum dan sesudah penerapan perlakuan. Metode ini relevan digunakan dalam penelitian lalu lintas untuk mengetahui apakah perubahan yang terjadi memiliki perbedaan yang signifikan secara statistik.

ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU RESPON LAMPU MERAH SUKU RAMBI SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI MENGUNAKAN UJI PAIRED SAMPLE T-TEST

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi: bagaimana karakteristik waktu respon lampu merah di kawasan Sukorambi sebelum penerapan optimasi, bagaimana karakteristik waktu respon lampu merah di kawasan Sukorambi setelah dilakukan optimasi pengaturan, apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada waktu respon lampu merah antara kondisi sebelum dan sesudah optimasi, serta sejauh mana efektivitas optimasi pengaturan waktu lampu merah dalam meningkatkan kelancaran arus lalu lintas di kawasan Sukorambi.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis waktu respon lampu merah di kawasan Sukorambi sebelum dilakukan estimasi, menganalisis waktu respon lampu merah di kawasan Sukorambi setelah dilakukan estimasi, mengetahui perbedaan waktu respon lampu merah sebelum dan sesudah optimasi menggunakan metode Paired Sample T-Test, serta menilai efektivitas optimasi pengaturan waktu lampu merah terhadap kelancaran arus lalu lintas. Untuk menjaga agar penelitian tetap terarah dan memiliki batasan yang jelas, ruang lingkup penelitian ditetapkan dengan fokus pada persimpangan lampu lalu lintas yang berada di kawasan Sukorambi. Data yang digunakan dalam analisis berupa waktu respon lampu merah pada kondisi sebelum dan setelah dilakukan optimasi, dengan pengumpulan data yang dilakukan pada periode jam sibuk lalu lintas. Teknik analisis statistik yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Paired Sample T-Test. Penelitian ini tidak mencakup pembahasan aspek teknis perangkat keras lampu lalu lintas, melainkan menitikberatkan pada analisis waktu respon serta efisiensi pengaturan sinyal lalu lintas.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental semu (quasi-experimental), yaitu dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah diberlakukannya perlakuan berupa optimasi pengaturan waktu lampu lalu lintas.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada persimpangan lampu lalu lintas di kawasan Suku Rambli. Pengambilan data dilakukan pada waktu-waktu tertentu, terutama pada periode lalu lintas padat seperti jam sibuk pagi dan sore hari.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, antara lain:

1. Pengamatan langsung terhadap kondisi lalu lintas di lapangan
2. Pencatatan waktu respon lampu merah sebelum penerapan optimasi
3. Pencatatan waktu respon lampu merah setelah optimasi diterapkan

Teknik Analisis Data

1. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan metode Paired Sample T-Test dengan tahapan sebagai berikut:
2. Menghitung perbedaan waktu respon lampu merah antara kondisi sebelum dan sesudah optimasi.
3. Melakukan uji normalitas terhadap data selisih yang diperoleh.
4. Melaksanakan uji Paired Sample T-Test untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan secara statistik.
5. Menyimpulkan hasil analisis berdasarkan nilai signifikansi dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$.

Alur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi:

1. Studi pustaka
2. Pengumpulan data awal
3. Penerapan optimasi pengaturan waktu lampu lalu lintas
4. Pengumpulan data setelah optimasi
5. Analisis data secara statistik
6. Penarikan kesimpulan

Data Pengamatan

1. Menampilkan data hasil pengukuran

ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU RESPON LAMPU MERAH SUKU RAMBI SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI MENGGUNAKAN UJI PAIRED SAMPLE T-TEST

2. Waktu lampu merah Sukorambi sebelum dan sesudah dilakukan optimasi sebanyak 10 kali pengujian.

Gambar 1. Data waktu respon lampu merah Sukurambi sebelum dan sesudah optimasi (SPSS Data View)

Lampumerahsukurambi sebelumoptimasi	Lampumerahsukurambi setelahoptimasi	var
45,20	38,10	
50,50	42,00	
41,00	35,50	
52,80	44,20	
48,00	40,50	
46,50	39,80	
55,00	46,10	
43,50	37,00	
49,20	41,50	
51,50	43,00	

Data yang tampak:

- a. Sebelum optimasi: 45,20 – 55,00
- b. Sesudah optimasi: 35,50 – 46,10

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Statistik Deskriptif

Dari hasil uji Paired Samples Statistics diperoleh nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi seperti pada Gambar 2 berikut.

Gambar 2. Hasil uji Paired Samples Statistics

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Lampumerahsukurambis ebelumoptimasi	48,3200	10	4,34992	1,37556
	Lampumerahsukurambis etelahoptimasi	40,7700	10	3,28838	1,03988

Rata-rata waktu respon sebelum optimasi = 48,320 detik

Rata-rata waktu respon sesudah optimasi = 40,770 detik

Standar deviasi masing-masing 4,35 dan 3,29.

Perbedaan nilai rata-rata ini menunjukkan adanya indikasi penurunan waktu respon setelah optimasi dilakukan.

Hasil Statistik Deskriptif

Korelasi antara kedua variabel sebelum dan sesudah optimasi adalah 0,997 dengan signifikansi 0,000 seperti terlihat pada Gambar 3 berikut.

Gambar 3. Paired Samples Correlations

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Lampumerahsukurambis ebelumoptimasi & Lampumerahsukurambis etelahoptimasi	10	,997	,000

Nilai korelasi mendekati 1 menandakan hubungan yang sangat kuat antara kedua kondisi tersebut. Artinya, perubahan waktu respon setelah optimasi masih memiliki keterkaitan erat dengan kondisi awalnya, tetapi menunjukkan adanya peningkatan efisiensi.

Hasil Uji Paired Sample T-Test

Hasil uji perbedaan rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

Gambar 4. Paired Samples Test

Paired Samples Test									
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	Lampumerahsukurambis ebelumoptimasi - Lampumerahsukurambis etelahoptimasi	7,55000	1,10479	,34936	6,75968	8,34032	21,611	9	,000

Diperoleh hasil sebagai berikut:

- Mean difference = 7,55
- Nilai t hitung = 21,611
- Derajat kebebasan (df) = 9
- Sig. (2-tailed) = 0,000

Karena nilai signifikansi $< 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara waktu respon lampu merah sebelum dan sesudah optimasi. Optimasi berhasil menurunkan waktu rata-rata respon sebesar 7,55 detik.

ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU RESPON LAMPU MERAH SUKU RAMBI SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI MENGUNAKAN UJI PAIRED SAMPLE T-TEST

Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis, penurunan rata-rata waktu respon sebesar 7,55 detik setelah optimasi menunjukkan bahwa sistem pengaturan lampu merah yang baru bekerja lebih efisien dibandingkan sistem sebelumnya. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Penyesuaian durasi sinyal terhadap volume kendaraan, di mana sistem baru mungkin telah mengatur waktu fase merah, kuning, dan hijau berdasarkan jumlah kendaraan aktual.
2. Kalibrasi ulang sensor atau timer kontroler yang memperbaiki ketidakseimbangan waktu antar arah jalan.
3. Peningkatan perangkat lunak kontrol lalu lintas yang membuat sistem mampu merespons kondisi lalu lintas dengan lebih cepat..

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji Paired Sample T-Test, diperoleh bahwa optimasi sistem lampu merah Sukurambi memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan waktu respon lampu merah. Nilai signifikansi sebesar 0,000 menunjukkan bahwa hipotesis alternatif diterima. Dengan demikian, optimasi sistem terbukti efektif meningkatkan efisiensi pengaturan waktu lampu merah di wilayah Sukurambi.

Saran

Bagi Pengelola Lalu Lintas Pengaturan waktu sinyal lampu lalu lintas di kawasan Suku Rambli perlu dilakukan evaluasi dan penyesuaian secara rutin seiring dengan perubahan volume kendaraan, khususnya pada periode jam sibuk, guna menjaga kelancaran dan efisiensi arus lalu lintas.

1. Penerapan Sistem Adaptif

Penerapan sistem pengendalian lampu lalu lintas yang adaptif atau berbasis data lalu lintas waktu nyata (real-time) dapat dijadikan sebagai alternatif solusi untuk meningkatkan kinerja persimpangan secara berkelanjutan.

2. Pengembangan Penelitian Selanjutnya

Penelitian di masa mendatang disarankan untuk memasukkan variabel tambahan, seperti panjang antrean kendaraan, tingkat kepadatan lalu lintas, maupun waktu tempuh, agar hasil analisis yang diperoleh menjadi lebih menyeluruh.

3. Perluasan Lokasi Penelitian

Penelitian sejenis dapat diperluas ke beberapa persimpangan lain dengan karakteristik lalu lintas yang berbeda, sehingga hasil penelitian dapat diterapkan dan digeneralisasikan secara lebih luas.

4. Pendekatan Metode Analisis

Penelitian berikutnya juga dapat mempertimbangkan penggunaan metode analisis statistik atau model simulasi lalu lintas lainnya sebagai pembanding, guna memperoleh hasil evaluasi yang lebih komprehensif dan akurat..

ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU RESPON LAMPU MERAH SUKU RAMBI SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI MENGUNAKAN UJI PAIRED SAMPLE T-TEST

DAFTAR REFERENSI

- Adzikirani, A., Asmara, R. A., & Kusbianto, P. A. (2017). Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Estimasi Panjang Antrian Menggunakan Pengolahan Citra. *Jurnal Informatika Polinema*.
- Agrahari, A. et al. (2024). Artificial Intelligence-Based Adaptive Traffic Signal Control. *Electronics Journal*.
- Darmawan, R. (2022). Studi Kasus Sistem Lampu Lalu Lintas Persimpangan Menggunakan Metode Adaptif Neuro Fuzzy. *Jurnal ESIT (E-Bisnis, Sistem Informasi, Teknologi Informasi)*.
- Ghozali, I. (2021). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 26. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Matilya, N. (2025). Evaluating Traffic Signal Optimisation Systems Using Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). Scientific article on traffic signal optimization.
- Mohiuddin, S. S. et al. (2020). Traffic Signal Timing Optimization Using Genetic Algorithm for Signalized Roundabout. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*.
- Poernamasari, I., Tumilaar, R., & Montolalu, C. E. (2019). Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas dengan menggunakan Metode Webster (Studi Kasus Persimpangan Jalan Babe Palar). *D'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*.
- Qadri, P. T. M. (2019). Multi-objective Optimization in Traffic Signal Control. *Core Academic Paper on Traffic Signal Optimization*.
- Santoso, S. (2019). Panduan Lengkap SPSS Versi 25. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sugarda, A., & Cipta, H. (2022). Optimasi Waktu Tunggu Total dan Pemodelan Arus Lalu Lintas dengan Metode Graf Fuzzy pada Persimpangan Fly Over Jamin Ginting Medan. *Jinteks: Jurnal Informatika Teknologi dan Sains*.
- Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.