

ABSTRACT

SIMULATION OF AN ADAPTIVE TRAFFIC LIGHT SYSTEM USING INDUCTION LOOP SENSOR

Proposed by:
Baihaqi Hakim
20/457743/PA/19781

The rapid development of Internet of Things (IoT) technology has enabled the creation of smart city solutions that enhance urban life. The reason of the implementation of an adaptive traffic light system using induction loop sensors is to alleviate traffic congestion, particularly at busy intersections. Traffic congestion is a prevalent issue, especially in developing countries such as Indonesia, where there are infrastructure limitations where public roads are often small but often faces high levels of traffic, and static traffic lights that often fail to respond to varying traffic densities, leading to inefficiencies and delays.

The adaptive traffic light system uses induction loop sensors embedded in the road surface to detect vehicles by sensing disturbances in inductance as vehicles pass over the loops. The system is designed to prioritize traffic flow based on real-time data collected by these sensors, adjusting traffic light phases dynamically to accommodate the actual traffic conditions. The system's performance is evaluated through simulations using the Simulation of Urban Mobility (SUMO) software, which models various traffic scenarios under different demand conditions.

The results from the traffic light systems under low, medium, and high traffic demands reveal distinct performance dynamics. Under low demand, the actuated traffic light initially performed slightly better but ultimately showed negligible improvement, with an overall average improvement of -0.85% and positive improvements ranging from 0% to 98.76% at 11 out of 17 simulation points. In contrast, under medium traffic demand, the actuated traffic light outperformed the static traffic light, achieving improvements ranging from 14.63% to 100% until both reached 0% occupancy, with an overall average improvement of 32.29%. However, under high traffic demand, the performance of the actuated traffic light was complex, initially performing better by 7.30% to 40.22% but then experiencing fluctuations. From 12300 seconds onwards, the actuated traffic light performed worse than the static traffic light, with the static reaching zero occupancy first. The overall average improvement was -3359.91%, largely due to significant differences in occupancy readings towards the end of the simulation. Despite the limitations, the simulations indicate that adaptive traffic lights show promise in improving traffic management, especially in medium traffic demand scenarios, by optimizing vehicle occupancy levels and reducing congestion.

Keywords: Adaptive Traffic Light, Multi-Induction Loop Sensor, Simulation of Urban Mobility (SUMO), Smart City, Traffic Management

INTISARI

SIMULASI SISTEM LAMPU LALU LINTAS ADAPTIF MENGGUNAKAN INDUCTION LOOP SENSOR

Oleh

Baihaqi Hakim

20/457743/PA/19781

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan terciptanya solusi kota pintar yang meningkatkan kehidupan perkotaan. Alasan penerapan sistem adaptive traffic light menggunakan sensor loop induksi adalah untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, terutama di persimpangan yang ramai. Kemacetan lalu lintas merupakan masalah yang umum terjadi, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia, yang memiliki keterbatasan infrastruktur di mana jalan umum kecil tetapi sering menghadapi tingkat lalu lintas yang tinggi, dan lampu lalu lintas statis yang seringkali gagal merespons kepadatan lalu lintas yang bervariasi, yang menyebabkan inefisiensi dan keterlambatan.

Sistem lampu lalu lintas adaptif menggunakan sensor loop induksi yang tertanam di permukaan jalan untuk mendeteksi kendaraan dengan merasakan gangguan pada induktansi saat kendaraan melewati loop. Sistem ini dirancang untuk memprioritaskan arus lalu lintas berdasarkan data waktu nyata yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini, menyesuaikan fase lampu lalu lintas secara dinamis untuk mengakomodasi kondisi lalu lintas yang sebenarnya. Kinerja sistem dievaluasi melalui simulasi menggunakan perangkat lunak Simulation of Urban Mobility (SUMO), yang memodelkan berbagai skenario lalu lintas dalam kondisi kemacetan yang berbeda.

Hasil dari sistem lampu lalu lintas di bawah kemacetan lalu lintas rendah, sedang, dan tinggi mengungkapkan dinamika kinerja yang berbeda. Di bawah kemacetan rendah, lampu lalu lintas yang dijalankan awalnya berkinerja sedikit lebih baik tetapi akhirnya menunjukkan peningkatan yang dapat diabaikan, dengan peningkatan rata-rata keseluruhan -0,85% dan peningkatan positif berkisar antara 0% hingga 98,76% pada 11 dari 17 titik simulasi. Sebaliknya, di bawah kemacetan lalu lintas sedang, lampu lalu lintas yang digerakkan mengungguli lampu lalu lintas statis, mencapai peningkatan berkisar antara 14,63% hingga 100% hingga keduanya mencapai hunian 0%, dengan peningkatan rata-rata keseluruhan sebesar 32,29%. Namun, di bawah kemacetan lalu lintas tinggi, kinerja lampu lalu lintas yang dijalankan itu rumit, awalnya berkinerja lebih baik sebesar 7,30% hingga 40,22% tetapi kemudian mengalami fluktuasi. Dari 12300 detik dan seterusnya, lampu lalu lintas yang dijalankan berkinerja lebih buruk daripada lampu lalu lintas statis, dengan statis mencapai hunian nol terlebih dahulu. Peningkatan rata-rata keseluruhan adalah -3359,91%, sebagian besar disebabkan oleh perbedaan signifikan dalam pembacaan okupansi menjelang akhir simulasi. Meskipun ada keterbatasan, simulasi menunjukkan bahwa lampu lalu lintas adaptif menunjukkan harapan dalam meningkatkan manajemen lalu lintas, terutama dalam skenario kemacetan lalu lintas sedang, dengan mengoptimalkan tingkat okupansi kendaraan dan mengurangi kemacetan.

Kata Kunci: *Lampu Lalu Lintas Adaptif, Sensor Loop Multi-Induksi, Simulation of Urban Mobility (SUMO), Kota Cerdas, Manajemen Lalu Lintas*