

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS CERDAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Muhamad Syafikri S^{1*}, Safrina Amini², Titin Fatimah³, Rizky Pradana⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}1811510286@student.budiluhur.ac.id, ²safrina.amini@budiluhur.ac.id, ³titin.fatimah@budiluhur.ac.id,
⁴rizky.pradana@budiluhur.ac.id
(*: *corresponding author*)

Abstrak - Meningkatnya arus lalu lintas menyebabkan kemacetan terutama di kota-kota besar, oleh karena itu diperlukan suatu mekanisme sistem agar lampu lalu lintas dapat secara cerdas dan adaptif mengelola alokasi waktu menyala sesuai dengan kondisi arus lalu lintas. Lampu lalu lintas dengan jenis mekanisme ini dikenal sebagai lampu lalu lintas pintar (*smart traffic light*). Pengaturan siklus lampu lalu lintas pintar dapat dikelompokkan berdasarkan kepadatan lalu lintas, skenario kendaraan darurat, dan kepentingan pejalan kaki. Penelitian ini bertujuan menganalisis metode dan teknologi yang digunakan dalam pengembangan teknologi lampu lalu lintas pintar dari perspektif serta mengembangkan teknologi lampu lalu lintas pintar di masa depan. Penelitian ini membangun sebuah sistem pengaturan durasi menyalanya lampu pada traffic light berdasarkan tingkat kepadatan jalur yang dideteksi menggunakan sensor *ir-obstacle*. berbasiskan teknologi *Internet Of Things* menggunakan Bahasa pemrograman C untuk memprogram mikrokontroler dan bahasa html, php serta mysql pada pembuatan aplikasi berbasis web dengan metode prototype. Teknik pengumpulan data menggunakan metode penelitian dengan cara observasi dan wawancara. Dari hasil perancangan dan pengujian diperoleh sebuah sistem lampu lalu lintas yang durasi nyalanya lampu dapat disesuaikan dengan kondisi kepadatan jalan. Dengan menggunakan sensor *ir-obstacle* yang dapat mendeteksi keberadaan kendaraan dengan jarak antara 0 sampai 20 cm dari sensor. Pengaturan nyala lampu juga dapat dilakukan melalui aplikasi berbasis web menggunakan jaringan *wireless LAN*.

Kata kunci: Sistem Monitoring, *Prototype*, Sensor *Infrared Obstacle*, Lampu Lalu Lintas Pintar, *Internet of Things*.

PROTOTYPE DESIGN OF INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT MONITORING SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS

Abstract - Increasing traffic flow causes congestion, especially in big cities, therefore we need a system mechanism so that traffic lights can intelligently and adaptively manage the allocation of time according to traffic flow conditions. Traffic lights with this type of mechanism are known as smart traffic lights. Smart traffic light cycle settings can be grouped by traffic density, emergency vehicle scenarios, and pedestrian interests. This study aims to analyze the methods and technology used in developing smart traffic light technology from the perspective of developing smart traffic light technology in the future. This research builds a system for controlling the duration of the lights on a traffic light based on the level of lane density detected using an *ir-obstacle* sensor. based on *Internet Of Things* technology using the C programming language to program microcontrollers and html, php and mysql languages in making web-based applications with the prototype method. Data collection techniques using research methods by way of observation and interviews. From the design and testing results obtained a traffic light system that the duration of the lights can be adjusted to the conditions of road density. By using an *ir-obstacle* sensor that can detect the presence of vehicles with a distance of between 0 to 20 cm from the sensor. Setting the lights on can also be done through a web-based application using a *wireless LAN* network...

Keywords: Sistem Monitoring, *Prototipe*, Sensor *Infrared Obstacle*, Lampu Lalu Lintas Pintar, *Internet of Things*.

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya arus lalu lintas menyebabkan kemacetan terutama di kota-kota besar. Meskipun kemacetan merupakan hal biasa tetapi kemacetan lalu lintas masih mengakibatkan kerugian yang sangat besar di bidang ekonomi dan sosial. Beberapa faktor penyebab kemacetan, salah satunya adalah lampu lalu lintas. Oleh karena itu, diperlukan suatu mekanisme agar lampu lalu lintas dapat secara cerdas dan adaptif mengelola alokasi waktu menyala sesuai dengan kondisi arus lalu lintas. Lampu lalu lintas dengan jenis mekanisme ini dikenal sebagai lampu lalu lintas pintar. Pengaturan siklus lampu lalu lintas pintar dapat dikelompokkan berdasarkan kepadatan lalu lintas, skenario kendaraan darurat, dan kepentingan pejalan kaki [1]. Permasalahan utama pada persimpangan lampu lalu lintas (*traffic light*) adalah pengaturan durasi lampu diatur secara statis sehingga jika terjadi kemacetan di salah satu jalur durasi nyala lampu hijau akan sama pada jalur yang lancar, hal ini mengakibatkan kemacetan di jalur yang macet tersebut. Hal ini lah yang menarik untuk dirancang sistem *smart traffic light* yang adaptif artinya dapat menyesuaikan dengan kondisi kemacetan di jalur *traffic light*.

Dengan aplikasi monitoring ini diharapkan petugas pengelola *traffic light* dengan mudah dapat mengatur nyala lampu pada *traffic light* baik dengan mode *setting* melalui aplikasi *web* maupun mode otomatis dengan menggunakan sensor sebagai alat pendeteksi kemacetan pada tiap jalur *traffic light*. Penelitian tentang *Pengaturan Lampu Lalu Lintas (Traffic Light) Dengan Sensor Ultrasonik* pernah dilakukan oleh Deva Okky Deltania, Djuniadi, Esa Apriaskar [2]. Penelitian membahas tentang simulasi perancangan pengaturan lalu lintas (*traffic light*) dengan sensor ultrasonik. Metode yang di gunakan adalah simulasi dengan software proteus. Sensor ultrasonik memiliki 2 fungsi, yaitu menghitung jarak kendaraan dan kemudian mengubah satuan durasi mikrodetik menjadi centimeter. Hasil yang didapatkan adalah jika jarak sensor ultrasonik 1 lebih besar daripada jarak sensor ultrasonik 2, maka lampu led merah pada *traffic light* 1 akan menyala, dan lampu led hijau pada *traffic light* 2 akan menyala. Sedangkan jika jarak sensor ultrasonik 2 lebih besar daripada jarak sensor ultrasonik 1, maka lampu led hijau pada *traffic light* 1 akan menyala dan lampu led merah pada *traffic light* 2 akan menyala

Arduino adalah mikrokontroler *single-board open-source* yang dirancang untuk elektronik yang mudah digunakan di berbagai bidang. Perangkat keras Arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan perangkat lunak dan bahasanya sendiri [3]. NodeMCU adalah *motherboard* yang dilengkapi dengan platform IoT yang menggunakan bahasa pemrograman Lua. NodeMCU sendiri merupakan *open source* dimana setiap pengembang atau pengguna dapat menggunakan perangkat ini dan yang unik dari platform ini adalah dapat menggunakan Arduino IDE secara native. Kit pengembangan ini tertanam dalam modul ESP8266, yang mendukung *Pulse Width Modulation (PWM)*, *GPIO*, *I2C*, *Analog to Digital Converter (ADC)*, integrasi *1-Wire*. semua ini hanya pada satu *motherboard*. Nodemcu ini hanya berukuran panjang 4,8 cm, lebar 2,5 cm dan berat 7 gram. Fitur lainnya adalah *motherboard* ini dapat terhubung ke jaringan *WiFi 2.4GHz* dan mendukung keamanan jaringan *WPA/WPA2* [4].

Website atau situs *web* dapat didefinisikan sebagai kumpulan halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi tekstual, gambar statis, gambar bergerak, animasi, suara dan/atau kombinasi dari semuanya itu, baik statis maupun dinamis, yang merupakan rangkaian bangunan yang saling berhubungan, yang masing-masing terhubung membentuk *web* [5]. Sensor IR adalah sensor yang dapat mendeteksi halangan dengan menggunakan cahaya *infrared* yang dipantulkan. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama yaitu pemancar IR dan penerima IR. Transmitter berfungsi untuk memantulkan *infrared* dari halangan atau benda, yang kemudian dipantulkan dan diterima oleh *receiver*. Ketika *infrared* mencapai target, statusnya RENDAH dan sebaliknya. Sensor ini dapat digunakan pada robot *line following*, robot *obstacle* atau untuk keperluan alarm [6]. DHT11 merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban (*humidity*) [7].

Kabel jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder [8]. PCB adalah singkatan dari Printed Circuit Board yang dalam bahasa Indonesia sering diterjemahkan menjadi Papan Rangkaian Cetak atau Papan Sirkuit Cetak. Seperti namanya yaitu Papan Rangkain Cetak Tercetak (Printed Circuit Board). PCB adalah Papan yang digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen [9]. *Internet of Things (IoT)* adalah Internet yang tertanam di komputer, ponsel, dan perangkat elektronik lainnya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan, dan perangkat komputasi cerdas lainnya melalui jaringan Internet [10].

Relay adalah komponen elektronik yang beroperasi dengan listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari elektromagnet (kumparan) dan mekanis (set kontak sakelar). Prinsip yang digunakan pada relai adalah prinsip elektromagnetik, yaitu menggerakkan kontak-kontak sakelar sedemikian rupa sehingga arus listrik yang kecil (daya rendah) dapat menghantarkan arus ke tegangan yang lebih tinggi [11].

2. METODE PENELITIAN

Proses perancangan sistem ini melalui beberapa tahap antara lain : perancangan perangkat secara umum, perancangan diagram blok, perancangan analisis jaringan detail, perancangan dan analisis *flowchart*, perancangan koneksi *web server*, terakhir perancangan perangkat lunak. Secara detail dapat diuraikan sebagai berikut:

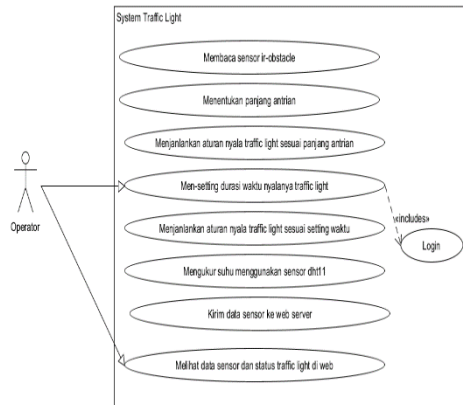
2.1 Data Penelitian

Data yang diperoleh pada penelitian ini bersumber dari data sensor yang digunakan yaitu data sensor *ir-obstacle* yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, data tersebut dalam bentuk data digital. Data-data tersebut digunakan untuk mengetahui Panjang antrian kendaraan pada setiap jalur jalan raya di perempatan *traffic light* kemudian data tersebut diproses oleh mikrokontroler untuk menghasilkan output yang dikirimkan ke perangkat output atau actuator serta dikirimkan ke *web server*

2.2 Use Case Diagram

Use case diagram merupakan kumpulan dari diagram UML (*Unified Modeling Language*) yang mengilustrasikan hubungan antara sistem dan aktor. Sebuah *use case* bisa menggambarkan jenis interaksi antara sistem dan pengguna. *Use case diagram* dapat menggambarkan hubungan satu atau lebih pengguna pada sistem

yang sedang dibangun, kemudian juga dapat dipergunakan untuk mendeteksi apa saja kemampuan dari sistem yang sedang dibangun tersebut. Sehingga dapat disajikan dengan rangkaian yang sederhana dan mudah untuk dipahami oleh pengguna.



Gambar 1. Use Case Diagram

2.3 Penerapan Metode

Metode yang digunakan adalah dengan membaca tingkat kepadatan jalur atau ruas jalan menggunakan dua buah sensor *Ir-Obstacle*. Jika kedua sensor tidak mendeteksi keberadaan kendaraan maka status jalur dinyatakan lancar, jika sensor pertama mendeteksi kendaraan maka status jalur dinyatakan ramai dan jika kedua sensor mendeteksi kendaraan maka jalur dinyatakan padat. Durasi nyala lampu hijau pada *Smart Traffic Light* ditentukan oleh tingkat kepadatan seperti yang digambarkan pada tabel 1:

Tabel 1. Pengaturan Nyala *Smart Traffic Light*

Status Jalur	Durasi nyala lampu hijau
Lancar	10 detik
Ramai	15 detik
Padat	20 detik

2.4 Rancangan Pengujian

Dalam rancang bangun sistem monitoring lampu lalu lintas (*smart traffic light*) berbasis IoT menggunakan sensor *infrared obstacle* ini diperlukan beberapa alat. Alat yang diperlukan untuk desain ini ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

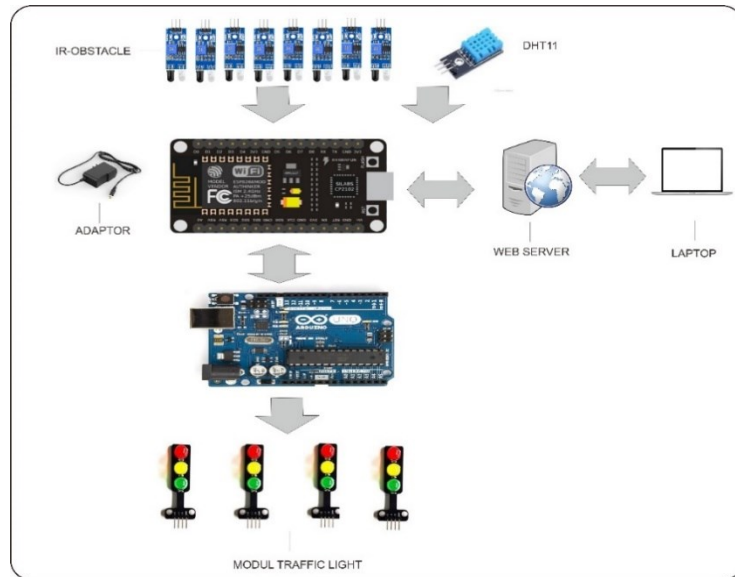
Tabel 2. Komponen Yang Dibutuhkan

Nama Komponen	Fungsi
Arduino UNO	Sebagai pusat kendali (<i>controller</i>) yang bertugas memproses data yang dikirim oleh nodemcu untuk menyalakan traffic light
NodeMCU	Sebagai pusat kendali (<i>controller</i>) yang mengatur kinerja dari komponen input dan output dan mengirimkan data pada web server.
Sensor ir-obstacle	Berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan sehingga dapat mengukur kepadatan lalu lintas.
Sensor DHT11	Berfungsi untuk mengukur suhu udara di area traffic light
LED 5 mm warna hijau, kuning dan merah.	Sebagai <i>indicator</i> lampu miniatur atau simulasi dari traffic light,
Kabel Jumper	Digunakan sebagai penghubung antara komponen satu dengan yang lainnya
Adaptor	Sebagai sumber tegangan searag (DC) untuk mengaktifkan sistem smart trafficligh

2.5 Perancangan Blok Diagram

Blok Diagram merupakan diagram yang menjelaskan tentang bagaimana suatu sistem beroperasi secara menyeluruh. Blok Diagram ini menampilkan bagaimana tiap-tiap blok saling terhubung dan terkait satu sama lain. Diagram blok terbagi menjadi beberapa bagian yaitu blok masukan, blok proses dan blok keluaran. Blok proses

menerima input dari blok masukan (sensor) kemudian diproses oleh mikrokontroler (blok proses) sehingga menghasilkan sebuah output yang diilustrasikan pada gambar 2 berikut :

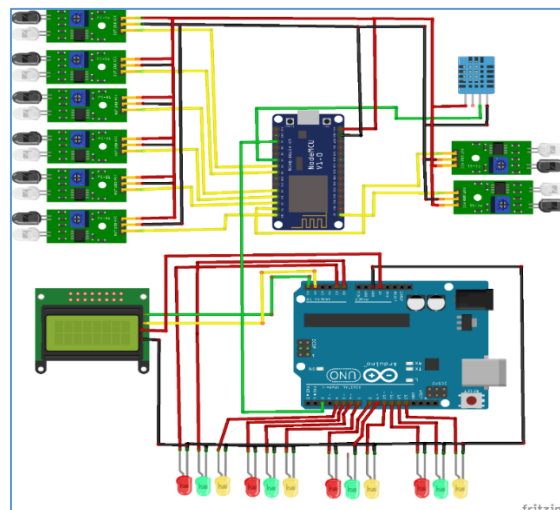


Gambar 2. Blok Diagram

Blok input terdiri dari komponen atau modul *input device* berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur lingkungan dalam sistem ini mendeteksi keberadaan kendaraan, blok proses merupakan blok untuk memproses data yang diterima dari blok input blok proses terdiri dari mikrokontroler Arduino dan nodemcu esp8266. Dan blok output merupakan blok untuk menterjemahkan perintah dari blok proses dalam sistem ini blok output terdiri dari led-led terangkai dalam modul lampu *traffic light*.

2.6 Perancangan Dalam Bentuk desain Prototype

Selanjutnya pada tahapan ini, dibuat rancangan sistem yang dapat memudahkan dalam pembuatan desain prototype. Gambar 3. Berikut adalah desain *Prototype*.



Gambar 3. Perancangan Desain Prototype

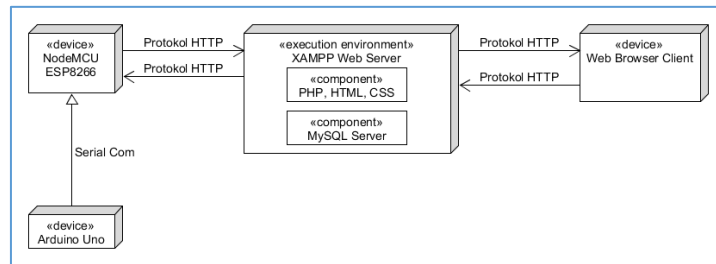
Pada gambar 4 merupakan gambar rangkaian elektronika dari sistem *smart traffic light*. sensor ir-obstacle dan sensor suhu dht11 terhubung dengan node mcu esp8266, komponen led dan led terhubung dengan Arduino uno. Nodemcu terhubung dengan Arduino pada pin serial komunikasi (TX, RX) untuk membuat komunikasi serial antara keduanya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem *Smart Traffic Light* yang adaptif dan dapat diatur dari jarak jauh melalui jaringan komputer atau internet.

3.1 Deployment Diagram

Setelah menjelaskan spesifikasi *software* dan *hardware*, berikut ini gambar 4 menjelaskan gambaran dari lingkungan percobaan yang dibuat dalam bentuk *deployment diagram*.

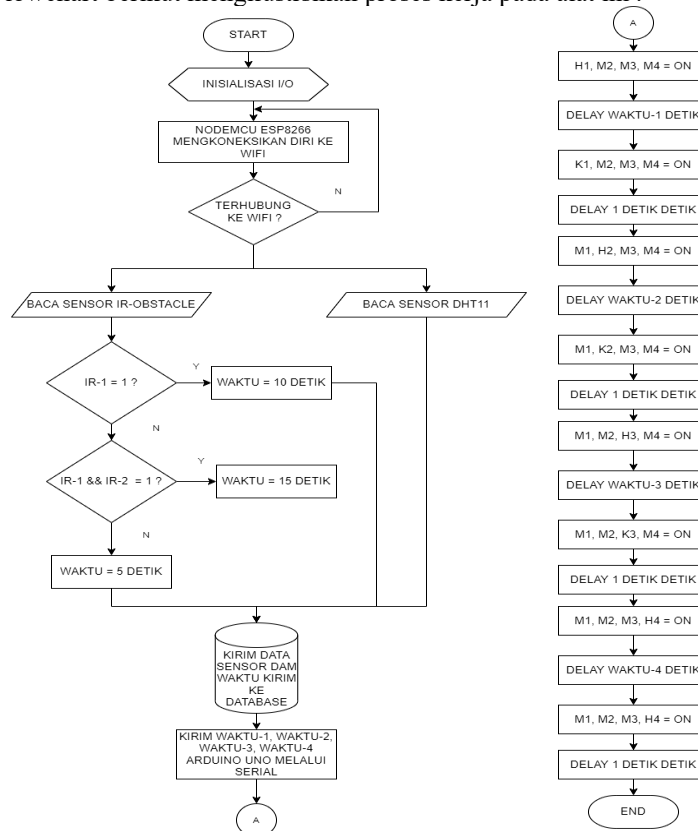


Gambar 4. Deployment Diagram

Pada gambar di atas terdapat empat lingkungan *device* dari alat yaitu Arduino uno, dan nodemcu esp8266, sedangkan lingkungan aplikasi berada di xampp web server dengan menggunakan komponen php, html dan mysql dan untuk lingkungan user adalah web browser untuk mengakses atau membuka aplikasi web. NODEMCU ESP8266 berkomunikasi dua arah dengan xampp server menggunakan protocol http dan web browser juga berkomunikasi dua arah dengan XAMPP server menggunakan protocol http.

3.2 Flowchart Sistem

Flowchart merupakan urutan kerja sistem atau proses yang mewakili langkah-langkah dan keputusan dari suatu program sebagai simbol. Untuk menjelaskan jalannya proses dalam sistem kendali alat ini, maka dibuat flowchart. Gambar 5. Flowchart berikut mengilustrasikan proses kerja pada alat ini .

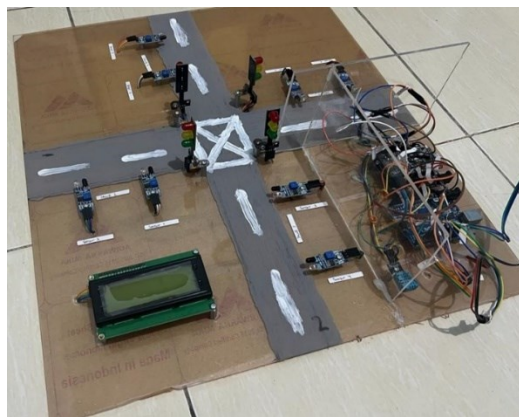


Gambar 5. Flowchart Keseluruhan alat

- 1) Pada saat sistem dijalankan board nodemcu akan mengkoneksikan diri ke jaringan wifi yang sudah di setting pada arduino ide.
- 2) Nodemcu esp8266 mengkoneksikan diri ke *xampp server* dengan mengakses ip address dari *xampp server*.
- 3) Nodemcu esp8266 membaca input dari sensor ir-obstacle
- 4) Nodemcu esp8266 membaca input dari sensor dht11
- 5) Nodemcu esp8266 memproses input dari ir-obstacle untuk mengatur lama nyala traffic light
- 6) Data data Nodemcu esp8266 dikirim ke Arduino uno untuk menyala lampu led sesuai dengan input dari sensor ir-obstacle melalui komunikasi serial
- 7) Kemudian data sensor ir-obstacle dan dht11 dikirim ke web server melalui Nodemcu esp8266 menggunakan prorokol http.

3.3 Hasil Rancangan Alat

Hasil rancangan alat merupakan prototype dalam bentuk maket dari sebuah persimpangan *traffic light*. Rancangan alat dalam bentuk prototipe ditunjukkan pada gambar 6 berikut :



Gambar 6. Rancangan alat

3.4 Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui rancang bangun sistem monitoring lampu lalu lintas (smart traffic light) berbasis iot menggunakan sensor infrared obstacle dapat beroperasi sesuai dengan perancangan yang telah disusun dalam Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Ekspetasi	Hasil	
			Ya/ Tidak	Keterangan
1	Node mcu esp8266	Terkoneksi dengan wifi	Ya	Sukses
		Terkoneksi dengan komputer	Ya	Sukses
		Terkoneksi dengan serial port	Ya	Sukses
		Terkoneksi dengan sensor <i>Sensor ir-obstacle</i>	Ya	Sukses
		Terkoneksi Arduino uno melalui komunikasi serial	Ya	Sukses
		Terkoneksi dengan sensor DHT11	Ya	Sukses
		Terkoneksi dengan <i>Xampp Server</i>	Ya	Sukses
		Menampilkan Data Proses Program di Serial Monitor	Ya	Sukses
2	Arduino UNO	Dapat mengirimkan Data ke web server	Ya	Sukses
		Terkoneksi dengan node mcu esp8266	Ya	Sukses
3	Sensor ir-obstacle	Terkoneksi dengan modul traffic light	Ya	Sukses
		Mendeteksi keberadaan kendaraan	Ya	Sukses
4	Sensor dht11	Mengukur suhu	Ya	Sukses
5	Modul led traffic light	Sebagai <i>traffic light</i>	Ya	Sukses
6	Xampp Server	Terkoneksi dengan program aplikasi web	Ya	Sukses
		Dapat menyimpan data	Ya	Sukses
		Dapat menampilkan data	Ya	Sukses

3.5 Hasil Pengujian Sensor IR-OBSTACLE

Ujicoba ini dilakukan untuk mengetahui sensitivitas dari sensor *ir-obstacle* dalam mendeteksi keberadaan kendaraan, pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda di depan sensor dengan jarak yang bervariasi. Tabel 4. Merupakan hasil pengujian dari sensor IR-OBSTACLE.

Tabel 4. Pengujian sensor ir-obstacle

Jarak benda	Sensor IR-OBSTACLE	Delay	Keterangan
1 cm	Aktif	0.5 detik	Benda terdeteksi
3 cm	Aktif	0.5 detik	Benda terdeteksi
5 cm	Aktif	0.5 detik	Benda terdeteksi
7 cm	Aktif	0.5 detik	Benda terdeteksi
9 cm	Tidak aktif	0.5 detik	Benda tidak terdeteksi

3.6 Hasil Pengujian Sistem dalam Mengurai Kemacetan

Pada pengujian ini menggunakan 2 skenario perjalanan dengan melewati persimpangan yang dilengkapi dengan *traffic light*, skenario pertama melewati persimpangan dengan *traffic light* biasa dan skenario kedua melewati persimpangan dengan *smart traffic light* yang dirancang pada penelitian ini. Skenario pertama pengujian dilakukan pada *traffic light* biasa pada kondisi jalur dalam kondisi lancar, ramai dan padat sehingga didapat hasil pengujian seperti yang dirangkum pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian dengan sistem *traffic light biasa* (scenario pertama)

Kondisi Jalur yang dilalui	Durasi di <i>traffic light</i> biasa	Durasi Perjalanan	Total Durasi Perjalanan
Lancar	10 detik	10 detik	20 detik
Ramai	40 detik	10 detik	50 detik
Padat	70 detik	10 detik	80 detik

Pengujian scenario kedua dilakukan pada *smart traffic light* pada kondisi jalur dalam kondisi lancar, ramai dan padat. Tabel 6 merupakan hasil dari pengujian sistem *traffic light* menggunakan *smart traffic light* :

Tabel 6. Pengujian dengan sistem smart traffic light

Kondisi Jalur Yang Dilalui	Durasi Di <i>Smart Traffic Light</i>	Durasi Perjalanan	Total Durasi Perjalanan
Lancar	10 detik	10 detik	20 detik
Ramai	15 detik	10 detik	25 detik
Padat	20 detik	10 detik	30 detik

Berdasarkan tabel perbandingan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *smart traffic light* dapat mengurai kemacetan karena semakin padat jalur yang dilalui maka durasi nyala lampu hijau semakin lama sehingga pengendara tidak harus menunggu siklus nyala lampu hijau jalur yang lain. Dari perbandingan tabel di atas pada saat kondisi padat waktu yang ditempuh untuk melakukan suatu perjalanan dengan melewati *traffic light* biasa adalah 80 detik dan waktu yang ditempuh dengan melewati *smart traffic light* adalah 30 detik. Sehingga prosentasi durasi perjalanan melewati *smart traffic light* menjadi:

$$\frac{30}{80} \times 100\% = 37.5\%$$

Sehingga dapat disimpulkan penggunaan *smart traffic light* dapat mempersingkat waktu tempuh $100\% - 37.5\% = 62,5\%$ untuk kondisi jalan yang padat.

3.7 Tampilan Layar Login

Tampilan layar login merupakan tampilan awal saat *user/pengguna* membuka sistem aplikasi Perancangan rancang bangun sistem monitoring lampu lalu lintas (*smart traffic light*) berbasis IoT menggunakan sensor infrared obstacle. Pengguna harus memasukkan *username* dan *password* pada kolom tersedia, jika pengguna memasukan

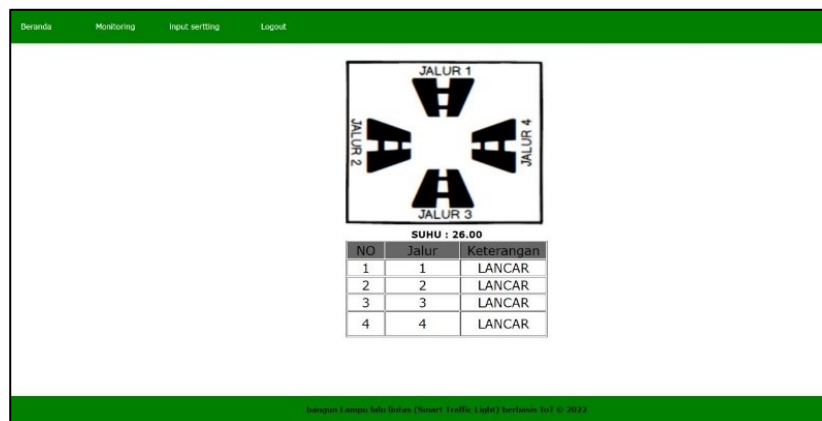
username atau *password* yang salah maka akan muncul pesan “*username* dan *password* anda salah!” dan jika benar maka sistem akan menampilkan halaman utama. Ilustrasi di atas dapat digambarkan pada Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7, Tampilan Layar Login

3.8 Tampilan Layar Monitoring

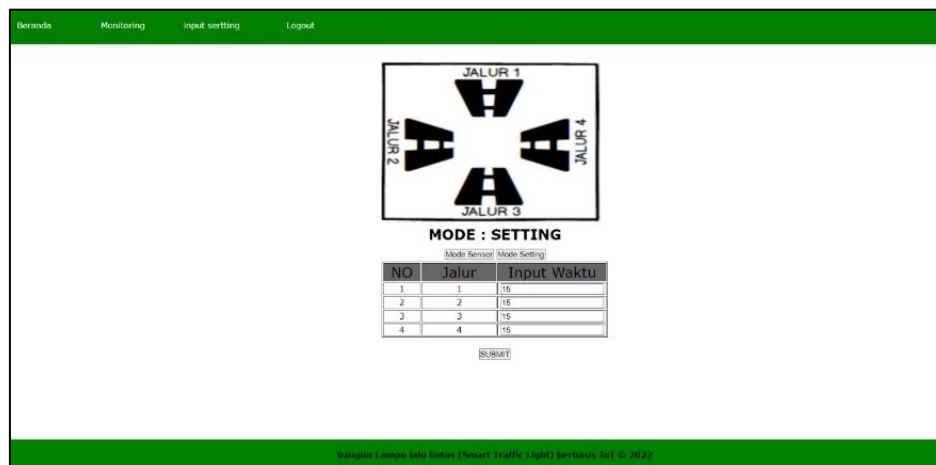
Tampilan layar *Monitoring* merupakan halaman untuk pengguna dapat mengawasi kondisi dari *traffic light*. Gambar 8 berikut adalah gambar tampilan halaman monitoring :



Gambar 8, Tampilan Layar *Monitoring*

3.9 Tampilan Layar Input Setting

Tampilan layar input setting merupakan halaman untuk mengatur penggunaan mode sensor atau mode manual. Gambar 9 berikut adalah gambar tampilan halaman *monitoring* dan *controlling* :



Gambar 9, Tampilan Layar *Input Setting*

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan alat dan dilakukan percobaan pada perancangan lampu lalu lintas (smart traffic light) berbasis IoT untuk mengurai kemacetan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Board Node MCU dapat mengirim data sensor ke Web Server melalui protokol http menggunakan jaringan nirkabel (wireless), Komunikasi serial dapat dilakukan antara arduino dengan NODEMCU ESP8266 dan Sensor IR-OBSTACLE dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada sistem *traffic light*. *Smart traffic light* dapat mempersingkat waktu tempuh perjalanan hingga 62.5% dibandingkan dengan *traffic light* biasa pada kondisi jalan padat.

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan pada perancangan lampu lalu lintas (*smart traffic light*) berbasis IoT untuk mengurai kemacetan adalah diharapkan untuk penelitian berikutnya dapat menggunakan sensor yang lebih akurat dalam mendeteksi antrian kendaraan misalkan dengan sensor kebisingan atau sensor jarak dan adanya penambahan fasilitas perubahan atau *input setting traffic light* menggunakan aplikasi Android atau IOS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. A. Yusuf, A. S. Arifin, and F. Y. Zulkifli, "Recent development of smart traffic lights," *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.11591/ijai.v10.i1.pp224-233.
- [2] D. O. Deltania, D. Djuniadi, and E. Apriaskar, "Pengaturan Lampu Lalu Lintas (Traffic Light) dengan Sensor Ultrasonik," *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2021, doi: 10.25105/jetri.v19i1.8660.
- [3] W. Hurisantri, "Pengertian Arduino," *Arduino*, no. 1, 2016.
- [4] M. S. Novelan, Z. Syahputra, and P. H. Putra, "Sistem Kendali Lampu Menggunakan Nodemcu dan MySQL Berbasis IoT (Internet of Things)," *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [5] Pranoto, F. N. Hakim, and V. G. Utomo, "Perancangan Aplikasi Helpdesk Servis Software Dan Hardware Berbasis Web (Studi Kasus : PT. Karya Zirang Utama Semarang)," *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, vol. 7, no. 3, 2015.
- [6] M. Syefudin, "Cara Mengakses Sensor IR Obstacle Avoidance pada Arduino," *indomaker.com*, 2019.
- [7] D. Hardianti, M. Rizki, and F. Yanti, "Penggunaan DHT11 Dan Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Suhu Pada Laptop," *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, vol. 1, no. 2, 2019, doi: 10.29103/relativitas.v1i2.1463.
- [8] Y. N. I. Fathulrohman and M. K. Asep Saepuloh, ST., "Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno," *Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika*, vol. 02, no. 01, 2018.
- [9] A. Gumelar and E. Edidas, "Rancang Bangun CNC (Computer Numerically Controlled) PCB Layout Berbasis Mikrokontroler," *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 8, no. 3, 2020, doi: 10.24036/voteteknika.v8i3.109773.
- [10] R. Fahyurisandi and I. Neforawati, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pintu Gudang PT XYZ Berbasis Android Menggunakan Perangkat SIM800l dan Mikrokontroler AT Mega 328p," *MULTINETICS*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.32722/multinetics.v5i1.2793.
- [11] H. Artanto, "Trainer Iot Berbasis Esp8266 Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Komunikasi Data Dan Interface Di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Uny," 2018.