

RANCANG BANGUN PURWARUPA PALANG PERLINTASAN KERETA API OTOMATIS DENGAN IOT BERBASIS ARDUINO PRO MINI

I K A S Purnama Yudha¹, M Z Hakim², I G A P Raka Agung³, Gede Sukadarmika⁴

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{3,4}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali 80361

ikomanganom223@gmail.com¹, zikril.muji@gmail.com²

ABSTRAK

Pengembangan palang perlintasan kereta api otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* berperan dalam meningkatkan keamanan dan mengurangi resiko kecelakaan di sekitar palang perlintasan kereta api. Palang perlintasan kereta api otomatis terdapat monitor status kereta api, arus, tegangan dan daya. Monitor tersebut menggunakan modul arduino pro mini, ESP32 serta komponen sensor *receiver*, sensor laser KY – 008, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, RTC, motor stepper DC 5 Volt, *driver* ULN2003, buzzer dan LED merah. Bahan dan alat yang digunakan mendukung metode perancangan seperti gambaran umum, blok – blok perangkat keras, perangkat lunak, struktur mekanik dan pengujian purwarupa. Penelitian menggunakan metode rancang bangun yang data – data pendukungnya diperoleh dari datasheet, jurnal, aritikel dan buku. Penelitian ini bermanfaat untuk pejalan kaki yang melintasi jalur pejalan kaki di palang perlintasan kereta api dan kendaraan yang melintasi palang perlintasan kereta api. Data yang diperoleh dari monitor status palang perlintasan dan kelistrikan purwarupa menyatakan bahwa implementasi perangkat keras purwarupa palang perlintasan kereta api berhasil dilakukan. Implementasi perangkat lunak mendapatkan unjuk kerja purwarupa berjalan dan dapat dimonitor *platform* Antares dan Telegram. Unjuk kerja purwarupa mendapatkan kesesuaian antara perangkat keras dan perangkat lunak.

Kata kunci: Palang perlintasan kereta api, Otomatis, Keamanan, Monitor, Kelistrikan

ABSTRACT

The development of automatic railway crossing bars based on the Internet of Things (IoT) plays a role in improving safety and reducing the risk of accidents around railway crossings. Automatic railway crossing crossings have monitors of train status, current, voltage and power. The monitor uses an arduino pro mini module, ESP32 as well as receiver sensor components, KY – 008 laser sensor, ACS712 current sensor, ZMPT101B voltage sensor, RTC, 5 Volt DC stepper motor, ULN2003 driver, buzzer and red LED. The materials and tools used support design methods such as overview, hardware blocks, software, mechanical structures and prototype testing. The research uses testing methods to obtain primary and secondary data obtained from data sheets, journals, articles and books. This study is useful for pedestrians who cross pedestrian paths on railway crossing bars and vehicles that cross railway crossing bars. Data obtained from the status monitor of the crossing bar and the electrical prototype stated that the implementation of the prototype hardware of the railway crossing bar was successful. The implementation of the software has been prototyped and can be monitored by the Antares and Telegram platforms. Prototype work gets a compatibility between hardware and software.

Key Words: Railway crossing bars, Automatic, Security, Monitor, Electrical

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan perkotaan yang pesat, sistem transportasi menjadi elemen kunci dalam mendukung mobilitas dan keberlanjutan. Salah satu aspek krusial dari sistem transportasi adalah keamanan di sekitar rel kereta api. Pada jalan-jalan kecil yang melintasi rel kereta api, keberadaan palang perlintasan kereta api sebagai pengaman lintasan kereta sering tidak memadai. Hal ini meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan, baik bagi pengguna jalan maupun penumpang kereta api.

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan LoRaWAN, diharapkan sistem palang perlintasan kereta api otomatis dapat diimplementasikan. Penggunaan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem palang perlintasan kereta api otomatis menggunakan arduino pro mini dan ESP32 dengan sensor laser KY - 008 dan sensor *receiver* yang mendeteksi kedatangan kereta api. Ketika sensor *receiver* mendeteksi kereta api karena sensor laser KY - 008 terhalang kereta api, informasi dikirimkan ke Arduino yang menggunakan modul LoRa untuk mengirim data ke *platform* Antares dan Telegram melalui ESP32.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Internet of Things (IoT)

IoT yaitu menghubungkan objek - objek aktual, yang biasa disebut sebagai "*things*" (perangkat fisik), IoT adalah teknologi baru yang memanfaatkan Internet. Peralatan untuk rumah dan mesin untuk tempat kerja adalah beberapa contoh gadget fisik [1].

2.2 LoRa (Long Range)

LoRa (*Long Range*) adalah suatu format modulasi yang unik dan mengagumkan yang dibuat oleh Semtech. Modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM [2].

2.3 Arduino Pro Mini

Arduino pro mini adalah sebuah papan mikrokontroler kecil dan ringan yang berbasis pada ATmega328, dirancang untuk aplikasi yang memerlukan ukuran kecil dan konsumsi daya rendah [3].

2.4 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* [4].

2.5 Sensor Receiver

Sensor *receiver* merupakan komponen sensor yang digunakan untuk input lokomotif sehingga mendeteksi kereta api yang melewati sinyal [5].

2.6 Sensor Laser KY - 008

Sensor Laser KY - 008 adalah sebuah alat yang menghasilkan pancaran cahaya radiasi elektromagnetik yang mempunyai sifat koheren, monokromatik, intensitas kecerahan tinggi dan pancaran sinar yang terarah [6].

2.7 Sensor Arus ACS712

ACS712 merupakan suatu IC terpaket sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relatif besar dalam hal ukuran [7].

2.8 Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101B merupakan suatu rangkaian terpaket yang berguna untuk sensor tegangan satu fase yang besar tegangannya tidak mampu dibaca langsung oleh modul [8].

2.9 RTC DS3231

RTC adalah sebuah perangkat yang dapat menerima dan menyimpan data berupa dekripsi waktu, seperti hari, tanggal, bulan, dan tahun [9].

2.10 Perancangan Rangkaian Kelistrikan Palang Perlintasan Kereta Api

Daya adalah perkalian antara tegangan listrik dengan arus listrik, dapat dirumuskan [10]:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

R = Hambatan (Ohm)

Relative Error adalah perbedaan antara nilai pasti dan beberapa perkiraan terhadapnya serta dapat dinyatakan sebagai kesalahan relatif, dapat dirumuskan [10]:

$$\text{Relative Error} = \frac{\text{HPM} - \text{HPS}}{\text{HPM}} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan:

Relative Error = Persentase (%)

HPM = Hasil Nilai Perhitungan Manual

HPS = Hasil Nilai Pengujian Sistem

2.11 Jadwal Keberangkatan KAI Melewati Perlintasan Jalan Imam Bonjol

Jadwal keberangkatan kereta api yang melewati perlintasan jalan Imam Bonjol, Desa Blitar, Jawa Timur merupakan palang perlintasan kereta api yang dilewati oleh kereta api pada jalan terpencil di daerah Blitar, Jawa Timur [11]. Jadwal keberangkatan kereta api tersebut pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Keberangkatan KAI

No	Nama Kereta	No. KA	Garum	Jam KA Lewat Perlintasan	Blitar
			Berangkat		Berangkat
1.	Parcei Fak	135F	1:47	1:51	2:07
2.	Malioboro Ekspres	96	2:17	2:12	2:10
3.	Penataran	432	4:55	4:47	4:45
4.	Malabar	92	5:31	5:26	5:24
5.	Matarmaja	172	6:07	6:02	6:00
6.	Gajayana	42	7:33	7:27	7:25
7.	Majapahit	142	8:20	8:15	8:13
8.	Penataran	429	9:27	9:31	9:38
9.	Malioboro Ekspres	93	10:02	10:06	10:13
10.	Penataran	434	10:30	10:22	10:20
11.	Penataran	431	12:13	12:18	12:26
12.	Penataran	436	13:35	13:27	13:25
13.	Malioboro Ekspres	94	13:58	13:52	13:50
14.	Gajayana	41	15:03	15:07	15:14
15.	Penataran	433	16:34	16:39	16:52
16.	Parcei Fak	136F	17:02	16:57	16:55
17.	Malabar	91	17:35	17:39	17:47
18.	Penataran	438	17:55	17:47	17:45
19.	Matarmaja	171	19:07	19:11	19:19
20.	Majapahit	141	20:03	20:07	20:15
21.	Malioboro Ekspres	95	21:41	21:45	21:53
22.	Penataran	435	22:37	22:42	-

2.12 Kecepatan Kereta Api

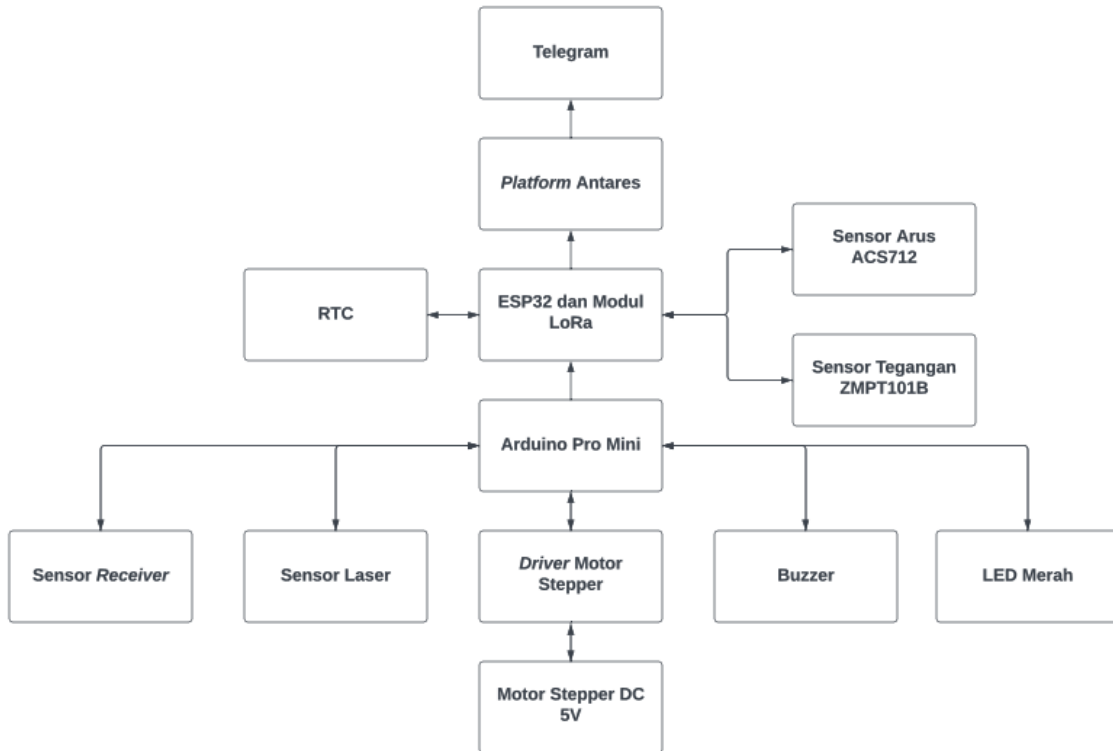
Kecepatan kereta api yang melintas pada palang perlintasan kurang dari 60 km/jam dan biaya penggunaan listrik KAI Rp.1.000,00/kWh hingga Rp.2.000,00/kWh sesuai peraturan menteri perhubungan nomor PM 36 Tahun 2011 [12].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Digital dan Mikroprosesor Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Agustus tahun 2023 sampai bulan Mei 2024.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras menggunakan modul arduino pro mini yang terdapat LoRa dan ESP32 sistem pengiriman data monitor berupa status kereta api, arus, tegangan dan daya menggunakan jaringan WiFi. Perancangan tersebut terdapat modul arduino pro mini dan modul ESP32 serta komponen seperti sensor receiver, sensor KY – 008, sensor ACS712, sensor ZMPT101B, motor stepper DC 5 V, driver ULN2003, RTC, buzzer dan LED merah. Modul arduino pro mini untuk membuka dan menutup palang perlintasan kereta api dengan motor stepper DC 5 V dan driver ULN2003 karena sensor receiver dan sensor KY – 008 mendeteksi kereta api. Modul ESP32 sebagai proses monitor kelistrikan dengan sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B serta RTC yang memberikan waktu. Monitor status palang perlintasan kereta api melintasi palang perlintasan atau terjadinya keterlambatan menggunakan platform Antares dan Telegram. Pada Gambar 1 dapat dilihat diagram blok perangkat keras.



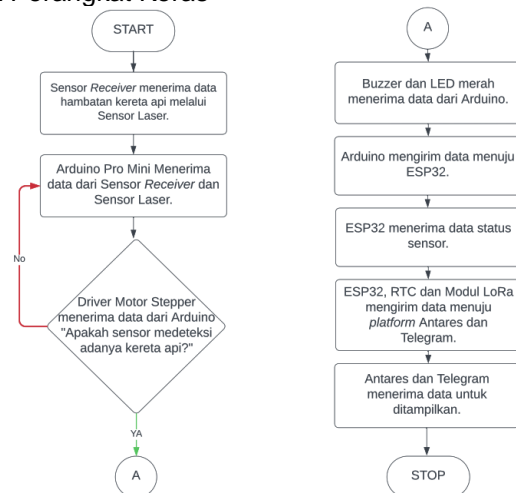
Gambar 1. Diagram Blok Perangkat Keras

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan Perangkat Lunak pada Rancang Bangun Purwarupa Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis dengan IoT Berbasis Arduino Pro Mini menggunakan proses seperti perangkat lunak sensor receiver dan sensor KY – 008 serta sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B.

3.3 Diagram Alir Sensor Receiver dan Sensor KY – 008

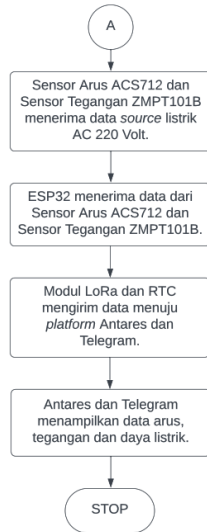
Sensor receiver dan sensor KY – 008 yang mendeteksi kereta api untuk di olah dan dikirimkan oleh arduino pro mini untuk membuka atau menutup palang perlintasan kereta api dengan motor stepper DC 5 V dan driver ULN2003. Arduino pro mini melanjutkan untuk memberikan perintah kepada buzzer dan LED merah serta mengirimkan data ke ESP32. ESP32 dan RTC mengolah data untuk dikirimkan menuju platform Antares dan Telegram. Pada Gambar 2 dapat dilihat diagram alir sensor receiver dan sensor KY – 008.



Gambar 2. Diagram Alir Sensor Receiver dan Sensor KY - 008

3.4 Diagram Alir Sensor ACS712 dan Sensor ZMPT101B

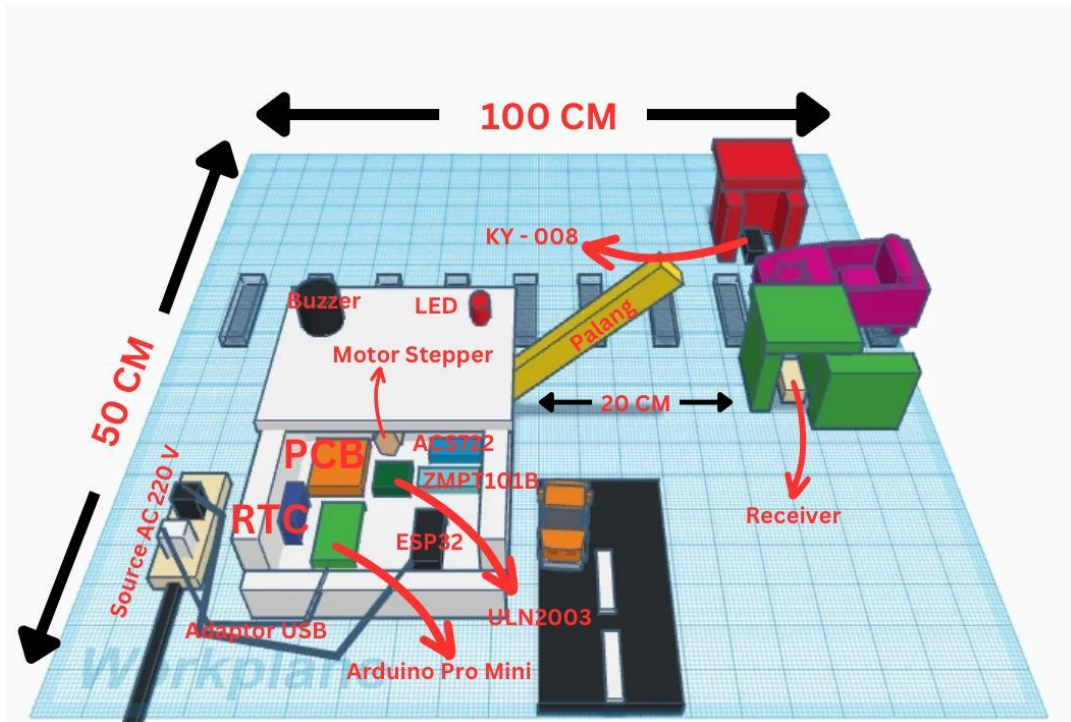
Diagram alir dimulai dengan sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B yang mengukur nilai arus dan tegangan untuk diolah ESP32 menjadi hasil ukur arus, tegangan dan daya. ESP32 dan RTC mengolah data untuk dikirimkan menuju platform Antares dan Telegram. Pada Gambar 3 dapat dilihat diagram alir sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B.



Gambar 3. Diagram Alir Sensor ACS712 dan Sensor ZMPT101B

3.5 Perancangan Struktur Mekanik Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis

Denah palang perlintasan kereta api otomatis ukuran 100 cm x 50 cm dengan jarak panjang lintasan antara sensor receiver dan sensor KY – 008 sepanjang 20 cm. Desain terbagi dua, yaitu internal terdapat di dalam box kontroler dan eksternal terdapat mekanik palang perlintasan kereta api. Pada Gambar 4 dapat dilihat rancangan denah palang perlintasan kereta api otomatis.



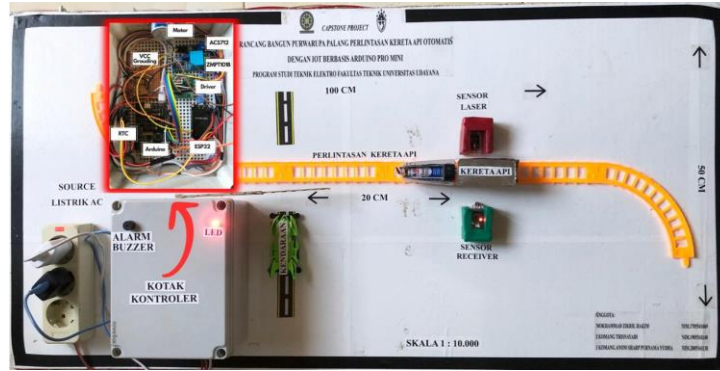
Gambar 4. Rancangan Denah Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Purwarupa Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis

Purwarupa palang perlintasan kereta api otomatis terdiri dari modul arduino pro mini, modul ESP32, sensor receiver, sensor KY – 008, sensor ACS712, Sensor ZMPT101B, motor stepper DC 5 V, driver

ULN2003, RTC, buzzer, LED merah, PCB, kereta api, rel kereta api, palang perlintasan kereta api, kendaraan, pelindung sensor, box kontroler, micro USB, Adaptor dan stop kontak. Purwarupa memiliki luas 100 cm x 50 cm dengan panjang 20 cm pada lintasan rel antara sensor receiver dan sensor KY – 008 ke palang perlintasan. Pada Gambar 5 dapat dilihat purwarupa palang perlintasan kereta api otomatis.



Gambar 5. Purwarupa Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis

4.2 Skema Jadwal Keberangkatan Kereta Api

Skema Jadwal keberangkatan kereta api untuk pengujian memiliki dua data percobaan dengan enam kali keberangkatan. Keberangkatan kereta api. Skema tersebut terdapat dua kondisi seperti status kereta api dan kondisi palang perlintasan. Kondisi dan jadwal keberangkatan kereta api pada Tabel 2.

Tabel 2. Skema Jadwal Keberangkatan
JADWAL KEBERANGKATAN KERETA API

No	Data	Menit	Keterangan	
			Kereta Api	Palang Perlintasan
1.	I	15.58	Tepat waktu	Tertutup
		16.00	Tepat waktu	Tertutup
		16.02	Tepat waktu	Tertutup
		16.04	Tepat waktu	Tertutup
		16.06	Tepat waktu	Tertutup
		16.08	Tepat waktu	Tertutup
2.	II	16.22	Tepat waktu	Tertutup
		16.24	Terlambat	Terbuka
		16.26	Tepat waktu	Tertutup
		16.28	Tepat waktu	Tertutup
		16.30	Tepat waktu	Tertutup
		16.32	Tepat waktu	Tertutup

Skema jadwal monitor kelistrikan palang perlintasan kereta api untuk pengujian memiliki dua data percobaan dengan tiga kali monitor. Monitor kelistrikan palang perlintasan kereta api setiap lima menit. Skema tersebut terdapat pengukuran seperti arus, tegangan dan daya. Pengukuran dan jadwal monitor kelistrikan tersebut pada Tabel 3.

Tabel 3. Skema Jadwal Monitor Kelistrikan

JADWAL MONITOR KELISTRIKAN PALANG PERLINTASAN KERETA API

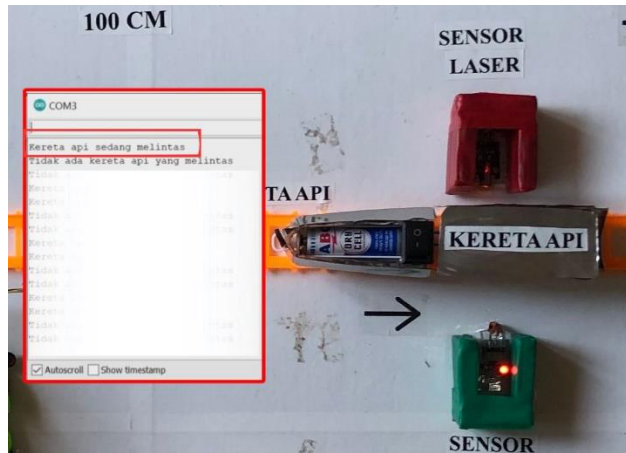
No	Data	Menit	Keterangan		
			Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1.	I	16.00	2,21	220,59	487,50
		16.10	2,19	220,84	483,63
		16.15	2,21	220,83	488,03
2.	II	16.25	2,27	221,04	501,76
		16.30	2,25	221,48	498,33
		16.35	2,29	221,27	506,70

4.3 Hasil Pengujian Purwarupa dan Pembahasan

Tahap pengujian dan pembahasan purwarupa, yaitu pengujian sensor receiver dan sensor KY – 008, pengujian motor stepper dan driver ULN2003, pengujian alarm buzzer dan LED merah, pengujian sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B, pengujian RTC, pengujian monitor dengan platform Antares dan Telegram serta pengujian palang perlintasan kereta api otomatis.

4.3.1 Hasil Pengujian Sensor Receiver dan Sensor KY - 008

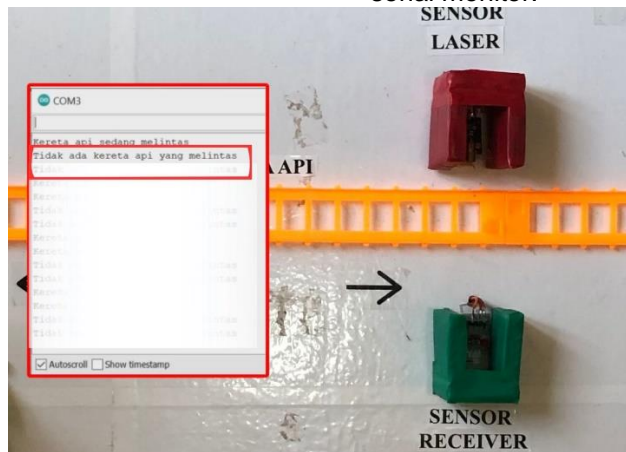
Pengujian sensor receiver dan sensor KY – 008 menggunakan serial monitor yang terhubung dengan arduino pro mini. Pada Gambar 6 dapat dilihat pengujian sensor receiver dan sensor KY – 008 yang mendeteksi kereta api dan ditampilkan pada serial monitor.



Gambar 6. Kereta Api Terdeteksi Sensor

Pengujian sensor receiver dan sensor KY – 008 yang terhubung dengan arduino pro mini dan ditampilkan pada serial monitor sebagai counter respon

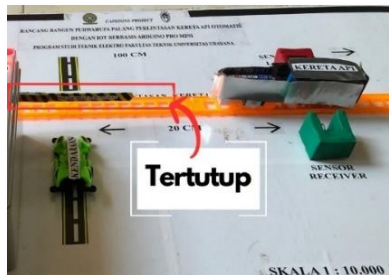
kereta api yang tidak terdeteksi setelah melewati sensor – sensor tersebut. Pada Gambar 7 dapat dilihat kereta api sensor receiver dan sensor KY – 008 tidak mendeteksi kereta api dan ditampilkan pada serial monitor.



Gambar 7. Kereta Api Tidak Terdeteksi Sensor

4.3.2 Hasil Pengujian Motor Stepper dan Driver ULN2003

Pengujian motor stepper dan driver ULN2003 menggunakan palang perlintasan kereta api yang terhubung dengan modul arduino pro mini, sensor receiver dan sensor KY – 008. Pada Gambar 8 dapat dilihat pengujian motor stepper dan driver ULN2003 yang tertutup.



Gambar 8. Palang Perlintasan Tertutup

Pengujian motor stepper dan driver ULN2003 menggunakan palang perlintasan kereta api yang terhubung dengan modul arduino pro mini, sensor receiver dan sensor KY – 008. Pada Gambar 9 dapat dilihat pengujian motor stepper dan driver ULN2003 yang terbuka.



Gambar 9. Palang Perlintasan Terbuka

4.3.3 Hasil Pengujian Alarm Buzzer dan LED merah

Pengujian buzzer dan LED merah di mana kereta api terdeteksi sensor *receiver* dan sensor KY – 008 terhubung dengan modul arduino pro mini. Pada Gambar 10 dapat dilihat pengujian alarm buzzer dan LED merah hidup.



Gambar 10. Buzzer dan LED hidup

Pengujian buzzer dan LED merah di mana kereta api terdeteksi sensor *receiver* dan sensor KY – 008 terhubung dengan modul arduino pro mini. Pada Gambar 11

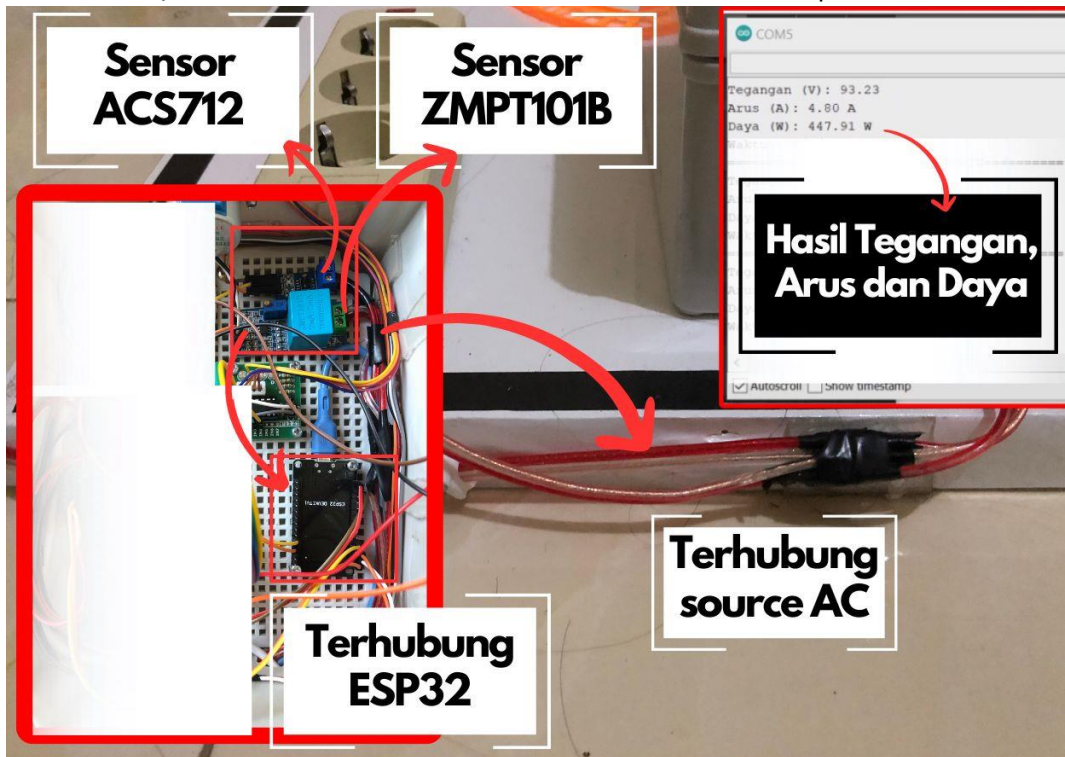
dapat dilihat pengujian alarm buzzer dan LED merah mati.



Gambar 11. Buzzer dan LED mati

4.3.4 Hasil Pengujian Sensor ACS712 dan Sensor ZMPT101B

Pengujian sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B untuk mengukur arus, tegangan dan daya. Daya didapatkan menggunakan rumus perkalian antara arus dan tegangan. Pada Gambar 12 dapat dilihat pengujian sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B pada serial monitor.



Gambar 12. Pengukuran Kelistrikan

4.3.5 Hasil Pengujian RTC

Pengujian RTC digunakan untuk memberikan waktu pada sistem monitor. RTC terhubung dengan modul

ESP32 yang digunakan untuk mengirim data ke *platform* Antares dan Telegram. Pada Gambar 13 dapat dilihat pengujian RTC pada serial monitor.

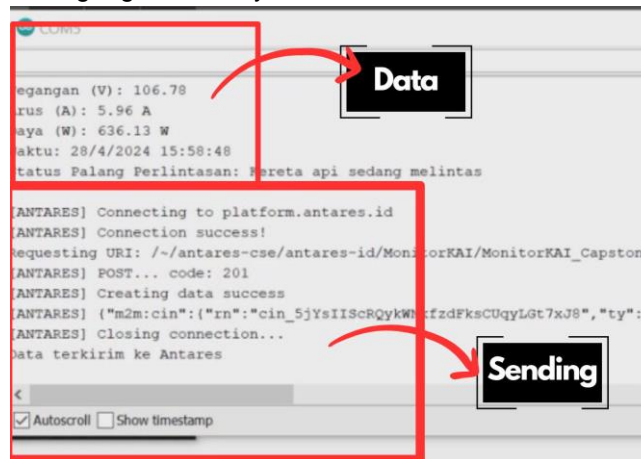


Gambar 13. Pengujian RTC

4.3.6 Hasil Pengujian Monitor dengan Platform Antares dan Telegram

Pengujian monitor status palang perlintasan kereta api dan kelistrikan purwarupa seperti arus, tegangan dan daya

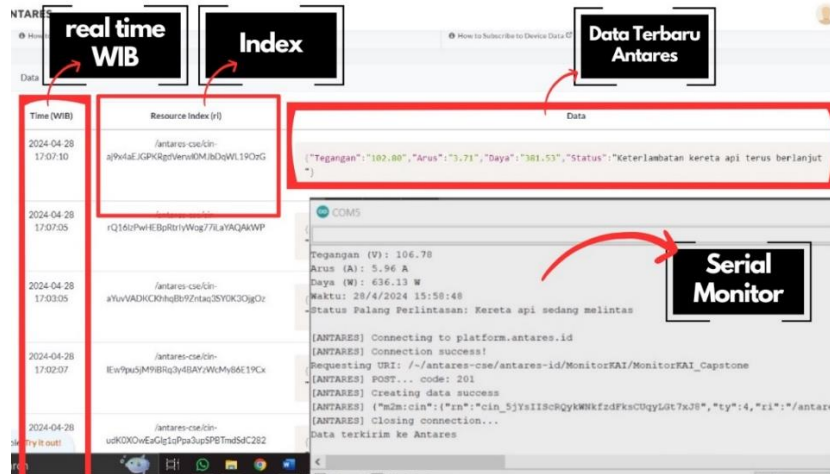
dilakukan di serial monitor sebelum dikirimkan menuju platform Antares dan Telegram. Pada Gambar 14 dapat dilihat pengujian monitor di serial monitor berupa data dan status *sending* LoRaWAN.



Gambar 14. Serial Monitor

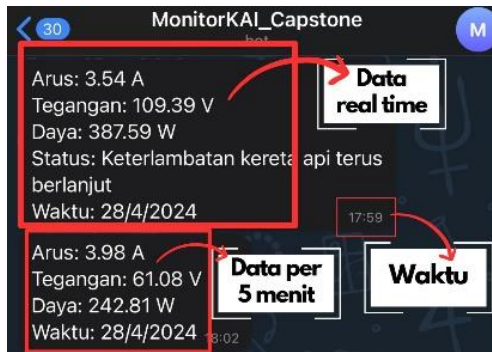
Pengujian monitor platform Antares akan diterima setelah data berhasil dikirimkan oleh modul ESP32 dengan menampilkan waktu, indeks data dan status

monitor seperti arus, tegangan, daya dan status palang perlintasan kereta api. Pada Gambar 15 dapat dilihat pengujian monitor pada platform Antares.



Gambar 15. Platform Antares

Pengujian monitor Telegram akan diterima setelah data berhasil dikirimkan oleh modul ESP32 dengan menampilkan waktu dan status monitor seperti arus, tegangan, daya dan status palang perlintasan kereta api. Pada Gambar 16 dapat dilihat pengujian monitor pada Telegram.



Gambar 16. Telegram

Tabel 4. Hasil Pengujian Data I

HASIL PENGUJIAN DATA I TANPA KETERLAMBATAN					
No	Data yang Diperoleh			Hasil Alat Ukur	Relative Error (%)
	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Daya (W)	
1.	2,33	219,59	511,64	493,92	3,46
2.	2,27	219,14	497,44	468,48	5,82
3.	2,16	218,73	472,45	456,58	3,35
4.	2,21	218,83	483,61	468,03	3,22
5.	2,43	218,45	531,48	495,72	6,72
6.	2,19	218,22	477,90	468,65	1,93

4.3.7 Hasil Pengujian Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis

Pengujian palang perlintasan kereta api otomatis terdapat dua data dengan setiap data memiliki enam kali percobaan sekitar 2 menit per percobaan. Percobaan mendapatkan data hasil pengukuran arus, tegangan, perkalian daya secara otomatis dan perkalian daya secara manual serta *relative error* pengukuran daya secara otomatis dan manual.

Pengujian Data I tidak terdapat keterlambatan kereta api. Hasil Pengujian Data I berupa arus, tegangan dan daya terdapat pada Tabel 4.

Pengujian Data II terdapat satu kali keterlambatan kereta api. Hasil Pengujian Data II berupa arus, tegangan dan daya terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Data II

HASIL PENGUJIAN DATA II TERJADI KETERLAMBATAN DALAM SATU KALI KEBERANGKATAN KERETA API					
No	Data yang Diperoleh			Hasil Alat Ukur	Relative Error (%)
	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Daya (W)	
1.	2,11	218,34	460,69	442,13	4,02
2.	2,17	222,01	481,76	470,97	2,23

3.	2,25	219,12	493,02	488,48	0,92
4.	2,28	217,89	503,92	496,72	1,42
5.	2,33	218,21	517,63	508,42	1,77
6.	2,29	218,05	499,23	494,88	0,89

4.3.8 Hasil Pengujian Monitor Kelistrikan Purwarupa

Pengujian monitor palang palang perlintasan kereta api otomatis terdapat dua data dengan setiap data memiliki tiga kali percobaan. Hasil Pengujian Data I berupa arus, tegangan, daya dan *relative error* terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Monitor Data I

HASIL PENGUJIAN DATA I MONITOR KELISTRIKAN DATA I SETIAP LIMA MENIT SEKALI SELAMA 15 MENIT					
No	Data yang Diperoleh			Hasil Alat Ukur	Relative Error (%)
	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Daya (W)	
1.	2,21	220,59	487,50	480,77	1,38
2.	2,19	220,84	483,63	476,94	1,38
3.	2,21	220,83	488,03	483,46	0,93

Pengujian Data II memiliki tiga kali percobaan setiap lima menit per percobaan. Hasil Pengujian Data II berupa arus, tegangan dan daya terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Monitor Data II

HASIL PENGUJIAN DATA II MONITOR KELISTRIKAN DATA II SETIAP LIMA MENIT SEKALI SELAMA 15 MENIT					
No	Data yang Diperoleh			Hasil Alat Ukur	Relative Error (%)
	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Daya (W)	
1.	2,27	221,04	501,76	492,74	1,79
2.	2,25	221,48	498,33	489,36	1,80
3.	2,29	221,27		497,81	1,75

			506,70		
--	--	--	--------	--	--

4.3.9 Biaya Penggunaan Listrik AC

Penggunaan listrik AC 220 Volt pada rancang bangun purwarupa palang perlintasan kereta api otomatis dengan *Internet of Things* berbasis arduino pro mini. Pengujian penggunaan listrik dan biaya yang dibutuhkan untuk sistem tersebut memperhitungkan beberapa variabel seperti waktu penggunaan selama satu hari atau 24 jam, penggunaan daya listrik setiap palang perlintasan bekerja dan permisalan biaya Rp.1.500,00/kWh. Pengujian purwarupa dengan jadwal keberangkatan di jalan Imam Bonjol, Blitar, Jawa Timur terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Listrik AC

HASIL PENGUJIAN PURWARUPA PENGUNAAN LISTRIK AC SELAMA 1 HARI					
No	Platform	Data yang Diperoleh			
		Waktu (WIB)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1.	Antares	01.47	2,24	220,81	494,61
2.	Antares	02.12	2,28	219,34	500,09
3.	Antares	04.47	2,36	217,83	514,07
4.	Antares	05.26	2,47	217,41	537,00
5.	Antares	06.02	2,53	219,69	555,81
6.	Antares	07.27	2,36	219,13	517,14
7.	Antares	08.15	2,51	219,54	551,04
8.	Antares	09.31	2,59	218,97	567,13
9.	Antares	10.06	2,62	218,57	572,65
10.	Antares	10.22	2,49	219,30	546,05
11.	Antares	12.18	2,47	219,85	543,02
12.	Antares	13.27	2,50	218,73	546,82
13.	Antares	13.52	2,56	217,62	557,10
14.	Antares	15.07	2,58	218,11	562,72
15.	Antares	16.39	2,63	218,55	574,78
16.	Antares	16.57	2,62	219,14	574,14
17.	Antares	17.39	2,53	219,71	555,86
18.	Antares	17.47	2,49	219,07	545,48
19.	Antares	19.11	2,53	218,56	552,95
20.	Antares	20.07	2,54	219,46	557,42
21.	Antares	21.45	2,57	218,82	562,36
22.	Antares	22.42	2,61	217,87	568,64
Rata - Rata Daya (W)					559,22

Diketahui:

$$E_{\text{melintas}} = 0,018054 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{tidak melintas}} = 11,864553 \text{ kWh}$$

Penggunaan energi listrik selama 24 jam sesuai Tabel 6:

$$Et = Pm \times Ptm$$

$$Et = 0,018054 \text{ kWh} \times 11,864553$$

$$Et = 11,872607 \text{ kWh}$$

Biaya yang dibutuhkan dalam penggunaan purwarupa dalam 24 jam sesuai Tabel 6 dengan misalkan Rp.1.500,00/kWh:

Biaya penggunaan listrik AC selama 1 hari pada purwarupa:

$$Biaya = Et \times \text{Rp. } 1.500,00/kWh$$

$$Biaya = 11,87 kWh \times \text{Rp. } 1.500,00$$

$$Biaya = \text{Rp. } 17.805,00$$

5. KESIMPULAN

Penelitian ini memperoleh beberapa kesimpulan seperti:

1. Telah berhasil dirancang dan diimplementasikan Purwarupa Palang Perlintasan Kereta Api Otomatis dengan IoT Berbasis Arduino Pro Mini berhasil diimplentasikan dengan modul dan komponen pendukungnya.
2. Telah berhasil dirancang dan dibangun perangkat lunak palang perlintasan kereta api otomatis dengan IoT berbasis arduino pro mini berhasil digunakan untuk arduino pro mini dan ESP32 dengan aplikasi dan komponen pendukungnya.
3. Telah diketahui unjuk kerja palang perlintasan kereta api berbasis arduino pro mini dan ESP32 dilengkapi dengan IoT berhasil diperoleh.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prawiyogi, A. G., & Anwar, A. S. 2023. Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review. *Jurnal Mentari: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187-197.
- [2] Dhiya'ulhaq, M. N. R. 2021. Perbandingan Alat Monitoring *Greenhouse* Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Lora dan Mqtt. *Doctoral dissertation*, Univeristas Komputer Indonesia, 5 - 6.
- [3] Banzi, M., & Shiloh, M. 2014. *Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform*. USA: *Maker Media, Inc.*
- [4] Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. 2020. Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73-79.
- [5] Harjanto, S. 2018. Simulasi Pengereman *Emergency* pada Kereta Api Melewati Sinyal Berindikasi Berhenti Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Tekno*, 15(2), 43-52.
- [6] Hartanto, O., & Haryanti, M. 2021. Sistem Pemantau Rumah Jarak jauh dengan Komunikasi *Wireless*. *Jurnal Teknologi Industri*, 7.
- [7] Taif, M., Abbas, M. Y. H., & Jamil, M. 2019. Penggunaan Sensor ACS712 dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler dan Modul Gsm/Gprs *Shield*. *Prottek J. Ilm. Tek. Elektro*, 6(1), 43.
- [8] Abidin, Z., & Baha, M. 2017. Monitoring dan Proteksi Tegangan Panel 3 Fase dengan Menggunakan Sensor Tegangan ZMPT101B. *Journal Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro ISSN*, 2502, 0986.
- [9] Rahardjo, P. 2021. Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (*Real - Time Clock*) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali. *Jurnal Spektrum*, 8(1), 144 - 145.
- [10] Saefullah, A., Fakhturrohman, M., Oktarisa, Y., Arsy, R. D., Rosdiana, H., Gustiono, V., & Indriyanto, S. 2018. Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Ohm Untuk Memfasilitasi Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi (*Higher Order Thinking Skills*). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 4(2), 83.
- [11] Dzulfiqar, Z. M. 2018. Perencanaan Model Hubungan Waktu Penutupan Perlintasan Sebidang dengan Panjang Antrian Kendaraan, Panjang Kereta dan Kecepatan Kereta di Kota Blitar. *Doctoral Dissertation*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 45 - 46.
- [12] Amali, L. M. K., Mohamad, Y., Tolago, A. I., Elysiantobuo, N., & Dako, A. Y. 2024. Analisis Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Metode Intensitas Konsumsi Energi. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 103-107.