

## Rancang Bangun Lux Meter *Real Time* Berbasis *Internet of Things*

Indrawata Wardhana<sup>1\*</sup>, Vandri Ahmad Isnaini<sup>2</sup>, Rahmi Putri Wirman<sup>2</sup>, Novitasari<sup>2</sup>, Ogie Indra Gunawan<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Sistem Informasi, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, Jambi, Indonesia.

<sup>2)</sup> Jurusan Fisika, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, Jambi, Indonesia

Email korespondensi: indrawataw@uinjambi.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v19i1.9428>

Submitted: 01 November 2020; Accepted: 23 Februari 2022

**ABSTRAK-** Data intensitas cahaya matahari sangat penting untuk Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa. Proyek ini mengembangkan sistem pengamatan intensitas sinar matahari secara real-time menggunakan Internet of Things (IoT), memungkinkan data dapat diakses dengan mudah dari lokasi mana pun. Peralatan ini dibuat menggunakan mikrokontroler NodeMCU dan modul LDR yang dikalibrasi dengan Luxmeter Lx-103. Data ditransmisikan melalui protokol Message Queuing Telemetry Transport, yang menyediakan protokol Quality of Service 1. Uji coba berlangsung di luar ruangan selama 12 jam. Diperoleh data penelitian bahwa regresi linier LDR:  $y = (-128,14 \cdot VADC) + 18.621,42$  dan  $R^2 = 0,9693$  dengan intensitas cahaya matahari maksimum sebesar 21.451,9 Lux pada jam 9.00 pagi dan kisaran intensitas cahaya rata-rata antara 13.659,26 hingga 20.964,86 Lux Di tengah hari. NodeMCU memproses data LDR dan kemudian menampilkannya di LCD dengan penundaan satu detik. Data diberikan ke server mqtt pada frekuensi 60 detik, dan data terbaru dicatat dalam database SQLite.

**KATA KUNCI:** intensitas cahaya; Internet of Things; Luxmeter; NodeMCU

**ABSTRACT-** Sunlight data intensity is critical for Indonesia, which is positioned on the equator's line. This project develops a real-time sunshine intensity observation system using the Internet of Things (IoT), allowing data to be easily accessed from any location. This utility was created using a microcontroller NodeMCU and an LDR module calibrated with a Luxmeter Lx-103. Data is transmitted via the Message Queuing Telemetry Transport protocol, which provides a protocol Quality of Service 1. The trial lasted 12 hours outside. Obtaining research data that linear regression LDR:  $y = (-128.14 \cdot VADC) + 18,621.42$  and  $R^2 = 0.9693$  with maximum sunlight intensity counted at 21,451.9 Lux at 9 AM and an average range of light intensity between 13659.26 and 20964.86 Lux in the middle of the day. NodeMCU processed the LDR data and then displayed it on the LCD with a one-second delay. Data was provided to the mqtt server at a 60-second frequency, and the most recent steps were recorded in the SQLite database.

**KEYWORDS:** Internet of Things; light intensity; Luxmeter; NodeMCU.

### PENDAHULUAN

Indonesia terletak di wilayah khatulistiwa yang mendapatkan intensitas cahaya matahari maksimum dan penyinaran antara 10-12 jam dalam sehari selama 12 bulan (Widodo *et al.* 2010, Yosephin *et al.* 2014). Cahaya matahari dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif selain energi fosil dengan nilai intensitas cahaya matahari rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari di seluruh wilayah Indonesia (Rahardjo and Fitriana 2005).

Menurut Cahyono *et al* (2019) LDR dapat digunakan sebagai sensor intensitas cahaya, dimana sensitivitas 0,0082 mV/lux serta tingkat presisi sebesar 92,58 persen. Sedangkan menurut Pamungkas *et al* (2015) dengan menggunakan sensor BH1750, alat ukur intensitas cahaya tersebut memiliki keakuratan minimal 92%. Dengan menggunakan sensor Lux meter EL7900, Wibawa & Putra (2018) berhasil membuat alat yang sensitivitas yang mendekati hasil lux

meter standar (Hioki 3422) dengan nilai kesalahan 0,49%. berbeda dengan penelitian Fakhri (2017) didapatkan nilai kesalahan 4,24% dari lux meter standar.

Penelitian tentang pembuatan alat pendeteksi intensitas cahaya matahari menggunakan mikrokontroler arduino telah dilakukan oleh Widiyanto (2018) menggunakan LDR sebagai penentu tingkat intensitas cahaya saat hujan tiba untuk menghidupkan lampu mobil secara otomatis. Berbeda dengan Rahmadiansyah *et al* (2017) yang mengirimkan data intensitas cahaya melalui dua buah arduino dengan modul RF 433Mhz dan Saefullah *et al* (2019) yang menggunakan modul *bluetooth* ke perangkat android untuk pemantauan gerak robot dan Vandri *et al* (2015) yang menggunakan arduino sebagai alat pengukuran *real time* untuk polusi udara.

Internet of Things (IoT) memiliki kemampuan layanan tingkat tinggi yang menghubungkan antara benda fisik dan maya melalui jaringan internet (Patel *et al.* 2016). MQTT merupakan protokol jaringan yang sering digunakan dalam IoT selain protokol HTTP. Salah satu kelebihan dari protokol ini adalah metode *pushing* beberapa pesan dari server ke perangkat mobile (Luzuriaga *et al.* 2016). Kodali & Mahesh (2016) berhasil merancang alat ukur *real time* intensitas cahaya menggunakan protokol MQTT QoS 0 dengan *broker* adafruit.io, berbeda dengan Petru & Vysock (2020) yang menggunakan protokol MQTT QoS 1 untuk mengontrol lampu merah yang membagi perintah berdasarkan subtopik.

Penelitian ini merancang sistem pengamatan intensitas cahaya menggunakan perangkat mikrokontroller NodeMCU yang hemat biaya dan komponen banyak tersedia di pasar, selain itu memiliki banyak keunggulan seperti hemat energi (Findawati *et al.* 2020) dan dapat bekerja dalam *sleep mode* (Kodali and Gorantla 2018, Reserved 2018). Pengambilan data menggunakan sensor LDR, diproses untuk mendapatkan persamaan

regresi linier dari perbandingan lux meter Lutron Lx-103. Intensitas cahaya dikirim melalui protokol Quality of Service (QoS) 1 ke server mqtt shiftr.io dan kemudian menggunakan bahasa nodejs disimpan kedalam database SQLite. Menurut Ouarnoughi *et al* (2013), SQLite memiliki performa CRUD yang baik untuk *lightweight* database.

## METODE PENELITIAN

Penelitian rancang bangun Lux meter *real time* dilakukan di Laboratorium Fisika MIPA Universitas Islam Negeri Sultan Thaha Saifuddin Jambi. Perancangan ini terdiri dari perangkat keras dan lunak yang memonitor intensitas cahaya matahari dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU sebagai prosesor, sensor LDR, analisa data, pengiriman data melalui protokol MQTT QoS 1 dan kemudian disimpan di dalam *lightweight* database SQLite.

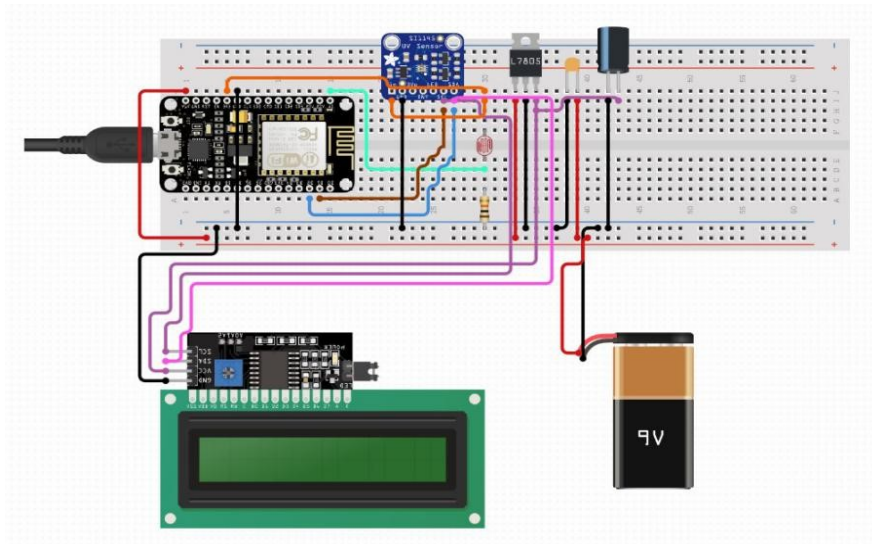
## Desain Sirkuit.

Sirkuit yang disusun ditunjukkan pada Gambar 1. Bahan yang digunakan yakni mikrokontroler NodeMCU Lua, baterai 9 volt, IC 7805, kabel micro USB, LDR, LCD 16x2 I2C, kapasitor, resistor, kabel jumper.

Sensor LDR digunakan sebagai penerima sumber cahaya, ketika cahaya diterima oleh sensor maka akan terjadi penurunan voltase ADC. Input Analog Arduino menggunakan 10-bit ADC, dimana  $2^{10}$  setara dengan 1.024. Untuk mendapatkan voltase maka digunakan Persamaan 1.

$$\frac{\text{Resolusi ADC}}{\text{Sistem Voltase}} = \frac{\text{Pembacaan ADC}}{\text{Analog Voltase Ukur}} \quad (1)$$

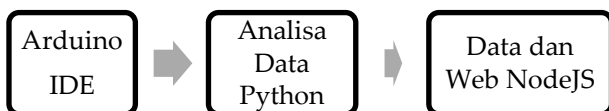
LED 16x2 I2C menampilkan voltase pengukuran cahaya dalam bentuk voltase ukur. Baterai 9V diturunkan menjadi 5V menggunakan IC 7805, hal ini disebabkan NodeMCU power supply menggunakan Voltase 5 V.



Gambar 1. Skema alat Lux meter pada papan *projectboard*.

### Pemrograman dan Internet of Things

Bahasa pemrograman yang digunakan meliputi pemrograman NodeMCU (Arduino), Analisa data menggunakan bahasa Python, penyimpanan data dan penampil data menggunakan bahasa nodejs. Berikut tahapan pemrograman pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram pemrograman

### Analisa Data

Data yang didapatkan dari pengukuran diolah menggunakan teknik regresi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, untuk mendapatkan persamaan  $y = mx + c$  dimana  $y$  merupakan nilai intensitas cahaya dan  $x$  nilai voltase. Data kemudian diolah dengan menggunakan bahasa python dengan konsep *exploratory data analysis*, diolah untuk mendapatkan grafik *boxplot* dan *jointplot*.

### Penyimpanan dan Pengolahan Data

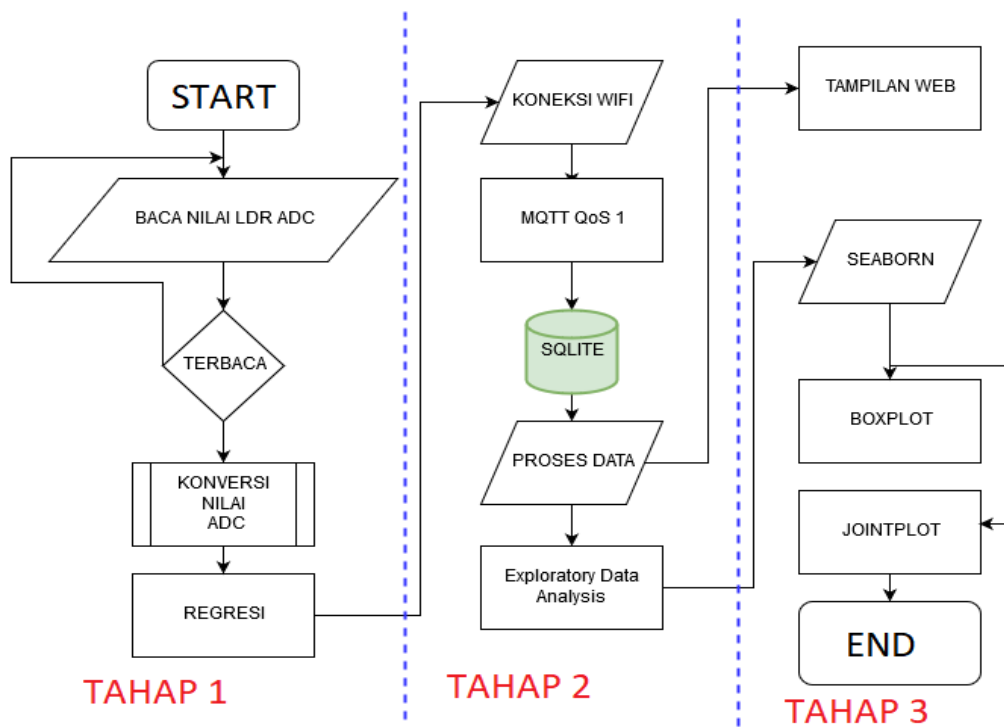
NodeMCU dilengkapi modul WiFi sehingga akses internet menggunakan bandwidth 2.4 MHz. MQTT Broker shiftr.io digunakan untuk mengirim dan menerima. Protokol MQTT Quality of Service level 1 port 1883 digunakan sebagai metode pengiriman seperti yang ditampilkan pada Gambar 3 tahap 2. Data dari NodeMCU dikirim dengan

interval 60 detik melalui mqtt server shiftr.io. Data yang dikirim kemudian ditangkap untuk di simpan kedalam database sqlite menggunakan bahasa pemograman nodejs. Data yang telah di proses kemudian di tampilkan dalam bentuk web menggunakan bahasa nodejs, html dan css.

### HASIL DAN PEMBAHASAN Perancangan Peralatan IoT

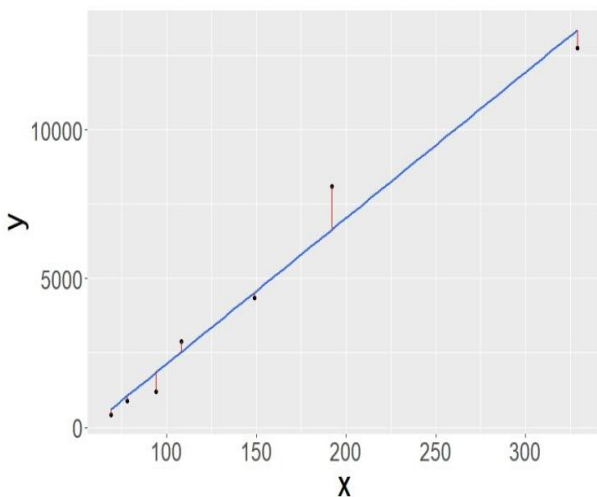
Rangkaian pada Gambar 1 telah di isi dengan kode pemograman Arduino. Pengujian pembacaan voltase ADC LDR dilakukan dengan memberikan sumber cahaya dengan intensitas tetap dengan mengubah jarak sensor sehingga di dapatkan perubahan voltase ADC yang diterima. Uji dilakukan juga pada Luxmeter Lutron untuk mendapatkan perbandingan nilai intensitas cahaya. Dari Gambar 4 tampak adanya hubungan antara nilai voltase ADC LDR dengan nilai intensitas cahaya Lux meter Lutron. Nilai  $p = 3,58e^{-05}$  dimana  $p < 0,05$  berarti *predictor* voltase ADC dengan nilai intensitas memiliki signifikasi.

Nilai  $R^2 = 0.9693$  dengan nilai korelasi  $y$  dan  $x = 0.9871$ , dengan demikian nilai  $R^2$  yang mendekati nilai 1 menandakan bahwa model cocok dengan data. Nilai persamaan regresi linier intensitas  $y = (-128,14 * V_{ADC}) + 18.621,42$ . Hasil yang diberikan oleh modul sensor cukup akurat, hanya pada pengamatan ke 6 terjadi perbedaan yang cukup signifikan.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Data

Namun secara umum pengukuran menggunakan modul sensor LDR memberikan hasil yang mendekati pengukuran intensitas cahaya oleh Lux meter Lutron.



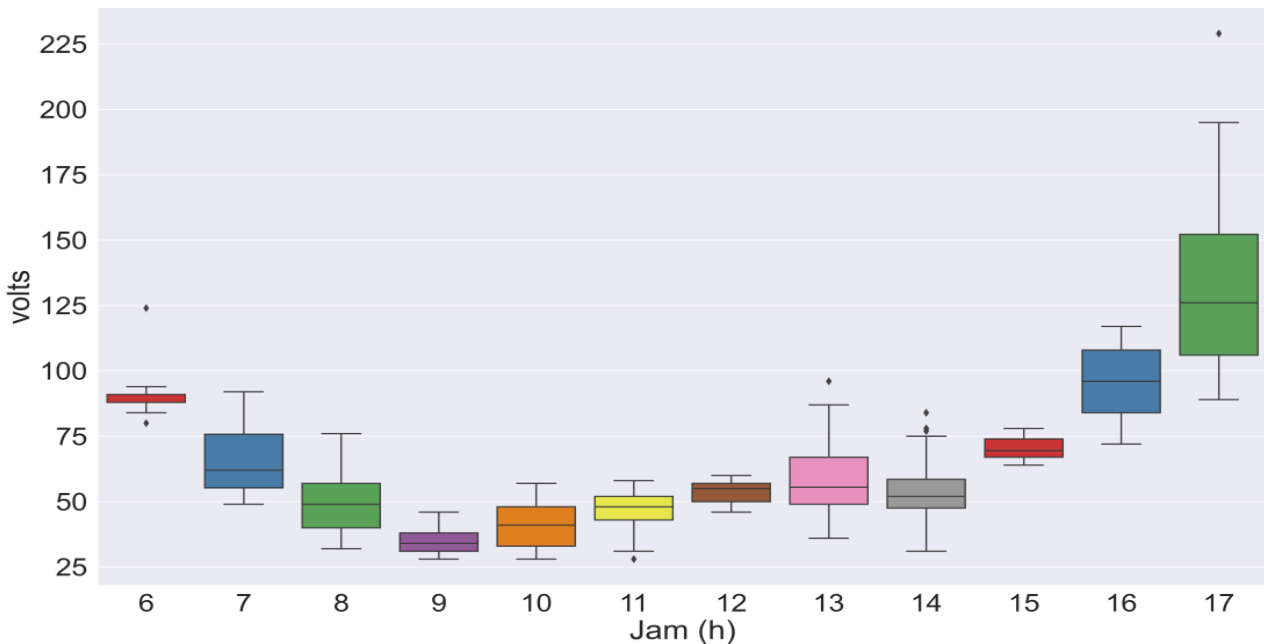
Gambar 4. Hubungan voltase ADC (x) dengan intensitas cahaya (y).

Rangkaian alat yang telah diuji kemudian dimasukkan kedalam kotak dan hanya sensor LDR ditempatkan diluar kotak. Proses ini dilakukan untuk mencegah panas udara berlebih didalam kotak pada saat pengukuran diluar ruangan akibat dari cahaya matahari yang diserap oleh warna

hitam kotak. Kotak berwarna hitam juga mencegah adanya pantulan kearah sensor, sehingga cahaya yang diterima langsung dari matahari. Maka pada bagian atas kotak, diberikan sirkulasi udara berupa 5 goresan lobang sebesar 1-2 mm sepanjang kotak. Pada penelitian ini tidak diberikan motor servo, karena dianggap bahwa cahaya matahari diterima langsung dari atas.

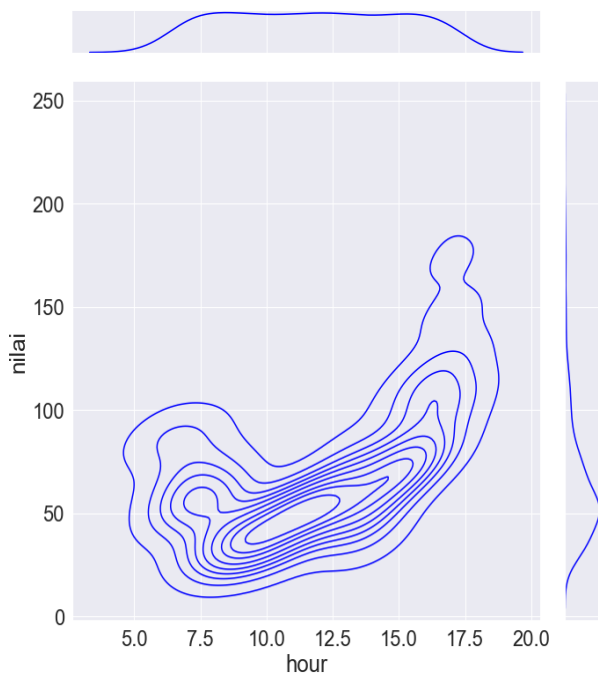
#### Pembacaan Intensitas Cahaya.

Alat yang telah dirancang kemudian di uji coba pada daerah terbuka sekitar 12 jam. Di sekitar alat tidak terdapat pohon, bangunan ataupun benda yang berpotensi menutupi sinar matahari. Pada saat pengujian terjadi perubahan cuaca yakni berawan pada pukul 10.00 hingga 14.00 WIB. Tampak pada Gambar 5 bahwa terjadi kenaikan intensitas cahaya dari pukul 7.00 dan tertinggi di pukul 9.00. Dengan quartile 1-3 sangat dekat, sehingga rata-rata intensitas berada dikisaran angka 20.964,86 Lux. Dikarenakan berawan, maka intensitas cahaya matahari pada pukul 11.00-14.00 memiliki nilai median yang mirip. Namun setelah pukul 15.00 terjadi penurunan tajam intensitas cahaya, dengan rata-rata diangka 2.603,92 Lux.



Gambar 5. Grafik boxplot intensitas cahaya per jam.

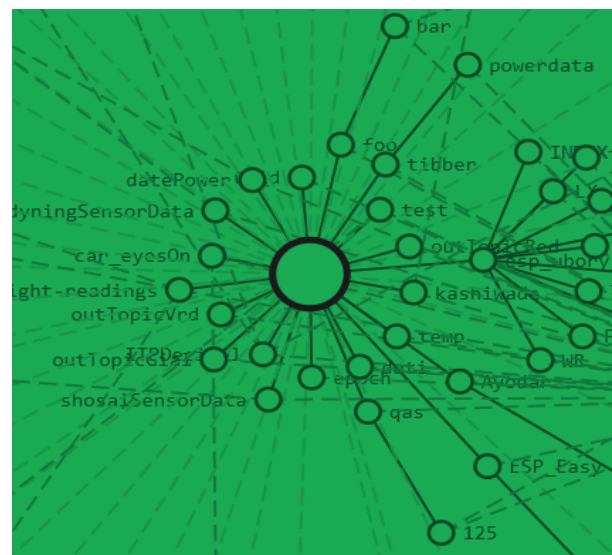
Tampak pada Gambar 6, intensitas cahaya berada di nilai tertinggi pada pukul 8.00-15.00 WIB dengan titik intensitas cahaya berkisar 13.659,26 hingga 20.964,86 Lux. Sensor mampu mendeteksi secara cepat dan detail perubahan intensitas cahaya tanpa adanya *blank spot* untuk waktu tertentu. Intensitas tertinggi berada pada pukul 9.00 dengan nilai sebesar 21.451,9 Lux dan intensitas terendah pada pukul 17.00 yakni sebesar -6.365,88 Lux.



Gambar 6. Grafik jointplot hubungan antara intensitas cahaya per jam.

**Pengiriman Data dan Penyimpanan.**

Data yang dikirimkan melalui protokol MQTT QoS 1 melalui jaringan WiFi. WiFi tersebut terhubung dengan jaringan internet. Pengiriman dilakukan 1 kali per data hingga menunggu respon *acknowledgement*. Jika tidak ada respon, maka data akan dikirim kembali. Data tersebut diterima di server mqtt shiftr.io. Tampak pada Gambar 7, koneksi terjadi dua arah yakni data yang dikirim dari nodemcu dan data yang diterima di tingkat database. Pengiriman dalam bentuk data *non secure* untuk mengurangi aktivitas *bandwidth* atau dapat bekerja di jaringan yang kecil akses internetnya.



Gambar 7. Server Shiftr.io menerima paket data.

Pada tingkat server, aplikasi berbasis nodejs mengolah data tersebut sehingga disimpan pada database sqlite. Data diterima dalam bentuk paket seperti tampak pada Tabel 1. Tampak bahwa data diterima dan disimpan di database dalam interval 60 detik. Data dikirim dalam topik Trans01 dan subtopik cahaya. Dari data tabel, tampak bahwa tidak ada delay berarti antara

pengiriman data dengan data yang diterima pada tingkat server. Jaringan internet dalam kondisi baik, sehingga dapat dikatakan bahwa besar pengiriman paket data yang kecil QoS 1 tidak mempengaruhi kecepatan penerimaan di tingkat *broker* mqtt dan server database.

**Tabel 1. Data LDR dalam database *sqlite*.**

No	Tanggal dan Waktu	Topic	Lux
1	09:08:2020 6:48:00	Trans01/cahaya	8.370,22
2	09:08:2020 6:49:00	Trans01/cahaya	5.379,58
3	09:08:2020 6:50:00	Trans01/cahaya	-1.926,02
4	09:08:2020 6:51:00	Trans01/cahaya	6.597,18
5	09:08:2020 6:52:00	Trans01/cahaya	6.597,18

## KESIMPULAN

Perancangan mikrokontroler NodeMCU berbasis *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dibuat. Intensitas cahaya dalam satuan Lux telah didapatkan menggunakan pendekatan persamaan regresi antara data pengukuran VADC LDR dengan hasil pengukuran Lux meter LX-103. Persamaan regresi intensitas cahaya yang didapatkan adalah  $y = (-128,14 * VADC) + 18.621,42$ . Pengujian sensor didapatkan bahwa intensitas cahaya matahari tertinggi berada pada pukul 8.00-15.00 WIB. Pengiriman data menggunakan protokol MQTT QoS 1 tidak mengalami perbedaan signifikan waktu terima dan waktu kirim. Data tersebut dapat diakses secara langsung ke database SQLite. Dalam artikel ini tidak membahas tentang API database ke website.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan apresiasi sebesar-besarnya kepada Laboratorium MIPA UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi yang telah memberikan fasilitas tempat dan kemudahan untuk melakukan riset.

## DAFTAR PUSTAKA

Cahyono, B.E., Utami, I.D., and Lestari, N.P., 2019. Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat

Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 7 (2), 179–186.

- Fakhri, I., 2017. *Alat Ukur Tingkat Intensitas Cahaya di dalam Ruangan dengan menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino Uno R-3*. Sumatera Utara.
- Findawati, Y., Idris, A., Suprianto, Rachmawati, Y., and Suprayitno, E.A., 2020. IoT-Based Smart Home Controller Using NodeMCU Lua V3 Microcontroller and Telegram Chat Application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 874 (1), 012009.
- Isnadi, V.A., Wardhana, I., and Wirman, R.P., 2015. Index Yang Terintegrasi Dengan Pengukuran Faktor-Faktor Cuaca Secara Real Time. *Jurnal Ilm Fisika Jurusan Fisika UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi*, 7 (2), 63–68.
- Kodali, R.K. and Gorantla, V.S.K., 2018. RESTful Motion Detection and Notification using IoT. In: *2018 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*. IEEE, 1–5.
- Kodali, R.K. and Mahesh, K.S., 2016. A low cost implementation of MQTT using ESP8266. In: *2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*. IEEE, 404–408.

- Luzuriaga, J.E., Perez, M., Boronat, P., Cano, J.C., Calafate, C., and Manzoni, P., 2016. Improving MQTT Data Delivery in Mobile Scenarios: Results from a Realistic Testbed. *Mobile Information Systems*, 2016, 1–11.
- Ouarnoughi, H., Boukhobza, J., Olivier, P., Plassart, L., and Bellatreche, L., 2013. Performance analysis and modeling of SQLite embedded databases on flash file systems. *Design Automation for Embedded Systems*, 17 (3–4), 507–542.
- PAMUNGKAS, M., HAFIDDUDIN, H., and ROHMAH, Y.S., 2015. Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 3 (2), 120.
- Patel, K.K., Patel, S.M., and Scholar, P.G., 2016. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6 (5), 1–10.
- Petru, M. and Vysock, J., 2020. Proposal and implementation of probe for Sigfox technology. In: *Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application – AETA*. Switzerland: Switzerland: Springer, 844–849.
- Rahardjo, I. and Fitriana, I., 2005. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Indonesia. *Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara Skala Kecil, PLTN, dan Energi Terbarukan, P3TKKE, BPPT, Januari*, 43–52.
- Rahmadiansyah, A., Orlanda, E., Wijaya, M., Nugroho, H.W., and Firmansyah, R., 2017. Perancangan Sistem Telemetri Untuk Mengukur Intensitas Cahaya Berbasis Sensor Light Dependent Resistor Dan Arduino Uno. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 1 (1), 15–21.
- Reserved, R., 2018. *ESP12-F datasheet*.
- Saefullah, A., Kilapong, E., Warsito, A.B., and Samanta, H., 2019. Pendataan Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya Menggunakan Robot Line Follower ATmega 328. *Seminar Nasional Aptikom (Semnastik) 2019*, 0 (0), 449–460.
- Wibawa, I.M.S. and Putra, I.K., 2018. Perancangan dan Pembuatan Lux Meter Digital Berbasis Sensor Cahaya EL7900. *Jurnal Ilmu Komputer*, 11 (1), 45.
- Widianto, M.H., 2018. Pengaplikasian Sensor Hujan dan LDR untuk Lampu Mobil Otomatis Berbasis Arduino Uno. *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmputeR)*, 1 (2), 79.
- Widodo, D.A., Suryono, and Tatyantoro, A., 2010. Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Elektro*, 2 (2), 133–138.
- Yosephin, B., Khomsan, A., Briawan, D., and Rimbawan, R., 2014. Peranan Ultraviolet B Sinar Matahari terhadap Status Vitamin D dan Tekanan Darah pada Wanita Usia Subur. *Kesmas: National Public Health Journal*, 256.