

## ALAT MONITORING PERTANIAN PADI DENGAN SISTEM *LOW POWER* GUNA MENUNJANG EFISIENSI BATERAI

Stanislaus Glorius Vigo Angeswara<sup>1</sup>, Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D.<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>stanislausigo9@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>agungsetiabudi@ub.ac.id

### Abstrak

Saat ini perubahan iklim cukup parah sangat mempengaruhi kondisi pertanian terutama pada tanaman padi yang menjadi komoditas utama di Indonesia. Ditambah lagi saat ini Indonesia masih melakukan impor beras dari luar negeri. Hal ini sangat berbanding terbalik dengan kondisi masyarakat di Indonesia yang semuanya menjadikan nasi sebagai makanan utama. Selain itu, pada lahan pertanian di Indonesia sendiri belum semuanya memiliki akses terhadap listrik. Oleh karena itu, penggunaan teknologi yang hemat energi untuk memantau kondisi pertanian padi akan sangat dibutuhkan. Alat *Monitoring Pertanian Padi* dengan Sistem *Low Power* merupakan inovasi penting dalam mengoptimalkan efisiensi penggunaan baterai dalam konteks pertanian modern. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat yang memungkinkan pemantauan terhadap kondisi pertumbuhan padi dengan konsumsi daya yang rendah. Sistem ini didesain untuk memantau kelembaban tanah dan suhu lingkungan. Metode yang digunakan untuk sistem ini adalah *light sleep mode* dengan melibatkan integrasi sensor-sensor serta penggunaan teknologi *low power* yang mengoptimalkan penggunaan energi. Data yang dikumpulkan oleh alat ini akan dikirim secara online, memberikan petani akses real-time terhadap kondisi tanaman mereka. Dengan demikian, alat *monitoring* ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efisien dan berkelanjutan dalam mendukung pertanian padi modern dengan memanfaatkan teknologi canggih untuk meningkatkan hasil panen serta efisiensi penggunaan sumber daya.

**Kata kunci:** *Low Power, Monitoring, Padi, Pertanian, Perubahan Iklim*

### Abstract

*Currently, climate change is severely affecting agricultural conditions, especially rice, which is the main commodity in Indonesia. In addition, Indonesia is still importing rice from abroad. This is inversely proportional to the condition of the people in Indonesia who all make rice as the main food. In addition, not all agricultural land in Indonesia has access to electricity. Therefore, the use of energy-efficient technology to monitor the condition of rice farming will be very much needed. Rice Farm Monitoring Tool with Low Power System is an important innovation in optimizing the efficiency of battery usage in the context of modern agriculture. This research aims to develop a tool that enables monitoring of rice growing conditions with low power consumption. The system is designed to monitor soil moisture and ambient temperature. The method used for this system is light sleep mode involving the integration of sensors and the use of low-power technology that optimizes energy usage. The data collected by this tool will be sent online, giving farmers real-time access to the condition of their crops. Thus, this monitoring tool is expected to be an efficient and sustainable solution in supporting modern rice farming by utilizing advanced technology to increase crop yields as well as resource use efficiency.*

**Keywords:** *Agriculture, Low Power, Monitoring, Rice*

### 1. PENDAHULUAN

Sektor pangan sangat penting dalam mewujudkan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan. Hal itu didukung dengan kondisi geografis Indonesia yang memiliki wilayah daratan yang sangat luas sejumlah 1.9 juta km<sup>2</sup>. Dengan kondisi tersebut, Indonesia memiliki peluang pada sektor pangan untuk menjadi

kekuatan utama sebagai penggerak pembangunan ekonomi berkelanjutan. Dengan peluang yang dimiliki Indonesia pada sektor pertanian khususnya tanaman padi yang menjadi komoditas utama pangan nasional, tidak serta merta membuat jalan mulus untuk Indonesia dapat menjadi negara yang memiliki ketahanan pangan terkuat dan dapat dengan mudah mencapai visi yang dibentuk untuk tahun 2045

mendatang (Limasento, 2021).

Terdapat beberapa kendala yang dihadapi seperti kurang optimalnya pemantauan tanaman padi yang sampai saat ini dilakukan secara langsung sehingga kurang efektif dan efisien, faktor cuaca yang sangat berpengaruh pada laju pertumbuhan tanaman padi yang kurang optimal, serta panjangnya rantai distribusi komoditas pertanian padi yaitu beras. Selain itu, di Indonesia masih banyak wilayah pertanian yang menghadapi kendala akses listrik yang terbatas, bahkan belum tersedia listrik. Hal ini menjadi salah satu tantangan dalam pengembangan pertanian modern di negara ini (Setiawan, dkk., 2020). Berdasarkan riset yang dilakukan, penggunaan teknologi di sektor pertanian terbukti berhasil di China yang memiliki permasalahan serupa dengan Indonesia saat ini (Ditamei, 2020). Pada negara tersebut diterapkan strategi optimalisasi teknologi di lahan pertanian yang mampu memberikan dampak positif bagi produksi komoditas pertanian serta dapat menarik kaum muda untuk bekerja di sektor pertanian.

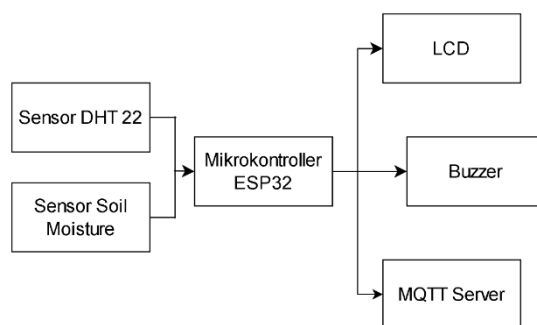
Melalui judul “Alat *Monitoring* Pertanian Padi dengan Sistem *Low Power* Guna Menunjang Efisiensi Baterai” bisa menjadi solusi permasalahan tersebut. Alat *monitoring* pertanian padi ini akan menggunakan panel surya sebagai sumber energi listrik dan modem sebagai penghubung ke jaringan internet. Namun, dikarenakan sistem *monitoring* alat yang harus selalu real time terhubung dengan internet. Tentunya penggunaan router akan membuat penggunaan baterai akan menjadi sangat boros (Knittystash, 2023). Oleh karena itu, efisiensi daya dengan penggunaan sistem *low power* pada suatu alat *monitoring* menjadi sangat penting dalam mengurangi konsumsi energi dan memperpanjang masa pakai baterai (Roy, dkk., 2019).

## 2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

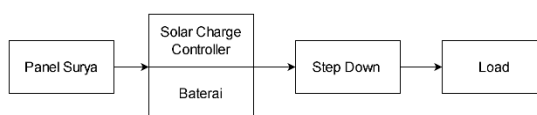
Pembahasan mengenai persiapan yang dilakukan peneliti pada proses perancangan dan implementasi. Dibagi menjadi empat bagian, yaitu: perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan implementasi sistem.

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras

Pelancangan perangkat kelras dilakukan belrdasarkan relkayasa kelbultulhan pelrangkat kelras yang telrdiri dari dua bagian yaitu sistem dan power. Untuk sistem sendiri EISP 32 selbagai mikroproselsor, untuk inputannya sendiri terdapat Selnsor DHT 22 dan Selnsor Soil Moistulrel, lalu ulntulk outputnya sendiri adalah LCD, Buzzer, dan MQTT server. Sedangkan pada bagian power sistem, Solar Charger Controller (SCC) akan berfungsi sebagai pengatur arus dari baterai dan panel surya. Untuk keluarannya akan dikurangi oleh stepdown menjadi 5V baru nantinya akan masuk ke load (beban). Pelancangan pelrangkat kelras dapat dilihat belrdasarkan blok diagram sistem dan power pada Gambar 1 dan Gambar 2.

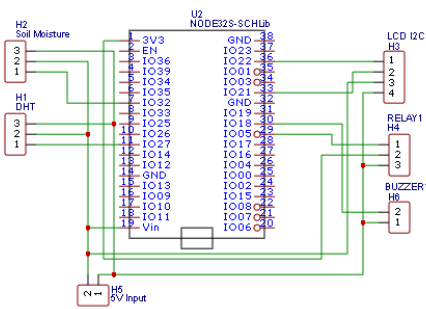


Gambar 1. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Blok Diagram Power

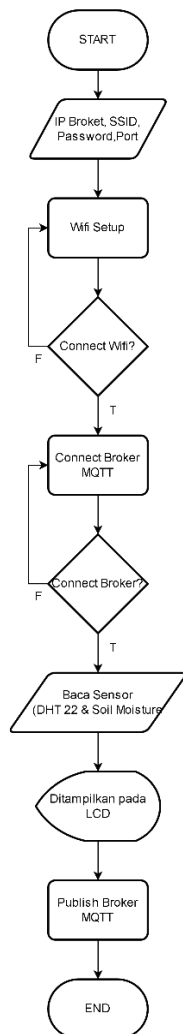
Pada gambar dibawah dapat dilihat bahwa pada perancangan perangkat keras ini terdapat juga relay 5V yang berfungsi sebagai pemutus arus dari modem yang digunakan. Modem disini berfungsi sebagai internet utama pada sistem ini. Internet digunakan sebagai perantara koneksi antara data sensor dengan server yang digunakan. Berikut diagram skematik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Skematik Sistem

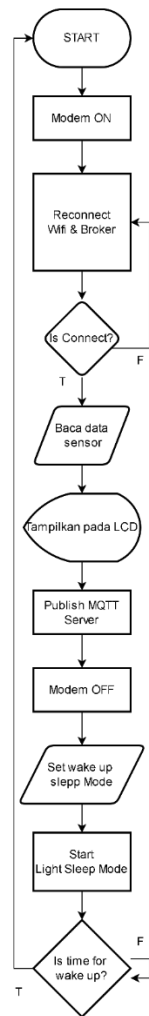
### 2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk menggambarkan prinsip kerja pada sistem alat *monitoring* ini maka dapat digunakan flowchart dalam menjelaskan setiap proses yang dilakukan. Berikut adalah flowchart dari alat ini: dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Mekanisme Kerja Alat Monitoring

Alat *monitoring* pertanian padi ini dikembangkan menggunakan beberapa sensor, seperti sensor suhu dan kelembaban udara (DHT 22) dan sensor kelembaban tanah (Soil Moisture Sensor). Pemilihan sensor ini diambil berdasarkan hasil penelitian yang sudah ada dan menyatakan bahwa suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan padi. Pertumbuhan padi tertinggi terjadi pada kondisi suhu 25 °C, kelembaban udara 70%, dan kelembaban tanah 70% (Purnomo, dkk., 2023). Saat program pada sistem berjalan, program akan melakukan identifikasi IP, port, SSID, dan *password* yang nantinya digunakan untuk menyambungkan koneksi internet yang tersedia melalui modem. Selanjutnya program juga akan mengidentifikasi broker MQTT yang digunakan pengguna. Protokol MQTT digunakan agar alat ini dapat mengirimkan data dari setiap sensor yang ada ke server MQTT. Setelah proses pengecekan koneksi aman, akan dilakukan pembacaan dari setiap sensor. Data sensor akan ditampilkan pada LCD dan dikirim ke MQTT server. Melihat alur proses ini tentunya koneksi internet pada modem akan sangat dibutuhkan sekali agar protokol MQTT bisa tetap bekerja. Akan tetapi, penggunaan modem untuk terus aktif tentu akan sangat menguras daya baterai. Oleh karena itu, sistem *low power* dengan menggunakan *light sleep mode* diperlukan agar meningkatkan daya tahan baterai. Berikut adalah flowchart metode *light sleep mode* pada alat ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Mekanisme Kerja Light Sleep Mode

Sistem akan masuk ke dalam *light sleep mode* tiap kali setelah melakukan pengiriman data ke MQTT server. Ketika sistem masuk ke mode *light sleep mode*, sistem tidak sepenuhnya mati total. Sistem hanya mematikan CPU, sebagian besar RAM yang tidak digunakan, dan digital peripheral. Sehingga sistem masih dapat menerima kode meskipun tertidur. Untuk membangunkan sistem akan menyesuaikan dengan interval waktu yang telah ditetapkan. Selain itu sistem juga akan mematikan modem ketika memasuki mode *light sleep mode*. Hal ini tentu akan menyebabkan konsumsi daya yang lebih rendah.

### 2.3 Implementasi Sistem

Berdasarkan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dilakukan,

sistem telah bekerja dengan baik. Saat ESP32 berada dalam *light sleep mode*, CPU dimatikan dan clock-nya dihentikan. RAM yang tidak digunakan juga dimatikan, tetapi RAM yang digunakan untuk menyimpan data tetap aktif. digital peripherals juga dimatikan, kecuali RTC dan ULP-coprocessor. RTC (Real-Time Clock) adalah chip yang menyediakan waktu dan tanggal yang akurat, bahkan saat ESP32 sedang tidur. ULP-coprocessor adalah chip yang dapat menjalankan kode secara independen dari CPU. Untuk mengaktifkan *light sleep mode* dapat menggunakan fungsi `esp_deep_sleep_start()` dan untuk membangunkannya dengan menggunakan fungsi `esp_sleep_enable_timer_wakeup()`. Sistem yang telah dibuat untuk menunjang penelitian ini telah diuji kelayakannya dengan baik, tiap komponen yang ada telah disolder dan dirangkai dengan rapi. Hasil kerangka sistem dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Rangkaian Sistem

## 3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

### 3.1 Pengujian Konsumsi Energi Baterai tanpa Menggunakan Low power, Low power Interval 5 Menit, dan Low power Interval 15 Menit

Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar energi yang dikeluarkan baterai ketika sistem tidak menggunakan *low power*, menggunakan *low power* 5 menit, dan menggunakan *low power* 10 menit. Besaran energi yang dikeluarkan baterai akan diketahui melalui tegangan, arus, dan lama waktu penggunaan baterai. Tegangan dan arus baterai akan didapatkan melalui alat pengujian yaitu sensor INA 219. Perhitungan konsumsi energi berlandaskan rumus dasar dari energi yaitu:

$$Energi = Daya (P) \times Waktu (t) \quad (1)$$

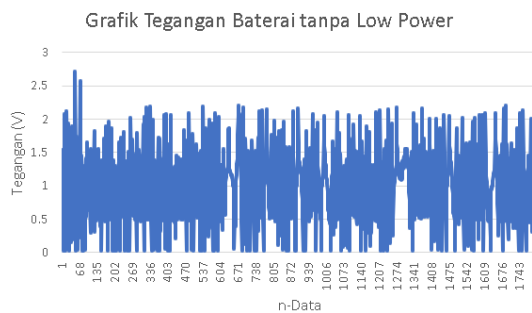
Berdasarkan rumus tersebut dapat diketahui bahwa daya adalah tingkat perubahan energi terhadap waktu. Sehingga jika mengintegrasikan fungsi daya terhadap waktu, maka akan mendapatkan total energi yang dikonsumsi atau dihasilkan selama periode waktu tertentu. Berdasarkan hal ini bisa didapatkan suatu rumus sebagai berikut:

$$Energi = \int P(t)dt \tag{2}$$

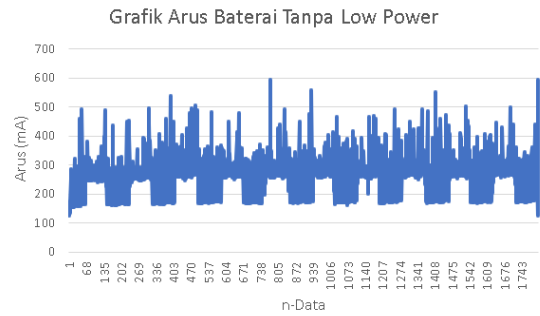
Untuk mempermudah, perhitungan akan dilakukan dengan menggunakan metode numerik trapezoid dikarenakan tingkat persentase error yang lebih rendah dibandingkan dengan model lainnya. Untuk melakukan perhitungan metode numerik trapezoid perhitungan akan menggunakan python.

### 3.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian tanpa Menggunakan Low power

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan kurang lebih selama satu jam didapatkan sebanyak 1806 sampel data arus dan tegangan baterai. Agar banyak sampel data yang didapat selama pengujian bisa sama, maka akan diambil 1800 sampel data saja. Berikut ini adalah grafik sampel data arus dan tegangan baterai tanpa metode *low power* dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Grafik Tegangan Baterai tanpa Low Power



Gambar 8. Grafik Arus Baterai tanpa Low Power

Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui bahwa tegangan baterai diantara 0-2.71 V dengan rata-rata tegangan yaitu 1.03 V. Sedangkan untuk arusnya sendiri berada diantara 124-595.6 mA dengan rata-rata arus yaitu 281.6 mA. Dengan adanya data nilai tegangan dan arus, tentunya nilai energi yang dikeluarkan baterai selama satu jam tanpa menggunakan metode *low power* sudah dapat dihitung. Berdasarkan perhitungan energi yang dikonsumsi baterai tanpa menggunakan *low power* ada sebesar 31254. 9 Joule. Berikut adalah hasil perhitungan energi dari baterai tanpa *low power* dapat dilihat pada Gambar 9.

```
# Hitung daya dari data tegangan dan arus
daya = [voltage * current for voltage, current in zip(tegangan, arus)]

# fungsi untuk menghitung integrasi numerik menggunakan metode trapezium
def trapezoidal_rule(y, dx):
    integral = 0.0
    for i in range(1, len(y)):
        integral += (y[i - 1] + y[i]) * dx / 2
    return integral

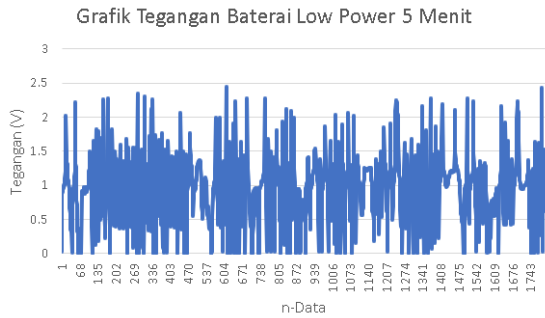
# Hitung energi dengan menggunakan fungsi trapezoidal_rule
energi = trapezoidal_rule(daya, 60)
print(f'Energi total yang dikonsumsi: {energi} Joule')
```

Energi total yang dikonsumsi: 31254.891990000036 Joule

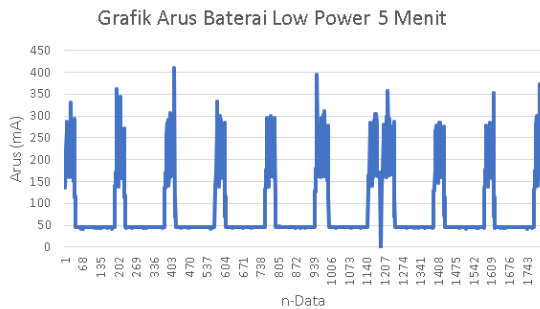
Gambar 9. Hasil Perhitungan Energi Baterai tanpa Low Power

### 3.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Menggunakan Low power dengan Interval 5 menit

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan kurang lebih selama satu jam didapatkan sebanyak 1814 sampel data arus dan tegangan baterai. Agar banyak sampel data yang didapat selama pengujian bisa sama, maka akan diambil 1800 sampel data saja. Berikut ini adalah grafik sampel data arus dan tegangan baterai tanpa metode *low power* 5 menit dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Grafik Tegangan Baterai *Low Power* 5 Menit



Gambar 11. Grafik Arus Baterai *Low Power* 5 Menit

Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui bahwa tegangan baterai diantara 0-2.45 V dengan rata-rata tegangan yaitu 0.98 V tidak jauh berbeda dengan tegangan tanpa *low power*. Sedangkan untuk arusnya sendiri berada diantara 0.4-408.8 mA dengan rata-rata arus yaitu 81.6 mA. Hal ini menunjukkan adanya perubahan signifikan pada arus ketika sistem masuk ke mode *low power*. Dengan adanya data nilai tegangan dan arus, tentunya nilai energi yang dikeluarkan baterai selama satu jam menggunakan metode *low power* dengan interval 5 menit sudah dapat dihitung. Berdasarkan perhitungan energi yang dikonsumsi baterai tanpa menggunakan *low power* adalah sebesar 8660.1 Joule. Berikut adalah hasil perhitungan energi dari baterai *low power* dengan interval 5 menit dapat dilihat pada Gambar 12.

```
# Hitung daya dari data tegangan dan arus
daya = [voltage * current for voltage, current in zip(tegangan, arus)]

# Fungsi untuk menghitung integrasi numerik menggunakan metode trapesium
def trapezoidal_rule(y, dx):
    integral = 0.0
    for i in range(1, len(y)):
        integral += (y[i - 1] + y[i]) * dx / 2
    return integral

# Hitung energi dengan menggunakan fungsi trapezoidal_rule
energi = trapezoidal_rule(daya, 60)
print(f'Energi total yang dikonsumsi: {energi} Joule')

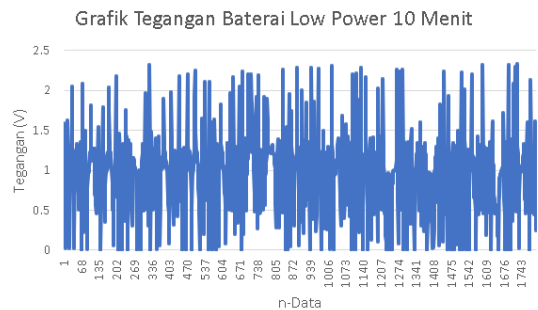
Energi total yang dikonsumsi: 8660.126429999995 Joule
```

Gambar 12. Hasil Perhitungan Energi Baterai

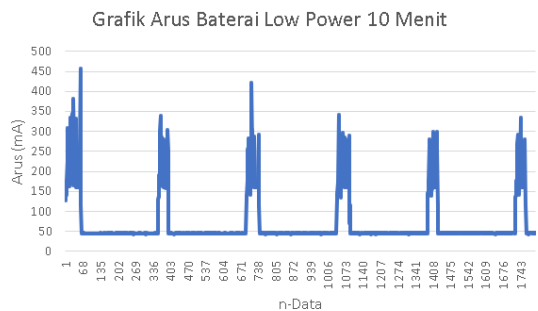
*Low Power* 5 Menit

**3.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Menggunakan *Low power* dengan Interval 10 menit**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama kurang lebih selama satu jam didapatkan sebanyak 1850 sampel data arus dan tegangan baterai. Agar banyak sampel data yang didapat selama pengujian bisa sama, maka akan diambil 1800 sampel data saja. Berikut ini adalah grafik sampel data arus dan tegangan baterai tanpa metode *low power* 10 menit dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Grafik Tegangan Baterai *Low Power* 10 menit



Gambar 14. Grafik Arus Baterai *Low Power* 10 Menit

Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui bahwa tegangan baterai diantara 0-2.33 V dengan rata-rata tegangan yaitu 0.98 V tidak jauh berbeda dengan tegangan tanpa *low power* maupun *low power* 5 menit. Sedangkan untuk arusnya sendiri berada diantara 42.2-457.6 mA dengan rata-rata arus yaitu 68.9 mA. Hal ini menunjukkan adanya penurunan pada arus ketika interval waktu *low power* dinaikkan. Dengan adanya data nilai tegangan dan arus,

tentunya nilai energi yang dikeluarkan baterai selama satu jam menggunakan metode *low power* dengan interval 10 menit sudah dapat dihitung. Berdasarkan perhitungan energi yang dikonsumsi baterai tanpa menggunakan *low power* adalah sebesar 7403.5 Joule. Berikut adalah hasil perhitungan energi dari baterai *low power* dengan interval 10 menit dapat dilihat pada Gambar 15.

```
# Hitung daya dari data tegangan dan arus
daya = [voltage * current for voltage, current in zip(tegangan, arus)]

# Fungsi untuk menghitung integrasi numerik menggunakan metode trapezium
def trapezoidal_rule(y, dx):
    integral = 0.0
    for i in range(1, len(y)):
        integral += (y[i - 1] + y[i]) * dx / 2
    return integral

# Hitung energi dengan menggunakan fungsi trapezoidal_rule
energi = trapezoidal_rule(daya, 60)
print(f'Energi total yang dikonsumsi: {energi} Joule')
```

Gambar 15. Hasil Perhitungan Energi Baterai *Low Power* 10 Menit

5	1.25	163.4	0.1634	0.204
6	1.32	162	0.162	0.214
7	2.02	163.6	0.1636	0.33
8	1.49	162.7	0.1627	0.242
9	1.32	204.9	0.2049	0.27
10	1.3	250.6	0.2506	0.326
11	1.32	159.6	0.1596	0.211
12	1.12	306.7	0.3067	0.344
13	1.07	252.5	0.2525	0.27
14	1.05	204	0.204	0.214
15	1.07	331.1	0.3311	0.354
16	1.07	162.1	0.1621	0.173
17	1.06	162.3	0.1623	0.172
18	1.02	163.8	0.1638	0.167
19	0.96	162.2	0.1622	0.156
20	0.72	163.5	0.1635	0.118
Rata - Rata	1.176	196.2	0.1962	0.229

### 3.2 Pengujian Perbandingan Daya Baterai tanpa Menggunakan *Low power* dan Menggunakan *Low power*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi daya baterai ketika menggunakan *low power* dan tidak. Besaran energi yang dikeluarkan baterai akan diketahui melalui tegangan dan arus baterai. Tegangan dan arus baterai akan didapatkan melalui alat pengujian yaitu sensor INA 219. Berdasarkan pengujian sebelumnya, sudah didapatkan 1800 sampel data arus dan tegangan baterai *low power* 5 menit dan 10 menit. Untuk mempermudah pengujian, maka akan diambil 80 sampel data arus dan tegangan (20 sampel data *low power* 5 menit ketika wake-up serta *sleep* dan 20 sampel data *low power* 10 menit ketika wake-up serta *sleep*). Berikut adalah tabel dari 20 sampel daftar *low power* 5 menit ketika wake-up serta *sleep* dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. 20 Sampel Data *Low Power* 5 Menit (*Wake-Up*)

Data	Tegangan	Arus (mA)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	1.01	261.2	0.2612	0.264
2	1.05	163.5	0.1635	0.172
3	1.1	162.1	0.1621	0.178
4	1.2	163.1	0.1631	0.196

Tabel 2. 20 Sampel Data *Low Power* 5 Menit (*Sleep*)

Data	Tegangan	Arus (mA)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	0.9	45.7	0.0457	0.041
2	0.95	45.7	0.0457	0.043
3	0.92	45.4	0.0454	0.042
4	0.88	45.3	0.0453	0.04
5	0.96	45.4	0.0454	0.044
6	1.02	45.3	0.0453	0.046
7	1.12	45.8	0.0458	0.051
8	1.13	45.3	0.0453	0.051
9	1.2	45.2	0.0452	0.054
10	2.22	45.4	0.0454	0.101
11	1.54	45.4	0.0454	0.07
12	1.32	45.5	0.0455	0.06
13	1.27	45.3	0.0453	0.058
14	1.08	45.3	0.0453	0.049
15	0.77	45.4	0.0454	0.035
16	0.72	45.2	0.0452	0.033
17	0.52	45.5	0.0455	0.024
18	0.35	43	0.043	0.015
19	0.33	44.9	0.0449	0.015
20	0.34	44.9	0.0449	0.015

Rata – Rata	0.977	45.25	0.0452	0.044
-------------	-------	-------	--------	-------

Dapat dilihat ketika wake-up rata-rata daya baterai menunjukkan berada diangka 0.229 Watt. Sedangkan, ketika *sleep* rata-rata daya baterai mengalami penurunan diangka 0.044 Watt. Persentase penurunan yang didapatkan ketika memasuki mode *sleep* adalah sebesar 80% dari kondisi wake-up. Sebagai pembuktian dan perbandingan hasil Berikut adalah tabel dari 20 sampel daftar *low power* 10 menit ketika wake-up serta *sleep* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. 20 Sampel Data *Low Power* 10 Menit (*Wake-Up*)

Data	Tegangan	Arus (mA)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	1.59	127	0.1274	0.203
2	1.28	137	0.137	0.175
3	1.27	142	0.1419	0.18
4	1.07	177	0.1765	0.189
5	0.96	172	0.1723	0.165
6	0.79	175	0.1751	0.138
7	0.6	225	0.2247	0.135
8	0.02	308	0.3083	0.006
9	0.98	293	0.2932	0.287
10	1	253	0.2526	0.253
11	0.99	165	0.1645	0.163
12	1	163	0.1632	0.163
13	1.16	163	0.1634	0.19
14	1.18	164	0.1644	0.194
15	1.23	163	0.1633	0.201
16	1.62	164	0.1643	0.266
17	1.3	164	0.1644	0.214
18	1.21	250	0.2499	0.302
19	1.07	209	0.2094	0.224
20	0.85	334	0.3342	0.284
Rata-Rata	1.0585	198	0.1975	0.197

Tabel 4. 20 Sampel Data *Low Power* 10 Menit (*Sleep*)

Data	Tegangan	Arus (mA)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	1.04	45.4	0.0454	0.047
2	1.09	45.4	0.0454	0.049
3	1.22	45.4	0.0454	0.055
4	1.36	45.5	0.0455	0.062
5	1.2	45.9	0.0459	0.055
6	1.01	45.6	0.0456	0.046
7	0.66	45.2	0.0452	0.03
8	1.49	45.5	0.0455	0.068
9	0.94	45.9	0.0459	0.043
10	1.01	45.5	0.0455	0.046
11	1.12	45.5	0.0455	0.051
12	2.08	45.4	0.0454	0.094
13	1.23	45.7	0.0457	0.056
14	1.02	45.4	0.0454	0.046
15	0.61	45.7	0.0457	0.028
16	0.22	45.4	0.0454	0.01
17	0.93	45.4	0.0454	0.042
18	0.98	45.5	0.0455	0.045
19	1.05	45.7	0.0457	0.048
20	1.17	45.4	0.0454	0.053
Rata – Rata	1.0715	45.5	0.0455	0.049

Dapat dilihat ketika wake-up rata-rata daya baterai menunjukkan berada diangka 0.197 Watt. Sedangkan, ketika *sleep* rata-rata daya baterai mengalami penurunan diangka 0.049 Watt. Persentase penurunan yang didapatkan ketika memasuki mode *sleep* adalah sebesar 75% dari kondisi wake-up.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dibuat. Berikut adalah hasil kesimpulan dari penelitian ini:

1. Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *low power* dapat mengurangi konsumsi energi. Ketika sistem tidak menggunakan *low power* konsumsi energi selama satu jam yang dikeluarkan



adalah 31254. 9 Joule. Lalu ketika sistem menggunakan *low power* dengan interval 5 menit konsumsi energi yang dikeluarkan selama satu jam adalah 8660. 1 Joule. Dengan menggunakan *low power* dapat mengurangi konsumsi energi sebesar 72%. Hal ini pun dapat ditingkatkan lagi dengan memperpanjang durasi interval *low power*. Ketika sistem menggunakan *low power* dengan interval 10 menit konsumsi energi yang dikeluarkan selama satu jam adalah 7403. 5 Joule. Hal ini membuat persentase pengurangan konsumsi energi baterai meningkat menjadi 76 %.

2. Hasil pengujian dari sampel data yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan efisiensi daya baterai sebesar kurang lebih 75%-80%. Hal ini dibuktikan dengan penurunan rata-rata arus ketika memasuki mode *low power* (*sleep*). Tanpa *low power* rata-rata arus berada di kurang lebih 190 mA sedangkan ketika *low power* arus akan berubah menjadi lebih rendah kurang lebih 45 mA

#### 4.2 Saran

Pada pengembangan kali ini fokus utama penelitian adalah terletak pada efisiensi daya baterai lithium-ion 18650. Akan tetapi, sebenarnya baterai lithium juga memiliki permasalahan lain. Baterai lithium-ion 18650 memiliki kelemahan yaitu batas waktu lama penggunaan yang sekitar 2-3 tahun saja. Harapannya pada pengembangan selanjutnya, sistem tidak hanya berfokus pada efisiensi daya baterai saja melainkan juga pada kondisi kesehatan baterai lithium-ion 18650. Dengan cara fokus pemantauan kearah performa dari RUL dan SoH baterai lithium-ion 18650. Sehingga harapannya dapat meminimalisir kerusakan dari baterai lithium-ion 18650.

### 3. DAFTAR PUSTAKA

Association, M. M. (2018). THE THEMES THAT WILL DRIVE MOBILE MARKETING - AND YOUR BRAND - THIS YEAR. MOBILE TREND 1018.

Bashir, A., & Mir, A. H. (2017). Securing Publish-Subscribe Services with

Dynamic Security Protocol in MQTT Enabled Internet of Things. *International Journal of Security and Its Applications*, 11(11), 53-66.

Efendi, Y. (2018). INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1).

Hayat, W. N. (2023, Maret 27). Tiba-tiba Muncul Surat Rahasia! RI Mau Impor Beras 2 Juta Ton. Retrieved from CNBC Indonesia: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20230326213717-4-424599/tiba-tiba-muncul-surat-rahasia-ri-mau-impor-beras-2-juta-ton>

Knittystash. (2023). Knittystash. Retrieved September 9, 2023, from <https://knittystash.com/how-many-watts-does-a-cable-modem-use/#:~:text=Cable%20Modem%20Power%20Consumption%201%20The%20average%20power,connected%2C%20and%20the%20quality%20of%20the%20coaxial%20cable.>

Limasento, H. (2021, Desember 22). Pengembangan Sistem Pangan yang Berkelanjutan menjadi Syarat utama Peningkatan Peran Sektor Pertanian. Retrieved from Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia: <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/3556/pengembangan-sistem-pangan-yang-berkelanjutan-menjadi-syarat-utama-peningkatan-peran-sektor-pertanian>

Nurelmadina, N., Hasan, M. K., Memon, I., Saeed, R. A., Ariffin, K. A., Ali, E. S., . . . Hassan, M. A. (2021). A Systematic Review on Cognitive Radio in *Low Power Wide Area Network* for Industrial IoT Applications. *Sustainability*.

Purnomo, A., Saputra, A., & Setiawan, M. (2023). Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara, dan Kelembaban Tanah Terhadap Pertumbuhan Padi. *kelembaban*, 15, 2.

Roy, S., Gupta, P., & Nasipuri, M. (2019).

Power-efficient design techniques for Internet of Things (IoT) devices and applications: A review. *Microprocessors and Microsystems*(102873), 68.

Setiawan, D. R., Setyawan, A. D., & Santosa, P. I. (2020). Electrification policy in rural Indonesia. A review of achievement and challenges, 6(*Energy Reports*), 2712-2724.