

STUDI KONSUMSI DAYA PADA SISTEM MINIMUM MIKROKONTROLER SEBAGAI INTI PERANGKAT IOT

MICROCONTROLLER MINIMUM SYSTEM POWER CONSUMPTION STUDY AS A CORE OF IOT DEVICE

Mohamad Shofwany¹, Asep Suhendi², Indra Wahyudin Fathonah³

Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹zenopang@student.telkomuniversity.ac.id, ²suhendi@telkomuniversity.co.id,

³indrafathonahemail3@telkomuniversity.ac.id

Studi yang telah dilakukan melakukan pengukuran konsumsi arus dan penggunaan daya pada mikrokontroler dengan variasi mode manajemen daya untuk mengetahui masa pakai baterai lead acid. Pengukuran menggunakan empat jenis mikrokontroler, yaitu Arduino Uno, Arduino Mega2560, Wemoss D1 R2, dan NodeMCU Lollin V3 dengan mode run, idle, dan deep-sleep. Hasil pengukuran disimpan melalui SD card. Pengukuran dilakukan selama 3 jam atau 10800 detik didapatkan nilai konsumsi arus dan penggunaan daya terbaik pada mode run Arduino Uno dengan nilai 0,372 A serta waktu pakai selama 2 hari 19 jam 16 menit, pada mode idle konsumsi arus dan daya terbaik oleh NodeMCU ESP8266 dengan nilai konsumsi arus 0,0238 A dan masa pakai baterai selama 12 hari 14 jam 23 menit, dan pada mode deep-sleep konsumsi arus dan daya terbaik oleh NodeMCU ESP8266 dengan nilai konsumsi arus dan daya sebesar 0,0178 A dan 0,0643 W dan masa pakai baterai selama 16 hari 20 jam 39 menit.

Kata Kunci: Konsumsi Daya, Mode Manajemen daya, idle, deep-sleep.

The study that has been carried out is to measure the current consumption and power consumption on a microcontroller with various power management modes to determine the life of the lead acid battery. The measurements is using four types of microcontrollers, Arduino Uno, Arduino Mega2560, Wemoss D1 R2, and NodeMCU Lollin V3 with run, idle, and deep-sleep modes. The measurement results are stored via SD card. Measurements were carried out for 3 hours or 10800 second, the best current and power consumption values were obtained in the Arduino Uno run mode with a value of 0.37268 A and a use time of 2 days 19 hours 16 minutes, in idle mode the best current and power consumption by NodeMCU ESP8266 with a value current consumption of 0.023822 A and battery life for 12 days 14 hours 23 minutes, and in deep-sleep mode the best current and power consumption by NodeMCU ESP8266 with current and power consumption values of 0.017822 and 0.06434 W and battery life of 16 day 20 hours 39 minutes.

Keywords: Power Consumption, Power Management Mode, idle, deep sleep

1. Pendahuluan

Mikrokontroler merupakan sebuah mikrokomputer dengan sebuah chip integrated circuit (IC) tunggal [1]. Mikrokontroler banyak diaplikasikan pada perangkat portable [2] dengan sumber daya yang berasal dari baterai. Mikrokontroler pada perangkat tersebut berfungsi untuk melakukan pengukuran yang dilakukan secara tanpa henti (continuous). Namun, perkembangan pada desain serta teknologi pada perangkat portable lebih cepat jika dibandingkan evolusi baterai [3]. Hal ini menyebabkan diperlukannya manajemen penggunaan daya pada mikrokontroler, agar dapat menghasilkan sebuah sistem yang hemat akan penggunaan energi.

Dalam menciptakan sebuah sistem yang hemat energi dapat diciptakan dengan cara mengatur mode manajemen daya pada mikrokontroler. Pada mode ini akan mengurangi frekuensi ataupun memberhentikan clock sistem. Agar sistem manajemen daya efektif, diperlukan pengukuran penggunaan daya yang dikonsumsi oleh mikrokontroler secara akurat [4].

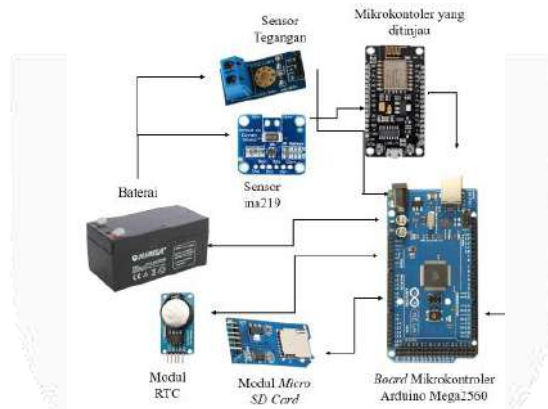
Studi ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan judul yaitu Power Management And Control For A Microcontroller [5]. Pada penelitian tersebut hanya menyediakan sistem manajemen daya pada mikrokontroler tanpa memantau penggunaan daya dari setiap mode.

Dalam implementasinya baterai sebagai supply pada mikrokontroler diperlukan sebuah simulasi penggunaan daya untuk mengetahui konsumsi daya berdasarkan jenis dan juga mode manajemen daya pada mikrokontroler berbasis IoT. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui dan memberikan edukasi mengenai penggunaan energi yang dibutuhkan Sistem. Simulasi tersebut berfungsi untuk memantau penggunaan daya listrik berdasarkan keadaan hemat daya mikrokontroler serta melihat rate of discharge pada baterai, kemudian data yang terekam akan disimpan. Data digunakan untuk memantau daya yang terpakai. Sistem monitoring tersebut terdiri dari baterai yang terisi energi listrik dari solar cell. Baterai digunakan sebagai sumber daya mikrokontroler. Mikrokontroler yang akan digunakan pada simulasi penggunaan daya ini adalah jenis mikrokontroler yang banyak digunakan pada perangkat IOT. Kemudian hasil pengukuran akan disimpan pada modul sd card.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Skema Rancangan Alat Ukur

Sistem yang dirancang pada penelitian ini berupa perangkat keras, Sistem ini bertujuan untuk mengetahui daya yang dikonsumsi mikrokontroler berdasarkan pengaruh mode hemat daya serta mengamati laju *discharge* pada baterai. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah DC Voltage Sensor 25V untuk mengukur tegangan, sensor ina219 untuk mengukur arus dan daya, serta *board* mikrokontroler berupa Arduino Mega2560. Berikut merupakan keseluruhan alur kerja sistem monitoring penggunaan daya pada mikrokontroler digambarkan dalam diagram blok pada gambar 1.

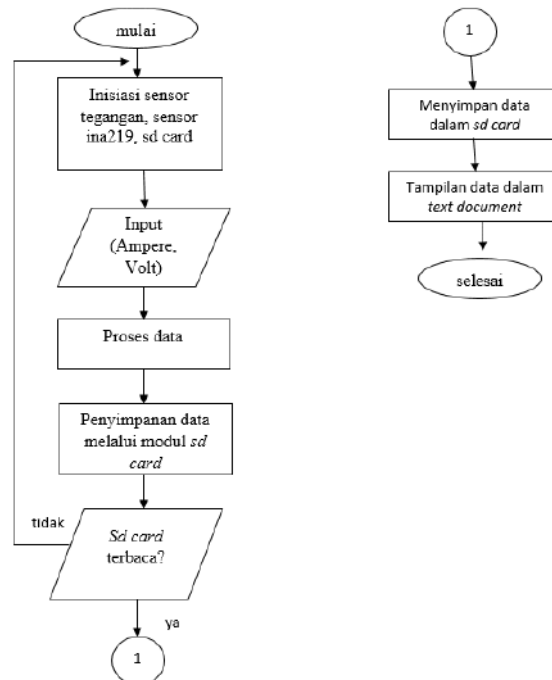


Gambar 1. Alur kerja monitoring penggunaan daya mikrokontroler

Fungsi sistem yang dibuat pada penelitian ini sebagai pemantauan penggunaan daya pada mikrokontroler berdasarkan jenis – jenis unit mikrokontroler serta mode operasi jarak jauh. Hasil pemantauan penggunaan daya mikrokontroler akan tersimpan pada kartu memori.

2.2 Desain Perangkat Lunak

desain perangkat lunak yang dirancang untuk mengukur penggunaan daya mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 2.



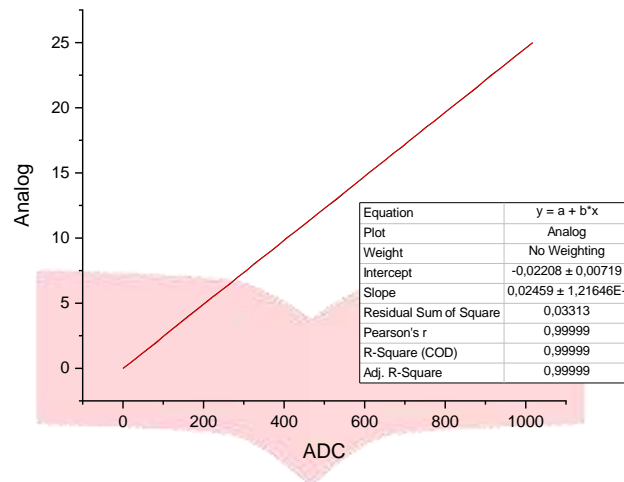
Gambar 2 diagram alir sistem monitoring penggunaan daya

Sistem yang dirancang dimulai dengan inisiasi sensor agar sensor dapat bekerja sesuai dengan hasil yang diinginkan, sensor dapat membaca nilai konsumsi arus listrik. Kemudian data tersebut diolah dan diproses oleh mikrokontroler. Lalu hasil pengukuran tersebut disimpan di dalam modul *sd card*.

3. Pembahasan

3.1. Kalibrasi Sensor

Sensor yang akan digunakan dalam studi ini terlebih dahulu melalui proses Kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil ukur atau *output* antara alat ukur yang sudah terstandarisasi dengan sensor yang akan digunakan pada penelitian ini. Perbandingan hasil ukur dilakukan dengan membentuk sebuah grafik, dari grafik tersebut didapat nilai konversi ADC (*Analog to Digital Converter*) ke nilai sebenarnya. Nilai tersebut yang akan digunakan dalam pemrosesan oleh mikrokontroler. Data perbandingan antara hasil sensor dan kalibrator dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik Perbandingan ADC dan Sensor Tegangan DC

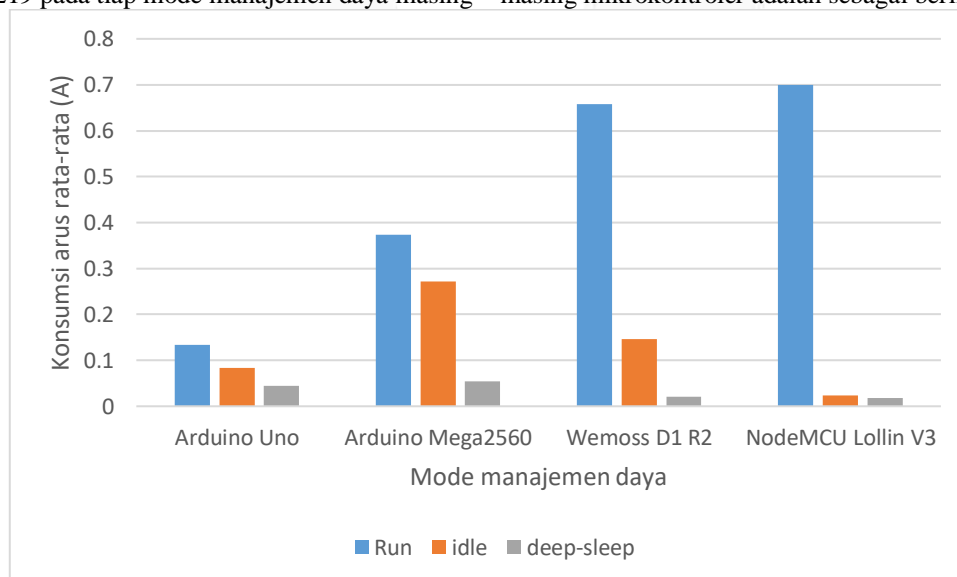
Sumbu X(A) merupakan nilai ADC *output* sensor dan sumbu Y(B) merupakan nilai tegangan *input* dari *Power Supply*. Berdasarkan grafik didapatkan persamaan untuk mengonversi nilai ADC menjadi nilai tegangan dengan persamaan.

$$Y = 0,024593 \cdot ADC - 0,02208$$

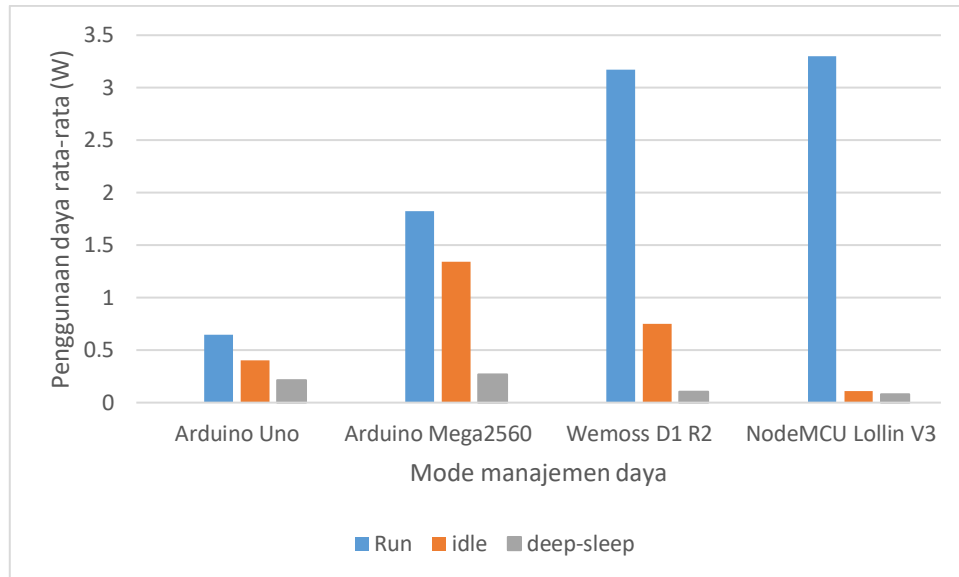
Dengan Y adalah nilai Volt dan ADC adalah *output* sensor.

4.3 Data Nilai Konsumsi Arus dan Daya Mikrokontroler

Berikut nilai konsumsi arus dan pemakaian daya yang didapat dari pengukuran menggunakan sensor ina219 pada tiap mode manajemen daya masing – masing mikrokontroler adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik konsumsi arus rata-rata mikrokontroler



Gambar 4.3 Grafik penggunaan daya rata-rata mikrokontroler

Berdasarkan grafik pada gambar 4.2 dan 4.3 didapatkan bahwa nilai konsumsi arus dan konsumsi daya yang sesuai. Nilai konsumsi arus dan penggunaan daya pada mode *run* terbesar dimiliki oleh NodeMCU Lollin V3 dengan nilai konsumsi rata-rata sebesar 0.7A, penggunaan konsumsi arus dan penggunaan daya yang cukup besar ini disebabkan oleh *system clock* pada NodeMCU Lollin V3 dengan nilai sebesar 80MHz dan terendah dimiliki oleh Arduino Uno dengan nilai 0,134A dengan kecepatan. Pada mode *idle*, *cpu* pada mikrokontroler diubah keadaannya menjadi *pending*, hal ini membuat nilai konsumsi arus pada setiap mikrokontroler berkurang. Pada mode ini, konsumsi arus dan penggunaan daya Arduino Mega2560 memiliki nilai yang paling besar, yaitu 0,272A dan 1,341W sedangkan NodeMCU Lollin V3 memiliki nilai konsumsi arus dan daya terendah, dengan nilai sebesar 0,024A dan 0,109W. Ketika mikrokontroler memasuki mode *deep-sleep*, sistem *clock*, dan *cpu* pada mikrokontroler berada dalam keadaan mati, hal ini menyebabkan pengurangan nilai konsumsi arus dan penggunaan daya yang cukup besar. NodeMCU Lollin V3 memiliki nilai konsumsi paling kecil pada mode ini dengan nilai sebesar 0,018A dan Arduino Mega2560 dengan konsumsi arus terbesar dengan nilai 0,54A serta penggunaan daya sebesar 0,271W.

4.4. Nilai Pengurangan Konsumsi Daya Mikrokontroler.

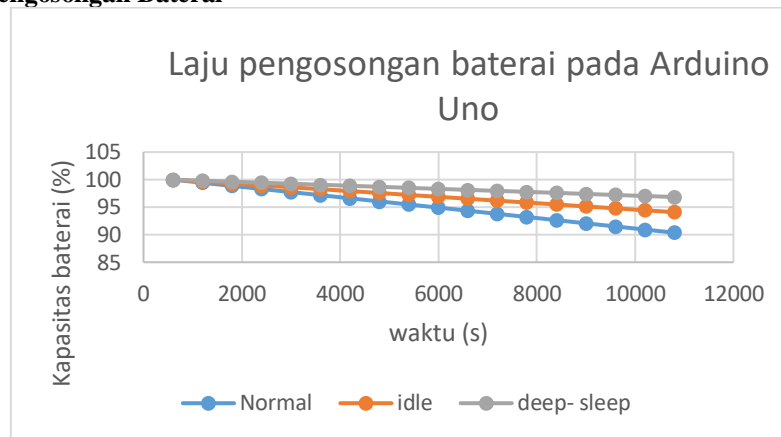
Nilai penggunaan daya pada mikrokontroler berdasarkan mode manajemen daya pada didapat dari perbandingan nilai selisih daya referensi dengan daya output dibagi dengan daya referensi.

$$\text{Pengurangan Daya (\%)} = \frac{W_{ref} - W_{out}}{W_{ref}} \times 100\%$$

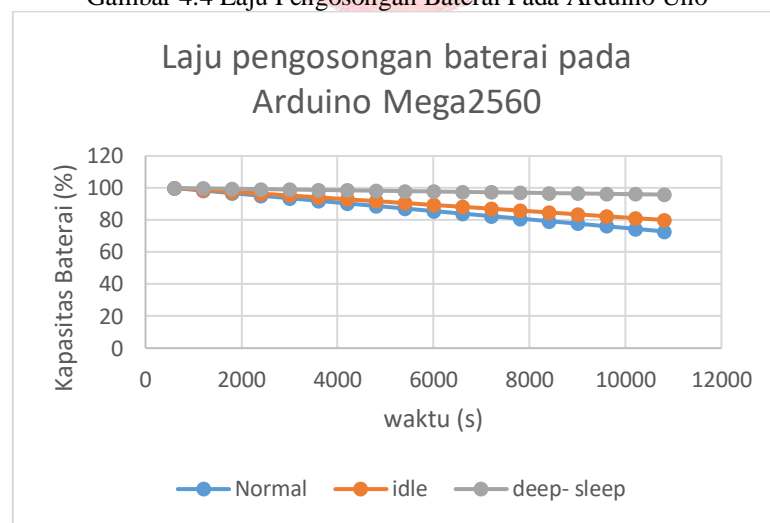
Wreferensi merupakan daya pada saat mikrokontroler bekerja secara normal / berada pada mode running, Wout merupakan nilai daya saat mikrokontroler memasuki mode manajemen daya.

Pada Arduino Uno, ketika memasuki mode *idle* terjadi pengurangan penggunaan daya sebesar 38,43% dan ketika memasuki mode *deep-sleep* penggunaan daya berkurang sebesar 67,24%. Untuk Arduino Mega2560 mengalami penurunan penggunaan daya sebesar 26,55% dan pada mode *deep-sleep* sebesar. Pada Wemos D1 R2, ketika memasuki mode *idle* mengurangi pengurangan konsumsi daya sebesar 77,59% dan pada saat *deep-sleep* sebesar 96,75%, dan pada NodeMCU Lollin V3 mengalami penurunan penggunaan daya sebesar 96,68%, pada mode *idle*, dan pada mode *deep-sleep* 97,52%.

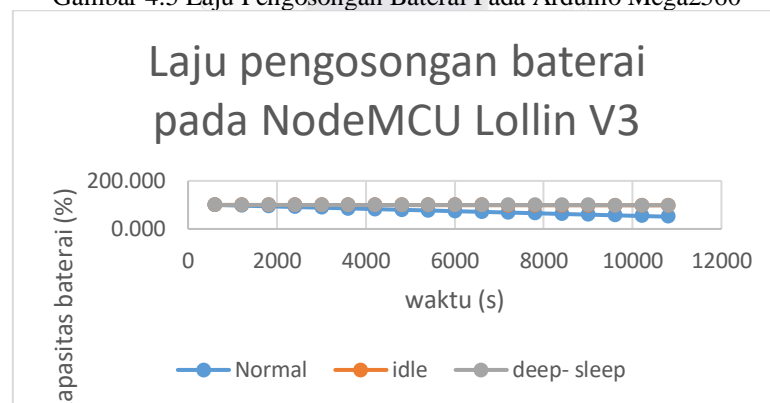
4.5. Laju Pengosongan Baterai



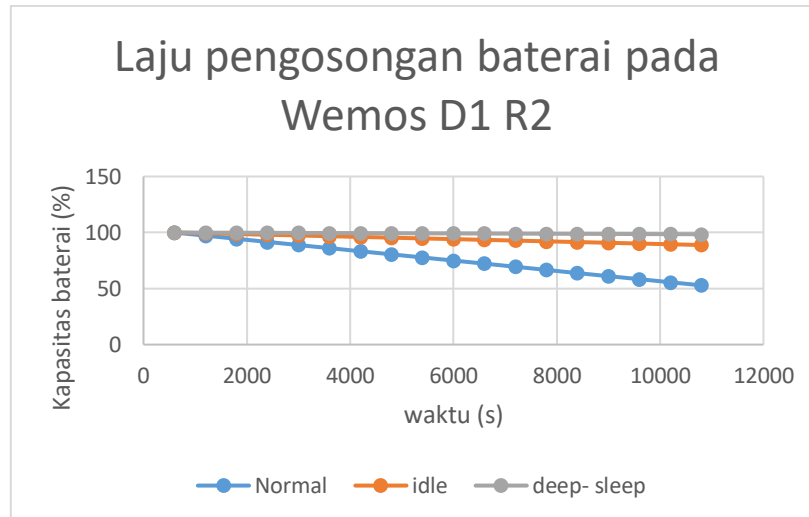
Gambar 4.4 Laju Pengosongan Baterai Pada Arduino Uno



Gambar 4.5 Laju Pengosongan Baterai Pada Arduino Mega2560



Gambar 4.6 Laju Pengosongan Baterai Pada NodeMCU Lollin V3



Gambar 4.7 Laju Pengosongan Baterai Pada Wemos D1 R2

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, diamati pula laju pengosongan pada baterai *lead acid* 12v 9ah. Pada percobaan ini dilihat pengosongan baterai selama 3 jam. Pengukuran dilakukan selama 3 jam untuk menghindari proses *discharge* melebihi 50% kapasitas baterai, hal ini bertujuan untuk menjaga performa dari baterai. Berdasarkan grafik pengosongan baterai, nilai yang berpengaruh dalam proses pengosongan baterai adalah nilai arus *discharge*. Semakin besar nilai arus *discharge*, maka semakin cepat pula waktu yang diperlukan untuk mengosongkan baterai. Berdasarkan grafik pengosongan baterai berdasarkan jenis mikrokontroler dan mode manajemen daya, maka dapat dicari nilai estimasi waktu pakai dari baterai hingga muatan pada baterai habis. Untuk mengetahui masa pakai baterai didapatkan dengan perbandingan kapasitas baterai dengan arus *discharge*..

$$\text{Waktu Pakai (h)} = \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Arus discharge (A)}}$$

Namun, pada baterai *lead acid* memiliki nilai efisiensi pemakaian baterai sebesar 20% [13]

waktu pakai, sehingga estimasi waktu pemakaian baterai untuk mikrokontroler Arduino Uno pada mode run selama 2 hari 19 jam 16 menit, ketika Arduino Uno memasuki mode *idle*, waktu pakai baterai bertambah menjadi 4 hari 12 jam 43 menit, dan waktu pakai pada mode *deep-sleep* bertambah menjadi 8 hari 12 jam 54 menit.

Untuk arduino mega2560 pada mode normal / *running* 19 jam 22 menit, pada mode *idle* masa pakai baterai selama 26,4587 Jam atau 1 hari 2 jam 45 menit, dan ketika memasuki mode *deep-sleep* masa pakai baterai menjadi 91,30909 Jam atau 3 hari 19 Jam 30 menit.

Masa pakai baterai pada Wemos D1 R2 pada mode normal / *running* 11 jam 35 menit, sedangkan pada mode *idle* masa pakai baterai menjadi 49,16 Jam atau 2 hari 1 jam 15 menit, dan mode *deep-sleep* masa pakai selama 341,05 Jam atau 14 hari 20 jam.

Sedangkan pada NodeMCU Lollin V3 masa pakai baterai pada mode *run* 10,28 Jam, ketika NodeMCU memasuki mode *idle* masa waktu pakai menjadi 378,1985 Jam atau 15 hari 18 Jam 19 menit. Dan pada mode *deep-sleep* penggunaan baterai menjadi 16 hari 20 Jam 39 menit.

4. Kesimpulan

Simpulan dari hasil pengukuran yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

Telah diketahui nilai konsumsi daya rata-rata mikrokontroler pada mode run, idle, dan deep-sleep. Nilai konsumsi daya terbesar pada mode run, idle, dan deep-sleep berturut-turut adalah NodeMCU Lollin V3, Arduino Mega2560, dan Arduino Mega2560.

Berdasarkan penggunaan daya tiap mode, maka didapatkan waktu pengosongan baterai untuk tiap mode manajemen daya mikrokontroler. Pengosongan baterai terlama pada mode run oleh Arduino Uno, pada mode idle dan deep-sleep waktu pengosongan baterai terlama oleh NodeMCU Lollin V3.

Referensi

- [1]. Budiharto, W. (2000). *Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Jakarta: PT. Elex Media Computindo.
- [2]. Janković, S. P. (2016). *Microcontroller Power Consumption*
- [3]. Timo Hönig, C. E.-P. (n.d.). SEEP: Exploiting Symbolic Execution for Energy-Aware Programming.
- [4]. D. Hackenberg, "Power measurement techniques on standard compute nodes: A quantitative comparison". *International Symposium on Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS)* (2013)
- [5]. Ober, R. E. (2000). *POWER MANAGEMENT AND CONTROL. POWER MANAGEMENT AND CONTROL*.
- [6]. Ramdhani, M. (2005). *Rangkaian Listrik*. Bandung.
- [7]. Vienna University of Technology. (2007). *Introduction to Microcontrollers*. Karlsplatz: Vienna University of Technology.
- [8]. Chamma, Bukry, 2015, *Perancangan Alat Pengisi Baterai Lead Acid Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535*, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [9]. (Second Edition), P. H. (2012). *Battery in PV System*. Abingdon: Academic press.
- [10]. R A Wahyudi, A. S. (2018). *Simulation of Design and Implementation of Smart Socket Prototype Controlled by Android Application*. Retrieved from IOPSCIENCE: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/384/1/012060/pdf>
- [11]. Eichhorn, D. (2016). *ESP8266 Weather Station Getting Started Guide*. Leanpub.
- [12]. Maxim Integrated Products, Inc. (2015). *Extremely Accurate I2C-Integrated*.
- [13]. Indah Susanti, d. (2019). *ANALISA PENENTUAN KAPASITAS BATERAI DAN PENGISIAN PADA MOBIL LISTRIK*, 29-37.