

**RANCANG BANGUN SISTEM *CHARGE CONTROLLER* BATERAI PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI
BERBASIS ARDUINO**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH

MUHAMMAD RAHMAN

03041281722087

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM CHARGE CONTROLLER BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI BERBASIS ARDUINO



SKRIPSI

Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

MUHAMMAD RAHMAN
03041281722087

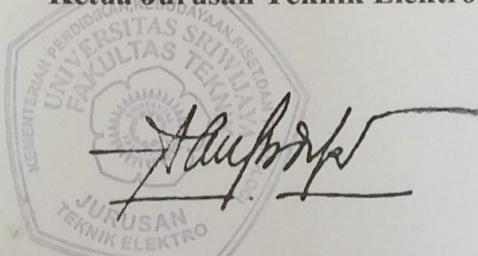
Indralaya, Juli 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Pembimbing Utama

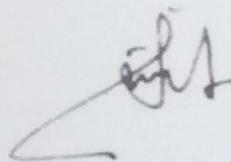


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Ir. Sri Agustina, M.T.

NIP. 196108181990032003



Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (SI)



Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Ir. Sri Agustina, M.T.

Tanggal : ____ / ____ / ____

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rahman
NIM : 03041281722087
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

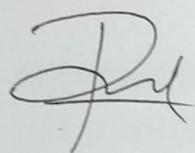
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM CHARGE CONTROLLER BATERAI
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI
BERBASIS ARDUINO**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : Juli 2021



Muhammad Rahman

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rahman

NIM : 03041281722087

Fakultas : Teknik

Jurusan/ Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan software *iThenticate/ Turnitin*: 0%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Charge Controller* Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Berbasis Arduino” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/Plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, Juli 2021



Muhammad Rahman

NIM. 03041281722087

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, Allahumma sholi 'ala Muhammad. Puji Syukur penulis panjatkan kepada Sang Pencipta, Allah *subhanahu wata'ala*. Lalu shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada manusia mulia; Rasulullah Nabi Muhammad *shallallhu 'alaihi wasallam*. Berkat rahmat, karunia dan ridho allah SWT penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **Rancang Bangun Sistem Charge Controller pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai berbasis Arduino**.

Utamanya, banyak pihak yang telah memberikan *support* selama penulis melaksanakan kehidupan perkuliahan ini. Pertama, Bapak (Zulkifli) yang telah berjuang begitu gigih untuk dapat memberikan nafkah kepada kami, memberikan nasihat kehidupan yang selalu tertanam sejak kecil hingga hari ini. Kemudian *Mamak* (Tri Muryani) dan Kakak (Dodo Nugraha).

Pembuatan Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Juga Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. selaku pembimbing utama tugas akhir. Dalam penyusunan tugas akhir telah memberikan bimbingan, nasehat serta bantuan hingga terselesaiannya tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik

6. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberi ilmu yang bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan
7. Teman seperjuangan yang telah banyak membantu dari awal kuliah hingga akhir
8. Rekan rekan PLTGS Team yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro angkatan 2017 Universitas Sriwijaya
10. Dan Pihak pihak yang telah membantu yg tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis sadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan. Semoga berbagai bantuan yang telah diberikan menjadi kebaikan di hadapan Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat menjadi sumbangsih ilmu pengetahuan dalam membangun peradaban.

Indralaya, Juni 2021

Penulis

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM CHARGE CONTROLLER BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI BERBASIS ARDUINO

(Muhammad Rahman, 03041281722087, 2021, 51 Halaman)

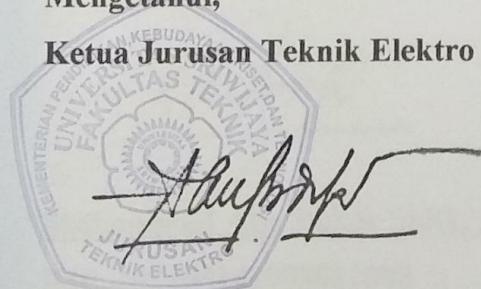
Setiap kebutuhan manusia saat ini tidak lepas dari namanya energi listrik. Namun saat ini sumber energi konvensional kian menipis. Salah satu cara mengatasinya adalah memanfaatkan energi alternatif yang salah satunya adalah gelombang sungai. Sungai musi memiliki potensi energi yang besar dilihat dari cukup banyaknya gelombang yang dihasilkan. Oleh karena itu Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai (PLTGS) bisa menjadi solusi masalah tersebut. Energi yang dihasilkan oleh PLTGS akan disimpan ke baterai terlebih dahulu sebelum digunakan. Umumnya ketika sebuah baterai telah penuh terisi, untuk beralih melakukan pengecasan ke baterai yang lain, hal ini perlu dilakukan secara manual. Alat yang dirancang pada penelitian ini adalah ketika salah satu baterai penuh, akan beralih mengecas ke baterai yang lain secara otomatis. *Charge controller* menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kontrol dan monitor. Ada tiga kondisi yang dipertimbangkan yaitu penuh, tidak penuh, dan tidak ada baterai; baterai tidak dimasukkan ke dalam slot pengisian. Ada dua baterai yang akan bergantian melakukan *charging*, dan jika penuh semua akan putus sendiri. Namun alat pada penelitian ini hanya terbatas dua baterai saja. Dalam menentukan *State Of Charge* (SOC) baterai alat ini menggunakan metode *Open Voltage Circuit* (OVC). Lalu kondisi dua baterai tadi akan ditampilkan pada LCD.

Kata kunci : Baterai, Arduino, *State Of Charge*, *Open Voltage Circuit*

Indralaya, Juli 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

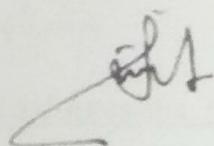


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Ir. Sri Agustina, M.T.

NIP. 196108181990032003

ABSTRACT

BATTERY CHARGE CONTROLLER SYSTEM DESIGN ON RIVER WAVE POWER POWER PLANT BASED ON ARDUINO

(Muhammad Rahman, 03041281722087, 2021, 56 Page)

Every human need today can not be separated from electrical energy. However, conventional energy sources are currently running low. One way to overcome this is to use alternative energy, one of which is river waves. The Musi River has great energy potential as seen from the large number of waves it produces. Therefore, Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai (PLTGS) can be a solution to this problem. The energy produced by PLTGS will be stored in the battery before use. Generally when a battery is fully charged, to switch to charging to another battery, this needs to be done manually. The tool designed in this study is when one battery is full, it will switch to charging another battery automatically. The charge controller uses Arduino Uno as a control center and monitor. There are three conditions to be considered namely full, not full, and no battery; the battery is not inserted into the charging slot. There are two batteries that will take turns charging, and if they are full, they will all disconnect themselves. However, the tools in this study were only limited to two batteries. In determining the State Of Charge (SOC) this tool uses the Open Voltage Circuit (OVC) method. Then the condition of the two batteries will be displayed on the LCD.

Keywords : Battery, Arduino, State Of Charge, Open Voltage Circuit

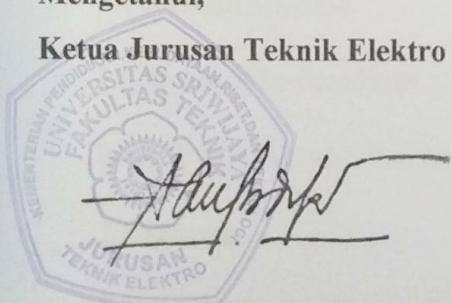
Indralaya, Juli 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Pembimbing Utama

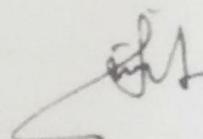


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Ir. Sri Agustina, M.T.

NIP. 196108181990032003



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Baterai	4
2.1.1 Macam Macam Baterai	4
2.1.2 Baterai Li – Ion	6

2.1.3 Macam Macam Baterai Li – Ion	9
2.2 SOC (State Of Charge) dan DOD (Depth Of Discharge)	11
2.2.1 Cara Menentukan nilai SOC	11
2.2.2 SOC Baterai Li – Ion 18650	14
2.3 Arduino Uno	14
2.4 Sensor Tegangan	15
2.5 Relai	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2 Diagram Alir Penelitian	18
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Langkah Langkah Penelitian	20
3.5 Charge Controller Baterai	21
3.6 Alat dan Bahan	21
3.7 Rangkaian Rancangan Alat	22
3.8 Prinsip Kerja	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Sensor Tegangan dan Kapasitas baterai	26
4.2 Rangkaian	27
4.3 Kemungkinan kondisi charge controller	29
4.4 Koding	33
4.4.1 Penjelasan Kode awal	40
4.4.2 Penjelasan Kode pada setiap kondisi	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Baterai Li-Ion Cilindrical	8
Gambar 2.2 Baterai Li-Ion Hardcase	8
Gambar 2.3 Baterai Li-Ion Pouch	9
Gambar 2.4 Berbagai Jenis Ukuran Baterai Li-Ion Cilindrical	10
Gambar 2.5 Arduino Uno	15
Gambar 2.6 Voltage Sensor	16
Gambar 2.7 Relai	16
Gambar 2.8 Jenis Jenis Relai	17
Gambar 3.1 Rancangan Rangkaian alat Charge controller	23
Gambar 4.1 Rangkaian rancangan alat Charge controller	27
Gambar 4.2 Foto Charge controller	27
Gambar 4.3 Rangkaian charge controller yang dihubungkan ke PLTGS	29
Gambar 4.4 Rangkaian kondisi satu	29
Gambar 4.5 Rangkaian kondisi dua	30
Gambar 4.6 Rangkaian kondisi tiga	30
Gambar 4.7 Rangkaian kondisit empat	31
Gambar 4.8 Rangkaian kondisi lima	31
Gambar 4.9 Rangkaian kondisi enam	32
Gambar 4.10 Rangkaian kondisi tujuh	32
Gambar 4.12 Rangkaian kondisi delapan	33

Gambar 4.12 Rangkaian kondisi sembilan 33

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
Grafik 2.1 Spesifikasi SOC pada Baterai Li-Ion	14

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	22
Tabel 3.2 Kondisi pengecasan charge control.....	25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah hal yang tidak lepas bagi kehidupan manusia modern. Sejak mulai dikomersialisasi pada akhir abad ke-18, telah mengubah bagaimana cara manusia menjalani kehidupan [1]. Batu bara dan minyak bumi telah dieksplorasi untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam menggunakan energi listrik. Seperti yang diketahui bahwa, sumber energi konvensional telah sangat menipis. Untuk alasan itu, kita dituntut untuk menemukan cara baru dalam memenuhi kebutuhan energi listrik.

Sumber energi alternatif adalah istilah yang mengarah pada energi yang tidak akan habis apabila dipakai secara terus menerus. Salah satu sumber energi alternatif adalah gelombang sungai [2]. Indonesia yang merupakan negara maritim tentu memiliki potensi energi gelombang air yang begitu besar baik laut maupun sungai. Sumatera Selatan memiliki banyak sekali sungai yang bisa dimanfaatkan energi kinetiknya. Kota Palembang, memiliki sungai terbesar yaitu Sungai Musi. Sungai Musi yang menghasilkan gelombang dapat dimanfaatkan energinya sebagai penggerak utama generator. Walaupun tidak sebesar gelombang laut, energi gelombang sungai masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan.

Dalam mengonversikan energi gelombang sungai menjadi energi listrik, salah satu cara yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan generator magnet permanen yang bergerak secara translasi. Dengan memanfaatkan gerakan dari gelombang air sungai, kemudian energi yang akan dihasilkan lalu disimpan terlebih dahulu pada baterai. Pada sistem konvensional, apabila sebuah baterai *di-charge* sampai penuh. Jika ingin beralih untuk *men-charge* baterai yang lain perlu dilakukan secara manual.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh saudara Muhammad Nurhadi dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Switching* dan *Monitoring* Baterai pada Motor Generator Set” [3] membahas mengenai bagaimana mengatur pergantian

sumber tenaga penggerak motor dan juga mengatur penggantian pengecasan baterai ketika salah satu baterai telah penuh [4]. Pada penelitian yang akan penulis lakukan, penulis hanya akan memfokuskan bagaimana mengatur penggantian pengecasan baterai ketika salah satu baterai penuh. Dan penulis akan menerapkan sistem *charge control* pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai (PLTGS).

Penulis berencana untuk merancang bagaimana apabila suatu baterai telah penuh di-*charge*, maka *charger* secara otomatis berpindah untuk mengisi baterai yang belum penuh secara otomatis dan apabila semua baterai telah penuh terisi, *charger* secara otomatis harus menghentikan proses *charging* untuk menghindari *overcharge* pada baterai. Dengan latar belakang diatas penulis memilih tema "*Rancang Bangun Sistem Charge Control pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai berbasis Arduino*".

1.2 Rumusan Masalah

Pada penilitan ini digunakan generator magnet permanen yang bergerak secara translasi. generator akan menghasilkan energi listrik yang nantinya akan disimpan ke dalam baterai. Pada sistem konvensional pada saat *charging* baterai, apabila suatu baterai penuh, apabila ingin beralih untuk *charge* baterai yang lain, hal ini perlu dilakukan secara manual. Oleh Sebab itu penulis ingin merancang bagaimana sistem *charge controller* yang bisa bekerja secara otomatis lalu bisa diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai. Sehingga bisa memaksimalkan kegunaan dan keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang sungai itu sendiri.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui parameter dalam menentukan apakah baterai telah *full charge* atau belum

2. Merancang sistem *charge controller* baterai yang secara otomatis *switch* ketika salah satu telah penuh

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Generator yang digunakan adalah generator magnet permanen linear
2. Baterai yang digunakan adalah baterai *Li-Ion*
3. Baterai yang digunakan berjumlah dua buah
4. Tidak mempertimbangkan *Charging Stage* pada Baterai *Li-Ion*
5. Tidak mempertimbangkan pengaruh suhu terhadap kondisi *charging*
6. Tidak mempertimbangkan tidak konsistennya tegangan yang dihasilkan oleh Generator Linear pada PLTGS
7. Membahas mengenai sistem kontrol pengecasan baterai

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, rumusan masalah, manfaat penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai apa itu baterai secara umum, baterai *Li-Ion*, dan komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tentang waktu dan tempat melakukan penelitian, alat dan bahan, persiapan yang dilakukan, pengujian, dan diagram alir proses penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai hasil rancangan penelitian, pembahasan serta analisanya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan dan diuraikan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil penelitian dari percobaan yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Contributors, “Electric power industry,” *Wikipedia*, 2020. https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_power_industry (accessed Apr. 12, 2021).
- [2] W. Contributors, “Energi Alternatif,” 2021. https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_alternatif (accessed Mar. 05, 2021).
- [3] M. Nurhadi, “Rancang Bangun Sistem Switching dan Monitoring Baterai Pada Motor Generator Set,” Universitas Sriwijaya, 2020.
- [4] A. Lestari, “Perancangan Sistem Kendali Elektromagnetik pada Pembangkit Listrik Energi Listrik,” Universitas Sriwijaya, 2018.
- [5] A. Rahmat, “Mengenal Macam-Macam Jenis Baterai.” <https://kelasrobot.com/mengenal-macam-macam-jenis-baterai/> (accessed Jan. 03, 2021).
- [6] Tempo, “3 Penemu Baterai Lithium Ion Raih Nobel Kimia 2019,” 2019. <https://tekno.tempo.co/read/1258101/3-penemu-baterai-lithium-ion-raih-nobel-kimia-2019> (accessed Dec. 30, 2020).
- [7] I. Rekayasa, “Baterai Li-ion, Bagaimana cara kerjanya,” *Youtube*, 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=EH8ztg-8SuY> (accessed Dec. 30, 2020).
- [8] Admin, “The 3 main types of lithium ion battery cells,” *Automotive News*, 2019. <https://www.autonews.com/shift/3-main-types-lithium-ion-battery-cells> (accessed Mar. 06, 2021).
- [9] Anonim, “Samsung Galaxy J2 Battery,” *Samsung*. <https://www.samsung.com/in/mobile-accessories/battery-eb-bg360cbngin-eb-bg360cbngin/> (accessed Jun. 25, 2021).
- [10] Anonim, “Baterai Lithium 18650 kualitas baterai dan merek baterai Lithium,” *Obengplus Media*, 2019.

- <http://www.obengplus.com/articles/3700/2/Baterai-Lithium-18650-kualitas-baterai-dan-merek-baterai-Lithium.html> (accessed Mar. 06, 2021).
- [11] I. Buchmann, “BU-205: Types of Lithium-ion,” 2021. https://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion (accessed Mar. 06, 2021).
 - [12] Admin, “Jenis Baterai Ion Lithium: LCO, LMO, NMC, LFP, NCA, LTO,” *Elektrologi Iptek*, 2020. <https://elektrologi.iptek.web.id/jenis-baterai-ion-lithium-lco-lmo-nmc-lfp-nca-lto/> (accessed Mar. 06, 2021).
 - [13] A. Gunawan, C. ER, and I. Sugihartono, “Rancang Bangun Battery Charge Controller Dual Sumber PLTS dan PLN Sebagai Suplai Charger Laptop,” *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. IV, pp. 25–28, 2015.
 - [14] W. Contributors, “Open-circuit voltage,” *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2021. https://en.wikipedia.org/wiki/Open-circuit_voltage (accessed Feb. 10, 2021).
 - [15] E. Stafl, “Calculating the State of Charge of a Lithium Ion Battery System using a Battery Management System,” 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=rOwcxFERcvQ> (accessed Feb. 10, 2021).
 - [16] I. Buchmann, “BU-903: How to Measure State-of-charge,” 2019. https://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_measure_state_of_charge (accessed Feb. 10, 2021).
 - [17] Anonim, “Li-ion Voltage Analysis.” <https://siliconlightworks.com/li-ion-voltage> (accessed Feb. 11, 2021).
 - [18] A.-M. Production, “Tonton Sampai Habis !!! Belajar Arduino Di Jamin Bisa,” 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=rCV3UMm-QVg> (accessed Jan. 21, 2021).
 - [19] Anonim, “Memilih Arduino Untuk Pemula,” 2016. <http://family-cybercode.blogspot.com/2016/01/memilih-arduino-untuk-pemula.html> (accessed Jan. 21, 2021).

- [20] Arduino, “Arduino Uno Rev3,” 2018. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> (accessed Jun. 25, 2021).
- [21] S. Sen, “How to Connect Arduino with Voltage Sensor,” 2020. <https://www.hackster.io/sensam240/how-to-connect-arduino-with-voltage-sensor-eb4a99> (accessed Jun. 25, 2021).
- [22] E. Relaxation, “Difference between using relay alone or relay module,” 2018. <https://forum.arduino.cc/t/difference-between-using-relay-alone-or-relay-module/539550> (accessed Jun. 25, 2021).
- [23] D. Kho, “Pengertian Relay dan Fungsinya.” <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/> (accessed Mar. 07, 2021).
- [24] G. Woryanto, D. Despa, E. Komalasari, and N. Soedjarwanto, “Rancang Bangun Battery Charge Controller Dual Sumber Suplai Beban Dengan Plts Dan Pln Berbasis,” vol. IV, pp. 25–28, 2015.