

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Baterai *Lithium – Ion***

Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi kandungan energi kimia pada bahan aktif dari komponen penyusun baterai menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Terdapat dua jenis baterai, yaitu baterai primer (*non rechargeable* / tidak dapat diisi ulang / sekali pakai) dan baterai sekunder (*rechargeable* / dapat diisi ulang / dapat dipakai lebih dari satu kali). (Satriady et al., 2016)

Salah satu jenis baterai sekunder yang sering digunakan adalah jenis baterai *lithium – ion* dimana memiliki kelebihan dibandingkan jenis baterai sekunder lainnya, yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang baik (daya tahan sampai 10 tahun / lebih), densitas energi tinggi, tidak ada memori efek dan berat yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan baterai jenis lain. Sehingga dengan berat yang sama energi yang dihasilkan baterai *lithium* merupakan dua kali lipat dari baterai jenis lain. (Perdana, 2021)

Selain itu, baterai *lithium – ion* memiliki kelebihan ramah lingkungan karena tidak mengandung racun, laju *self–discharge* rendah, dan tegangan *discharge* yang datar. Disamping kelebihannya, tentu saja baterai *lithium – ion* memiliki kekurangan diantaranya adalah harga yang relatif mahal dibandingkan dengan NiCd/NiMH, bentuk baterai tidak terdapat seperti bentuk baterai standar (AA)

seperti pada baterai NiMH/NiCd, dan membutuhkan rangkaian pengamanan *overcharging*. (Hartanto & Wibowo, 2014)

Dengan kata lain, baterai *lithium* merupakan baterai isi ulang yang dapat di *charge* maupun di *discharge* dengan pengulangan lebih dari satu kali. Pemakaian baterai jenis ini biasanya digunakan pada perangkat elektronik seperti *handphone*, laptop, dan masih banyak lainnya.

## 2.2 Baterai Li-Ion CD 18650 3,7V

Tabel 2.1. Karakteristik Dasar Baterai Li-Ion 3,7V

Tegangan Nominal	3,7V
Impedansi Dalam	$\leq 70\text{m}\Omega$
Tegangan <i>Cut-Off Discharge</i>	3,0V
Tegangan Maksimal <i>Charge</i>	$4,20 \pm 0,05\text{V}$
Arus Standar <i>Charge</i>	0,52A
Arus <i>Rapid Charge</i>	1,3A
Arus Standar <i>Discharge</i>	0,52A
Arus <i>Rapid Discharge</i>	1,3A
Arus <i>Pulse Discharge</i> Maksimal	2,6A

Berdasarkan Tabel 2.1 (EEMB Co., 2010), dapat diketahui tegangan maksimal baterai untuk proses *charge* adalah  $4,20 \pm 0,5\text{V}$  dengan tegangan nominal baterai 3,7V dan tegangan *cut-off discharge* baterai pada angka 3,0V. Dengan kata lain, tegangan tertinggi baterai akibat proses *charging* dapat mencapai angka 4,20V meskipun nilai nominal baterainya 3,7V. Dan baterai akan memutus listrik menuju beban ketika baterai mencapai tegangan *cut-off*nya.

Baterai *lithium – ion* yang digunakan pada penelitian ini merupakan baterai *lithium – ion* CD 18650 3,7V. Jenis baterai yang digunakan seperti yang ditunjukkan Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Baterai *Lithium – Ion* CD 18650 99000mAh 3,7V

Gambar 2.1 menunjukkan bentuk *real* dari baterai *lithium – ion* CD 18650 99000mAh 3,7V yang digunakan sebagai objek penelitian. Baterai ini merupakan baterai yang diproduksi oleh UltraFire. Baterai jenis ini merupakan baterai yang dapat di *charge* maupun di *discharge* lebih dari satu kali. *Charge / charging* merupakan proses pengisian baterai oleh sumber listrik DC sehingga baterai dapat digunakan kembali. Sedangkan *discharge / discharging* merupakan proses pengosongan kapasitas baterai dimana baterai sebagai perangkat penyimpanan energi listrik sementara akan mengalirkan simpanan listriknya untuk mengoperasikan / menghidupkan / menyuplai beban.

### 2.3 *Charger* Baterai

*Charger* merupakan pengisi baterai. Pada saat proses pengisian baterai dengan menggunakan *charger*, arus dialirkan berlawanan dengan waktu

pengeluaran isi. Pengisian berarti bahwa beban aktif dan elektrolit dirubah supaya energi kimia baterai mencapai maksimum. Prinsip kerja *charger* adalah sumber tegangan AC (1 fasa / 3 fasa) yang masuk melalui terminal input trafo *step – down* dari tegangan 380V / 220V menjadi tegangan 110V kemudian dioda penyearah / *thyristor* arus bolak-balik (AC) tersebut diubah menjadi arus searah dengan *ripple* atau gelombang DC tertentu. Kemudian untuk memperbaiki *ripple* atau gelombang DC yang terjadi diperlukan suatu rangkaian penyaring (*filter*) yang dipasang sebelum terminal *output*. Jenis-jenis *charger (rectifier)* ada dua macam sesuai sumber tegangannya yaitu *rectifier* satu fasa dan *rectifier* tiga fasa. (Hamid et al., 2016)



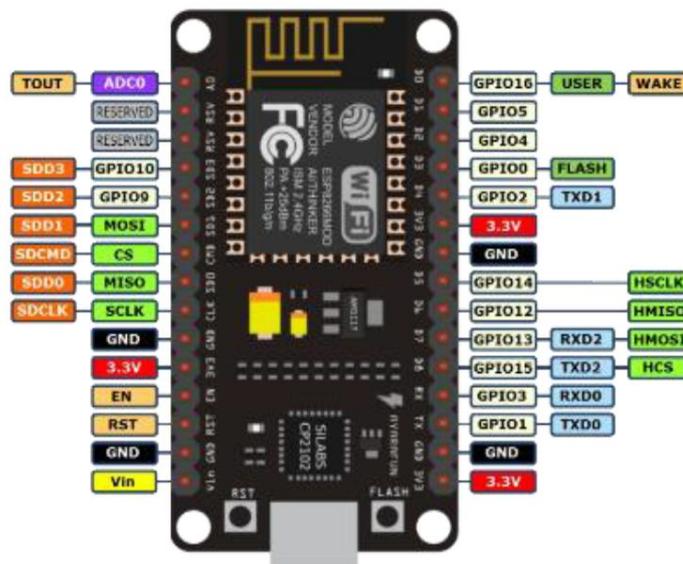
Gambar 2.2. *Charger* Baterai

Gambar 2.2. menunjukkan *charger* baterai yang digunakan pada penelitian ini. Untuk proses *charging* baterai, diperlukan jenis listrik DC. *Charger* ini berfungsi sebagai pengubah listrik AC dari sumber menjadi listrik DC. Sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan sumber listrik untuk pengisian baterai. Besaran

tegangan keluaran disesuaikan dengan komponen pembentuk rangkaian *rectifier* yang ada pada *charger*.

## 2.4 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah *platform* IoT yang bersifat *open source*. NodeMCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fungsi layaknya mikrokontroler. Selain itu, produk ini memiliki kemampuan akses terhadap WiFi juga *chip* komunikasi USB to Serial sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan eksistensi kabel data mikro USB. (Satriadi et al., 2019)



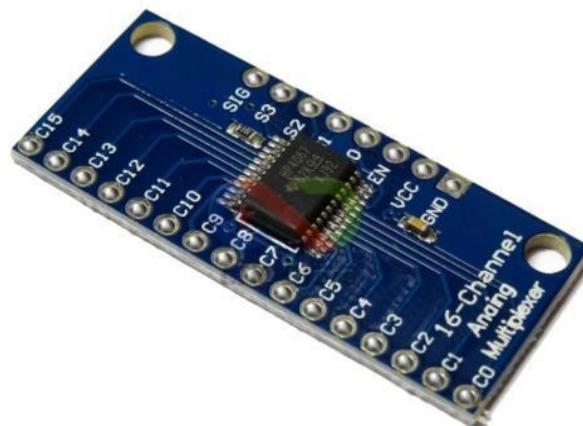
Gambar 2.3. NodeMCU  
(Artiyasa et al., 2021)

Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik dan detail pin dari NodeMCU yang digunakan pada penelitian ini. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa hanya terdapat satu buah pin *analog to digital converter* (A0). Penggunaan nodeMCU

pada penelitian ini yaitu sebagai mikrokontroler utama sebagai perangkat penerima data, pengolah data, dan memiliki sistem yang dapat terhubung dengan sistem internet.

## 2.5 *Multiplexer*

*Multiplexer* Arduino merupakan salah satu jenis komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai penyelektor data yang bekerja berdasarkan *command selector switch* untuk menampilkan data yang ingin dituju. Dengan kata singkatnya *multiplexer* memiliki banyak input data  $2^n$  contohnya 4, 8, 16, 32, *input* tetapi hanya memiliki beberapa buah *input* digital dan memiliki 1 bagian pengontrol. Melalui bagian *input* digital ini dapat dikehendak data *input* mana yang akan ditampilkan. (Juslam et al., 2019)



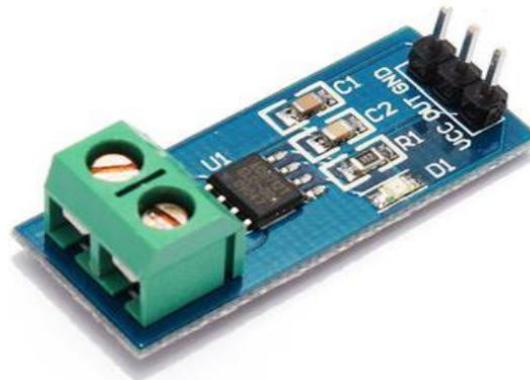
Gambar 2.4. *Multiplexer*  
(Sumber: Anonim,...)

Gambar 2.4 menunjukkan *multiplexer* yang digunakan pada penelitian ini yang merupakan rangkaian dengan fungsi sebagai penambah *port* I/O pada mikrokontroler utama dan struktur rangkaian logika yang dapat menerima beberapa

*input* data digital dan menyeleksi salah satu *input* tersebut pada saat tertentu, untuk dikeluarkan pada sisi *output*. Tujuan penggunaan *multiplexer* pada penelitian ini adalah untuk membantu NodeMCU dalam menyediakan *port* I/O tambahan sesuai dengan jumlah dan fungsi *port* yang dibutuhkan.

## 2.6 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah *hall effect current sensor*. *Hall effect allegro ACS712* merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus di dalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. (Ratnasari & Senen, 2017)



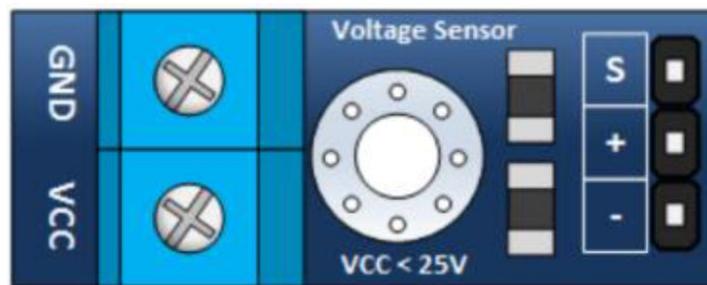
Gambar 2.5. Sensor Arus ACS712  
(Ratnasari & Senen, 2017)

Gambar 2.5 menunjukkan sensor arus ACS712 yang digunakan pada penelitian ini dengan fungsi untuk mendeteksi arus yang mengalir selama proses *charging* ataupun *discharging* berlangsung. Sensor arus ini akan dihubungkan dengan *analog to digital converter port* pada nodeMCU. Jenis sensor yang

digunakan adalah sensor arus ACS712ELCTR-05B-T dengan optimasi *range* arus sebesar  $\pm 5A$  dan sensitifitas sensor sebesar  $185mV/A$ .

## 2.7 Sensor Tegangan DC 0 – 25V

Sensor tegangan DC merupakan rangkaian pembagi tegangan yang dibuat menjadi sebuah modul yang mampu mengukur tegangan DC hingga 25V (Imron et al., 2018). Spesifikasi dari sensor ini yaitu memiliki tegangan input 0 – 25V DC, tegangan deteksi 0,02445 – 25V DC, ketelitian pengukuran sampai dengan 0,00489V, dan dengan ukuran perangkat sebesar  $25 \times 13mm$  (Siregar et al., 2020).



Gambar 2.6. Sensor Tegangan DC 0 – 25V  
(Imron et al., 2018)

Gambar 2.6 menunjukkan sensor tegangan DC 0 – 25V yang digunakan pada penelitian ini untuk mendeteksi nilai tegangan baterai saat proses *charging* – *discharging* berlangsung ataupun selesai. *Port* GND dan VCC merupakan *port* untuk baterai. Pin S merupakan pint *output* sensor. Pin – dan pin + merupakan pin yang berfungsi sebagai suplai listrik agar sensor dapat bekerja / beroperasi.

## 2.8 LCD 20×4

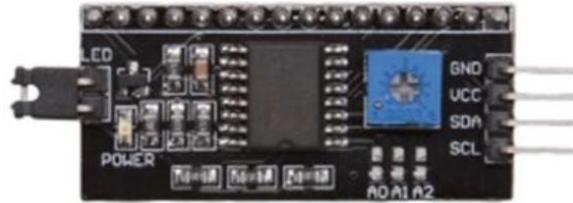
LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu perangkat elektronika yang telah terkonfigurasikan dengan kristal cair dalam gelas plastik atau kaca sehingga mampu memberikan tampilan berupa titik, garis, symbol, huruf, angka ataupun gambar dan terbagi menjadi dua macam berdasarkan bentuk tampilannya, yaitu *text* LCD (berupa huruf / angka) dan *graphic* LCD (berupa titik, garis, dan gambar) (Taif et al., 2019). Selain itu, perangkat ini merupakan suatu komponen jenis *interface* untuk *output* dalam sistem mikrokontroler (Weku et al., 2015).



Gambar 2.7. LCD 20×4

Gambar 2.7 menunjukkan LCD 20×4 yang digunakan pada penelitian ini. LCD ukuran ini merupakan LCD dengan dua puluh kolom pada setiap baris dengan jumlah baris sebanyak empat baris. Perangkat ini memiliki fungsi sebagai *display* untuk menampilkan *output* yang diterima oleh mikrokontroler utama.

## 2.9 Modul I2C



Gambar 2.8. Modul I2C  
(Saputra et al., 2020)

Gambar 2.8. merupakan modul I2C yang digunakan untuk menghemat pin *output* dari LCD dimana jika tidak memakai modul I2C dibutuhkan 7 I/O *port*. Penghematan tersebut bermanfaat untuk menghemat pin pada mikrokontroler utama (nodeMCU). PIN GND dan VCC I2C dihubungkan dengan GND dan VIN nodeMCU. Pin SDA dan SCL I2C dihubungkan dengan pin digital nodeMCU secara terpisah. Penggunaan I2C dapat memangkas penggunaan pin pada nodeMCU yang ketersediaannya sangat terbatas ( $\pm 8$  buah pin digital).

## 2.10 Saklar



Gambar 2.9. Saklar SPST  
(Sumber: Anonim,...)

Gambar 2.9 menunjukkan saklar yang berfungsi sebagai penyambung atau pemutus jalur listrik yang digunakan secara manual. Berikut merupakan beberapa jenis saklar manual: (Cholis et al., 2020)

1. Saklar SPST (*Single Pole Single Throw*),
2. Saklar SPDT (*Single Pole Double Throw*)
3. Saklar DPST (*Double Pole Single Throw*)
4. Saklar DPDT (*Double Pole Double Throw*)
5. Saklar TPST (*Three Pole Single Throw*)
6. Saklar TPDT (*Three Pole Double Throw*)

### **2.11 Modul Relay**

Relay merupakan saklar dengan kendali arus dimana terdapat sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Apabila arus mengalir melewati kumparan, armatur besi yang terpasang pada sebuah tuas berpegas pada relay akan tertarik menuju inti. Ketika armature tertarik menuju inti, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka. (Turang, 2015)

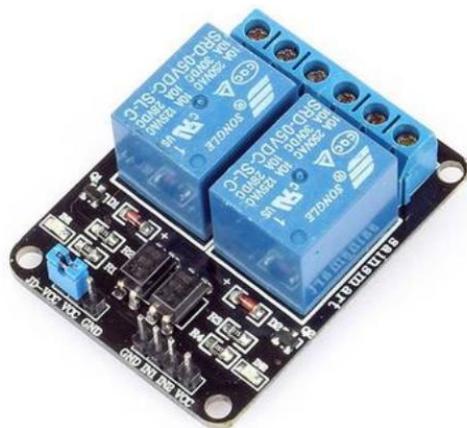


Gambar 2.10. Relay  
(Turang, 2015)

Gambar 2.10 menunjukkan bentuk fisik dari relay. Penggunaan salah satu komponen ini pada rangkaian listrik biasanya sebagai eksekutor pemutus atau penyambung sebuah jalur yang dikendalikan arus. Dengan kata lain, perbedaan

relay dengan saklar adalah sistem kerja relay dikendalikan arus sedangkan sistem kerja saklar dikendalikan manual (contohnya oleh manusia). Di samping itu, terdapat salah satu pengembangan relay dalam komponen elektronika yang disebut modul relay.

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Noviansyah & Hafdiarsya, (2019), modul relay merupakan suatu piranti yang menggunakan elektromagnetik untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar. Susunan sederhana modul relay terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililitkan pada inti besi. Bila kumparan diberi energi, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme saklar. Sehingga dapat diketahui bahwa pada prinsipnya, relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektromagnetik untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik (Jakaria & Fauzi, 2020).



Gambar 2.11. Modul Relay 2 Channel  
(Jakaria & Fauzi, 2020)

Gambar 2.11 menunjukkan jenis modul relay 2 channel yang digunakan pada penelitian ini. Modul ini terdiri dari dua buah modul relay yang digabungkan menjadi satu modul dimana masing-masing memiliki jalur *input* dan *output* yang tidak saling berhubungan tetapi hanya menggunakan satu suplai daya untuk

mengoperasikan dua modul tersebut (terdapat satu buah pin VCC dan satu buah pin GND). Masing-masing modul relay memiliki *port* COM, NC, dan NO sendiri.

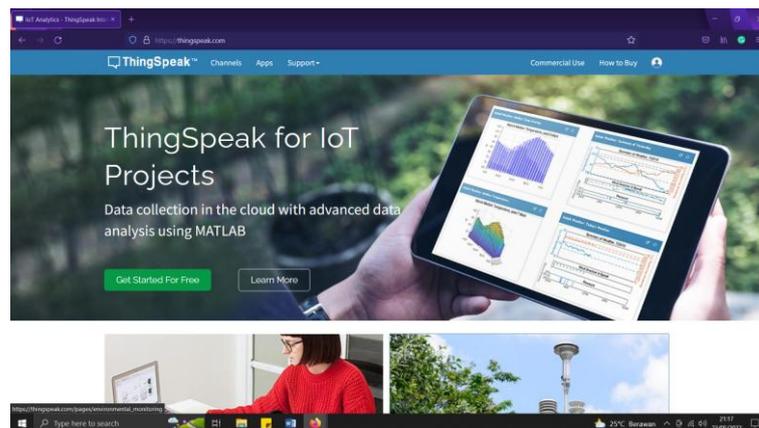
## **2.12 *Internet Of Things (IoT)***

Menurut Efendi, (2018), *internet of things* (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus dan memungkinkan pengguna untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Selain itu, IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. Ada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yaitu barang fisik yang dilengkapi IoT, perangkat koneksi ke internet, dan *cloud data centre* (tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *database*).

Cara kerja *internet of things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapapun. Dan internet yang menjadi penghubung diantara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

### 2.13 *ThingSpeak*

*ThingSpeak* merupakan salah satu *platform* IoT yang memungkinkan kita untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan bertindak atas data dari sensor atau aktuator seperti Arduino, Raspberry, Pi, dan perangkat keras lainnya. Selain itu, *thingspeak* dapat berfungsi sebagai pengumpul data yang mengumpulkan data dari perangkat *node* dan juga memungkinkan data yang akan diambil ke dalam lingkungan perangkat lunak untuk analisis historis data. (Artiyasa et al., 2020)



Gambar 2.12. Tampilan Utama *Website ThingSpeak*

Gambar 2.12 menunjukkan tampilan awal dari *website thingspeak*. *Platform* ini tersedia dalam bentuk *website* dan juga aplikasi. Beberapa fasilitas yang tersedia pada *platform ThinkSpeak* adalah sebagai berikut:

- *Collect data in private channels*
- *Share data with public channels*
- *RESTful and MQTT APIs*
- *MATLAB® analytics*

- *Event scheduling*
- *Alerts*
- *App integrations*

Kemudian, *ThinkSpeak* sebagai salah satu *platform* IoT telah *tersupport* beberapa perangkat, diantaranya adalah sebagai berikut:

- *MATLAB<sup>®</sup> & Simulink<sup>®</sup>*
- *Arduino<sup>®</sup>*
- *Particle devices*
- *ESP8266 and ESP32 Wifi Moduls*
- *Things Network*
- *Senet*
- *Libelium*
- *Beckoff*

Selain itu, beberapa bidang yang telah memanfaatkan kegunaan dari *platform ThinkSpeak* ini diantaranya adalah sebagai berikut:

- *ThinkSpeak for Students and Educators*
- *ThinkSpeak for Environmental Monitoring*
- *ThinkSpeak for Energy Monitoring*
- *ThinkSpeak for Smart Farming*

## **2.14 State Of Art**

Penelitian monitoring baterai telah dilakukan berbagai pihak dengan *variable* berbeda yang digunakan. Pengkajian penelitian-penelitian tersebut dapat menjadi

referensi yang dapat berfungsi sebagai pembanding maupun pemahaman lebih lanjut mengenai alat yang diteliti. Tabel 2.2, menunjukkan studi yang berkaitan dengan penelitian pada tugas akhir ini.

Tabel 2.2. Jurnal Terkait Penelitian

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat Dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
1.	Desain Sistem Monitoring <i>State Of Charge</i> Baterai Pada <i>Charging Station</i> Mobil Listrik Berbasis <i>Fuzzy Logic</i> Dengan Mempertimbangkan <i>Temperature</i> (Farizy & Asfani, 2016)	Ahmad Faiz Farizy, Dimas Anton Asfani, Soedibjo	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016	Pada penelitian ini dilakukan pembuatan desain monitoring <i>charge - discharge</i> baterai yang dilengkapi sensor tegangan, sensor suhu, dan menggunakan <i>fuzzy logic control</i> dimana dari hasil pengujian didapatkan hasil pengukuran tegangan DC hingga 27V tanpa <i>error</i> & mampu mengukur suhu dengan tingkat <i>error</i> 0,7%. Penggunaan <i>fuzzy logic controller</i> bertujuan untuk mendapatkan nilai SOC akurat pada sistem monitoring.
2.	Rancang Bangun Monitoring Pengisian Baterai Pada Solar Cell Di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Semarang (Sugijono et al., 2018)	Syahid, Sugijono, Ari Santoso, Aji Hari Riyadi	Politeknik Negeri Semarang, 2018	Penelitian ini melaksanakan pembuatan alat monitoring pengisian baterai oleh <i>solar cell</i> dimana data arus dan tegangan ditampilkan pada box panel secara <i>real time</i> . Data yang masuk diakuisisi oleh PLC dan di kirimkan ke sistem SCADA dalam komputer yang

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat Dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
				kemudian diolah dan ditampilkan pada layar monitor komputer.
3.	Sistem Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Baterai Kendaraan Bermotor (ACCU) Berbasis Arduino Uno (As'adi et al., 2017)	Zainul As'adi, Alex Harijanto, Bambang Supriadi	Universitas Jember, 2017	Penelitian ini menyelesaikan pembuatan alat monitoring tegangan dan arus baterai menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya dan data yang didapat disimpan pada kartu memori untuk ditampilkan pada laptop sehingga pengguna bisa mengetahui kondisi baterai kendaraan secara langsung tanpa harus membongkar baterai untuk melihat kondisi listrik dalam sebuah siklus motor.
4.	Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dan Kontrol Beban Berbasis <i>Internet Of Things</i> (Alfita et al., 2021)	Riza Alfita, Koko Joni, Fajar Dwika Darmawan	Universitas Trunojoyo Madura, 2021	Pada penelitian ini dilakukan pembuatan alat dengan kerja memonitoring daya baterai dan kontrol beban. Dirancang dengan menggunakan komponen Raspberry sebagai pengolah data, <i>smartphone</i> sebagai <i>interface</i> , sensor, dan aktuator sebagai I/O. Sistem monitoring menampilkan persentase daya baterai dan notifikasi peringatan jika pemakaian sudah berada pada batas SOC. Dan

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat Dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
				terdapat sistem kontrol yang berfungsi sebagai pengendali beban dari jarak jauh apabila terjadi kelalaian oleh pengguna yang mengakibatkan <i>overdischarge</i> . Sistem monitoring terintegrasi dengan sistem <i>Internet Of Things</i> .
5.	Purwarupa <i>Power Control</i> Pada <i>Electronic Power System</i> Untuk Monitoring Proses <i>Charging/Discharging</i> Baterai (Ardi, 2013)	Bakhtiar Aldino Ardi S	Universitas Gajah Mada Yogyakarta, 2011	Purwarupa <i>power control</i> dan <i>Electronic Power System (UPS)</i> yang diteliti, didesain khusus untuk memonitor proses <i>charging / discharging</i> baterai NiMH. Data tegangan dan arus pada baterai dikirim ke komputer sebagai <i>interface</i> . <i>Charging</i> baterai bersumber dari <i>solar cell</i> dan terdapat sebuah <i>switch on-off</i> yang sederhana untuk memutuskan sumber dari <i>solar cell</i> ketika tegangan pada baterai melebihi kapasitasnya.

Berdasarkan Tabel 2.2 dimana merupakan hasil beberapa penelitian terkait monitoring baterai yang telah dilaksanakan, maka pembeda dari penelitian ini yaitu pada penelitian sistem monitoring terhubung dengan *internet of things* sehingga monitoring dapat dilakukan secara lokal melalui LCD 20×4 dan secara *online*

melalui *platform ThinkSpeaks*. Disamping itu, monitoring dilakukan dengan memantau tegangan maupun arus ketika proses *charging* maupun proses *discharging* berlangsung tanpa harus melepas baterai. Baterai yang digunakan merupakan baterai *lithium-ion* CD 18650 3,7V. Hal-hal tersebut merupakan pembeda penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian ini dengan judul “*Monitoring Charging-Discharging Baterai Li-Ion CD 18650 3,7V Menggunakan NodeMCU Berbasis Internet Of Things*”. Dengan cara kerja sistem monitoring di bawah ini:

1. Sensor tegangan DC 0-25V akan mengukur tegangan selama proses *charging* maupun proses *discharging* berlangsung secara *real time*.
2. Sensor arus ACS712 akan mengukur arus selama proses *charging* maupun proses *discharging* berlangsung secara *real time*.
3. NodeMCU berperan sebagai mikrokontroler yang akan menerima data dari sensor tegangan DC 0-25V dan sensor arus ACS712 dan mengolahnya sehingga bisa ditampilkan melalui LCD 20×4 dan juga dapat dikirimkan menuju sistem IoT.
4. Sistem IoT yang menerima data dari NodeMCU adalah *platform ThinkSpeak*.

Hasil dari sistem monitoring dapat diakses pada LCD 20×4 (monitoring *offline*) dan pada *ThinkSpeak* (monitoring *online*). Data-data yang ditampilkan pada kedua wadah tersebut akan memiliki nilai yang sama karena berasal dari sumber data yang sama yaitu data yang ada di NodeMCU.