

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka metode pengumpulan data dilakukan dengan mencari jurnal dan literature yang berkaitan dengan tugas akhir kemudian mempelajarinya. Penelitian terkait dengan proses perancangan alat Alat cek uji *Depth of discharge* (DoD), *State of Charge* (SoC), dan *State of Health* (SoH) baterai akumulator berbasis Arduino yang memantau dan menampilkan grafik arus dan tegangan di *ThingSpeak*.

**Tabel 2. 1** Perbandingan Tinjauan Pustaka

No	Judul	Penulis	Keterangan
1.	Penyeimbangan <i>State of Charge</i> Baterai <i>Lead-acid</i> Pada Prototipe <i>Battery Management System</i>	Yuli Astriani, 2018	Prototipe BMS untuk baterai timbal-asam, fokusnya adalah menyeimbangkan SoC baterai menggunakan metode perhitungan <i>coulumb</i> . Prototipe ini termasuk sensor untuk pengukuran arus dan tegangan, pengontrol muatan surya, dan <i>inverter</i> . Sistem ini dikendalikan oleh <i>programmable logic controller</i> (PLC) dan data ditampilkan pada tampilan <i>human machine interface</i> (HMI). Kekurangan: Alat ini sulit untuk dipindahkan, harga dibidang kurang terjangkau, dan belum IOT[3].

2.	Estimasi <i>State of Charge</i> Menggunakan <i>Simulink</i> pada Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya	Bambang Sugeng, 2019	Alat ini membahas tentang estimasi <i>State of Charge</i> (SoC) pada pembangkit listrik tenaga surya menggunakan <i>Simulink</i> . Pemantauan baterai pembangkit listrik tenaga surya dan menyelidiki estimasi SoC menggunakan pemodelan MATLAB dan <i>Simulink</i> . Belum menampilkan grafik arus dan tegangan secara <i>real time</i> [4].
3.	Sistem Monitoring Penggunaan Beban Pada Proses Pengosongan Baterai 100WP Menggunakan Sensor PZEM-004T	Siti Amalia, 2021	Prototipe alat ini untuk memantau debit baterai dalam sistem panel surya. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino, sensor arus, sensor tegangan, dan sensor daya untuk memperoleh data real-time tentang tegangan, arus, daya, dan kapasitas baterai[5].
4.	Perancangan Sistem <i>Charging</i> Baterai Pada Prototipe Alat Ukur Tegangan Ujung <i>Feeder</i> Berbasis IOT	Naufal Najib, 2021	Alat ini membuat sistem <i>charging</i> dan <i>cut off</i> otomatis sehingga dapat digunakan secara <i>realtime</i> dan dapat memperpanjang <i>live time</i> baterai. Kontrolernya menggunakan Arduino Mega 2560 dan mengirim data ke ESP. Kekurangannya: Tidak terdapat sistem monitoring pada LCD, tidak menampilkan grafik

			<p>arus dan tegangan secara <i>real time</i>.</p>
5.	<p>Estimasi <i>State of Charge</i> dan <i>State of Health</i> Pada Baterai Lithium Ion Dengan Metode Perhitungan Coulumb</p>	<p>Nabila Alya Maulidina, 2021</p>	<p>Alat ini menggunakan sistem pemantauan baterai berbasis IoT. Sistem ini menggunakan mikrokontroler, sensor, baterai lithium-ion, modul <i>charger</i>, LED, resistor, dan buzzer. Metode Coulomb digunakan untuk menentukan status pengisian dan kesehatan baterai.</p>
6.	<p>Perancangan Alat Ukur SoC, DoD, dan SoH baterai Lithium-Ion dan Baterai INI-MH menggunakan Arduino Nano</p>	<p>2022</p>	<p>Perancangan alat ukur pemantauan <i>State of Charge</i>, <i>Depth of discharge</i>, dan <i>State of Health</i> baterai lithium-ion (Li-Ion) dan nickel-metal hydride (Ni-MH) menggunakan Arduino Nano digunakan sebagai mikrokontroler, dan sensor arus ACS712 digunakan untuk mengukur arus pelepasan baterai, pengukuran ditampilkan hanya pada layar LCD, dan belum menampilkan grafik arus dan tegangan secara real-time.</p>

7.	Implementasi Logika Fuzzy Untuk Pengukuran SoC Baterai Mobil Listrik yang Akurat	Muhammad Dzaky Ashidqi, 2021	Prototipe membahas implementasi logika fuzzy untuk pengukuran <i>State of Charge</i> (SoC) yang akurat pada baterai mobil listrik. Berbasis mikrokontroler ini menggunakan mikrokontroler Arduino uno, menggunakan sensor arus, sensor tegangan, monitoring dan pengolahan data hanya di PC tidak ada pada alat prototipe ini dan belum IOT[6].
8.	Perancangan Alat Tester Baterai Kendaraan Berbasis Arduino Dengan Keluaran Sistem SMS	Dwiyanto, 2020	Sistem pada alat ini menggunakan komponen sensor tegangan, mikrokontroler perangkat ini menggunakan Arduino Uno untuk memproses data tegangan, tampilan dengan layar LCD untuk menunjukkan baterai yang diukur dan menyertai modul SIM800 yang mengirim pemberitahuan SMS atau mengirimkan data[7].
9.	Monitoring <i>State of Charge</i> Accumulator Berbasis Graphical User <i>Interface</i> Menggunakan Arduino	Rijeng Firanda, 2021	Komponen yang digunakan alat pemantauan baterai meliputi: Graphical User Interface (GUI) Matlab untuk menampilkan data SoC, tegangan Baterai, dan suhu. Menggunakan mikrokontroler Arduino[8].

10.	Alat Cek Uji <i>Depth of discharge</i> (DoD) Baterai	Shofi Alya, 2023	Alat ini menggunakan mikrokontroler <i>NodeMCU ESP8266</i> yang berfungsi sebagai otak dari sistem dan berkomunikasi dengan sensor dan perangkat lainnya. <i>NodeMCU ESP8266</i> memiliki kemampuan WiFi, alat ini untuk terhubung dengan internet dan mentransmisikan data ke <i>Google Spreadsheet</i> dan memunculkan Grafik di <i>ThingSpeak</i> . Selain itu, alat ini dilengkapi dengan layar LCD 16x2 yang memberikan tampilan visual yang jelas dan mudah dibaca untuk menampilkan data arus, tegangan, dan nilai SoC. DoD, SoH secara <i>real-time</i> .
-----	--	------------------	---

## 2.2. Dasar Teori

Landasan teori merupakan sumber acuan yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir. Dasar teori ini meliputi komponen alat dan perangkat lunak untuk penggunaan daya baterai, menunjukkan tingkat pengisian baterai, dan menggambarkan kondisi keseluruhan baterai.

### 2.2.1. Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Secara umum, baterai terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang dapat memperbaharui energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Setiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kutub positif menunjukkan bahwa kutub tersebut memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub negatif. Ketika baterai

dihubungkan ke sirkuit eksternal, elektrolit dapat bergerak sebagai ion-ion di dalamnya, menghasilkan reaksi kimia di kedua kutub. Pergerakan ion-ion di dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai sehingga membuat baterai bekerja[3].



**Gambar 2. 1** Baterai GTZ6V

### 2.2.2. Jenis-Jenis Baterai

Secara garis besar baterai dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

#### 1. Baterai Primer

Baterai jenis ini merupakan jenis baterai yang paling banyak digunakan di pasaran. Jenis baterai ini tidak bisa diisi ulang (*single use battery*) dan kebanyakan baterai langsung dibuang setelah di gunakan. Baterai ini biasanya terbuat dari seng dan karbon. harga yang terjangkau membuat baterai ini cukup mudah ditemukan di pasaran. Kebanyakan baterai jenis ini diaplikasikan pada peralatan elektronik yang berdaya rendah, seperti *remote control* dan perangkat portabel yang lainnya.

#### 2. Baterai Sekunder

Baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi ulang hingga orde pemakain begitu lama. Sehingga sering kali penggunaan baterai sekunder dapat dijadikan sebagai alat penyimpanan energi listrik[9].

### 2.2.3. Parameter Baterai

Beberapa parameter penting dalam baterai antara lain:

#### 1. Kapasitas Baterai (*Battery Capacity*)

Kapasitas baterai dapat dinyatakan dalam Ampere Hour (Ah). Jika V merupakan nilai tegangan pada baterai, maka kapasitas penyimpanan

energi baterai dapat dinyatakan dalam  $Ah \times V = \text{Watt-hour}$ . Ini menunjukkan jumlah energi yang dapat diberikan oleh baterai dalam kondisi tertentu sebelum perlu diisi ulang[10].

## 2. Tegangan Baterai

Suatu baterai mampu mengalirkan adanya perbedaan potensial listrik antara terminal positif dan negatif baterai saat terjadi proses pengisian dan pengosongan berlangsung[11].

## 3. Siklus hidup

Siklus hidup mengacu pada jumlah siklus pengisian dan pengosongan baterai sebelum kapasitasnya menurun dibawah tingkat yang dapat diterima oleh sebuah baterai sebelum baterai tidak efektif lagi dalam menampung muatan listrik, dengan syarat penggunaan baterai yang normal dan sesuai aturan. Setelah melewati *life cycle* baterai, baterai masih bisa digunakan namun kapasitas pada baterai akan semakin berkurang. Apabila suatu baterai memiliki keterangan 2000 siklus, dengan 1 siklus terdiri dari 1 kali pengisian dan 1 kali pengosongan maka baterai tersebut dapat digunakan untuk 2000 kali pengisian dan 2000 kali pengosongan. Siklus ini akan memiliki nilai yang sama pada data *sheet* baterai dengan catatan baterai digunakan dengan normal sesuai dengan ketentuan[12].

## 4. *Self-Discharge*

Baterai akan mengalami pembuangan arus listrik walaupun dalam kondisi tanpa beban atau tidak digunakan. Hal ini disebabkan oleh reaksi kimia internal yang terjadi di dalam baterai. Tingkat pembuangan arus ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu penyimpanan, usia baterai, dan material yang digunakan dalam baterai.

## 5. *State of Charge (SoC)*

*State of Charge* adalah perbandingan antara energi tersisa dengan kapasitas energi maksimum pada baterai. SoC memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1, di mana 0 menunjukkan baterai dalam kondisi kosong dan 1 menunjukkan kondisi baterai yang sepenuhnya terisi. Selain itu, SoC juga dapat diungkapkan dalam bentuk persentase, mulai dari 0% hingga 100%. SoC merupakan parameter penting dalam penggunaan baterai yang harus diperhatikan. Keakuratan nilai SoC sangat penting untuk mencegah kerusakan sistem dan melindungi baterai dari kondisi *over-charge* yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada baterai.

Perhitungan nilai *State of Charge* baterai menggunakan metode *coulomb counting* (muatan listrik) dilakukan karena metode ini mengandalkan pengukuran langsung arus listrik yang masuk dan keluar dari baterai selama penggunaan atau pengisian[4]. Arus listrik berasal dari pergerakan muatan listrik selama persatuan waktu (dalam *second*). Oleh karena itu, perhitungan jumlah muatan listrik pada baterai dapat dilakukan dengan mengintegrasikan arus yang masuk dan keluar selama periode waktu yang sama.

Salah satu parameter penting penentuan nilai SoC dengan menggunakan metode *coulomb counting* adalah penentuan nilai *initial* SoC. *Initial* nilai SoC yang akurat sangat diperlukan untuk mendapatkan nilai SOC baterai yang sebenarnya.

#### 6. *Depth of Discharge* (DoD)

*Depth of discharge* merupakan presentase kapasitas baterai yang telah digunakan dibandingkan dengan kapasitas totalnya. *Depth of discharge* berhubungan langsung dengan siklus pengisian dan pengosongan baterai. Saat baterai digunakan dan diisi ulang, DoD akan bertambah dan kemampuan baterai untuk menyimpan energi akan berkurang seiring waktu. Semakin baterai dikosongkan, semakin tinggi tingkat DoD-nya[13].

#### 7. *State of Health* (SoH)

*State of Health* adalah ukuran kesehatan dan kondisi keseluruhan baterai, dengan membandingkan kapasitas saat ini dengan kapasitas awal sangat penting untuk menentukan apakah baterai masih mempertahankan kinerja yang diharapkan dan apakah baterai masih layak digunakan.

#### 2.2.4. **Baterai *Lead-Acid***

Baterai *lead-acid* (PbPbO<sub>2</sub>) merupakan salah satu dari jenis baterai sekunder yang dapat diisi ulang. Baterai *lead acid* menggunakan elektroda positif/katoda berbahan dasar timbal dioksida (PbO<sub>2</sub>), elektroda negatif/anoda berbahan asam timbal (Pb). Baterai ini menggunakan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebagai elektrolit[14].

Berikut ini merupakan karakteristik baterai *lead-acid* berdasarkan standar[15].



**Tabel 2. 2** Karakteristik baterai *lead-acid*

<b>Karakteristik</b>	<b>Values (PbPbO<sub>2</sub>)</b>
Energy Spesifik (Wh/Kg)	30-50
Resistansi Internal (mΩ)	Sangat Rendah
Siklus Hidup (80% <i>discharge</i> )	200-300
Waktu <i>Charge</i>	8-16 jam
Toleransi <i>Overcharge</i>	Tinggi
<i>Self Discharge</i> / Bulan	5%
Tegangan Sel (nominal)	2V
Tegangan <i>Cut off Charge</i> (V/cell)	2.40 <i>Float</i> 2.25
Tegangan <i>Cutt off Discharge</i> (V/cell, 1C)	1,75
Arus <i>Load Peak</i>	5C
<i>Best result</i>	0.2C
Suhu <i>Charge</i>	-20 sampai 50
Perawatan	-20 sampai 50
Keamanan	Suhu Stabil
Digunakan Sejak	Sekitar 1800-an

### 2.2.5. Metode *Coulomb Counting*

Metode CC (*Coulomb Counting*) adalah metode yang dapat digunakan untuk menghitung muatan listrik (*coulomb*) yang masuk atau keluar pada baterai. Dengan mengintegalkan arus listrik yang mengalir ke baterai terhadap waktu maka dapat diperoleh muatan listrik total yang masuk atau keluar dari baterai[16].

Secara umum, SOC dari sebuah baterai dapat diartikan sebagai rasio perbandingan kapasitas saat ini ( $Q(t)$ ) dengan kapasitas nominalnya ( $Q_n$ ). Kapasitas nominal merepresentasikan nilai maksimum pengisian yang dapat disimpan oleh baterai. Berdasarkan pernyataan tersebut didapatkan rumus[17]:

$$\text{SoC}(t) = \frac{Q(t)}{Q_n} \quad (1)$$

Dimana:

SoC(t) = Metode perhitungan *Coulomb* mengestimasi nilai SoC

$Q_n$  = kapasitas nominal baterai (Ah)

$Q(t)$  = kapasitas saat ini (Ah)

Metode ini mengukur arus pengosongan baterai dan mengintegrasikan pengosongan baterai pada waktu dengan tujuan memperkirakan SOC. Metode perhitungan *Coulomb* mengestimasi  $SoC(t)$ , yang diestimasi dari arus pengosongan  $I(t)$  dan nilai SOC sebelumnya  $SoC(t-1)$ . Dengan mengestimasi kondisi SOC pada keadaan sebelumnya penuh (*fully charged*), maka didapatkan persamaan:

$$SoC(t) = \frac{(Q_n - Q_{uji})}{Q_n} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

$SoC(t)$  = Metode perhitungan *Coulomb* mengestimasi nilai SoC

$Q_n$  = kapasitas nominal baterai (Ah)

$Q_{uji}$  = kapasitas keluar baterai (Ah)

dimana nilai  $Q_{uji}$  merupakan nilai kapasitas baterai yang hilang selama pengujian dalam waktu 3600 detik. Kapasitas yang hilang dapat dicari berdasarkan banyaknya energi yang dilepaskan baterai, yaitu :

$$E = P \times t \quad (3)$$

$$Wh = \frac{E}{3600} \quad (4)$$

$$Ah = \frac{Wh}{V} \quad (5)$$

Dimana:

$E$  = Energi

$P$  = daya (Ah)

$t$  = Waktu (s)

$Wh$  = menghasilkan daya dalam satu jam

$Ah$  = menghasilkan arus dalam satu jam

Dimana  $E$  merupakan energi yang dikeluarkan (dalam *joule*) yang dihitung dari besarnya daya dikali waktu. Selanjutnya *Watt-hour* (Wh)

merupakan daya yang dapat diberikan dalam waktu satu jam. Terakhir *ampere-hour* (Ah) merupakan kapasitas baterai yang terkonsumsi dalam penelitian ini berupa Quji Perhitungan nilai DOD didapatkan dari pengurangan persentase kapasitas penuh baterai dengan nilai SOC.

$$\text{DoD}(t) = 100\% - \text{SOC}(t) \quad (6)$$

Dimana:

DoD(t) = *Depth of discharge (%)*

SoC = *State of Charge (%)*

Perhitungan nilai SOH dilakukan dengan cara membandingkan nilai kapasitas total saat ini (Ah) dengan kapasitas awal baterai/*Beginning Of Life Capacity* (BOL Capacity).

$$\text{SoH} = \frac{\text{Kapasitas baterai total}}{\text{Kapasitas BOL}} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana:

SoH(t) = Status Kesehatan Baterai (%)

Kapasitas baterai total = nilai kapasitas total saat ini (Ah)

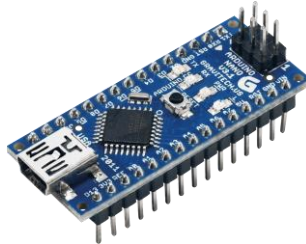
BOL Capacity = kapasitas awal baterai (Ah)

Pada penelitian ini, nilai SOH akan diestimasi berdasarkan pengurangan kapasitas secara berkala.

### 2.2.6. Arduino Nano

Arduino nano adalah sebuah papan mikrokontroler yang berbasis ATmega328 dan memiliki 14 pin I/O digital, dimana 6 pin di antaranya dapat berfungsi sebagai output *Pulse Width Modulator* (PWM) dan 8 pin sebagai *input* analog. Rentang tegangan kerja Arduino nano adalah 6 hingga 20 volt. Namun, perlu diperhatikan bahwa jika tegangan yang diberikan pada Arduino kurang dari 7 volt, maka pin 5V pada papan Arduino akan menyuplai tegangan kurang dari 5 volt, yang pada gilirannya dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam kinerja Arduino nano. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan melebihi 12 volt, penstabil tegangan pada Arduino akan mengalami pemanasan berlebih dan berpotensi merusak Arduino. Oleh karena itu, tegangan yang disarankan untuk penggunaan Arduino nano

adalah sekitar 7-12 volt untuk memastikan kerjanya berjalan dengan baik dan stabil[17].



**Gambar 2. 2** Arduino Nano

### 2.2.7. Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan adalah komponen yang digunakan untuk mengukur tegangan pada baterai. Pada alat uji ini, sensor tegangan dapat digunakan untuk mengukur tegangan baterai saat baterai diisi atau dikosongkan. Sensor tegangan yang umum digunakan adalah sensor tegangan DC yang dapat mengukur tegangan pada rentang 0-25 V.



**Gambar 2. 3** Sensor Tegangan

### 2.2.8. Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur arus listrik, baik yang berupa arus AC maupun arus DC, yang mengalir dalam sebuah rangkaian. Modul ACS712 ini menggunakan prinsip sensor *Hall Effect*, dimana arus yang mengalir dalam jalur beban menghasilkan medan magnet di sekitarnya. Medan magnet ini kemudian diubah menjadi tegangan yang bersifat proporsional terhadap besarnya arus yang mengalir dalam jalur tersebut. Sensor ACS712 tersedia dalam tiga varian, masing-masing memiliki kemampuan dalam mengukur

besarnya arus yang berbeda. Variannya adalah tipe ACS712-05B yang dapat mengukur arus hingga -5A sampai 5A, tipe ACS712-20A yang dapat mengukur arus hingga -20A sampai 20A, dan tipe ACS712-30A yang dapat mengukur arus hingga -30A sampai 30A. Dengan menggunakan modul sensor ACS712, kita dapat memantau dan mengukur arus listrik dengan akurat dalam berbagai aplikasi elektronik.



**Gambar 2. 4** Sensor Arus ACS712

### 2.2.9. Layar LCD I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) seringkali digunakan untuk menampilkan karakter berupa teks, angka, atau simbol tertentu[26]. Penggunaan LCD ini dapat menampilkan karakter dengan ukuran 16 x 2. Modul ini memiliki 16 pin yang dapat dimanfaatkan dalam penggunaannya. Dengan adanya tampilan LCD 16x2 ini, pengguna dapat memantau keadaan sensor atau status dari program yang berjalan. LCD 16x2 ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler untuk berfungsi dengan optimal. Detail dari modul LCD yang digunakan juga dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2. 5** LCD I2C 16X2

### 2.2.10.LM2596

LM2596 adalah IC *regulator switching* (sirkuit terintegrasi) yang dapat digunakan sebagai konverter *step-down (buck)* untuk secara efisien menurunkan tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah. LM2596 mampu mengeluarkan tegangan tetap atau yang dapat disesuaikan

dan dapat menangani rentang tegangan input hingga 40V. Modul LM2596 adalah papan sirkuit pra-bangun yang menggabungkan IC LM2596 bersama dengan komponen lain yang diperlukan untuk solusi pengatur tegangan lengkap. Modul ini biasanya memiliki terminal tegangan input dan output, serta potensiometer untuk mengatur tegangan output. *Stepdown* LM2596 ditunjukkan pada gambar 2.6.



**Gambar 2. 6** Stepdown LM2596

#### 2.2.11. Relay Modul 2 Channel

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*)[18]. Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki *ground* pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada relay akan berpindah dari kaki NC (*Normally close*) ke kaki NO (*Normally Open*). Relay yang digunakan ditunjukkan oleh gambar 2.6.



**Gambar 2. 7** Relay 2 channel

### 2.2.12. Node MCU Esp8266

NodeMCU merupakan sebuah open *source*. Terdiri dari perangkat keras dengan *System On Chip* (SOC) ESP8266-12, juga *firmware* yang digunakan dari pada perangkat kerasnya. NodeMCU dapat di analogikan sebagai board Arduino-nya ESP8266. NodeMCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah *board* dengan berbagai dengan fungsi seperti mikrokontroler umumnya, ditambah juga dengan kemampuan akses terhadap wifi juga fitur komunikasi USB to Serial sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan sebuah kabel data mikro USB. Secara umum ada tiga produsen NodeMCU yang produknya banyak beredar yaitu: *DOIT*, *Amica*, dan *Lolin/WeMos*. dengan beberapa jenis varian *board* yang diproduksi yakni Versi1, Versi2, dan yang terbaru saat ini adalah Versi3[19].

NodeMCU adalah sebuah pengembangan dari ESP8266 dengan *firmware* yang berisi *e-Lua*, pada NodeMCU dilengkapi dengan *micro USB port* yang berfungsi untuk memasukkan program ke NodeMCU maupun sebagai integrasi *ThingSpeak* untuk grafik arus dan tegangan pada baterai. Selain itu pada NodeMCU mempunyai dua buah tombol yaitu tombol reset dan *flash*. NodeMCU pada dasarnya menggunakan bahasa pemrograman *Lua* yang merupakan bahasa *default* dari ESP8266. Bahasa *Lua* memiliki logika dan susunan pemograman *Lua* yang mirip dengan bahasa C hanya ada perbedaan pada *sintak*. Jika ingin menggunakan bahasa *Lua* maka dapat menggunakan *Lua uploader* maupun *Lua loader*.

Selain dengan Bahasa *Lua* NodeMCU juga *support* dengan *software* Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan pada *board manager* pada Arduino IDE. Sebelum digunakan *board* ini harus di-*flash* terlebih dahulu agar dapat mendukung *tool* yang digunakan.



**Gambar 2. 8** Node MCU

*~Halaman ini sengaja dikosongkan~*