

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah meneliti tentang pembuatan Perancangan Pengaplikasian *Internet of Things* Pada Robot Pemotong Rumput Berbasis Arduino Mega 2560 dengan ESP8266. Muhammad Faiz Ismail (2018), penelitian pembuatan alat ini menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 dengan merancang sistem kontrol jarak jauh dan sistem *monitoring* menggunakan metode *Internet of Things* untuk mengontrol dan *memonitoring* performa robot dari jarak jauh dengan cakupan lebih luas. Hasil dari pengujian pengontrolan jarak jauh dan *monitoring* robot berjalan dengan baik apabila robot terhubung ke dalam jaringan internet yang baik juga tanpa melihat besarnya jarak antara robot dan pengguna.

Agustain (2014) dalam penelitiannya mengembangkan mesin pemotong rumput menggunakan akumulator sebagai sumber energinya. Sehingga diharapkan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energinya. Penggunaan energi listrik ini tidak menyebabkan polusi, seperti mesin pemotong rumput bertenaga BBM. Disisi lain mesin pemotong rumput hasil pengembangan Agustain (2014) masih memiliki kekurangan, proses konversi listrik DC ke AC yang ada dimungkinkan masih memiliki rugi daya yang cukup besar dan daya tahan energinya yang terbatas pada akumulator. Efisiensi yang lebih baik dimungkinkan diperoleh apabila tidak ada proses konversi bentuk tenaga listrik dan menambahkan sumber energi alternatif agar meningkatkan waktu kerja pemotong rumput.

Afif Saputro (2015) dalam penelitiannya ini memanfaatkan energi cahaya matahari untuk menggerakkan motor DC dan untuk mengisi energi pada Akumulator 70Ah yang akan digunakan sebagai sumber listrik pada saat alat berfungsi atau bekerja. Energi listrik yang tersimpan di akumulator digunakan sebagai sumber listrik tambahan jika daya yang dihasilkan panel surya kurang.



Cara pengamatan yang dilakukan adalah pengambilan data terkait nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya, kecepatan putar motor, dan lama waktu kerja alat.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 *Monitoring*

*Monitoring* adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan yang fokus pada proses keluaran. *Monitoring* akan memberikan informasi status dan kecendrungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang disediakan berulang kali dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa proses terhadap suatu objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan. Secara umum *monitoring* bertujuan mendapatkan umpan balik bagi kebutuhan program proses pembelajaran yang sedang berjalan dengan mengetahui kebutuhan ini pelaksanaan program akan segera mempersiapkan kebutuhan dalam pembelajaran tersebut. Kebutuhan bisa berupa biaya, waktu, personel, dan alat.

Pengertian *monitoring* menurut para ahli :

1. Menurut Oxfam 1995, “*Monitoring* adalah mekanisme yang sudah menyatu untuk memeriksa yang sudah untuk memeriksa bahwa semua berjalan untuk direncanakan dan memberi kesempatan agar penyesuaian dapat dilakukan secara metodologis”.
2. Menurut Cassely dan Kumar 1987, “*Monitoring* merupakan program yang terintegrasi, bagian penting dipraktek manajemen yang baik dan arena itu merupakan bagian integral di manajemen sehari-hari”.
3. Menurut Calyton dan Petry 1983, “*Monitoring* sebagai suatu proses mengukur, mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen program/proyek”.

Berdasarkan pengertian para ahli diatas, maka dapat disimpulkan bahwa *Monitoring* adalah bagian dari kegiatan pengawasan terhadap suatu aktivitas dalam



pemantauan yang pada umumnya bertujuan memeriksa apakah program yang telah berjalan itu sesuai dengan sasaran atau sesuai dengan tujuan dari program tersebut atau tidak.

### 2.2.2 *Agriculture Robot*

Salah satu revolusi di insutri pertanian (*agriculture*) yaitu *Agriculture Robot* atau Robot pertanian adalah robot yang dirancang untuk digunakan dalam industri pertanian yang bekerja secara otomatis dengan tujuan membantu tugas petani, meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi ketergantungan industri pada tenaga kerja manual. Salah satu *Agriculture Robot* adalah Robot pemotong rumput tenaga surya, robot ini dapat bergerak maju, ,mundur, belok kiri dan belok kanan yang dikendalikan melalui aplikasi *Blynk* yang telah terhubung ke robot melalui koneksi internet. Untuk memotong rumput menggunakan mata pisau rumput senar yang terletak pada bagian depan robot yang di aktifkan melalui aplikasi *Blynk*.

(Sumber : <https://whatis.techtarget.com/definition/agbot-agricultural-robot>)

Beberapa aplikasi utama robot di bidang pertanian meliputi:

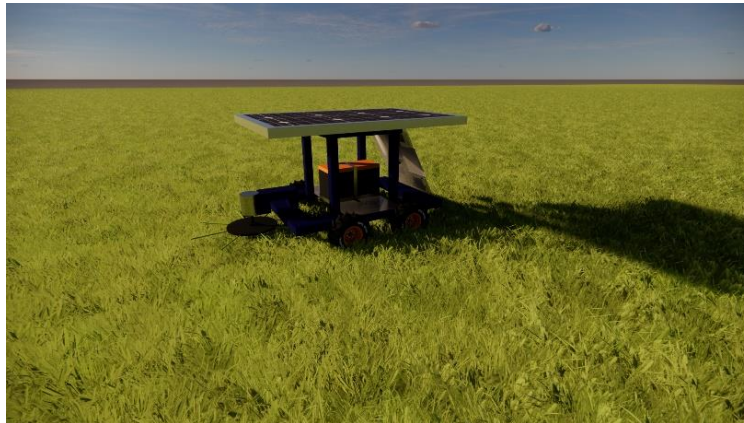
1. Pemangkasan rumput
2. menganalisis tanah
3. Penyemaian,
4. memantau lingkungan.
5. Penyemprotan air dan pestisida
6. Identifikasi gulma
7. Dan mengatasi masalah hama
8. Panen
9. Pemotongan,
10. Sortasi dan pengepakan

(Sumber : <https://marketbusinessnews.com/agricultural-robot-agribot/>)



### 2.2.3 Robot Pemotong Rumput

Robot Pemotong Rumput adalah robot beroda berjenis mobile robot yang dapat diaktifkan dan dikendalikan dari jarak jauh. Robot Pemotong Rumput memiliki tujuan untuk memudahkan serta mengurangi resiko bahaya terkena pisau pemotong saat pemangkasan rumput. Robot ini bergerak maju, mundur, belok kanan dan kiri serta memotong rumput menggunakan mata pisau senar yang berada di bagian depan robot. Ilustrasi Robot Pemotong Rumput Tenaga Surya dapat dilihat **Pada Gambar 2.1**



**Gambar 2. 1** Ilustrasi Robot Pemotong Rumput Tenaga Surya

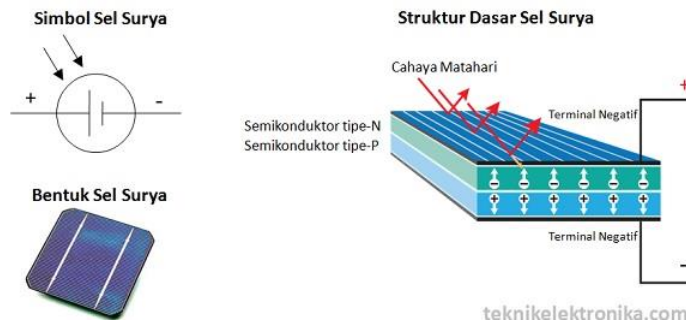
(Sumber: Doc. Pribadi, 2021)

### 2.2.4 Panel Surya

*Photovoltaic* (PV) adalah suatu sistem atau cara langsung (*direct*) untuk mentransfer radiasi matahari atau energi cahaya menjadi energi listrik. Sistem *photovoltaic* bekerja dengan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* pertama kali ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839. Efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan merubahnya menjadi energi listrik. Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose di bawah energi cahaya.

Energi solar atau radiasi cahaya terdiri dari biasan foton-foton yang memiliki tingkat energi yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energi dari foton cahaya inilah yang akan menentukan panjang gelombang dari spektrum cahaya. Ketika foton mengenai permukaan suatu sel PV, maka foton tersebut dapat dibiarkan, diserap,

ataupun diteruskan menembus sel PV. Foton yang terserap oleh sel PV inilah yang akan memicu timbulnya energi listrik. Sel Simbol dan Struktur dasar sel surya dapat dilihat **Pada Gambar 2.2**



**Gambar 2. 2** Sel Simbol dan Struktur dasar sel surya

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/> )

Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic* (PV). Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering disebut juga dengan Sel *Photovoltaic*. Sel Surya dapat dilihat **Pada Gambar 2.3**



**Gambar 2. 3** Sel Surya

(Sumber: <https://www.greenoptimistic.com/japanese-solar-cell-efficiency-20170325/>)

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan



semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (*Photodiode*), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik. Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (*Photodiode*) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5 V dan Arus setinggi 0,1 A saat terkena cahaya matahari.

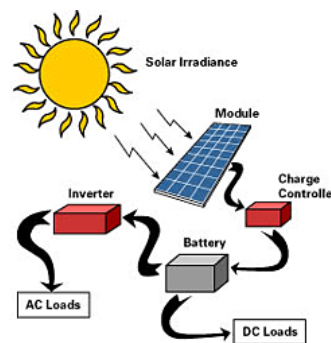
Saat ini, telah banyak yang mengaplikasikan perangkat Sel Surya ini ke berbagai macam penggunaan. Mulai dari sumber listrik untuk Kalkulator, Mainan, pengisi baterai hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan Satelit yang mengorbit Bumi kita.

#### **2.2.4.1 Prinsip Kerja Solar Cell**

Energi solar atau radiasi cahaya terdiri dari biasan foton-foton yang memiliki tingkat energi yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energi dari foton yang menentukan panjang gelombang dari *spectrum* cahaya. Ketika foton mengenai suatu sel *photovoltaic*, maka foton tersebut dapat dibiaskan dan diserap kemudian diteruskan menembus sel *photovoltaic* inilah yang akan memicu timbulnya energi listrik.

Cara kerja sel surya sendiri sebenarnya identik dengan pirantisemikonduktor diode, Ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor terjadi pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan yang berbeda, terjadi perubahan sigma gaya-gaya pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semikonduktor menyebabkan aliran medan listrik. Dan menyebabkan elektron dapat disalurkan ke saluran awal dan akhir untuk digunakan pada perabot listrik. (Shodiq, 2017)

Pada siang hari modul surya/panel *solar cells* menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses *photovoltaic*. Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya dapat langsung disalurkan ke beban atau disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban. Dan arus searah DC (*direct current*) yang dihasilkan dari modul surya yang telah tersimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban terlebih dahulu. Ilustrasi prinsip kerja *solar cells* dapat dilihat **Pada Gambar 2.4** sebagai berikut :



**Gambar 2. 4** Prinsip Kerja Solar Cells

(Sumber : <https://tenagamatahari.wordpress.com/2012/02/17/prinsip-kerja-solar-panel-atau-photovoltaic-sistem/>)

#### 2.2.4.2 *Solar Cell Mono-Crystalline* (Monokristal)

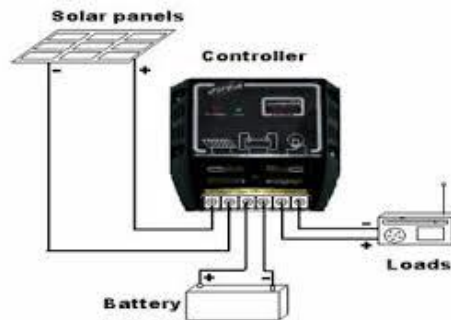
Solar cell yang digunakan penulis adalah jenis *Mono-crystalline*. *Mono-crystalline* merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastic dalam cuaca berawan.

#### 2.2.5 *Solar Charger Controller*

*Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke battery dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan



voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Wiring diagram solar charger controller* dapat dilihat **Pada Gambar 2.5**



**Gambar 2. 5** *Wiring diagram solar charger controller*

*Solar charge controller* menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, battery akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt. *Solar Charger Controller* dapat dilihat **Pada Gambar 2.6**



**Gambar 2. 6** *Solar Charger Controller*

(sumber: <http://panelsuryaindonesia.com/peralatan-panel-surya/35-solar-charge-controller>)

Beberapa fungsi detail dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke battery, menghindari overcharging Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar battery tidak 'full discharge dan overloading.
- Monitoring* temperatur baterai

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila battery sudah





penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar charge controller* akan mengisi battery sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

*Solar Charge Controller* biasanya terdiri dari : 1 input ( 2 terminal ) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output ( 2 terminal ) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output ( 2 terminal ) yang terhubung dengan beban (load). Arus listrik DC yang berasal dari battery tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.

*Solar Charge Controller* bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro. Di pasaran sudah banyak ditemui charge controller 'tandem' yaitu mempunyai 2 input yang berasal dari matahari dan angin. Untuk ini energi yang dihasilkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak bisa disuplai energi matahari secara full, dapat disupport oleh tenaga angin. Bila kecepatan rata-rata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari.

#### **2.2.5.1 Cara Kerja Solar Charger Controller**

komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Solar charge controller* berfungsi untuk:

- a) Charging mode: Mengisi battery (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau battery penuh).
- b) Operation mode: Penggunaan battery ke beban (pelayanan battery ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong').

##### **Charging Mode Solar Charge Controller**

Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging:

- a. Fase bulk: baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk – antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya / solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.



- b. Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
- c. Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada stage ini.

Untuk *solar charge controller* yang dilengkapi dengan sensor temperatur baterai. Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan sensor ini didapatkan optimum dari charging dan juga optimum dari usia baterai.

Apabila solar charge controller tidak memiliki sensor temperatur baterai, maka tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.

### 2.2.6 Baterai

Aki (battery) adalah alat penyimpanan energi yang diisi aliran DC dari panel surya, di samping menyimpan tenaga DC, aki juga berfungsi mengubah energi kimia menjadi energi listrik, pada dasarnya orang hanya mengetahui dua jenis aki yaitu aki primer dan aki sekunder. Umumnya baterai digunakan pada peralatan elektronik seperti jam dinding yaitu menggunakan yang primer. Sedangkan sekunder digunakan untuk PLTS, hanya aki sekunder yang diminati. Suplai aliran listrik sumber surya ke alat-alat pemakaian listrik akan berhenti ketika malam hari, supaya bisa tahan lama dari pengisian dan pengeluaran arus yang tak terputus, umumnya aki deep-cycle yang dipakai pada sistem surya. Aki biasa yang terpasang pada mobil tidak cocok dipasang untuk menyimpan aliran listrik dari panel surya. Battery VRLA dapat dilihat **Pada Gambar 2.7**





**Gambar 2. 7** Battery VRLA  
(Sumber: Panelsuryajakarta.com)

Saat proses pengisian tenaga listrik solar panel di ubah menjadi tenaga listrik di dalam akumulator yang di simpan di dalamnya, pada saat tenaga listrik di dalam akumulator digunakan untuk mencatu energi dari peralatan listrik. Dengan terjadinya proses ini dapat di kenal dengan elemen primer dan sekunder. Contoh baterai yang cocok digunakan yaitu baterai VRLA AGM yang sering kali di sebut dengan aki kering. Baterai ini tertutup, dari tertutupnya sistem baterai ini maka memiliki maka uap yang akan keluar sangat sedikit, maka tidak perlu melakukan penambahan cairan atau elektolyte selama waktu penggunaan baterai ini.

Baterai adalah suatu alat penyimpanan energi listrik yang dapat diisi (charge) setelah energi yang digunakan. Kapasitas atau kemampuan penyimpanan energi ditentukan oleh semua komponen didalam batere seperti jenis material yang digunakan dan jenis elektrolitnya sehingga dikenal batere asam dan batere alkali. Alat untuk mengisi energi listrik kedalam batere dinamakan rectifier (charging) yang berfungsi mengubah arus bolak-balik menjadi searah dan tegangan outputnya sesuai dengan tegangan batere. Kapasitas rectifier ini ditentukan oleh kapasitas batere, sehingga besarnya arus dan tegangan pengisian serta waktu sangat menentukan kondisi batere. Jika tegangan baik dan sesuai (lebih tinggi dari pada tegangan batere) sehingga arus pengisian dapat mengalir mengisi batere tersebut yang sesuai. Untuk mengetahui apakah batere sudah terisi penuh dan dapat menyimpannya dengan baik maka perlu dilakukan pengukuran kondisi batere dengan cara menguji secara simulasi beban yang dapat diatur sehingga arusnyapun dapat diatur pada arus yang tetap maka tegangan batere akan turun dari nominalnya. Waktu penurunan tegangan dibandingkan dengan karakteristik batere tersebut maka dapat diketahui kondisi batere tersebut, apakah mempunyai kapasitas yang baik atau buruk < 40 %.

a) Proses Pengisian Baterai

Ketika arus melalui eletrolite KOH sehingga molekul memisahkan diri menjadi ion  $K^+$  dan  $(OH^-)$ . Ion  $(OH^-)$  bergerak ke plate +ve dan ion  $K^+$  menuju



plate –ve.

Jadi plate +ve mengubah ion  $2\text{Ni}(\text{OH})_3$ , begitu juga plate –ve akan merubah Fe. Sebebnarnya disini tidak terjadi perubahan komposisi dari elektrolite dan spesifik gravity tetap konstan selama proses pengisian dan pengosongan (charging dan discharging).

b) Proses Pengosongan Baterai

Terjadi proses kebalikan terhadap proses pengisian dimana, plate +ve adalah  $2\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{K} \rightarrow 2\text{Ni}(\text{OH}) + 2\text{KOH}$

plate –ve adalah  $\text{Fe} + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$

c) Efisiensi ampere jam (AH efisiensi)

Efisiensi ini tidak dipengaruhi perubahan tegangan selama pengisian maupun pengosongan. dan besarnya efisiensi pada batere asam antara 90 -95 % sedangkan batere alkali rata-rata 80 %.

d) Standarisasi

Besarnya arus pengisian adalah :

- Batere Alkali :  $0,2 \times C$  (  $0,2 \times$  kapasitas batere )
- Batere Asam :  $0,1 \times C$  (  $0,1 \times$  kapasitas batere )
- Pada operasi floating arus yang mengalir ke batere relatif kecil.

Penjelasan dari standar  $0.2 \text{ C}$  dan  $0.1 \text{ C}$  adalah , bahwa batere akan diberlakukan pengujian pengisian maupun pengosongan dengan rumus arus  $0.2$  atau  $0.1$  dari kapasitas batere. Sebenarnya banyak standard yang dapat digunakan, hal ini tergantung pada jenis batere dan karakteristiknya serta spesifikasi dari pabrik. Kapasitas batere dengan satuan AH (ampere hours) ditentukan oleh perencanaan yang direalisasikan pada material yang digunakan dan juga ukuran dari elektrode dan media diantaranya serta jenis eletrolyte.

e) Pengujian Kapasitas Baterai

Kapasitas suatu batere adalah menyatakan besarnya arus listrik (Ampere) batere yang dapat disuplai / dialirkan ke suatu rangkaian luar atau beban dalam jangka waktu ( jam ) tertentu, untuk memberikan tegangan tertentu Kapasitas batere ( Ah ) dinyatakan sebagai berikut :

$C = I \times t$  Dimana :

$C$  = Kapasitas batere ( Ah )

$I$  = Besar arus yang mengalir ( A )  $T$  = Waktu ( jam ).

Pada batere alkali nickel-cadmium ( NiCd ) umumnya kapasitas batere dinyatakan dalam C5 dan untuk batere Asam C10.

C5 dan C10 menyatakan besarnya kapasitas batere dalam Ah yang tersedia selama 5 jam untuk C5 , dan 10 jam untuk C10.

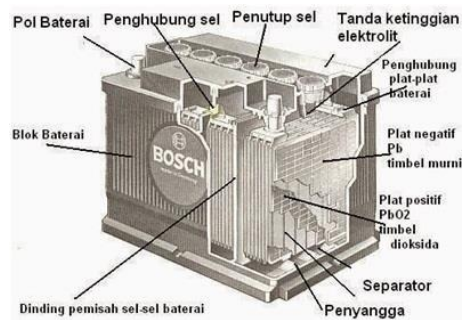
### 2.2.6.1 Konstruksi Baterai

Di dalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat-plat dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah. Ruangan dalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan di dalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam di dalam elektrolit.

Baterai terdiri dari beberapa komponen antara lain : Kotak baterai, terminal baterai, elektrolit baterai, lubang elektrolit baterai, tutup baterai dan sel baterai. Dalam satu baterai terdiri dari beberapa sel baterai, tiap sel menghasilkan tegangan 2 - 2,2 V. Baterai 6 V terdiri dari 3 sel, dan baterai 12 V mempunyai 6 sel baterai yang dirangkai secara seri.

Tiap sel baterai mempunyai lubang untuk mengisi elektrolit baterai, lubang tersebut ditutup dengan tutup baterai, pada tutup terdapat lubang ventilasi yang digunakan untuk mengalirkan uap dari elektrolit baterai. Tiap sel baterai terdapat plat positif, separator dan plat negatif, plat positif berwarna coklat gelap dan plat negatif berwarna abu-abu metalik. Arsitektur baterai dpat dilihat **Pada Gambar**

### 2.8





## **Gambar 2. 8** Arsitektur Baterai (aki)

(Sumber: Panelsuryajakarta.com)

### **2.2.7 Mikrokontroler NODEMCU ESP32-S**

#### **2.2.7.1 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output yang spesifik berdasarkan input yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler sebagai alat yang mengerjakan perintah-perintah yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem komputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini memerintahkan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer. Sistem dengan mikrokontroler umumnya



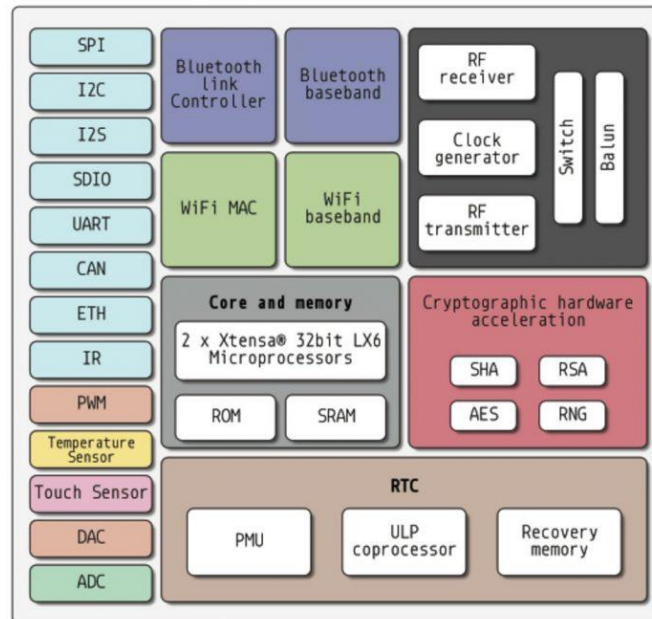
menggunakan piranti input yang jauh lebih kecil seperti saklar atau keypad kecil. Hampir semua input mikrokontroler hanya dapat memproses sinyal input digital dengan tegangan yang sama dengan tegangan logika dari sumber. Tegangan positif sumber umumnya adalah 5 volt. Padahal dalam dunia nyata terdapat banyak sinyal analog atau sinyal dengan tegangan level (Andy, 2012).

#### 2.2.7.2 NODEMCU ESP32-S

*ESP32* dibuat oleh *Espressif Systems*, *ESP32* adalah sistem dengan biaya yang rendah, berdaya rendah pada seri chip (SoC) dengan Wi-Fi & kemampuan Bluetooth dua mode! Keluarga *ESP32* termasuk chip *ESP32-D0WDQ6* (dan *ESP32-D0WD*), *ESP32-D2WD*, *ESP32-S0WD*, dan sistem dalam paket (SiP) *ESP32-PICO-D4*. Pada intinya, ada mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 *dual-core* atau *single-core* dengan *clock rate* hingga 240 MHz. *ESP32* sudah terintegrasi dengan *built-in antenna switches*, *RF balun*, *power amplifier*, *low-noise receive amplifier*, *filters*, and *power management modules*. Didesain untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dapat dipakai, dan aplikasi IoT, *ESP32* juga bekerja dengan konsumsi daya sangat rendah melalui fitur hemat daya termasuk *fine resolution clock gating*, *multiple power modes*, and *dynamic power scaling*.

Module *ESP32* merupakan penerus dari module *ESP8266* yang cukup populer untuk Aplikasi IoT. Pada *ESP32* terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih, dan mendukung *Bluetooth Low Energy*. Arsitektur dan Block diagram NodeMCU ESP 32 dapat dilihat **Pada Gambar 2.9** dan Pin Out Module *ESP-32S* dapat dilihat **Pada Gambar 2.10**

Berikut ini adalah Arsitektur dan Block Diagram dari *ESP32* :



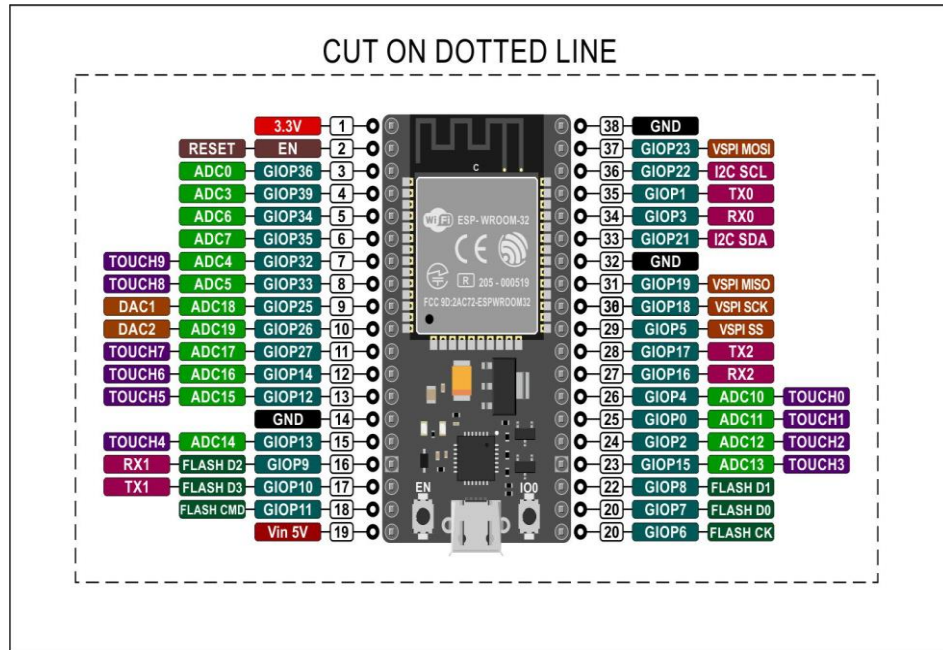
**Gambar 2.9** Arsitektur dan Block diagram NodeMCU ESP 32

(Sumber: embeddednesia.com )

Terdapat 36 pin GPIO yang bisa difungsikan sebagai berikut, termasuk

- Analog to Digital Converter (ADC) : 16 kanal SAR ADC 12 bit. Rentang ADC bisa diatur di dalam program, apakah 0-1 V, 0-1.4 V, 0-2V atau 0-4V.
- Digital to Analog Converter (DAC) : terdapat DAC 8 bit yang bisa menghasilkan tegangan analog.
- Pulse Width Modulation (PWM) : 16 kanal PWM yang bisa digunakan untuk mengendalikan LED atau motor.
- Touch Sensor : 10 GPIO memiliki kemampuan pengindera kapasitif yang dapat digunakan sebagai 10 tombol buttonpad.
- UART : 2 kanal antarmuka UART. Satu diantaranya digunakan untuk mendownload program secara serial.
- I2C, SPI, I2S : Terdapat dua antarmuka I2C dan 4 antarmuka SPI untuk mengakses sensor dan perangkat ditambah lagi 2 antarmuka I2S.





**Gambar 2. 10** Pin Out Module ESP-32S

(Sumber: forum.fritzing.org)

Meskipun tidak semua pin dengan fitur tertentu pada ESP32 cocok digunakan untuk semua keperluan di dalam project. Tabel berikut menunjukkan pin – pin yang paling baik digunakan sebagai input, output dan beberapa catatan yang perlu diperhatikan saat menentukan pin mana yang digunakan.

Pin yang diberi *highlight* hijau, bisa digunakan di dalam project. Sedangkan pin dengan *highlight* kuning bisa digunakan namun dengan catatan yang perlu diperhatikan, karena terdapat perilaku yang tak terduga terutama saat proses boot. Pin dengan *highlight* merah tidak direkomendasikan sebagai input ataupun output. Pin Input & Output ESP32 dapat dilihat **Pada Tabel 2.1** dan Spesifikasi Nodemcu ESP dapat dilihat **Pada Tabel 2.2**



**Table 2. 1** Pin Input & Output ESP32

GPIO	Input	Output	Catatan
0	pulled up	OK	output sinyal PWM saat <b>boot</b>
1	TX pin	OK	output debug saat <b>boot</b>
2	OK	OK	Terhubung ke LED on board
3	OK	TX pin	HIGH saat boot
4	OK	OK	
5	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
6	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
7	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
8	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
9	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
10	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
11	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
12	OK	OK	boot gagal ketika mendapatkan input high
13	OK	OK	

### 1.2.7.2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP32

**Table 2. 2** Spesifikasi NodeMCU ESP32

Varians	ESP32
MCU	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz up to 150 Mbit/s)
Clock Frequency	240 MHz
Bluetooth	Tipe 4.2 dan Bluetooth Low Energy (BLE)
SRAM	520 KiB
ROM	448 KiB
RTC fast SRAM	8 KiB
RTC slow SRAM	8 KiB
Total GPIO	36



Total SPI-UART-12C-12S	4-2-2-2
Resolusi ADC	12 bit
Suhu operasional kerja	-40°C to 125°C
Security	IEEE 802.11 standard security features all supported, including WFA, WPA/WPA2 and WAPI

#### 2.2.7.2.2 Memori

Terdapat tiga jenis memori yang terdapat pada NodeMCU ESP32 yaitu :

1. Flash Memory, memori yang digunakan untuk menyimpan sketch/ program NodeMCU ESP32. Flash Memory adalah media penyimpanan yang berjenis “*non-volatile*” yang berarti tidak memerlukan power untuk menjaga keberadaan data. Flash Memori hampir sama dengan EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM). Kapasitas memorinya pun beragam, mempunyai kemampuan transfer data untuk penulisan mencapai 88 Mbps sedangkan untuk pembacaan mencapai 5 Mbps. Para ilmuwan membuatnya menjadi sistem penyimpan data portabel, mirip disket, maka sering disebut Flash Disk.
2. SRAM (*Static Random Access Memory*), memori yang digunakan untuk menyimpan data variabel sementara. Memori *SRAM (Static Random Access Memory)* adalah tipe memori yang digunakan untuk menyimpan data. Berbeda dengan ROM yang menyimpan program, memori bertipe RAM ini digunakan untuk menyimpan data. Data dalam memori ini akan hilang ketika daya ke mikrokontroler ditiadakan (*volatile*). Data disini misalnya saat kita mendeklarasikan variabel tertentu atau array, atau data hasil penjumlahan dan pengurangan, dan sebagainya. Oleh karena itu, efektivitas dalam pemrograman sebuah mikrokontroler menjadi tantangan tersendiri. Kita tidak boleh mendeklarasikan variabel sebanyak-banyaknya tanpa memperhatikan



pertimbangan memori yang tersedia. Sebagai contoh, jika kita ingin membuat program logger yang melibatkan banyak data, kita disarankan menggunakan memori eksternal, misalnya SD card.

3. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), memori yang menyimpan data variabel dalam jangka waktu yang lama. EEPROM merupakan salah satu jenis memori yang memiliki alamat (*address*) yang didalam terdapat data (*value*). Pada mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang digunakan memiliki memori EEPROM sebesar 512 *kBytes*. EEPROM memiliki alamat sebanyak 1024 atau mulai dari 0 – 1023 dimana setiap alamat memiliki data sebesar 8 bit atau bernilai 0 – 255. Memori EEPROM tidak terhapus walaupun tanpa dialiri listrik. Analoginya mirip seperti *harddisk drive* atau *flash disk*. Data yang disimpan tidak akan terhapus walau tanpa dialiri listrik. Berbeda dengan RAM, tanpa dialiri listrik, Mikrokontroler akan padam dan memori kembali menjadi kosong. EEPROM ini memiliki fungsi yang sangat banyak terutama pada sistem absensi kehadiran, karena salah satu fungsinya adalah untuk merekam data kehadiran dari variabel id yang telah diinputkan pada sensor *optical fingerprint*. Dengan sifat EEPROM yaitu *read*, *write*, dan *idle* maka kegunaan EEPROM sendiri begitu sangat berguna dalam memanfaatkan sistem memori.

### 2.2.7.2.3 Komunikasi

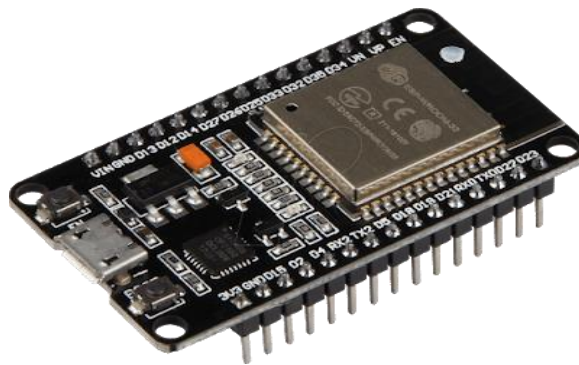
NodeMCU ESP32 telah melengkapi komunikasi serial dengan *port library* yang memudahkan untuk memprogram, yaitu :

1. *Serial Available*, digunakan untuk menyatakan angka, *bytes* atau karakter yang sudah siap dibaca dari *serial port*. Data ini adalah data yang telah diterima dan disimpan dalam serial *receive buffer*. *Serial receive buffer* dapat menampung 64 *bytes* data.
2. *Serial Begin*, digunakan untuk mengatur *baudrate/* kecepatan transmisi data. Beberapa pilihan kecepatan komunikasi data yang dapat digunakan pada board

NodeMCU ESP32 adalah 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 atau 115200. Pengaturan *baudrate* dilakukan pada bagian *setup*.

3. *Serial End*, digunakan untuk menutup komunikasi *serial port*.
4. *Serial Find*, digunakan untuk membaca data dari *serial port buffer* hingga target yang ditentukan dalam perintah.
5. *Serial Print*, digunakan untuk menampilkan data ke serial monitor. Data yang ditampilkan dapat berupa karakter, *bytes*, atau angka.
6. *Serial Read*, digunakan untuk membaca data dari *serial port*.
7. *Serial Write*, digunakan untuk membaca data biner dari *serial port*. Data ini dikirim dalam bentuk *byte* atau deretan data *byte*. Nodemcu ESP32 dapat dilihat

### Pada Gambar 2.11



**Gambar 2. 11** NodeMCU ESP32

(Sumber : <https://www.edukasi elektronik.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html> )

### 2.2.7.3 IDE Arduino

Untuk memprogram mikrokontroler pada Robot Pemotong Rumput Tenaga Surya agar bekerja sesuai fungsinya seperti yang telah dirancang dibutuhkan program sebagai perintah kerja dari mikrokontroler tersebut. *Software integrated development environment (IDE)* adalah software yang berfungsi untuk membuat program pada mikrokontroler ESP32. *Software IDE* terdiri dari:

1. Editor program, fungsi yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa



memahami bahasa *Processing*, yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.

3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory mikrokontroler. Tampilan software IDE 1.0.5 Arduino dapat dilihat **Pada Gambar 2.12**



**Gambar 2. 12** IDE Arduino

(Sumber: Doc. Pribadi, 2021)

### 2.2.7.3 Komunikasi Serial

Untuk mengirimkan data program yang telah kita buat sebagai perintah kerja robot pada komputer menggunakan komunikasi kabel serial Dan sebagai komunikasi serial pada mikrokontroler *Multipurpose Agriculture robot* dengan komputer untuk memprogramnya menggunakan kabel data jenis Tipe A ke Tipe B seperti **Pada Gambar 2.13**



**Gambar 2. 13** Kabel data Tipe A ke Tipe B

(Sumber: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>, 2016)



Komunikasi serial adalah komunikasi data dengan mengirimkan data secara satu per satu pada waktu tertentu, komunikasi data serial dapat berfungsi dengan menggunakan kabel data untuk pengiriman. Kabel data tersebut adalah Transmitter (Tx) sebagai pemancar dan Receiver (Rx) sebagai penerima. Komunikasi serial ini memiliki salah satu kelebihan dibandingkan komunikasi parallel, yaitu dalam komunikasi serial jarak antar pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dengan jarak yang cukup jauh dibandingkan komunikasi parallel, namun kecepatan yang didapatkan masih lebih lambat dibandingkan komunikasi parallel.

Komunikasi data serial secara sinkron merupakan bentuk komunikasi data serial yang memerlukan sinyal clock untuk sinkronisasi, sinyal clock tersebut pada setiap bit pengiriman bit yang pertama dengan perubahan bit data yang dapat diketahui oleh penerima dengan sinkronisasi melalui sinyal clock. Sedangkan komunikasi asinkron adalah suatu komunikasi data serial yang tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi. Namun pengiriman data ini harus diawali dengan start bit dan diakhiri dengan stop bit.

Sinyal clock merupakan baud rate dari komunikasi data yang ditrigger oleh penerima maupun pengirim data dengan frekuensi yang sama, jika nilai baud rate berbeda maka tidak akan pernah terjadi komunikasi. Prinsipnya yaitu bahwa penerima hanya perlu mendeteksi start bit sebagai awal pengiriman data, selanjutnya komunikasi data terjadi antar dua buah shift register yang ada pada pengirim maupun penerima. Setelah 8 bit data diterima, penerima akan menunggu adanya stop bit sebagai tanda bahwa 1 byte data telah dikirim dan penerima dapat siap untuk menunggu pengiriman data berikutnya.

Pada aplikasi proses komunikasi asinkron ini selalu digunakan untuk mengakses komponen-komponen yang mempunyai fasilitas Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) atau port serial mikrokontroler. Mode Asinkron adalah mode komunikasi serial yang tidak menggunakan clock, tetapi memiliki baudrate yang telah disepakati oleh masing-masing sistem yang sedang berkomunikasi.

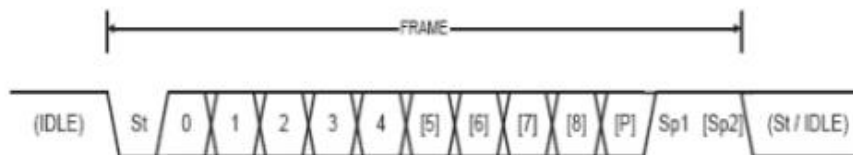
Cara kerja dari komunikasi ini adalah sinyal start akan dikirimkan pada saat sebelum data dikirimkan dan sinyal stop akan dikirimkan pada saat setiap data

selesai dikirimkan. Sinyal start akan digunakan untuk mempersiapkan mekanisme penerimaan untuk menerima dan memproses data yang akan dikirimkan dan sinyal stop berguna untuk mempersiapkan mekanisme penerimaan data berikutnya.

Protokol pengiriman data secara serial asinkron :

1. Start bit selalu memiliki logic LOW
2. Pengiriman data bit dari 0 sampai 8
3. Parity bit
4. Stop bit selalu berlogic HIGH
5. IDLE jika tidak ada pengiriman data selanjutnya. Protokol UART dapat dilihat

**Pada Gambar 2.14**



**Gambar 2. 14** Protokol UART

### 2.2.8 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser dengan atau tanpa penguat/pengolah sinyal yang terbentuk dalam satu sistem pengindra. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh controller sebagai otaknya.

Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, sensor keseimbangan, sensor tekanan, sensor jarak, sensor kamera dan lain sebagainya. Berdasarkan robot pemotong rumput tenaga surya yang akan *dimonitoring* tegangan, arus dan daya nya maka sensor yang dibutuhkan adalah Sensor PZEM-017.



### 2.2.8.1 Sensor PZEM-017

PZEM-017 adalah modul komunikasi DC yang dapat mengukur daya DC hingga 300VDC dan pengukuran arus tumpul pada rentang pemasangan shunt eksternal 50A, 100A, 200A, dan 300A. Ini adalah modul yang terbuat dari Peacefair, merek Cina yang sangat terkenal dengan kualitas dan harga bagus yang mengkhususkan diri pada produk Metering. Modul ini dapat mengukur Tegangan, Arus, Daya dan Energi. PZEM-017 tidak memiliki Display, itulah mengapa murah untuk dimiliki. Ini memiliki antarmuka komunikasi RS485 built in menggunakan protokol Modbus-RTU yang mirip dengan kebanyakan perangkat industri. Modul ini dapat mengukur Arus, tegangan, Daya dan Energi. Sensor PZEM 017 dapat dilihat Pada Gambar 2.15



**Gambar 2. 15 Sensor PZEM 017**

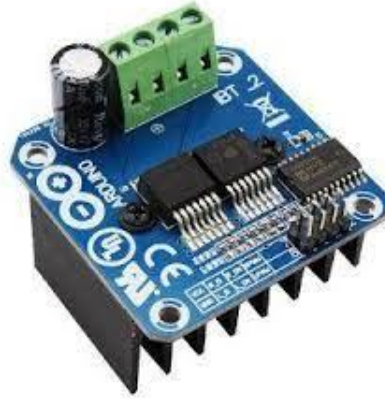
(Sumber : <https://solarduino.com/pzem-017-dc-energy-meter-with-arduino/>)

### 2.2.9 Driver Motor

Driver motor merupakan suatu sistem yang mengontrol tegangan yang akan diteruskan ke motor dan juga dapat merubah arah putaran dari motor. Misalkan suplay motor 12V maka kita dapat mengatur tengangan dari suplay untuk masuk ke motor dengan driver motor, dengan driver motor kita dapat mengontrol hanya dengan tegangan 0-5V.

Untuk mengatur arah putaran motor DC sebagai aktuator agar bekerja sesuai tujuan fungsi *Multipurpose Agriculture Robot* digunakan modul driver motor.

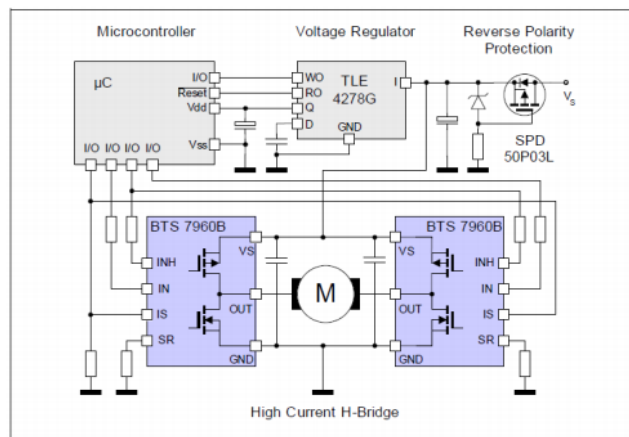
Driver motor yang digunakan adalah modul BTS 7960 dapat dilihat **Pada Gambar 2.16**



**Gambar 2. 16 Driver motor BTS7960**

(Sumber: <http://www.arduino.web.id/2016/04/arduino-driver-motor-bts7960-atau.html> )

Driver motor BTS7960 adalah modul jembatan H arus tinggi yang terintegrasi penuh untuk aplikasi penggerak motor. Antarmuka ke mikrokontroler dibuat mudah oleh IC driver terintegrasi yang menampilkan input level logika, diagnosis dengan pengertian arus, penyesuaian laju perubahan tegangan, pembangkitan waktu mati dan perlindungan terhadap suhu berlebih, tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih dan hubung singkat. BTS7960 memberikan solusi yang dioptimalkan biaya untuk drive motor PWM arus tinggi yang dilindungi dengan konsumsi ruang papan yang sangat rendah. Skematik Diagram Driver BTS7960 dapat dilihat **Pada Gambar 2.17**





### Gambar 2. 17 Skematik Diagram Driver BTS7960

Driver motor BTS 9876 dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V – 27V DC, sedangkan tegangan input hingga 3.3V – 5 V DC, driver motor ini menggunakan rangkaian full H-bridge dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebih.

#### Detail Pin Input

1. RPWM = Input PWM Forward Level ,Aktif High
2. LPWM = Input PWM Reverse Level ,Aktif High
3. R\_EN = Input Enable Forward Driver, Aktif High
4. L\_EN = Input Enable Reverse Driver, Aktif High
5. R\_IS = Forward Drive ,Side current alarm output
6. L\_IS = Reverse Drive ,Side current alarm output
7. Vcc = +5 V Power Supply Mikrokontroler
8. Gnd = Gnd Power Supply Mikrokontroler

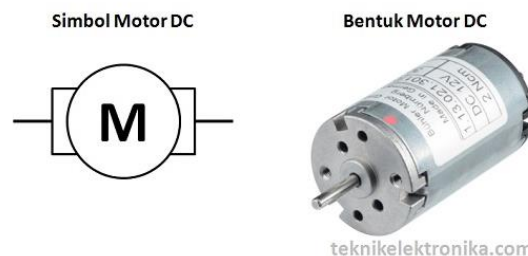
#### Detail Pin Output

1. W- = Di hubungkan ke Motor DC (V-)
2. W+= Di hubungkan ke Motor DC (V+)
3. B+ = Tegangan Input V+ Motor
4. B- = Tegangan Input V- Motor

#### 2.2.10 Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.

Motor DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan ke Motor Listrik DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka akan dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan operasional akan membuat rotasi motor DC menjadi lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut turun menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan maka Motor DC tersebut dapat berputar atau terhenti. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak. Simbol dan Bentuk Motor DC dapat dilihat **Pada Gambar 2.18**



**Gambar 2. 18** Simbol dan Bentuk Motor DC

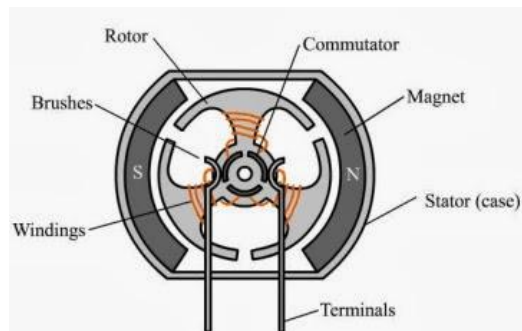
(Sumber: [teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2017/07/Pengertian-Motor-DC-dan-Prinsip-Kerjanya.jpg?x9101](http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2017/07/Pengertian-Motor-DC-dan-Prinsip-Kerjanya.jpg?x9101))

Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar dapat dilihat seperti **Pada Gambar 2.19** sebagai berikut. Bagian atau komponen utama motor dc :

- Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka

diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

- Current Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

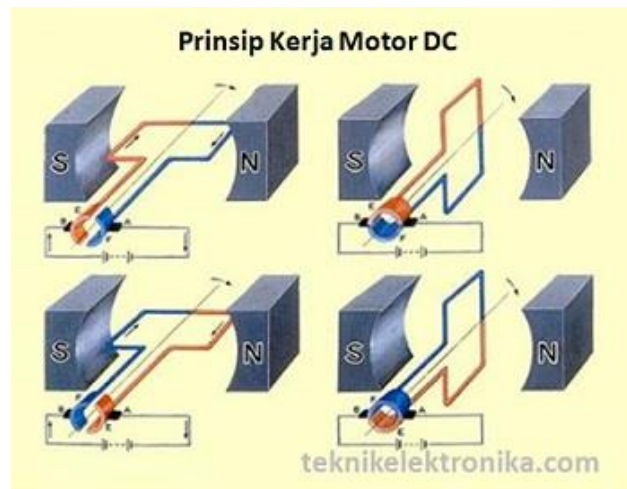


**Gambar 2.19** Bagian-Bagian Motor DC

(Sumber : <http://wahyu-umiq.blogspot.com/2013/10/motor-dc.html>)

### 2.2.10.1 Prinsip Kerja Motor DC

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Prinsip Kerja Motor DC dapat dilihat **Pada Gambar 2.20**



**Gambar 2. 20** Prinsip Kerja Motor DC

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>)

Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara.

Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.

#### **2.2.10.2 Motor DC sebagai Aktuator Pemotong Rumput**

Sistem pemotong rumput *Multipurpose Agriculture Robot* menggunakan motor DC 775 Axis AS *High Torsi Speed*, untuk memutar mata senar sebagai pemotong untuk memotong rumput. Tegangan DC motor adalah 6V-30V DC, kecepatan solid-state 15000 rpm, dan arus 1A ketika tegangan DC 12V. Motor DC



775 Axis AS *High Torsi Speed* cocok untuk aktuator mata senar pemotong rumput yang membutuhkan kecepatan dan kekuatan serta konsumsi daya yang kecil.

Prinsip kerja dari motor DC (arus searah) adalah jika sebuah kawat berarus diletakkan melintang di antara dua kutub magnet, maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakkannya. Dengan demikian, kecepatan putaran motor DC dapat diatur. Motor DC 775 Axis AS *High Torsi Speed* dapat dilihat **Pada Gambar 2.21**



**Gambar 2. 21** Motor DC 775 Axis AS *High Torsi Speed*

(Sumber: <https://www.aliexpress.com/item/32827368529.html>)

### 2.2.10.3 Motor DC sebagai Aktuator Roda

Motor DC Dinamo akan bergerak sesuai dengan arah maju yang telah ditentukan, saat dikendalikan melalui aplikasi Blynk yang telah terhubung ke *Multipurpose Agriculture Robot* melalui koneksi internet.

Motor DC Dinamo dalam penggunaannya, roda tersebut dihubungkan dengan poros motor dc yang ada. Dibutuhkan motor dc dengan rasio roda gigi tertentu agar robot dapat berjalan dengan tenaga,.

Tegangan DC motor adalah 12V-24V, kecepatan solid-state 112 rpm sampai dengan 230 rpm. Motor dc dinamo cocok untuk *Multipurpose Agriculture Robot* karena kekuatan dan torsi yang besar untuk menggerakkan robot. Dengan itulah *Multipurpose Agriculture Robot* menggunakan motor dc dinamo sebagai aktuator pada roda sebagai penggerak robot. Yang dapat dilihat pada gambar 2.13 di halaman berikutnya. Motor DC Dinamo dapat dilihat **Pada Gambar 2.22**



**Gambar 2. 22** Motor DC Dinamo

(Sumber :<https://moedah.com/wp-content/>)

Motor DC dinamo banyak digunakan karena torsi tinggi, peringkat tegangan input rendah dan ukuran motor yang relatif sederhana yang dilengkapi dengan gearbox internal, membuatnya lebih mudah untuk dipasang secara mekanis.

Prinsip kerja motor DC dinamo memiliki bagian stator berupa magnet permanen dan bagian rotor yang bergerak berupa kumparan atau kumparan kawat tembaga. Di mana setiap ujung terhubung ke komutator, itu terhubung ke terminal positif (+) dan negatif (-) dari catu daya.

Arus dari kutub positif akan masuk melalui komutator, kemudian mengikuti kumparan sebelumnya, dan terakhir masuk ke kutub negatif dari power check. Karena adanya medan elektromagnetik, motor akan berputar. Akibat perputaran rotor maka arus pada kawat akan bergerak maju mundur, karena jaring ditentukan oleh medan magnet, sehingga selama arus pada kawat terus mengalir maka rotor akan selalu berputar terus menerus.

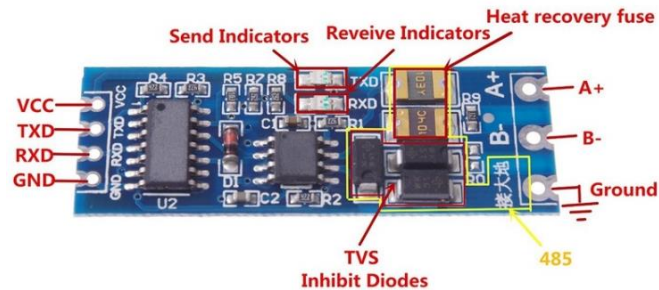
### 2.2.11 Modul TTL to RS485

Modul RS485 to TTL adalah modul yang memungkinkan antarmuka TTL mikrokontroler ditransfer ke modul RS485. Biasanya digunakan untuk otomasi industri. Modul ini menambahkan desain proteksi petir dan desain anti-jamming. Saat kami menggunakannya di lapangan dan melakukan transmisi jarak jauh, kami dapat menghubungkan ujung modul GND ke ground sehingga proteksi petir dan anti gangguan dapat dicapai.

Ini menggunakan desain pitch standar 2,54 mm. Jika Anda ingin membuat pengembangan kedua akan lebih nyaman. Ini memiliki resistansi pencocokan 120



ohm, korsleting R0 dapat, disarankan agar pengguna dalam transmisi jarak jauh korsleting. TTL to RS485 dapat dilihat **Pada Gambar 2.23**



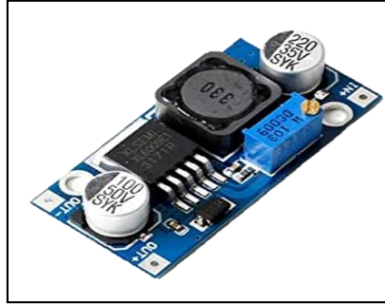
**Gambar 2. 23** TTL to RS485

(Sumber: <https://www.elecrow.com/uart-ttl-to-rs485-twoway-converter-p-1545.html>)

Fitur RS585 to TTL

1. 3.3V sangat kompatibel dengan catu daya 5.0V
2. Sinyal 3.3V dan 5.0V sangat kompatibel
3. Kisaran suhu kerja: -40 hingga + 85
4. Jarak transmisi hingga kilometer (dengan 850 meter kabel 2 \* 1,5 untuk melakukan tes, disarankan untuk menggunakan 800 meter, lebih dari 800 meter, tambahkan repeater)
5. Desain proses semi-lubang, ketebalan 0.8mm, membuatnya mudah digunakan sebagai papan kombo, juga dapat dilas penggunaan terminal
6. Memiliki lampu sinyal RXD, TXD untuk mengamati status kirim dan terima

### 2.2.12 Step Down LM2596



**Gambar 2. 24** Step Down LM2596

(sumber: components101.com)

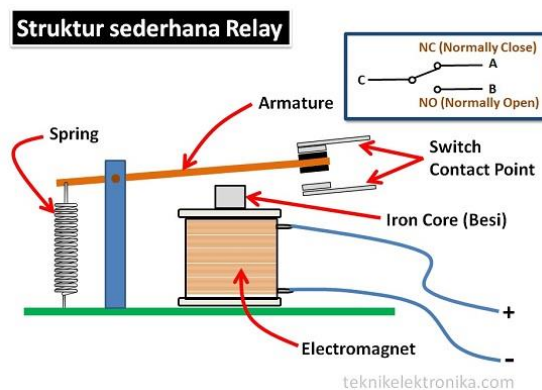
Pada Gambar 2.24 merupakan gambar *step down* IC LM2596. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/*intergrated circuit* yang berfungsi sebagai *step down* DC *converter* dengan *current rating* 3 A. Terdapat beberapa variasi dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi *fixed voltage output* yang tegangan keluarannya sudah tetap/*fixed*. Pada modul diatas menggunakan seri IC *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diubah-ubah. Keunggulan modul *step down* LM2596 dibandingkan dengan *step down* tahanan resistor/potensiometer adalah besar tegangan *output* tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Berikut ini adalah gambar *module step down* LM2596.

Tegangan Input	3.2 ~ 46V DC
Tegangan Output	1.25 ~ 35V DC
Selisih Input Output	Minimal 1.5V DC
Arus	Maksimal 3A
Efisiensi	92%
Output Ripple	30Mv
Switching frequency	65KHz
Operating Temperature	-45 ~ 85°C
Dimensi	43x21x14 mm

**Tabel 2.2** Spesifikasi *Step Down* LM2596

### 2.2.13 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang digerakkan secara elektrik dan menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar yang dapat mengontrol daya tinggi seperti 220 volt dengan kontak menggunakan 5 volt dengan menggerakkan *armature* relay. Mekanisme Relay dapat dilihat **Pada Gambar 2.25**



**Gambar 2. 25** Mekanisme Relay

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.



#### 2.2.14 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) IoT merupakan suatu konsep yang mempunyai kemampuan untuk mentransfer data dan memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus tanpa memerlukan interaksi manusia ke komputer. Metode yang digunakan dalam IoT adalah nirkabel atau pengendalian secara otomatis tanpa mengenal jarak. Cara kerja dari IoT yaitu memanfaatkan sebuah pemrograman yang setiap perintah dari suatu argument menghasilkan sebuah interaksi dan komunikasi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis, yang menjadi media penghubung antara perangkat tersebut adalah internet. Terdapat tiga elemen yang dapat mendorong perkembangan teknologi IoT, elemen-elemen tersebut diantaranya adalah :

Terdapat tiga elemen yang dapat mendorong perkembangan teknologi IoT, elemen-elemen tersebut diantaranya adalah :

1. Sensor dan peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem (actuator). Dua alat ini berfungsi sebagai penyedia informasi digital.
2. Konektifitas, yaitu jaringan nirkabel yang bertanggung jawab untuk menghubungkan peralatan satu dengan peralatan yang lainnya.
3. People dan process, menjadi pengguna akhir yang bertujuan untuk memproses dan menghubungkan elemen satu dan elemen kedua.

#### 2.2.15 *Blynk*

*Blynk* adalah sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk kontrol jarak jauh menggunakan smartphone. *Blynk* dapat diunduh di Google play untuk pengguna android dan Apps Store untuk pengguna ios. *Blynk* juga mendukung berbagai macam hardware yang dapat digunakan untuk project *Internet of Things*. Penambahan komponen pada *Blynk Apps* dengan cara Drag and Drop sehingga memudahkan dalam penambahan komponen Input/output tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun IOS. (Ilham, 2018)

*Blynk* diciptakan dengan tujuan untuk control dan *monitoring* hardware secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet. Kemampuan untuk



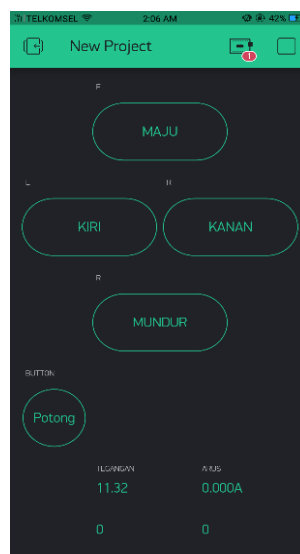
menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis. Terdapat 3 komponen utama *Blynk*, yaitu *Blynk Apps*, *Blynk Server*, dan *Blynk Library*. pada robot pemotong rumput tenaga surya penulis menggunakan *Blynk Apps*.

### 1. *Blynk Apps*

*Blynk Apps* memungkinkan untuk membuat project interface dengan berbagai macam komponen input/output yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik. Tampilan aplikasi *Blynk* dapat dilihat **Pada Gambar 2.26**

Terdapat 4 jenis kategori komponen yang berdasar pada Aplikasi *Blynk*

- Controller digunakan untuk mengirimkan data atau perintah ke Hardware.
- Display digunakan untuk menampilkan data yang berasal dari hardware ke smartphone.
- Notification digunakan untuk mengirim pesan dan notifikasi.
- Interface Pengaturan tampilan pada aplikasi *Blynk* dapat berupa menu ataupun tab.
- Others beberapa komponen yang tidak masuk dalam 3 kategori sebelumnya diantaranya Bridge, RTC, Bluetooth.



**Gambar 2. 26** Tampilan di aplikasi *Blynk*  
(sumber: Doc. Pribadi, 2021)

