PENGEMBANGAN PROTOTIPE ROBOT PENGADUK PADA PROSES PENGERINGAN GABAH MENGGUNAKAN TENAGA SURYA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan Strata-1 Terapan
Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

MUHAMMAD IKRAM NUR 444 16 006

MUHAMMAD ARYANTO 444 16 020

PROGRAM STUDI S1 TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "**Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things***" oleh Muhammad Ikram Nur NIM 444 16 006 dan Muhammad Aryanto NIM 444 16 020 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 23 September 2020

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Dr. Eng. Abdul Kadir Muhammad, S.T., M.Eng. NIP. 19750402 200312 1 002	Ir. Remigius Tandioga, M. Eng. Sc. NIP. 19621210 199003 1 005

Mengetahui

Ketua Program Studi,

Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP. 19590913 198803 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 23 September 2020, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa : Muhammad Ikram Nur NIM 444 16 006 dan Muhammad Aryanto NIM 444 16 020 dengan judul "**Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things*.**"

Makassar, 23 September 2020

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi :

1.	Ir. Lewi, M.T.	Ketua	(.....)
2.	Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.	Sekertaris	(.....)
3.	Mukhtar, S.Pd., M.Eng.	Anggota	(.....)
4.	Rusdi Nur, S.ST.,M.T., Ph.D.	Anggota	(.....)
5.	Dr.Eng. Abdul Kadir Muhammad, S.T., M.Eng.	Anggota	(.....)
6.	Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc	Anggota	(.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi ini, yang berjudul "Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things"* dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun berdasarkan pengerjaan tugas akhir yang telah penulis lakukan selama kurang lebih enam bulan. Pengerjaan tugas akhir dan penyusunan skripsi ini penulis lakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi diploma IV Program Studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Skripsi ini dapat kami susun dengan baik karena adanya masukan dan dukungan dari berbagai pihak, baik yang berupa informasi, arahan dan bimbingan, oleh karena itu penulis mengucapkan sebanyak – banyaknya terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunianyalah sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan oleh penulis.
2. Ibu dan Ayah yang sangat penulis cintai. Tidak terkira banyaknya dukungan yang diberikan kepada kami penulis.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
5. Bapak Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mekatronika.

6. Bapak Dr. Eng. Abdul Kadir Muhammad, S.T., M.Eng., selaku Dosen dan pembimbing I. Begitu banyak memberi bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
7. Bapak Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.SC., selaku Dosen dan Pembimbing II. Yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
8. Dosen dan Tenaga Kependidikan Politeknik Negeri Ujung Pandang.
9. Teman – teman seperjuangan dari Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang angkatan 2016 yang telah banyak meluangkan waktu dan kesempatan untuk membantu dan mendukung proses pengerjaan tugas akhir serta skripsi penulis.
10. Pihak – pihak yang secara langsung maupun tidak yang telah memberikan kontribusi dalam proses pengerjaan tugas akhir serta skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa tentu saja ada begitu banyak kekurangan dan kesalahan dalam skripsi ini, untuk itu kami mengharapkan adanya *feedback* baik berupa saran ataupun kritikan dari pembaca sehingga menjadi bahan bagi penulis untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa membawa manfaat bagi pembaca secara umum dan bagi penulis secara khusus.

Makassar, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PENERIMAAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI ivi

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Ruang Lingkup Penelitian 3

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Penelitian Sebelumnya 5

2.2 *Intenet of Things (IoT)* 7

2.3 *Propotional Integral Derivative (PID) Controller* 12

2.4 Komponen Tenaga Surya *(Solar Cell)* yang digunakan 14

2.5 Komponen Transmisi Prototipe Robot Pengaduk 22

2.6 Komponen Kontrol Prototipe Robot Pengaduk 27

BAB III METODE PENELITIAN 37

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 37

3.2 Alat dan Bahan 37

3.3 Prosedur Penelitian 38

3.4 Teknik Pengumpulan Data 40

3.5 Teknik Analisis Data 41

3.6 Langkah – Langkah Pengujian Alat 41

3.7 Perancangan Sistem Kerja Prototipe Robot Pengaduk 44

3.8 Mekanisme dan Gambar Rancangan Prototipe Robot Pengaduk 45

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 48

4.1 Hasil 48

4.2 Pembahasan 52

BAB V PENUTUP 57

DAFTAR PUSTAKA 58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data hasil pengujian pergerakan motor..... 51

Tabel 4.2 Data pengujian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah (hari pertama)..... 52

Tabel 4.3 Data pengujian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah (hari kedua)..... 52

Tabel 4.4 Data pengujian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah (hari ketiga)..... 52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Mobile Robot* Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah 5

Gambar 2.2 Koneksi *IoT* dengan *Wirless* dan *Cloud* 9

Gambar 2.3 Diagram blok pengontrol *PID* dalam loop umpan balik..... 13

Gambar 2.4 Panel Surya..... 15

Gambar 2.5 Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya 16

Gambar 2.6 Panel Surya Monokristalin..... 17

Gambar 2.7 Panel Surya Polikristalin..... 17

Gambar 2.8 Panel Surya Silikon Amorphous 18

Gambar 2.9 Panel Surya Gallium Arsenide 18

Gambar 2.10 *Charge Controller* 21

Gambar 2.11 *Battrey*..... 22

Gambar 2.12 *Planetary Gear* 23

Gambar 2.13 Motor DC dengan *Planetary Gear* 23

Gambar 2.14 Arduino Mega 2560..... 27

Gambar 2.15 Deskripsi Arduino Mega..... 28

Gambar 2.16 Tampilan IDE Arduino dengan sebuah *sketch* 32

Gambar 2.17 Node MCU ESP32..... 33

Gambar 2.18 BTS7960 *Driver* 43A *H-Bridge Drive* PWM 34

Gambar 2.19 Pin Konfigurasi BTS7960 *Driver* 43A *H-Bridge Drive* PWM..... 34

Gambar 2.20 Gambar Logo Aplikasi Blynk 35

Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian 39

Gambar 3.2 Langkah – langkah Pengujian Pergerakan Robot..... 42

Gambar 3.3 Langkah – langkah Pengujian Panel Surya..... 43

Gambar 3.4 Skema Rancangan Elektronik Robot Pengaduk..... 44

Gambar 3.5 Perancangan Mekanik Robot Pengaduk 47

Gambar 4.1 Gambar Mekanik Robot Pengaduk..... 48

Gambar 4.2 Wiring diagram *Smartphone* dan NodeMCU ESP32 49

Gambar 4.3 Wiring diagram Panel Surya *(Solar Cell)* 50

Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kontrol Motor 51

Gambar 4.6 Diagram Benda Bebas untuk Balok dengan Gaya Gesek..... 54

Gambar 4.7 Tampilan ketika menekan tombol ON pada aplikasi Blynk 61

Gambar 4.8 Tampilan ketika menekan tombol OFF pada aplikasi Blynk..... 62

Gambar 4.9 Tampilan program PWM pada Motor 63

Gambar 4.10 Tampilan program aplikasi Blynk pada ESP32 64

Gambar 4.11 Lanjutan Tampilan program aplikasi Blynk pada ESP32..... 65

Gambar 4.12 Lanjutan Tampilan program aplikasi Blynk pada ESP32..... 66

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beras adalah makanan pokok penduduk Indonesia. Namun ironisnya Indonesia sebagai negara agraris yang memiliki lahan pertanian yang subur justru mengimpor beras dari negara lain. Salah satu permasalahan yang mempengaruhi produksi beras adalah saat proses pengeringan gabah. Pengeringan gabah memerlukan lahan yang luas dengan pekerjaan yang berat karena petani harus membolak-balikkan gabah yang terhampar dalam periode waktu tertentu dan membutuhkan banyak tenaga karena dilakukan di bawah terik matahari. Pembalikan gabah bertujuan untuk meratakan suhu gabah sehingga kadar air pada gabah seragam dan optimal yakni sekitar 13 – 15% (Bulkiya, 2013).

Saat ini sudah banyak berkembang alat-alat pengering gabah, akan tetapi umumnya para petani memilih untuk mengeringkan padi secara alami dengan menjemur atau mengangin-anginkan, antara lain dilakukan dengan cara pengeringan di atas lahan. Permukaan dari lahan yang digunakan harus bersih agar padi yang dikeringkan tidak kotor, tidak menimbulkan panas yang terlalu tinggi, mudah dibersihkan dan dikeringkan serta tidak basah sewaktu digunakan. Energi untuk penguapan diperoleh dari sinar matahari.

Penjemuran padi pada permukaan lantai adalah cara pengeringan padi secara alami yang praktis, murah dan sederhana. Namun salah satu kekurangan dalam proses pengeringan secara alami ini adalah pada saat mengaduk atau membalikkan padi masih memerlukan tenaga manusia. Dengan demikian diperlukan suatu inovasi yang baru. Inovasi pada teknologi yang ada dan bisa untuk

membantu pekerjaan manusia adalah pembuatan robot pengaduk, yang diharapkan robot tersebut dapat meringankan pekerjaan manusia dalam membalikkan gabah pada saat proses penjemuran.

Suatu penelitian dalam lingkup Politeknik Negeri Ujung Pandang tentang Robot pengaduk dalam proses pengeringan gabah telah dilakukan di Jurusan Teknik Mesin. Nizar dan Rahmat Zuhair (2019) telah membuat robot pengaduk pada proses pengeringan gabah dengan mekanisme membalikkan padi yang dijemur pada dua permukaan lantai sekaligus, akan tetapi robot tersebut miring atau tidak seimbang pada saat proses pembalikan dikarenakan lengan robot relatif terlalu panjang sehingga badan robot tidak mampu menjaga keseimbangan, dengan demikian hasil pengadukan pada proses pengeringan kurang maksimal.

Prototipe robot sebelumnya yang dibuat oleh Nizar dan Rahmat Zuhair (2019), masih menggunakan kontrol manual yaitu menggunakan *joystick* yang menyebabkan *user* atau penggunanya berada di lapangan pengeringan sehingga terpapar panas matahari. Adapun pada pengembangan robot kali ini, juga menambahkan panel surya (*solar cell)* sebagai daya yang di teruskan ke aki sehingga tidak di perlukan lagi adanya catu daya dari listrik PLN.

Dari hal – hal yang telah dijelaskan di atas, maka penulis bermaksud untuk membuat tugas akhir dengan judul "Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things*".

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan membantu proses pengadukan secara lebih merata pada saat gabah dijemur, dan dapat semakin

mempermudah pekerjaan manusia. Dalam hal ini mekanisme pembalikan padi yang dijemur secara keseluruhan menggunakan alat pengaduk yang terbuat dari besi dan diharapkan mampu membuat proses pengeringan padi secara lebih merata serta tidak memerlukan banyak tenaga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada Latar Belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengeringan gabah menggunakan tenaga surya (*solar cell)* sehingga mempermudah pekerjaan manusia?
2. Bagaimana merancang sistem pengeringan gabah sehingga user atau petani tidak terpapar sinar matahari?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Robot ini dirancang berbentuk prototipe yang menggunakan sistem pengadukan gabah pada semua sisi secara bersamaan. Pergerakan robot hanya maju dan mundur yang akan dikontrol melalui smartphone oleh operator dan lebar dari permukaan lahan hanya sepanjang lengan poros sisi kiri dan kanan serta permukaan lahan yang digunakan untuk menjemur gabah diasumsikan datar.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengembangkan prototipe robot pengering gabah agar lebih stabil.
2. Membuat sistem kontrol jarak jauh berbasis *Internet of Things* pada robot pengaduk gabah.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat membantu petani dalam melakukan pembalikan gabah pada saat proses pengeringan untuk meminimalisir tenaga.
2. Dapat membantu proses pembalikan gabah agar teraduk secara merata.
3. Dapat berkontribusi untuk ilmu pengetahuan mekatronika dan pertanian.
4. Diharapkan mampu menjadi referensi dari penelitian berbasis *agro-mechatronics* selanjutnya.

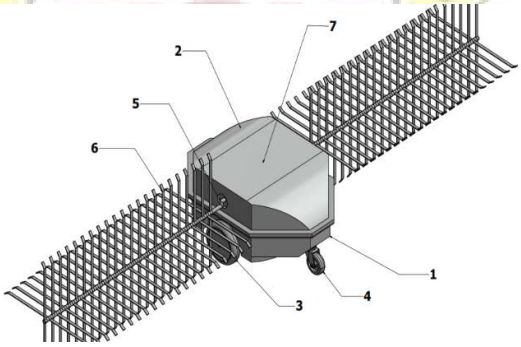
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Dalam penulisan ini penulis mengumpulkan segala informasi dari referensi, literatur yang sesuai dengan topik dan menggunakan media internet sebagai bahan referensi tambahan.

Penelitian oleh Nizar dan Rahmat Zuhair pada tahun 2019 tentang rancang bangun *Mobile Robot* pengaduk pada proses pengeringan gabah. Dalam penelitiannya menggunakan perangkat *joystick wireless* untuk mengontrol gerakan robot. Perangkat tersebut dikoneksikan dengan mikrokontroler menggunakan komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI).

Hasil pengujiannya, seperti pengujian terhadap gerak maju mundur *mobile robot*, menunjukkan bahwa sistem kontrol *wireless* dapat mengontrol *mobile robot* manipulator sesuai dengan perancangan. Komunikasi *wireless* antara *transmitter* dengan *receiver* dapat terkoneksi dengan baik pada jarak 0 sampai dengan 10 meter. Sedangkan pada jarak lebih dari 10 meter komunikasi *wireless joystick* tidak dapat terkoneksi.



Gambar 2.1 *Mobile Robot* Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah
(Sumber : Rancang Bangun Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah,2019)

Telah dilakukan pula suatu penelitian tentang prototipe pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi pada sistem otomasi atap stadion bola. Dalam penelitian ini digunakan panel surya umtuk menyalakan motor yang menggerakkan atap. (Julisman dkk, 2017)

Penelitian Maryana dan Dian Meithasari (2014) adalah tentang mekanisme dan kinerja alat pengeringan gabah. Dalam penelitian itu mengemukakan bahwa penggunaan alat yang membantu proses pengeringan gabah sangat membantu petani terutama yang telah diaplikasikan oleh petani adalah tipe tumpukan datar *(Flat Bed Dryer)* dan tipe fluidisasi..

Dari beberapa penelitian tersebut, maka penulis berinisiatif membuat yang berbeda dari tiga penelitian yang diatas. Pada penelitian pertama penulis akan mengembangkan *controller* dari *mobile robot* tersebut yang semula menggunakan *joystick* menjadi pengontrolan *smartphone* dan mengembangkan bagian roda yang semula menggunakan roda di sisi kiri kanan menjadi mempunyai rel sisi kiri dan kanan sehingga pergerakan maju mundur dari robot tersebut stabil.

Kemudian pada penelitian kedua menggunakan tenaga surya untuk menggerakkan motor. Lalu pada penelitian ketiga memaparkan pada proses pengeringan gabah sangat membantu dengan adanya alat pengeringan, akan tetapi alat pengering tersebut mempunyai kelemahan yaitu efisiensi energi tinggi, biaya mahal, ketidakseragaman kadar air gabah dan kapasitas pengeringan tinggi sehingga tidak cocok bagi petani skala kecil. Untuk itu penulis akan membuat pengembangan robot pengaduk pada proses pengeringan gabah.

2.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (*IoT*) adalah konsep komputasi tentang objek sehari-hari yang terhubung ke internet dan mampu mengidentifikasi diri ke perangkat lain.

Berikut ini merupakan penjelasan dari defisini *Internet Of Things (IoT)* dari beberapa sumber yang dirangkum.

Casagras (*Coordination and support action for global RFID-related activities and standardisation*)

Caragas mendefinisikan, bahwa *Internet Of Things (IoT)* adalah sebuah infrastruktur jaringan global, yang dapat mengubungkan perangkat keras dan virtual melalui eksploitasi data capture serta kemampuan komunikasi.Dalam Infrastruktur terdiri dari jaringan yang sudah ada dan internet beserta pengembangan jaringannya.Sehingga, IoT ini menawarkan objek, sensor dan kemampuan koneksi agar dapat menyediakan layanan dan aplikasi ko-operatif yang independen

SAP (*Systeme, Anwendungen and Produkte*)

SAP Mendefinisikan, bahwa dunia *Internet Of Things (IoT)* merupakan sebuah benda-benda perangkat keras yang diintegrasikan ke dalam jaringan informasi secara berkesinambungan, serta di mana benda-benda fisik tersebut dapat berperan aktif dalam proses bisnis.

ETP EPOSS

ETT EPOSS mendefinisikan, Bahwa *IoT* merupakan jaringan yang dibentuk oleh benda yang memiliki identitas, Pada dunia maya dengan cara beroperasi di ruang itu dengan menggunakan kecerdasan perangkat untuk

terhubung dan berkomunikasi dengan pengguna, konteks sosial dan lingkungan. *Internet Of Things* merupakan sebuah konsep yang memiliki fungsi untuk memperluas konektivitas pada Internet yang tersambung secara terus – menerus. *Internet of Things* atau biasa disebut dengan *IoT* sudah berkembang pesat diseluruh dunia.

Perkembangan *IoT* ini sudah memasuki Teknologi nirkabel, Internet, dan *Micro – electromechanical* System.Serta perkembangan *IoT* di Indonesia, ada beberapa yang sudah membangun *start up* dengan konsep *IoT*, contohnya ialah *eFishery*. *Start up* buatan anak Indonesia ini adalah alat pemberi pakan ikan secara otomatis. Alat ini selain mengotomatisasi pemberian pakan ternak, Serta dapat menjadwalkan pemberian pakan dengan dosis yang tepat, Selain itu *eFishery* dapat mencatat setiap pemberian pakan ternak secara real-time.Hal ini tentudapat menyelesaikan masalah kekuranagan ataupun kelebihan pemberian pakan ternak, dengan pemberian pakan ikan yang teratur. Secara tidak langsung *eFishery* dapat meningkatkan kualitas ekonomi para peternak ikan dan udang, dan juga menaikkan 50% hingga 80% biaya operasional peternak ikan.

2.2.1 Cara kerja *Internet of Things (IoT)*

IoT bekerja dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, dimana tiap-tiap perintah argumen tersebut bisa menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa terbatas jarak berapapun jauhnya. Jadi, Internet di sini menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut. Lalu di mana campur tangan manusia?

Manusia dalam *IoT* tugasnya hanyalah menjadi pengatur dan pengawas dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut.

Konsep *IoT* ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur *IoT*, seperti:

- Barang Fisik yang dilengkapi modul *IoT*
- Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan Router Wirless Speedy seperti di rumah anda
- *Cloud Data Center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base

Gambar 2.2 Koneksi *IoT* dengan *Wirless* dan *Cloud*
(Sumber : http://myspsolution.com/cara-kerja-konsep-internet-of-things, diakses 10 September 2020)

Seluruh penggunaan barang yang terhubung ke internet akan menyimpan data, data tersebut terkumpul sebagai '***big data***' yang kemudian dapat di olah untuk di analisa baik oleh pemerintah, perusahaan, maupun negara asing untuk kemudian di manfaatkan bagi kepentingan masing-masing.

2.2.2 Unsur – unsur Pembentuk *Internet of Things* (*IoT*)

Ada beberapa unsur pembentuk *IoT* yang mendasar termasuk kecerdasan buatan, konektivitas, sensor, keterlibatan aktif serta pemakaian perangkat

berukuran kecil. Berikut, kami akan menjelaskan masing-masing unsur pemberntuk tersebut dengan singkat:

1) **Kecerdasan Buatan *(Artificial Intelligence/AI)*** − *IoT* membuat hampir semua mesin yang ada menjadi *"Smart"*. Ini berarti *IoT* bisa meningkatkan segala aspek kehidupan kita dengan pengembangan teknologi yang didasarkan pada *AI*. Jadi, pengembangan teknologi yang ada dilakukan dengan pengumpulan data, algoritma kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia. Contohnya bisa jadi mesin yang tergolong sederhana semacam meningkatkan/mengembangkan lemari es/kulkas Anda sehingga bisa mendeteksi jika stok susu dan sereal favorit Anda sudah hampir habis, bahkan bisa juga membuat pesanan ke supermarket secara otomatis jika stok mau habis. Penerapan kecerdasan buatan ini memang sangatlah menarik.
2) **Konektivitas** − Dalam *IoT*, ada kemungkinan untuk membuat/membuka jaringan baru, dan jaringan khusus *IoT*. Jadi, jaringan ini tak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringannya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. *IoT* bisa menciptakan jaringan kecil tersebut di antara perangkat sistem.
3) **Sensor** − Sensor ini merupakan pembeda yang membuat *IoT* unik dibanding mesin canggih lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah *IoT* dari jaringan standar dan cenderung pasif dalam perangkat, hingga menjadi suatu sistem aktif yang sanggup diintegrasikan ke dunia nyata sehari-hari kita.

4) **Keterlibatan Aktif *(Active Engagement)*** − *Engangement* yang sering diterapkan teknologi umumnya yang termasuk pasif. *IoT* ini mengenalkan paradigma yang baru bagi konten aktif, produk, maupun keterlibatan layanan.

5) **Perangkat Berukuran Kecil** − Perangkat, seperti yang diperkirakan para pakar teknologi, memang menjadi semakin kecil, makin murah, dan lebih kuat dari masa ke masa. *IoT* memanfaatkan perangkat-perangkat kecil yang dibuat khusus ini agar menghasilkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas yang baik.

2.2.3 Manfaat *Internet of Things* (*IoT*)

Beberapa manfaat *IoT* mungkin tidak terlalu kentara, tetapi bukan berarti tidak bisa dirasakan. Di bawah ini adalah tiga manfaat utama yang akan kamu dapatkan langsung dari *IoT*:

1) **Konektivitas**

Di era digital ini, kamu bisa mengucapkan selamat tinggal pada era pengoperasian perangkat secara manual. Dengan *IoT*, kamu bisa mengoperasikan banyak hal dari satu perangkat, misalnya *smartphone*.

2) **Efisiensi**

Dengan adanya peningkatan pada konektivitas, berarti terdapat penurunan jumlah waktu yang biasanya dihabiskan untuk melakukan tugas yang sama. Misalnya, asisten suara seperti Apple's Homepod atau Amazon's Alexa dapat memberikan jawaban atas pertanyaan tanpa kamu perlu mengangkat telepon atau menghidupkan komputer.

3) **Kemudahan**

Perangkat *IoT* seperti *smartphone* kini mulai menjadi perangkat yang biasa dimiliki oleh sebagian besar orang.

2.3 *Propotional Integral Derivative (PID) Controller*

Kontroler Proporsional Integral Derivatif (*PID*) adalah mekanisme loop kontrol yang menggunakan umpan balik yang banyak digunakan dalam sistem kontrol industri dan berbagai aplikasi lain yang membutuhkan kontrol termodulasi terus menerus. Kontroler *PID* terus menerus menghitung nilai kesalahan e(t) sebagai perbedaan antara *setpoint* yang diinginkan (SP) dan variabel proses terukur (PV) dan menerapkan koreksi berdasarkan istilah proporsional , integral , dan derivatif (masing-masing dinotasikan P , I , dan D), maka itulah namanya.

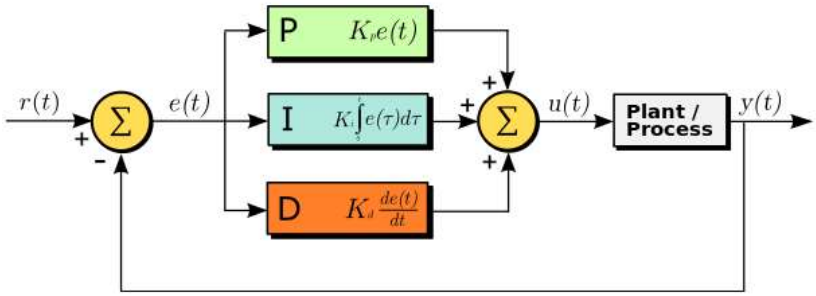
Fitur yang membedakan dari pengontrol *PID* adalah kemampuan untuk menggunakan tiga istilah kontrol pengaruh proporsional, integral dan turunan pada output pengontrol untuk menerapkan kontrol yang akurat dan optimal. Dalam model ini:

1) Istilah **P** sebanding dengan nilai saat ini dari kesalahan SP - PV $e(t)$. Misalnya, jika kesalahannya besar dan positif, output kontrol akan besar dan positif secara proporsional, dengan mempertimbangkan faktor penguatan "K". Menggunakan kontrol proporsional saja akan menghasilkan kesalahan antara *setpoint* dan nilai proses aktual, karena memerlukan kesalahan untuk

menghasilkan respon proporsional. Jika tidak ada kesalahan, tidak ada respons korektif.

2) Istilah **I** memperhitungkan nilai-nilai masa lalu dari kesalahan SP-PV dan mengintegrasikannya dari waktu ke waktu untuk menghasilkan istilah **I.** Sebagai contoh, jika ada kesalahan SP-PV residual setelah penerapan kontrol proporsional, istilah integral berupaya menghilangkan kesalahan residual dengan menambahkan efek kontrol karena nilai kumulatif historis kesalahan tersebut. Ketika kesalahan dihilangkan, istilah integral akan berhenti tumbuh. Ini akan menghasilkan efek proporsional berkurang ketika kesalahan berkurang, tetapi ini dikompensasi oleh efek integral yang tumbuh.

3) Istilah **D** adalah perkiraan terbaik dari tren kesalahan SP - PV di masa depan, berdasarkan tingkat perubahan saat ini. Kadang-kadang disebut "kontrol antisipatif", karena secara efektif berusaha untuk mengurangi efek kesalahan SP-PV dengan mengerahkan pengaruh kontrol yang dihasilkan oleh tingkat perubahan kesalahan. Semakin cepat perubahan, semakin besar efek pengendali atau peredamnya.



Gambar 2.3 Diagram blok pengontrol *PID* dalam loop umpan balik.
(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller)

$r(t)$ adalah nilai proses atau setpoint (SP) yang diinginkan, dan $y(t)$ adalah nilai proses yang diukur (PV).

Fungsi kontrol keseluruhan

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t')\,dt' + K_d \frac{de(t)}{dt} \qquad \text{..... (1)}$$

Dimana K_p, K_i dan K_d semua non-negatif, menunjukkan koefisien untuk masing-masing istilah proporsional, integral, dan derivatif (kadang-kadang dilambangkan dengan P , I , dan D).

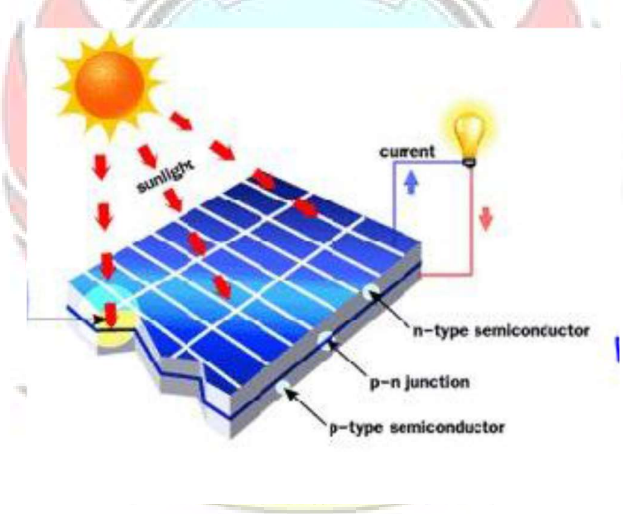
2.4 Komponen Tenaga Surya (*Solar Cell)* yang digunakan

2.4.1 Panel Surya

Panel surya atau *solar cell* adalah suatu komponen yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Energi listrik yang diproduksi oleh panel surya biasanya akan digunakan untuk kebutuhan listrik dan ada yang disimpan terlebih dahulu dengan baterai atau aki. Cara kerja system panel surya ini tetap dapat berjalan meski keadaan sore, malam hari maupun hujan sekalipun karena menggunakan bantuan batrei atau aki tersebut.

Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya

memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (*function)* antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing – masing diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction.* Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif. (digilib.its.aci.id/public/ITS-Master-13287-Chapter1I.pdf)



Gambar 2.4 Panel Surya
(Sumber :Prototipe Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi pada sistem otomasi atap stadion bola).

Pada alat ini *solar cell* digunakan sebagai sumber energi pengganti listrik untuk mengisi ulang baterai sekunder (*charger*) yang digunakan untuk menghidupkan portal parkir otomatis. Dan untuk mengetahui daya yang dihasilkan dari *solar cell* pada saat pengisian baterai langsung digunakan rumus:

$$P = V.\ I \qquad (2)$$

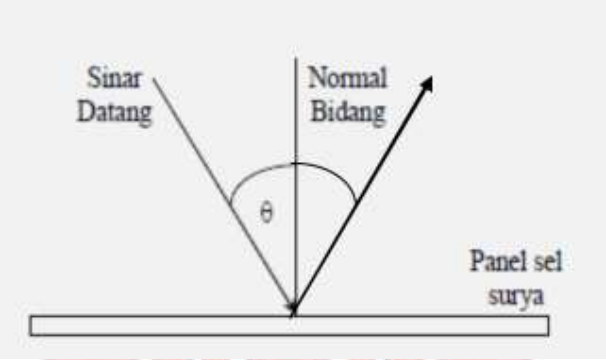
Keterangan : P = daya (dalam watt, W)

V = ggl (dalam Volt, V)

I = arus (dalam Ampere, A)

(Robert L. Shrader, 1991: 27)

Adapun besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel.



Gambar 2.5 Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya

(Sumber : Yuwono,Budi. 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. Surakarta: halaman 13*)*

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut Θ seperti gambar 2.7 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor cos Θ.

$$Ir = Ir_0 \cos \Theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Dimana : Ir = Radiasi yang diserap panel

Ir0 = Radiasi yang mengenai panel

θ = Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel

Adapun beberapa jenis panel surya yang dijual dipasaran :

1) Jenis pertama, yaitu jenis yang terbaik dan yang terbanyak digunakan masyarakat saat ini, adalah jenis monokristalin. Panel ini memiliki tingkat efisiensi antara 12 sampai 14%.

Gambar 2.6 Panel Surya Monokristalin
(Sumber : http://imail.iteadstudio.com, diakses tanggal 10 September 2020*)*

2) Jenis kedua adalah jenis polikristalin atau multi kristalin, yang terbuat dari kristal silikon dengan tingkat efisiensi antara 10 sampai 12%.

Gambar 2.7 Panel Surya Polikristalin
(Sumber : http://imail.iteadstudio.com, diakses tanggal 10 September 2020*)*

3) Jenis ketiga adalah silikon jenis amorphous, yang berbentuk film tipis. Efisiensinya sekitar 4-6%. Panel surya jenis ini banyak dipakai di mainan anak – anak, jam dan kalkulator.

Gambar 2.8 Panel Surya Silikon Amorphous
(Sumber : http://imail.iteadstudio.com, diakses tanggal 10 September 2020*)*

4) Jenis keempat adalah panel surya yang terbuat dari GaAs (Gallium Arsenide) yang lebih efisien pada temperatur tinggi.

Gambar 2.9 Panel Surya Gallium Arsenide
(Sumber : http://imail.iteadstudio.com, diakses tanggal 10 September 2020*)*

Adapun jenis panel surya (*solar cell)* yang digunakan penulis ialah jenis polikristalin karena disamping harganya yang relatif murah juga mudah di dapatkan di pasaran serta memiliki efisiensi yang cukup besar yaitu 10 – 12%.

2.4.2 *Charge Controller*

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai 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. 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, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

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

Untuk membeli solar charge controller yang harus diperhatikan adalah:

- Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
- Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.
- Full charge dan low voltage cut

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere. Solar charge controller akan mengisi baterai 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 baterai 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.

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.

Gambar 2.10 *Charge Controller*
(Sumber : https://informasiplts.wordpress.com/2012/09/13/komponen-solar-system/)

2.4.3 *Battery*

Baterai pembangkit listrik tenaga matahari pada umumnya hanya aktif pada saat siang hari (pada saat sinar matahari ada). Sehingga untuk keperluan malam hari solar cell tidak dapat digunakan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka energi yang dihasilkan *solar cell* pada siang hari disimpan sebagai energi cadangan pada saat matahari tidak tampak. Untuk menyimpan energi tersebut dipakai suatu baterai sebagai penyimpanan muatan energi. Baterai digunakan untuk sistem pembangkit tenaga listrik matahari mempunyai fungsi yang ganda.

Di suatu sisi baterai berfungsi sebagai penyimpanan energi, sedang disisi lain baterai harus dapat berfungsi sebagai satu daya dengan tegangan yang konstan untuk menyuplai beban. Menurut penggunaan baterai dapat diklasifikasikan menjadi:

1) Baterai Primer

   Baterai primer hanya digunakan dalam pemakaian sekali saja. Pada waktu baterai dipakai, material dari salah satu elektroda menjadi larut

dalam elektrolik dan tidak dapat dikembalikan dalam keadaan semula.

2) Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan kembali dan kembali dimuati.

Untuk *battery* yang digunakan sebaiknya menggunakan *battery gel* atau yang selama ini kita kenal dengan istilah *battery* kering. *Battery gel* ini adalah yang paling direkomendasikan untuk digunakan pada applikasi *solar system*. Adapun *battery* yang digunakan pada *solar system* ialah berkapasitas 12 Volt – 24 Volt DC.

Gambar 2.11 *Battery*
(Sumber : http://engineeringbuilding.blogspot.com/2011/08/battery-aki.html*)*

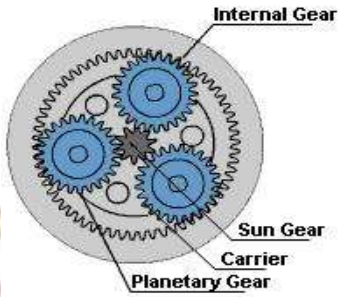
2.5 Komponen Transmisi Prototipe Robot Pengaduk

2.5.1 Motor DC *Planetary Gear*

Motor DC *planetary gear* adalah motor DC yang memiliki *torque* yang besar karena memiliki sistem *gear* yang terdiri dari tiga elemen, yaitu : *sun gear*, *carrier gear* dan *ring gear* atau *internal gear*. Sehingga dengan kombinasi ketiga gear tadi

menghasilkan torsi yang lebih besar. Pada dasarnya prinsip kerja motor DC *planetary gear* sama seperti pada motor DC umumnya, hanya saja terdapat sistem *gear* yang membantu motor sehingga memiliki torsi yang besar.

Berikut gambar sistem kerja dari *planetary gear* di Gambar 2.12:



Gambar 2.12 *Planetary Gear*
(Sumber : www.oriental motor.com/newlatter/PN-Geared.html)

Gambar 2.13 Motor DC dengan *Planetary Gear*
(Sumber : http://sgmadamotor.en.made-in-china.com/offer/ KqmQLCMxggcV/Sell-DC-Planetary-Gear-Motor-with-Encorder-.html)

2.5.2 Poros

Poros merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang berputar dimana fungsinya untuk meneruskan daya dari satu tempat ke tempat lain. Daya tersebut dihasilkan oleh gaya tangensial dan momen torsi yang hasil akhirnya adalah daya

tersebut akan ditransmisikan kepada elemen lain yang berhubungan dengan poros tersebut.

Poros juga merupakan suatu bagian stasioner yang beputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley, flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

Adapun jenis – jenis poros berdasarkan pembebanannya ialah:

1) Poros Transmisi (*Transmission Shafts)*

   Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan *Shaft*. *Shaft* akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur secara bergantian ataupun kedua-duanya. Pada *shaft,* daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt pulley, sproket rantai, dll.

2) Poros Gandar

   Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda – roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

3) Poros Spindle

   Poros spindle merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur

(*axial load*). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

Dalam penerapannya poros dikombinasikan dengan puli, bantalan, roda gigi dan elemen lainnya, adapun sifat – sifat poros yang harus diperhatikan ialah:

1) Kekuatan Poros

   Dalam perancangan pembuatan poros ada beberapa factor yang perlu diperhatikan, misalnya: kelemahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi bila menggunkan poros ber-*step* atau penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menhahan beban tersebut.

2) Kekakuan poros

   Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan, tetapi adanya lenturan yang terlalu besar akan mengakibatkan getaran pada mesin dan suara. Kekakuan poros harus disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

3) Material poros

   Poros yang biasa digunakan dalam putaran tinggi dan bebas yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan dengan proses pengerasan kulit sehingga tahan terhadap keausan. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya putaran tinggi dan pembebanan yang berat

saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan pemilihan jenis *heat treatment* yang tepat untuk kekuatan maksimal.

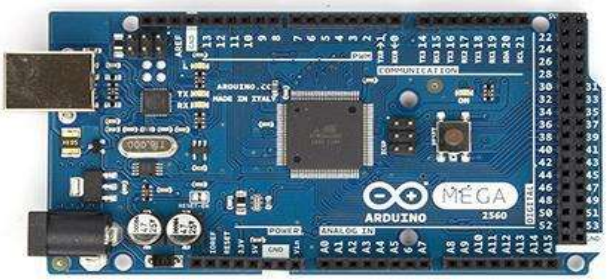
Material yang biasa digunakan dalam membuat poros adalah carbon steel (baja karbon), yaitu carbon steel 40 C 8, 45 C 8, 50 C 4, dan 50 C 12. Namun, untuk poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (alloy steel) dengan proses pengerasan kulit (case hardening) sehingga tahan terhadap keausan.

Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molebdenum, baja khrom, baja khrom vanadium, dll. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses heat treatment yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai.

UJUNG PANDANG

2.6 Komponen Kontrol Prototipe *Mobile Robot* Pengaduk

2.6.1 Arduino Mega 2560



Gambar 2.14 Arduino Mega 2560
(*Sumber: www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560*)

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler Atmega 2560 berdasarkan (*datasheet*) memiliki 54 digital pin *input* atau *output* (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM atau *Pulse Width Modulation*), 16 *analog input*, 4 UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), *osilator* kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP* (*In-Circuit Serial Programing*), dan tombol *reset*. Semuanya diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau *power* dengan adaptor AC (*Alternating Current*) – DC (*Direct Current*) atau baterai.

Arduino Mega 2560 berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan FTDI *chip driver* USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega 16U2 (Atmega 8U2 dalam *board* revisi 1 dan revisi 2) diprogram sebagai *converter* USB-to-serial. Revisi 2 dari Arduino Mega 2560 memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke *ground*, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU

(*Device Firmware Update*). Revisi 3 dari arduino mega 2560 memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

a. 1,0 *pinout* tambah SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) pin yang dekat dengan pin AREF (*ADC Reference*) dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin *reset*.
b. Sirkuit *reset* lebih kuat.
c. Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

- ***Deskripsi Arduio MEGA:***

mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Input Voltage (dianjurkan)	7-12V
Input Voltage (batas)	6-20V
Digital I / O Pins	54 (dari yang 15 memberikan output PWM)
Pins Masukan Analog	16
DC Current per I / O Pin	20 mA
DC saat ini untuk 3.3V Pin	50 mA
flash Memory	256 KB yang 8 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Kecepatan jam	16 MHz
Panjangnya	101,52 mm
Lebar	53,3 mm
Berat	37 g

Gambar 2.15 Deskripsi Arduino MEGA
(*Sumber: Arduino Home Page,2012*)

- ***Power***

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Power*nya masuk secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC

atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack* adaptor pada koneksi *port input supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. (Arduino Home Page, 2012).

Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut :

1) Tegangan input (Vin)

Tegangan input ke *board* arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

2) Regulasi *Power Supply* (5V)

Regulasi *power supply* digunakan untuk *power* mikrokontroller dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada *board*, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.

3) 3V3

Suplai 3.3 volt didapat oleh *FTDI chip* yang ada di *board*. Arus maksimumnya adalah 50mA.

4) Pin Ground

berfungsi sebagai jalur *ground* atau jalur negatif pada arduino

5) Memori

Atmega2560 memiliki 256 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 8 KB yang digunakan untuk *bootloader*. Atmega2560 memiliki 8 KB untuk SRAM dan 4 KB untuk EEPROM.

- **Input & Output**

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan *pinMode* ( ) , *digitalWrite* ( ) , dan *digitalRead* ( ). Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima 20 mA sebagai kondisi operasi yang direkomendasikan dan memiliki resistor *pull-up* internal yang (terputus secara *default*) dari 20-50k ohm. Maksimal 40mA adalah nilai yang tidak boleh melebihi untuk menghindari kerusakan permanen ke mikrokontroler. (*Arduino Home Page, 2012*)

- **Komunikasi**

Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada

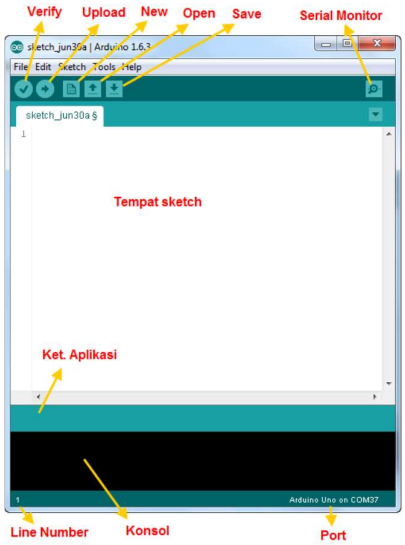
Windows, *file*. Ini diperlukan. Perangkat lunak arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer

- **Software Arduino**

ArduinoMEGA dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATMega2560 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah *window* 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* di dalam papan Arduino (*Arduino Home Page, 2012*).



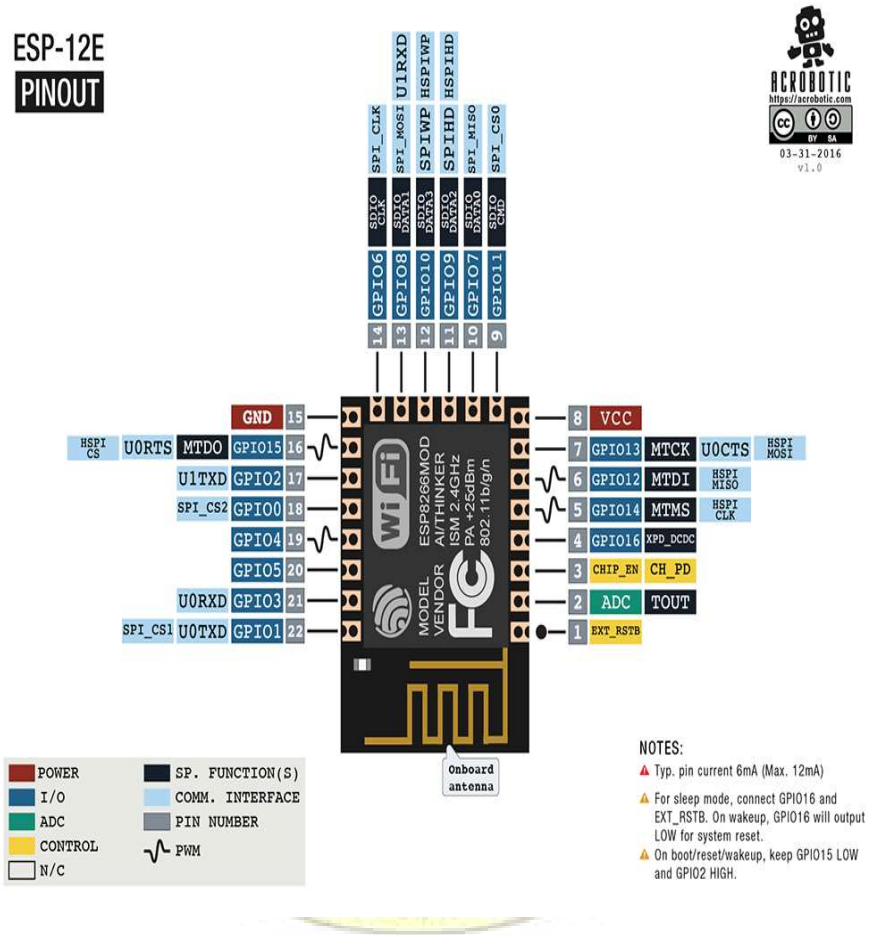
Gambar 2.16 Tampilan IDE Arduino dengan sebuah *sketch*
(*Sumber: Panduan Praktis Arduino untuk Pemula,2015*)

2.6.2 NodeMCU ESP32

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource.* Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP32 dari ESP32 buatan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua. Istilah NodeMCU secara *default* sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit.

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP32. Dalam seri tutorial ESP32 embeddednesia pernah membahas bagaimana memprogram ESP32 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah me-*package* ESP32 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to

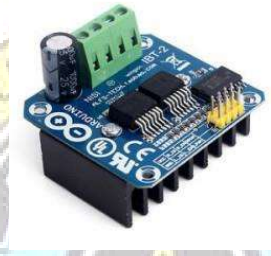
serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan sebagai kabel data dan kabel *charging* smartphone Android.



Gambar 2.17 Node MCU ESP32
(*Sumber: www.*embeddednesia.com/v1/NodeMCU ESP32)

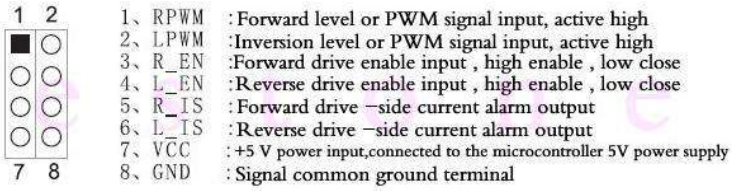
2.6.3 Driver Motor Direct Current (DC) BTS7960

Pada *driver motor* DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V-27V$_{DC}$, sedangkan tegangan *input* level antara 3.3V-5V$_{DC}$, *driver* motor ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan.



Gambar 2.18 BTS7960 *Driver* 43A *H-Bridge Drive* PWM
(Sumber : www.brontoseno.com/produk/bts7960b-driver-43a-h-bridge-drive-pwm/)

Pin konfigurasi dari penggunaan *driver 43A H-Brige Drive* PWM ini dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 2.19 Pin Konfigurasi BTS7960 *Driver* 43A *H-Bridge Drive* PWM
(Sumber : www.hessmer.org/blog/2013/12/28/ibt-2-h-bridge-with-arduino/comment-page-1/)

2.6.4 Software Blynk

BLYNK adalah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module *Arduino, Raspberry Pi, ESP32, WEMOS D1*, dan module sejenisnya melalui Internet.

Gambar 2.20 Gambar logo aplikasi Blynk
(Sumber : https://www.nyebarilmu.com/mengenal-aplikasi-blynk-untuk-fungsi-iot//)

Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode drag and drop widget. Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit. **Blynk** tidak terikat pada papan atau module tertentu. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem Internet of Things (**IOT**).

- **Cara Menggunakan Blynk**

1) Download dan install aplikasi melalui "**PlayStore**"
2) Buka aplikasi, dan silahkan sign up new account atau login menggunakan "**Facebook**"

3) Buat new project, dan pilihlah salah satu module yang akan Anda gunakan maupun aksesoris module yang berfungsi sebagai sarana terhubung ke Internet.
4) Setelah itu drag and drop rancangan proyek Anda
5) Kemudian klik Blynk untuk mengirimkan Token Auth melalui email
6) Dan terakhir cek inbox email Anda dan temukan Auth Token yang dimana ini akan digunakan untuk program yang di downloadkan ke module

Setelah pada smart phone selesai, beralih ke **software ide arduino** yang akan digunakan dalam memprogram serta mendownloadkan program ke module, langkah – langkahnya yaitu :

1) Download file .zip rilis terbaru
2) Unzip itu file tersebut yang didalam terdapat file library
3) Peletakan Library pada OS

   a) **Mac** : (home directory)/Documents/Arduino/libraries

   b) **PC (Windows)** : My Documents -> Arduino -> libraries

   c) **Linux** : (home directory)/sketchbook/libraries

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan pembuatan, perakitan dan pengujian Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya berbasis Internet of Things dilakukan di Auditorium Lt. 1 Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu pengerjaan dilakukan ± 7 bulan, dimulai dari bulan Februari 2019 hingga bulan Agustus 2019.

3.2 Alat dan Bahan

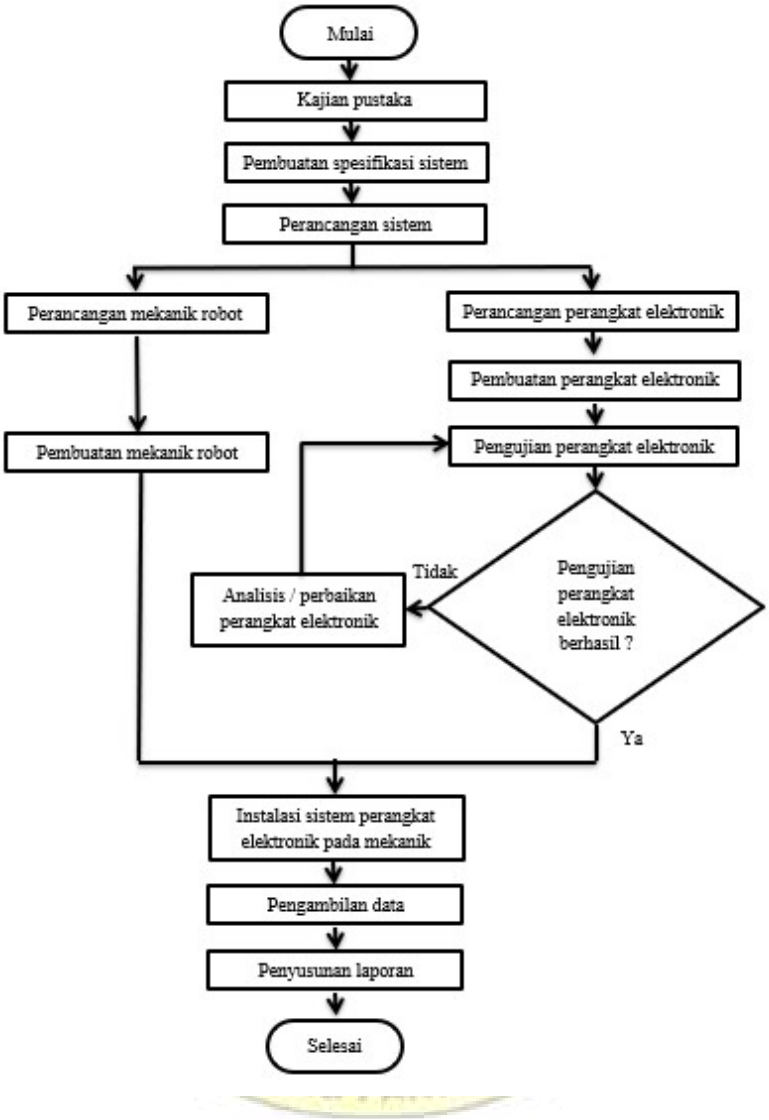
1. Alat
   a. Bor 1 buah
   b. Las 1 buah
   c. Gurinda 1 buah
   d. Solder 1 buah
   e. Penyedot timah 1 buah
   f. Obeng 1 set
   g. Tang potong 1 buah
   h. Tang jepit 1 buah
   i. Meteran 1 buah
   j. Multimeter 1 buah
   k. Palu 1 buah
2. Bahan
   a. Arduino Mega 1 buah
   b. NodeMCU ESP32 1 buah
   c. Motor dc 12v 1 buah
   d. Motor planetary gear 2 buah
   e. Driver motor BTS7960 2 buah
   f. LCD alphanumeric 16x2 1 buah

g. Aki 12 Volt 1 buah
h. Panel Surya 2 set
i. *Charge Controller* 1 buah
j. Rangkaian regulator 1 buah
k. Kabel supreme 1,5mm 30 meter
l. Timah 0,8mm 1 *roll*
m. *Spacer* 30mm 4 buah
n. *Spacer* 10mm 4 buah
o. *Stainless plat* 3mm
p. Roda *polycarbonate* 2 buah
q. Pipa *stainless OD* 15mm 1 buah
r. Roda *Bearing* 2 buah
s. Besi siku 20x20mm
t. Besi U
u. Balok kayu

3. Perangkat Lunak yang Digunakan
   a. Inventor
   b. Blynk
   c. Arduino IDE

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Perencanaan *(planning),* Perancangan *(design),* Implementasi *(implementation),* Uji coba *(testing),* Analisis (*analysis*), serta Pengelolaan *(maintenance).*



Gambar 3.1 *Flowchart* Prosedur Penelitian

Berikut penjelasan prosedur penelitian dalam pembuatan Tugas Akhir berdasarkan *flowchart*:

1) Menentukan judul yang selanjutnya akan diangkat dalam pembuatan Tugas Akhir. Adapun judul yaitu "Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada

Proses Pengeringan Gabah menggunakan Tenaga Surya Berbasis Internet of Things".

2) Mencari bahan referensi yang relevan, baik itu dari buku mau pun internet.
3) Merancang mekanik robot menggunakan software inventor.
4) Menyiapkan peralatan dan komponen yang dibutuhkan sesuai dengan desain perancangan robot.
5) Membuat mekanik robot.
6) Merancang skema rangkaian elektronik robot kemudian pengetesan skema. Jika tidak bekerja maka akan dilakukan perancangan ulang dan jika perancangan bekerja maka akan memasuki langkah berikutnya.
7) Menyiapkan peralatan dan komponen yang dibutuhkan sesuai dengan desain perancangan *layout*. Kemudian merangkai komponen-komponen sesuai dengan *layout* perancangan.
8) Pengujian perangkat elektronik. Jika tidak berhasil maka akan dilakukan analisa dan perbaikan, jika berhasil lanjut ke langkah berikutnya
9) Instalasi sistem robot.
10) Setelah melakukan pengujian, maka akan dilakukan pengambilan data.
11) Lalu penyusunan laporan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan Data yang penulis gunakan yaitu metode rancang bangun dimulai dari:

1) *Study Literatur*

Study ini dilakukan dengan cara mencari bahan materi dari berbagai sumber yang sehubungan dengan pembuatan tugas akhir penulis.

2) **Perancangan dan Pembuatan**

Hal ini dilakukan dengan cara merangkai/merakit alat atau komponen sesuai dengan kebutuhan tugas akhir yang akan dibuat.

3) **Pengujian dan Analisa**

Pengujian untuk menguji rangkaian yang telah dibuat dengan melihat hasil yang ada, dari hasil maka timbul analisa yang dapat diperoleh berdasarkan prinsip kerja alat yang dibuat.

4) **Penulisan Laporan**

Penulisan laporan bertujuan untuk melaporkan hasil dari perancangan yang dilakukan.

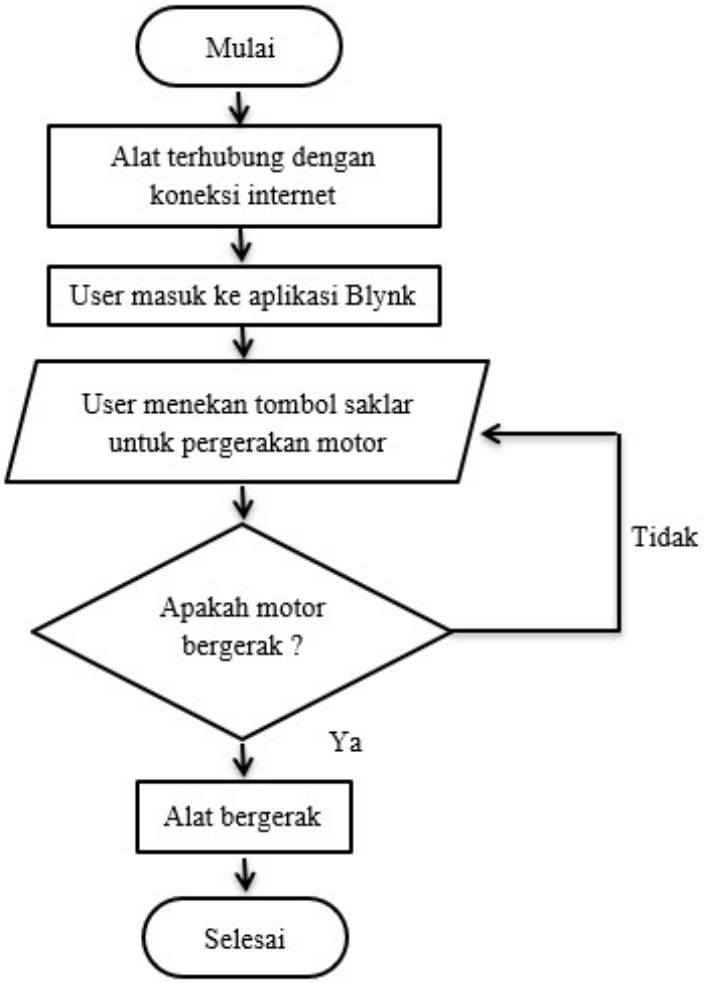
3.5 Teknik Analisis Data

Teknis analisis data yang kami gunakan yaitu observasi fungsional mesin. Dengan pengujian robot berupa fungsional yang bertujuan untuk mengetahui apakah hasil rancang bangun yang dibuat dapat berfungsi sesuai dengan desain yang di harapkan. Jika tidak sesuai harus dilakukan modifikasi sampai menghasilkan unjuk kerja yang baik.

3.6 Langkah – Langkah Pengujian Alat

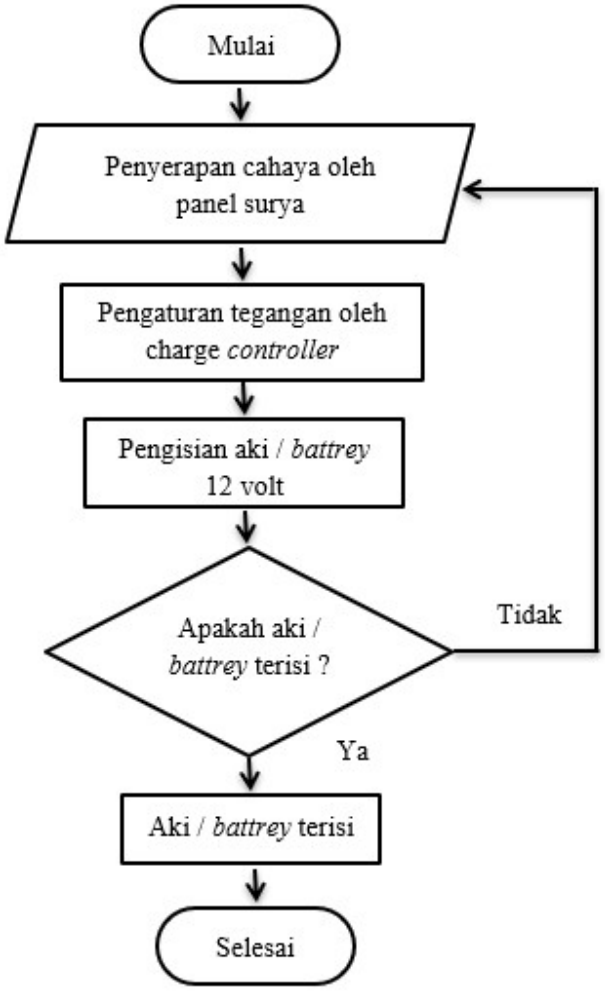
Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah yang telah dibuat selanjutnya diuji. Terdapat dua pengujian, yaitu pengujian panel surya (solar cell) dan pengujian pergerakan motor.

1) Pengujian pergerakan robot



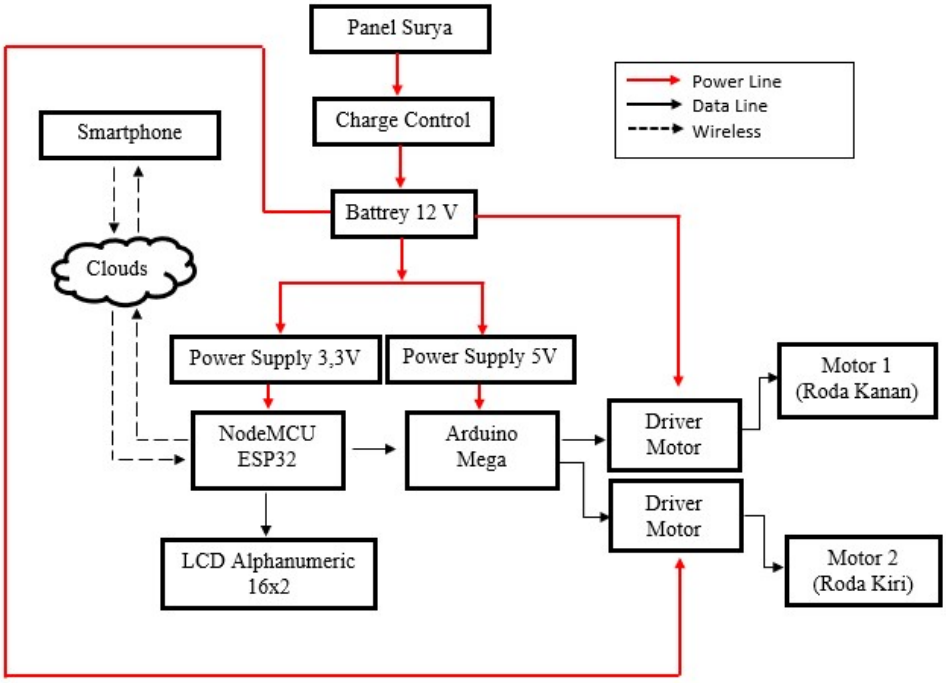
Gambar 3.2 Langkah-Langkah Pengujian Pergerakan Robot

2) Pengujian panel surya (*solar cell)*



Gambar 3.3 Langkah-Langkah Pengujian Panel Surya

3.7 Perancangan Sistem Kerja Prototipe Robot Pengaduk



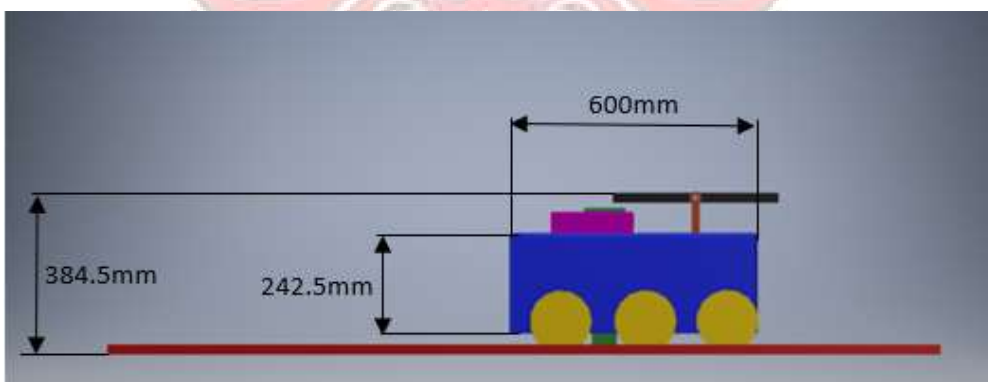
Gambar 3.4 Skema Rancangan Elektronik Robot Pengaduk

Blok diagram di atas merupakan sistem robot yang akan dibuat. Dalam blok diagram tersebut terdapat panel surya yang merupakan sumber catu daya pada robot tersebut yang dimana terhubung ke *charge control* yang berfungsi sebagai pengatur tegangan yang masuk ke *battery,* kemudian *Smartphone* sebagai *input* yang terhubung ke NodeMCU ESP32 yang diprogram menggunakan *software* arduino. Dalam proses tersebut, aksi *input* akan mempengaruhi *output.* Perangkat *output* yaitu *LCD alphanumeric* sebagai penampil karakter, motor 1 dan 2 sebagai penggerak jalannya robot, motor 3 sebagai penggerak lengan pengaduk.

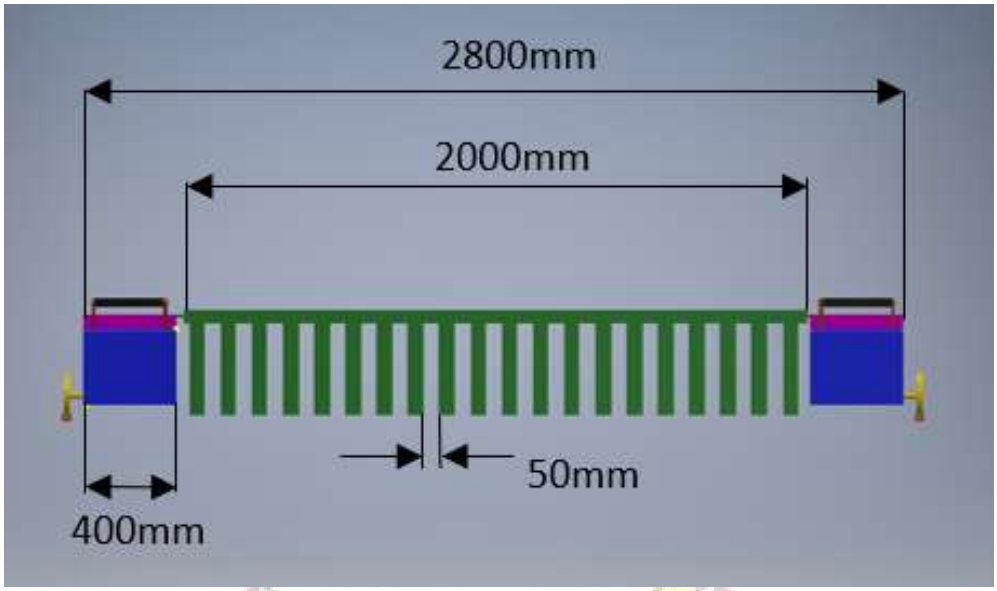
3.8 Mekanisme dan Gambar Rancangan Prototipe Robot Pengaduk

Mekanisme pada robot ini menggunakan panel surya yang terhubung ke *battery* (Aki) sebagai catu daya untuk motor DC sebagai aktuator dan sistem pengontrol. Saat motor pada roda samping (kiri dan kanan) bekerja maka robot ini bergerak maju dan mundur atau melakukan gerakan translasi mengikuti rel yang disediakan. Selain motor pada roda, terdapat juga motor pada poros pengaduk yang menggerakkan pengaduk ketika di perintah. Pada masing-masing sisi kiri dan kanan terdapat besi U yang dimana digunakan sebagai rel dari robot. Hal ini memungkinkan proses pengadukan stabil serta merata (tidak tertumpuk) dan dapat berkerja saat maju dan mundur sehingga proses pengadukan menghasilkan gabah yang tingkat kekeringannya seragam.

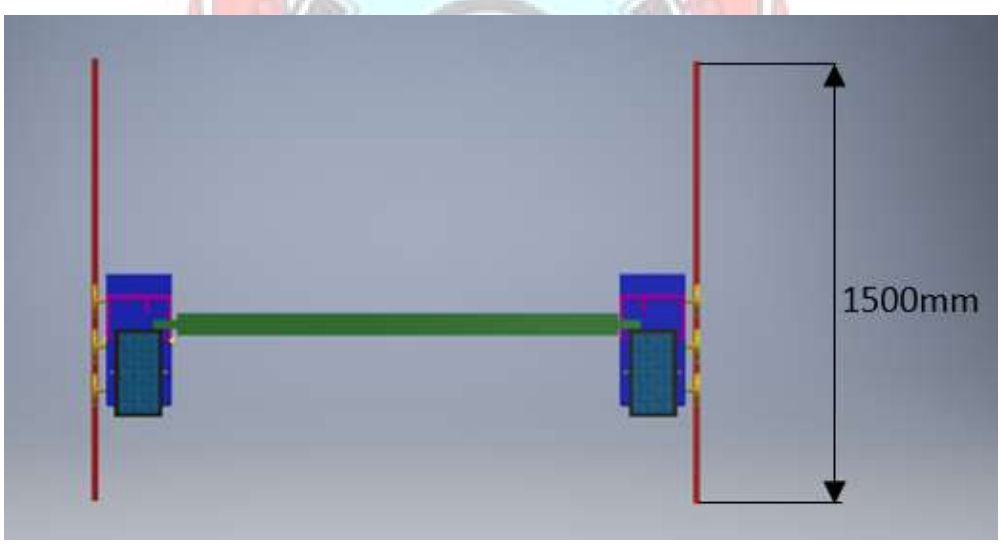
Adapun gambar perencanaan mekaniknya sebagai berikut :



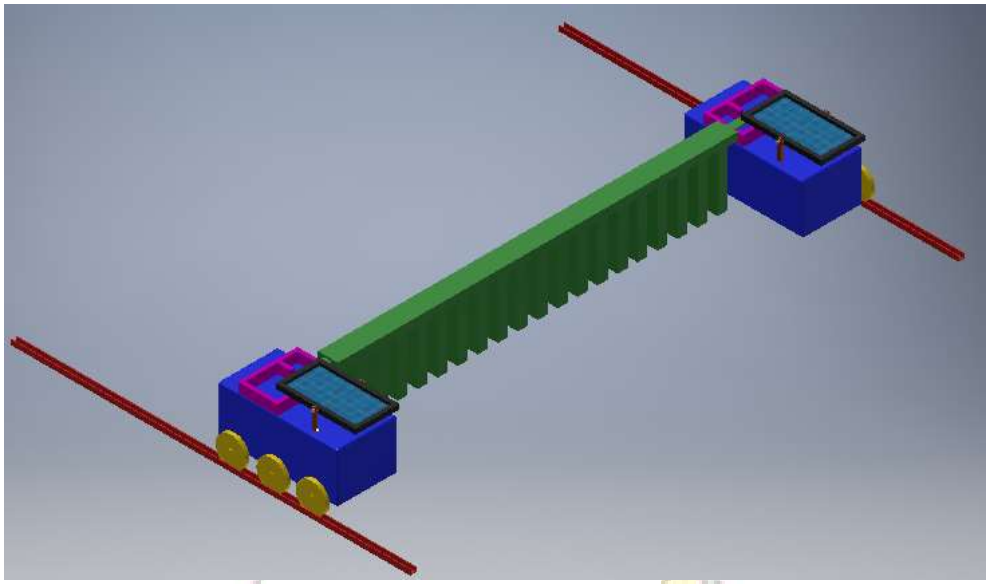
(a) Tampak Samping



(b) Tampak Depan



(c) Tampak Atas



(d) Tampak Isometri

Gambar 3.5 Perancangan Mekanik Robot Pengaduk

UJUNG PANDANG

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Pengembangan Mekanik

Setelah melakukan penelitian maka penulis memutuskan untuk melakukan beberapa perubahan mekanik pada *robot* agar sesuai dengan pengembangan yang sedang penulis kerjakan. Pada Gambar 4.1 adalah tampilan robot setelah dilakukan perubahan.

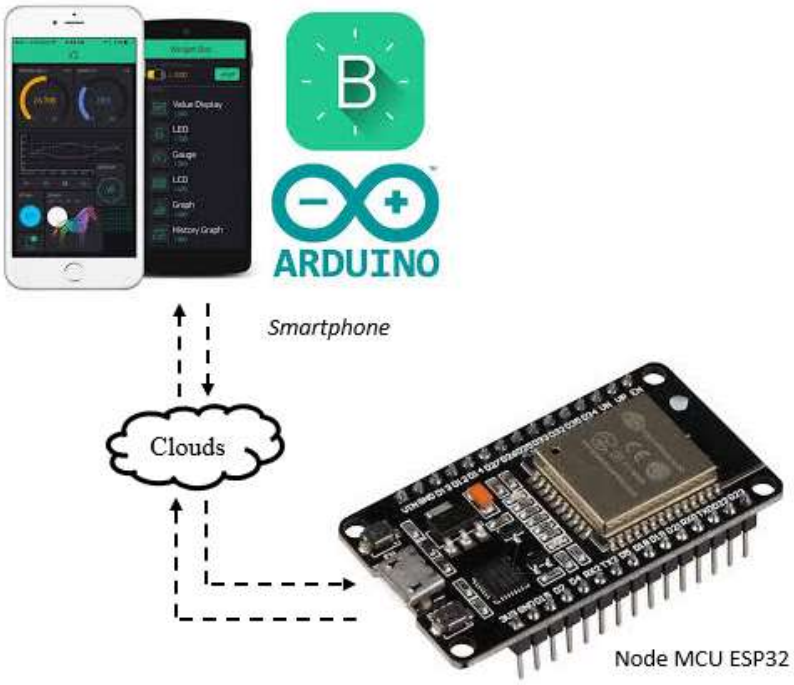
Gambar 4.1 Gambar Mekanik Robot Pengaduk

Penambahan yang penulis lakukan adalah mengganti rancangan mekanik yang semula menggunakan motor kiri kanan untuk mengaduk menjadi pergerakan motor maju mundur kemudian diantara kedua motor tersebut terdapat besi berbentuk sisir yang berfungsi sebagai pengaduk gabah.

4.1.2 Hasil Pengembangan Elektronik

Pada perancangan elektronik cukup kompleks karena untuk pengontrolan sebelumnya menggunakan *joystick* sebagai kontroler sedangkan untuk pengembangan kali ini penulis menggunakan pengontrolan tombol otomatis yang

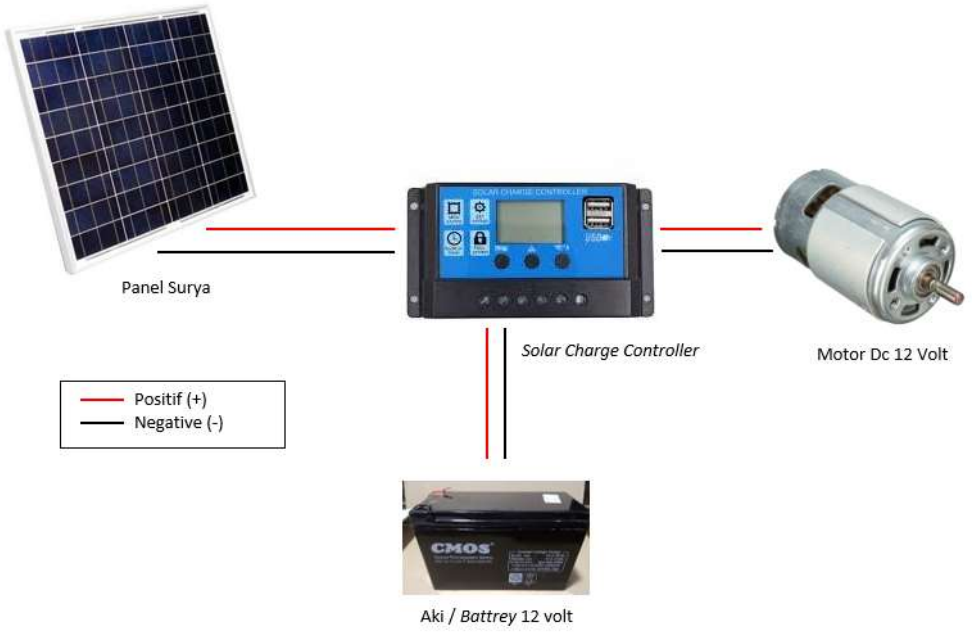
dapat dikontrol dari jarak jauh menggunakan *smartphone* yang terkoneksikan *platform* NodeMCU ESP 32 atau biasa dikatakan *Internet of Things (IoT)*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat wiring diagram pada gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Wiring diagram *Smartphone* dan NodeMCU ESP32

Adapun pengembangan elektronik selanjutnya ialah menggunakan Panel Surya atau biasa dikatakan *Solar Cell* yang pada alat semula hanya menggunakan Aki / *Battrey* 12 Volt, kali ini penulis menggunakan panel surya sebanyak 2 buah yang masing – masing memiliki daya 10 wp yang akan menyuplai tegangan 12 volt ke Aki / *Battrey* sehingga tegangan yang di hasilkan dari panel surya dapat tersimpan di Aki / *Battrey* , agar tegangan yang di hasilkan dari panel surya tidak melebihi 12 volt maka di pasangkan alat yang bernama *Solar Charge Controller* yang berfungsi untuk mejaga agar tegangan yang dihasilkan dari panel surya tidak *Overcapacity*

atau melebihi batas yang di tentukan, setelah Aki / *Battrey* terisi maka selanjutnya tegangan dari Aki akan menyuplai beban, dalam hal ini beban yang dimaksud adalah Motor DC 12 Volt. Untuk lebih jelasnya wiring diagramnya dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Wiring diagram Panel Surya (*Solar Cell)*

4.1.3 Hasil Rancangan Program

Pada pengembangan prototipe robot pengaduk pada proses pengeringan gabah ini, penulis melakukan rancangan program yang dimana semua input outputnya terkoneksi pada *platform* NodeMCU ESP32 yang merupakan mikrokontroler dari alat tersebut.

4.1.4 Hasil Pengujian

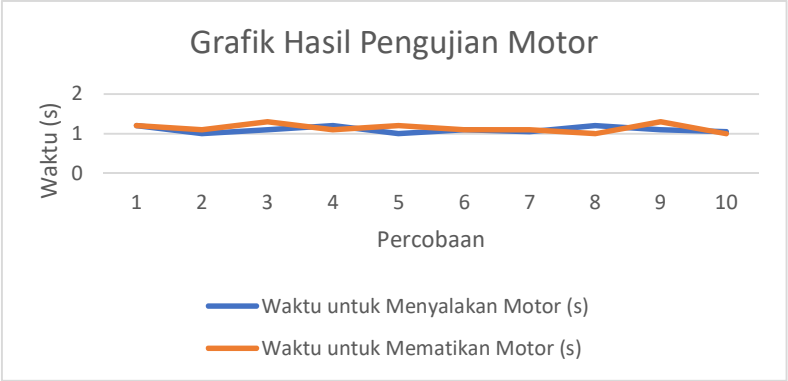
Hasil yang kami peroleh berdasarkan pengujian yang telah dilakukan yaitu :

1) Pengujian pergerakan motor

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung berapa waktu yang dibutuhkan pada saat menghidupkan motor melalui kontrol *smartphone* yang terkoneksikan ke *Internet of Things* melalui *platform* NodeMCU ESP32. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data hasil pengujian kontrol motor

No	Waktu untuk Menyalakan Motor (s)	Waktu untuk Mematikan Motor (s)
1	1,2	1,2
2	1	1,1
3	1,1	1,3
4	1,2	1,1
5	1	1,2
6	1,1	1,1
7	1,05	1,1
8	1,2	1
9	1,1	1,3
10	1,05	1
Rata-rata	**1,1**	**1,14**



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kontrol Motor

2) Pengujian panel surya (*solar cell)*

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung tegangan dan arus panel surya 20 W dalam melakukan pengisian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah. Adapun hasil pengujian panel surya dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4

Tabel 4.2 Data pengujian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah (hari pertama)

Jam	Voc1	Isc1	Voc2	Isc2	Cuaca	Voc2 x Isc2 (watt)
12.00	13,40	1,70	12,13	1,55	Cerah	18,80
13.00	13,54	1,75	12,24	1,65	Cerah	20,19
14.00	13,50	1,80	12,22	1,60	Cerah	19,55
15.00	13,51	1,75	12,22	1,60	Cerah	19,39
Rata - rata	13,48	1,75	12,20	1,60	Cerah	19,48

Tabel 4.3 Data pengujian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah (hari kedua)

Jam	Voc1	Isc1	Voc2	Isc2	Cuaca	Voc2 x Isc2 (watt)
12.00	13,45	1,79	12,24	1,60	Cerah	19,58
13.00	13,44	1,73	12,23	1,60	Cerah	19,57
14.00	13,54	1,84	12,27	1,65	Cerah	20,24
15.00	13,45	1,75	12,29	1,68	Cerah	20,65
Rata - rata	13,47	1,77	12,25	1,63	Cerah	20,01

Tabel 4.4 Data pengujian aki / *battrey* 12 Volt 7,5 Ah (hari ketiga)

Jam	Voc1	Isc1	Voc2	Isc2	Cuaca	Voc2 x Isc2 (watt)
12.00	13,41	1,74	12,17	1,55	Cerah	18,86
13.00	13,39	1,78	12,22	1,60	Cerah	19,55
14.00	13,54	1,72	12,26	1,65	Cerah	20,23
15.00	13,23	1,65	12,12	1,65	Cerah	20,00
Rata - rata	13,39	1,72	12,19	1,61	Cerah	19,66

Keterangan :

Voc1 = Tegangan pada panel Voc2 = Tegangan pada aki / *battrey*

Isc1 = Arus pada panel Isc2 = Arus pada aki / *battrey*

4.2 Pembahasan

4.2.1 Proses Pengoperasian Robot pengaduk

1) Menghubungkan panel surya dengan aki / *battrey*.
2) Menghubungkan aki / *battrey* dengan motor dc.
3) Menghubungkan NodeMCU ESP32 dengan internet.
4) Membuka aplikasi Blynk pada *smartphone.*

5) Menekan tombol ON1 pada aplikasi Blynk untuk menyalakan motor dc, maka motor dc akan berputar dan bergerak maju.
6) Setelah motor sampai di ujung lintasan, maka tekan tombol OFF1 agar motor tersebut berhenti.
7) Menekan tombol ON2 pada aplikasi Blynk untuk menyalakan motor pada pergerakan mundur.
8) Setelah motor sampai pada ujung lintasan maka tekan tombol OFF2 agar motor berhenti.

4.2.2 Analisis Pengujian

1) Pergerakan motor

Melalui pengujian pergerakan motor pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa waktu rata - rata yang dibutuhkan untuk menyalakan motor adalah 1,1 detik, sedangkan waktu rata – rata yang dibutuhkan untuk mematikan motor adalah 1,14 detik.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan *platform* NodeMCU ESP32 yang terkoneksikan dengan *internet of things* dalam menyalakan dan mematikan motor cukup cepat dalam merespon, sehingga cukup efektif sebagai saklar jarak jauh.

2) Pengujian panel surya

Pada pengujian panel surya dilakukan beberapa percobaan selama 3 hari dalam pengisian aki / *battrey*, adapun tegangan rata – rata yang dihasilkan oleh panel surya di hari pertama yaitu 13,48 volt tetapi tidak semua tegangan yang di hasilkan oleh panel surya dapa terserap dengan baik oleh aki / *battrey,* dan biasa

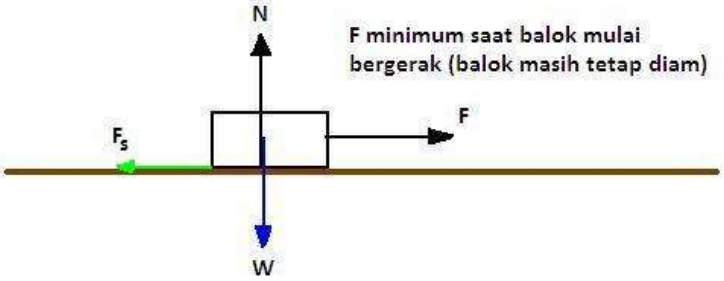
nya terjadi *overload* sehingga di perlukan adanya alat *solar charge controller* yang berfungsi untuk mengatur agar tegangan keluaran dari panel surya yang masuk ke aki / *battrey* ± 12 volt.

Kemudian pada saat percobaan kedua menghasilkan tegangan rata – rata pada panel surya ialah 13,47 volt sedangkan pada percobaan yang ketiga menghasilkan tegangan rata – rata 13,39 volt. Maka dapat disimpulkan bahwa tegangan rata – rata pada panel surya pada jam yang sama memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan sehingga panel surya nya masih dalam kondisi baik.

4.2.3 Perhitungan Mekanik

a) Kesetimbangan gaya pada saat robot beroperasi

diagram benda bebas :



Gambar 4.6 Diagram Benda Bebas untuk Balok dengan Gaya Gesek pada Papan Luncur.

Jumlah gaya-gaya searah sumbu Y adalah:

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W = m.g$$

N = W = 61,5 x g

W = 61,5 x 9,8 $^{m}/_{s^2}$

W = 602,7 N

Keterangan:

W = m.g

m = massa benda (Kg)

g = gaya gravitasi bumi = 9,8 $^{m}/_{s}^{2}$

Jumlah gaya-gaya searah sumbu X adalah :

$$\sum F_x = 0$$

$$F - F_s = 0$$

$$F = F_s$$

$$F = \mu_s.N = \mu_s.m.g$$

$F = \mu_s.N = \mu_s.m.g$

$F = 0,74 \times 61,5 \times 9,8^{m}/_{s}^{2}$

$F = 445,98$ N

Keterangan:

$F = \mu_s.m.g$

μ_s = koefisien gerak statis besi = 0,74

m = massa benda (Kg)

g = gaya gravitasi bumi = 9,8 $^{m}/_{s}^{2}$

b) Gaya Gesek pada Rel saat robot Beroperasi

$f_k = \mu_k N$

$f_k = 0,57 \times N$

$f_k = 0,57 \times 61,5 \times 9,8\ ^{m}/_{s}^{2}$

f_k = 343,54 N

Keterangan:

N = m.g

f_k = gaya gesek kinetik (N)

μ_k = koefisien gesek kinetik besi = 0,57

c) Berat Keseluruhan Benda tanpa Rel

Berat rangka robot	:	38,3	Kg
Berat sisir pengaduk	:	10	Kg
Berat roda (6 x 1,6 Kg)	:	9,6	Kg
Berat panel surya (2 x 1,8 Kg)	:	3,6	Kg
Berat keseluruhan robot	:	61,5	Kg

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1) Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah yang telah dikembangkan telah menggunakan tenaga surya (*solar cell)* dan juga menggunakan pengontrolan jarak jauh atau *internet of things* sehingga dapat memudahkan pekerjaan manusia.
2) Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah dengan sistem kontrol jarak jauh yang telah dibuat mampu mengontrol pergerakan motor melalui kendali jarak jauh yang terkoneksi dari *Smartphone* ke *platform* NodeMCU ESP32 sehingga menyebabkan motor bergerak.

5.2 Saran

Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah menggunakan Tenga Surya berbasis *Internet of Things* ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh sebab itu saran kedepannya untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gunakan website agar dapat menampilkan data pada saat motor bergerak
2. Gunakan PID agar pergerakan motor lebih stabil dan efisien.
3. Tambahkan *Limit Switch* pada ujung lintasan motor agar motor dapat berhenti secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

Arduino Home Page. 2012. *Arduino Mega*, (*Online*), (https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega), diakses 1 Februari 2020.

Bulkiya, Cut Mikyal. 2013 *Agricultural Equipment Machinery Rice, (Online), (*https://etd.unsyiah.ac.id/index.php?p=show_detail&id=3106) diakses 10 Februari 2020.

Dewaweb. 2018. *Internet of Things* : Panduan Lengkap, *(Online),* (https://www.dewaweb.com/blog/internet-of-things/), diakses 12 Februari 2020.

Faudin, Agus 2017. Mengenal aplikasi BLYNK untuk fungsi IOT. *(Online),* (https://www.nyebarilmu.com/mengenal-aplikasi-blynk-untuk-fungsi-iot), diakses 10 September 2020.

Hasan, Fuad. 2019. Apa itu Blynk, Modbus apa bisa di blynk kan?. *(Online)*, (https://puaks.blogspot.com/2019/03/apa-itu-blynk-modbus-apa-bisa-di-blynk.html/), diakses 10 September 2020.

IBT-2 H-Brige With Arduino. 2016. *(Online)*, (www. hessmer.org /blog/2013/12/28/ ibt-2-h-bridge-with-arduino/comment-page-1/), diakses 1 Februari 2020.

Julisman, Andi dkk. 2017. *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya sebagai Sumber Energi pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola.*

Khurmi, R. (2002). *Theory of structures.* New Delhi: S. Chan.

Made in China.*Focus Technology Corp*, (Online), (http://sgmadamotor.en.made-in-china.com/offer/ KqmQLCMxggcV/Sell-DC-Planetary-Gear-Motor-with-Encorder-.html), diakses 1 Februari 2020.

Maryana, Y. E., & Meithasari, D. 2014. Mekanisme dan Kinerja Ala Pengeringan Gabah di Lahan Rawa.

New Motion Newsletter. *Oriental Motor USA Corp.(Online)*,(www.oriental motor.com/newlatter/PN-Geared.html menggunakan.htm)l diakses 8 Februari 2020**.**

Nizar, Andi Alif Ansyari dan Rahmat Zuhair. 2019. *Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah.*

Produk Meka.*Brontoseno*,(*Online*),(*www.brontoseno.com/produk/bts7960b-driver-43a-h-bridge-drive-pwm/*), diakses 1 Februari 2020.

Sadeli, Nandang. 2012. Informasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *(Online)*, (https://informasiplts.wordpress.com/2012/09/13/komponen-solar-system/), diakses 10 Februari 2020.

Saputro, Tedy Tri. 2017. Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama. *(Online)*, (https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/), diakses 10 Februari 2020.

Santoso, Hari. 2015 Panduan Praktis Arduino untuk Pemula. Jakarta: Elangsakti.com.

Sanz, Mars. 2015 Jenis Panel Surya. *(Online)*, (http://imail.iteadstudio.com), diakses tanggal 10 September 2020

Setiawan, M. D., Tamrin, & Lanya, B. 2014. Uji Kinerja Penjemuran Gabah Pada Para-Para Mekanis Dengan Tiga Kondisi Lingkungan.

Sharder, Robert L. 1991. Komunikasi Elektronika. Jakarta : Erlangga.

Strategic Patner Solution. 2019. Cara Konsep Internet of Things. *(Online)*, (http://myspsolution.com/cara-kerja-konsep-internet-of-things), diakses 10 September 2020.

Taufan, Muhammad. 2011. Engineering Building. *(Online),* (http://engineeringbuilding.blogspot.com/2011/08/battery-aki.html), diakses 12 Februari 2020.

Teknologi Solar Cell. 2015. (http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-13287-Chapter1I.pdf), diakses pada 10 September 2020.

Wibowo, Aqil Nedhio. 2019. PID untuk Kontrol Lampu Lalu Lintas. *(Online)*, (https://www.kompasiana.com/aqildhio/5d6024970d82306430208f62/pid-untuk-kontrol-lampu-lalu-lintas), diakses 10 Februari 2020.

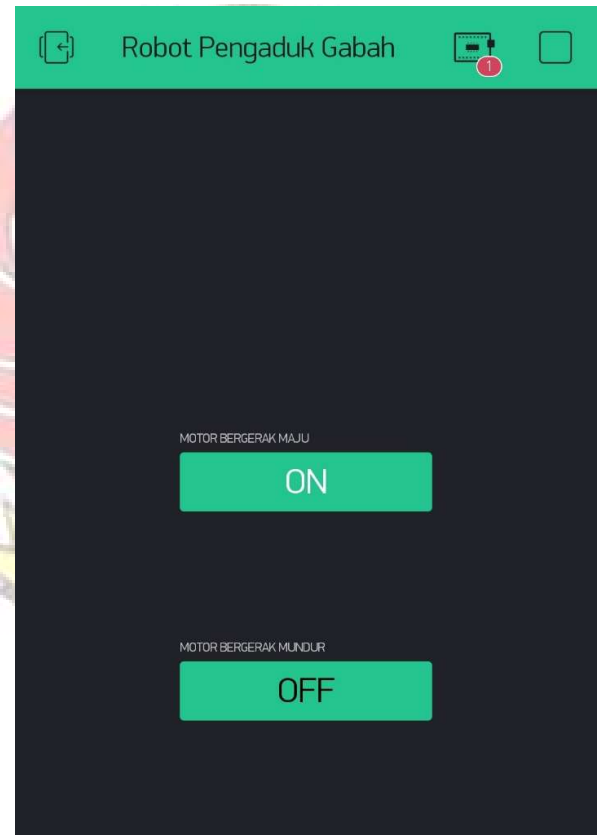
Widiya. 2019. Pengertian Internet of Things (IoT): Semua Hal yang Perlu Kamu Tahu. *(Online)*, (https://www.jagoanhosting.com/blog/pengertian-internet-of-things-iot/), diakses 10 Februari 2020.

Wikipedia. PID controller. *(Online)*, (https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller) diakses 10 Februari 2020.

Yuwono,Budi. 2005. Skripsi Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. Surakarta: halaman 13

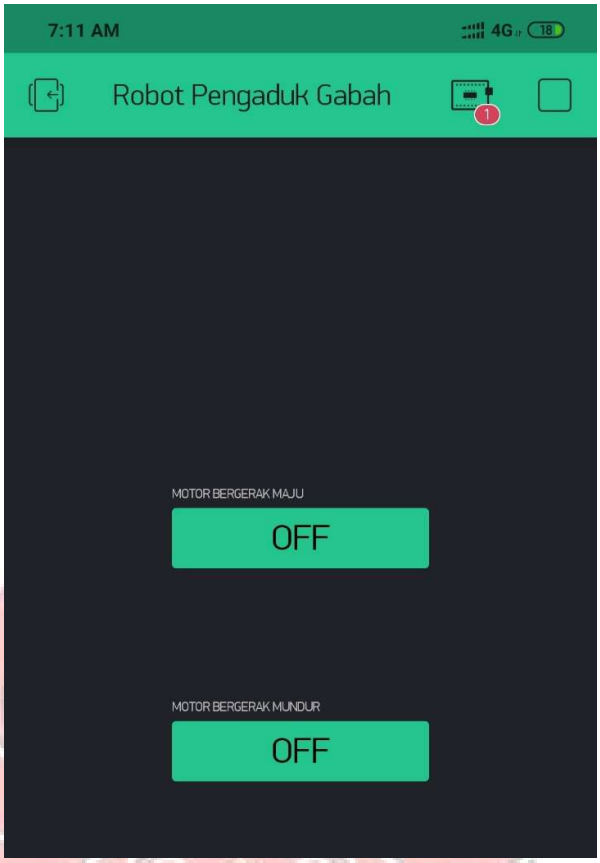
Lampiran 1 Tahapan – tahapan Pengoperasian

1) Hubungkan panel surya dengan Aki 12 volt.
2) Hubungkan tegangan 5 volt ke kontroler.
3) Selanjutnya pastikan Node MCU ESP 32 terhubung dengan Internet
4) Koneksikan *Smartphone* dengan Internet
5) Tekan tombol ON pada tulisan motor bergerak maju pada aplikasi Blynk seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.7 Tampilan ketika menekan tombol ON pada aplikasi Blynk

6) Setelah motor bergerak maju sampai ujung lintasan maka, tekan tombol OFF pada tulisan motor bergerak maju pada aplikasi Blynk agar motor berhenti, seperti pada gambar berikut:

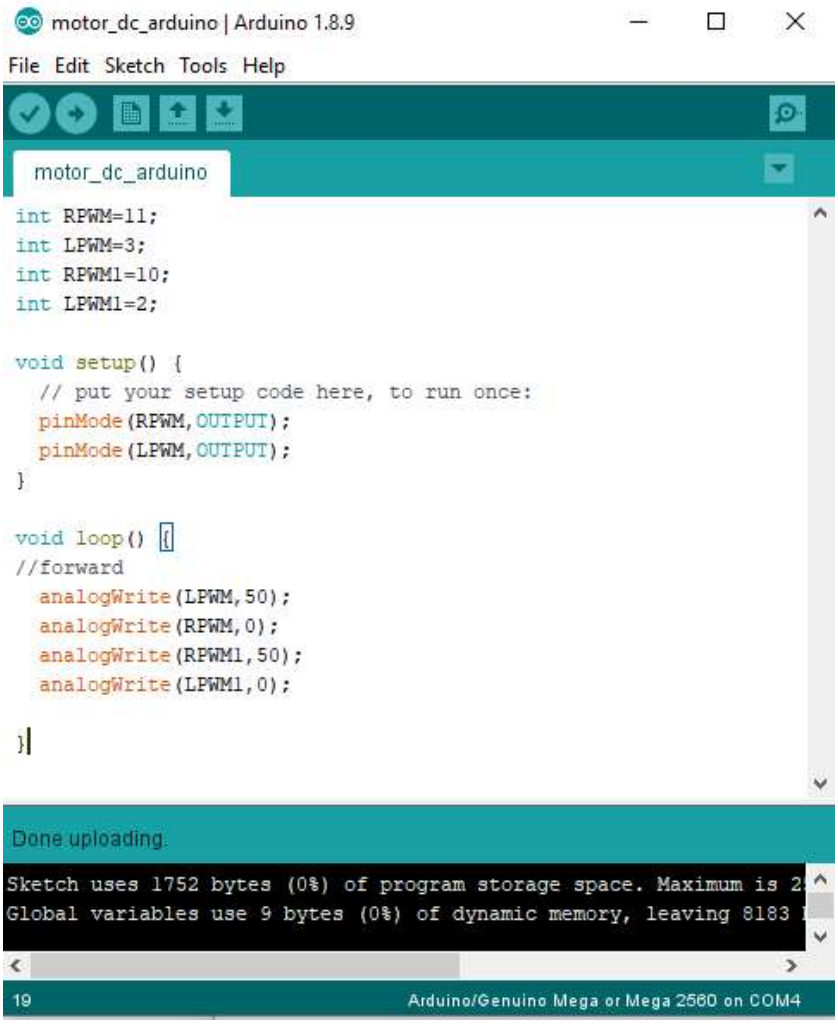


Gambar 4.8 Tampilan ketika menekan tombol OFF pada aplikasi Blynk

7) Tekan tombol ON pada tulisan motor bergerak mundur pada aplikasi Blynk agar motor bergerak mundur.
8) Setelah motor bergerak mundur, maka tekan tombol OFF pada tulisan motor bergerak mundur pada aplikasi Blynk agar motor berhenti.

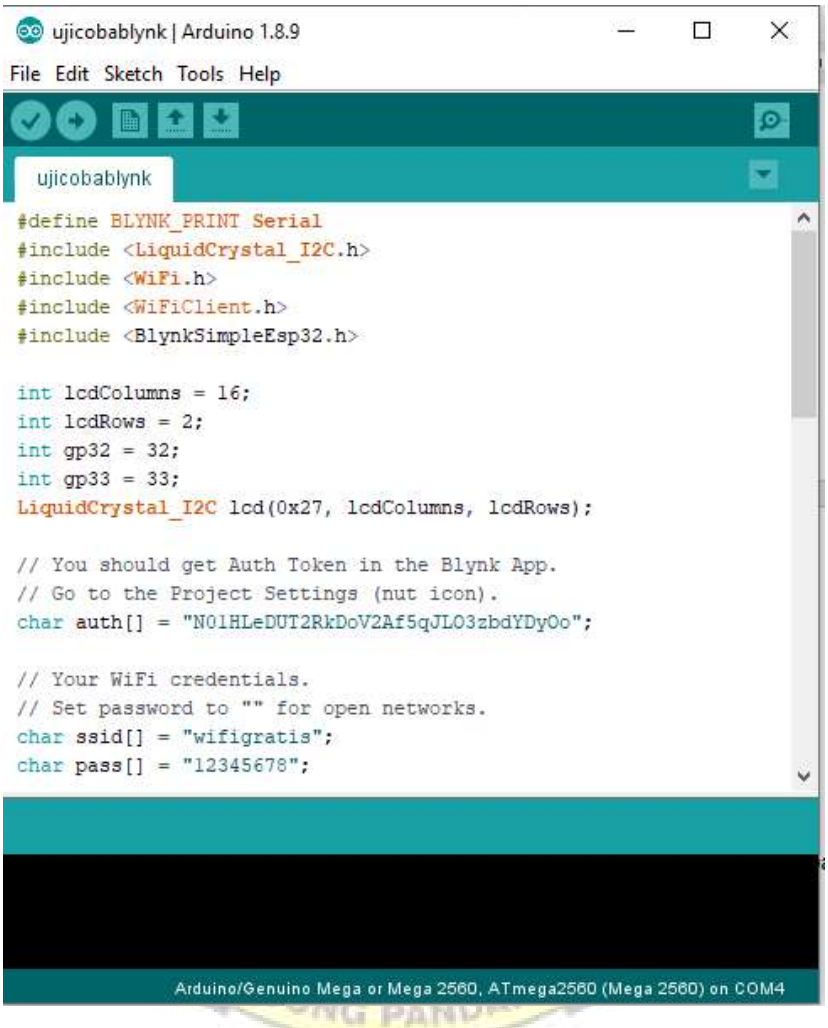
Lampiran 2 Program

Program Motor DC pada Arduino Mega

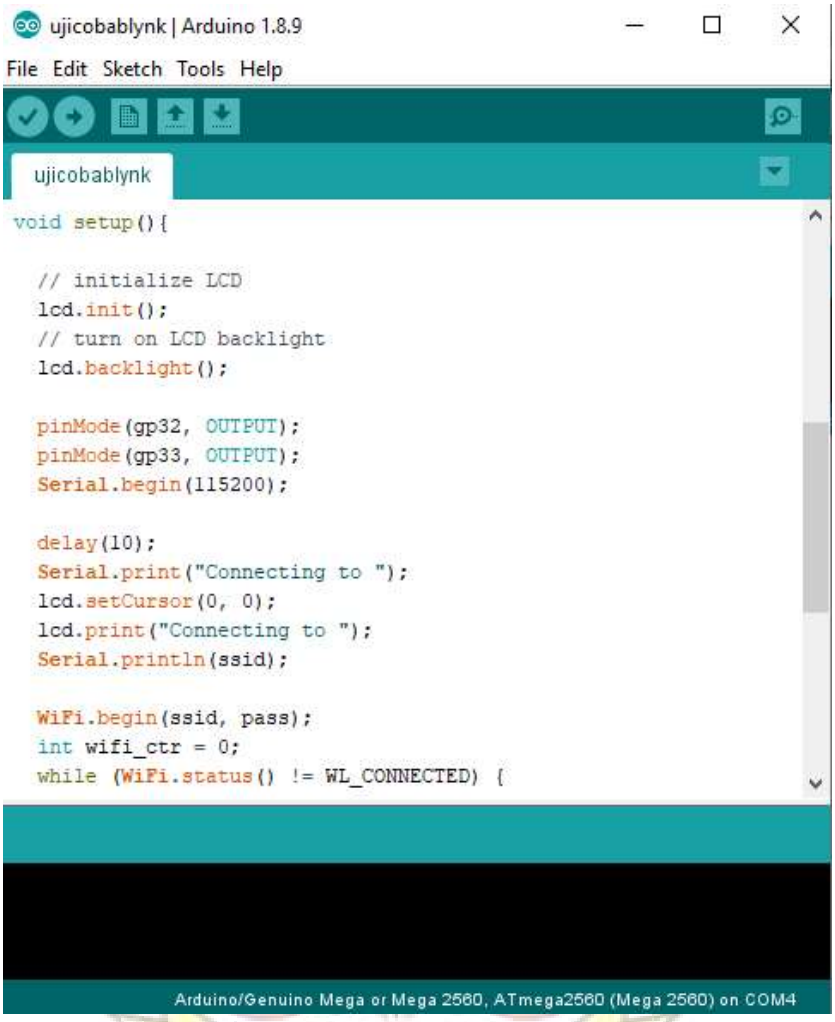


Gambar 4.9 Tampilan Program PWM pada Motor

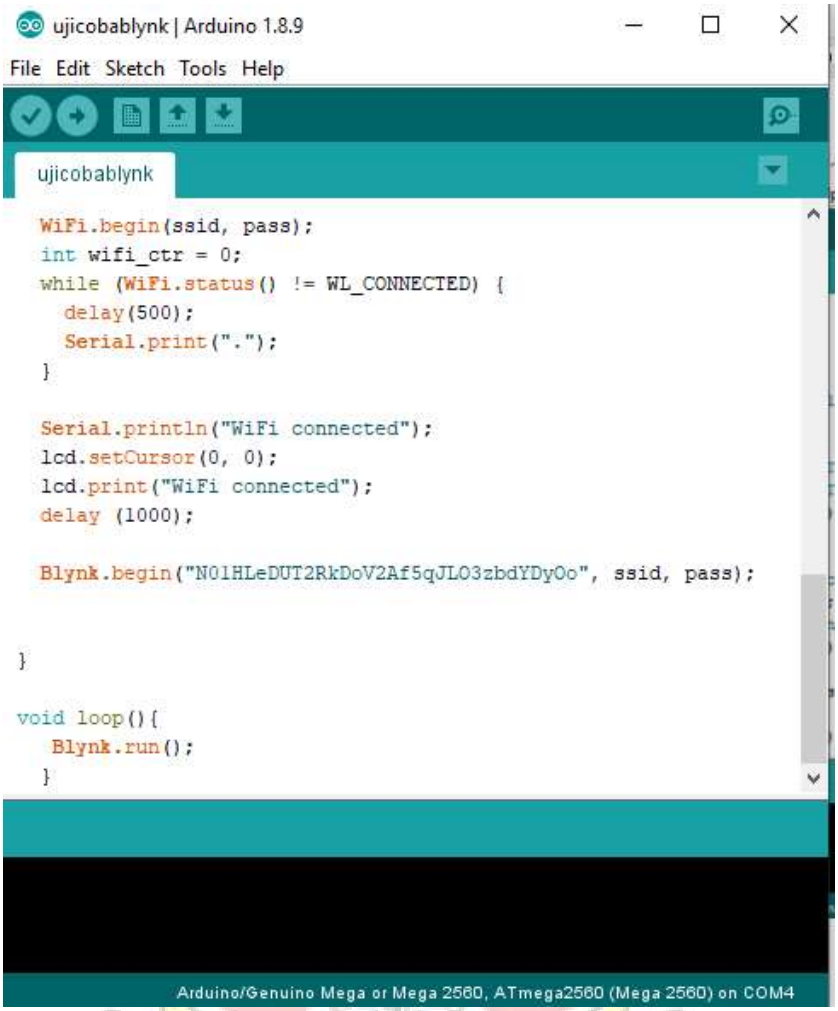
Program Aplikasi Blynk pada Node MCU ESP32



Gambar 4.10 Tampilan Program aplikasi Blynk pada ESP32

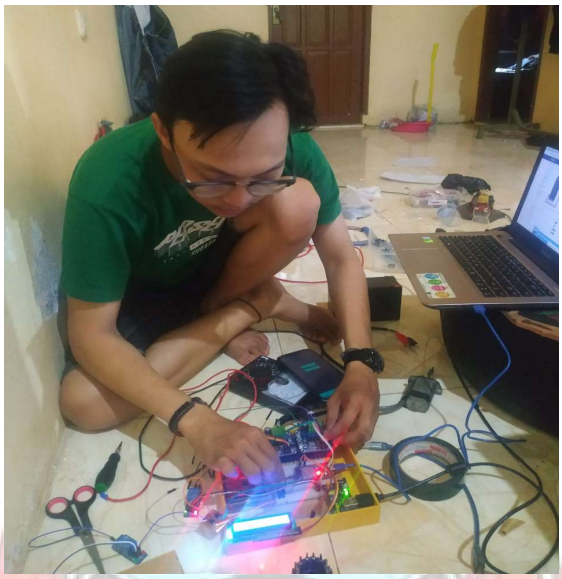


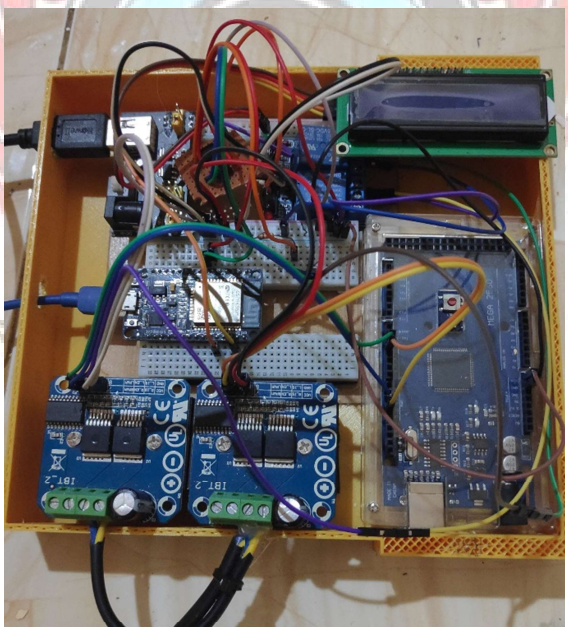
Gambar 4.11 Lanjutan Tampilan Program aplikasi Blynk pada ESP32



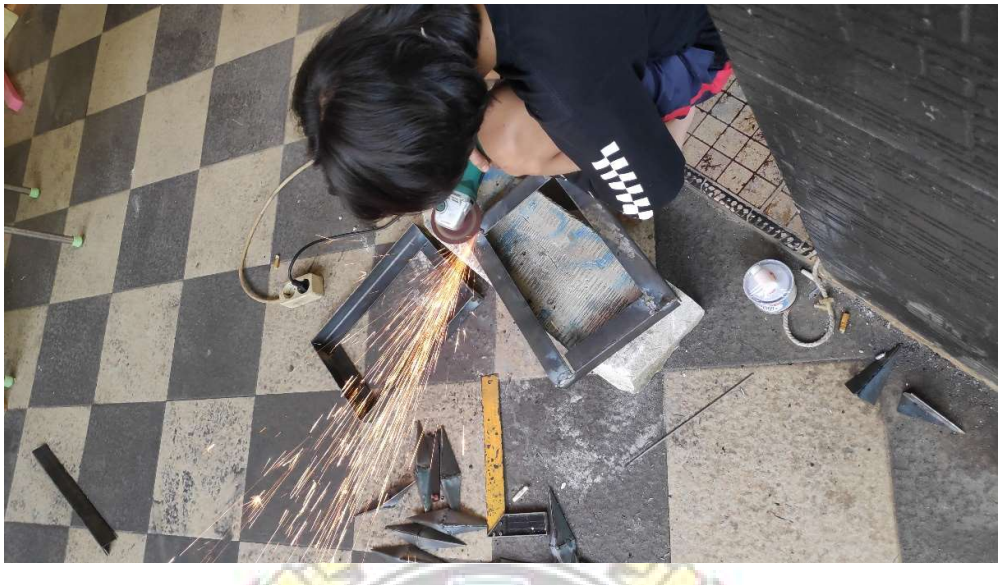
Gambar 4.12 Lanjutan Tampilan Program aplikasi Blynk pada ESP32

Lampiran 3 Dokumentasi





Perancangan dan perakitan elektronik



Perancangan dan perakitan mekanik

LEMBAR REVISI JUDUL PROYEK / TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Muh. Arsyuto / Muh. Ikram nur
STAMBUK : 444 6020 / 444 6006.

Catatan Penguji :

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan
①	pak. Rusdi nur	- Data gabah yg dikeringkan - manfaatnya dari gabah - Berat pulu dihitung	
②.	pak. mukhtar	+ Rumusan masalah masukkan solar cell + Pembahasan point 1 Rumusan masalah ada dibagian + Data ke tabel lagi	
③.	Gunawan Kalla	+ Semua gambar yg dibuat pilkan ber warna + perhitungan mekanik - kecepatan bangun gaya saat solar berbeda - berapa gaya tranda rel saat pelepasan gabah.	
④.	pak. Lewi	- solar cell - radiasi tetap - cara memilih solar cell - jumlah motor 3 atau 2 yg digunakan.	

Makassar,
Ketua / Sekretaris Pengaji,

Dr. Ir. Gunawan Kalla, MT.

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasikan secepatnya ke bagian Akademik