

**RANCANG BANGUN ELEKTRIKAL PADA ALAT
PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK DENGAN SISTEM
KENDALI JARAK JAUH**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Abdullah Gymnastiar

No. Mahasiswa : 20525094

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN ELEKTRIKAL PADA ALAT
PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK DENGAN SISTEM
KENDALI JARAK JAUH**


TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Abdullah Gymnastiar
No. Mahasiswa : 20525094

Yogyakarta, 15 Oktober 2024

Pembimbing I,


Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP

Pembimbing II,


Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**RANCANG BANGUN ELEKTRIKAL PADA ALAT
PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK DENGAN SISTEM
KENDALI JARAK JAUH**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Abdullah Gymnastiar

No. Mahasiswa : 20525094

Tim Penguji

Ir. Donny Suryawan, S.T., M., IPP
Ketua



Tanggal :

Muhammad Ridlwan, S.T., M.T
Anggota I



Tanggal : 01-11-2024

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D
Anggota II



Tanggal : 31-10-2024



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah Yang Maha Segalanya, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini adalah kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekaayaan intelektual maka saya bersedia mengiukti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 4 November 2024



Abdullah Gymnastiar

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, yang telah memudahkan penyelesaian laporan tugas akhir ini meskipun dengan segala keterbatasan. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas nikmat ilmu, kesehatan, dan kesempatan yang diberikan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Tanpa bimbingan dan ridha-Nya, tentu penyelesaian ini tidak akan berjalan dengan lancar.

Tugas akhir ini dipersembahkan dengan penuh rasa terima kasih kepada Bapak, Ibu, adik, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan tak terhingga, baik dari segi materi maupun moral, serta selalu mendoakan yang terbaik. Berkat doa-doa dan dukungan tulus kalian, tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tak hanya itu, melalui pendidikan, bimbingan, dan kasih sayang yang selama ini diberikan, telah terbentuk pribadi yang lebih kuat, penuh semangat, tangguh, bertanggung jawab, dan disiplin. Berkat kalian juga, saya bisa menyelesaikan studi sarjana dengan baik.

Tugas akhir ini juga dipersembahkan dengan rasa hormat dan terima kasih kepada seluruh tenaga pendidik, terutama dosen pembimbing, yang dengan penuh kesabaran dan dedikasi telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga. Berkat ketekunan dan komitmen mereka, berbagai ilmu yang tak ternilai dapat diperoleh, yang tidak hanya memperkaya pengetahuan, tetapi juga ikut membentuk pribadi yang lebih baik, lebih dewasa, dan siap menghadapi tantangan di masa depan. Dukungan dan ilmu yang diberikan menjadi fondasi penting dalam diri saya dan membuat saya menjadi lebih baik.

HALAMAN MOTTO

“Jika kau tidak mencoba, maka kau tidak akan tahu hasilnya. Lagi pula kita akan mati nanti, kenapa tidak kita coba dengan serius dan bersungguh-sungguh?”

(Roronoa Zoro)

“Nak janganlah seperti bapak yang susah mewujudkan mimpinya, besarlah dengan sebuah yang kamu miliki, ku iringi doa dari hati kami”

(Iksan Skuter)

“Isi dompet selalu ada, diajak when where selalu bisa”

(Qorygore)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul: “Rancang Bangun Elektrikal Pada Alat Pemotong Rumput Elektrik Dengan Sistem Kendali Jarak Jauh”. Dapat disusun dengan baik sebagai syarat menyelesaikan studi strata-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini saya buat sebaik mungkin dengan bantuan dari beberapa pihak yang terlibat, memberi arahan, saran dan motivasi. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada yang terhormat :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak dan Ibu tercinta dirumah yang selalu mendoakan, memberikan masukan serta memberikan semangat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Asgar Ryamizard teman satu tim Tugas Akhir yang sudah bekerja sama dengan baik.
8. Riqi Mahendra yang memberikan arahan dan pembelajaran mengenai sistem elektrik.
9. Dzaki Ulwan dan Erwin Arga Pratama selaku teman yang memberi masukan dan arahan.
10. Imelda Pramestika S.AP orang istimewa yang selalu menemani dan memberi semangat serta motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir.
11. Kawan-kawan Kontrakan Griya Biru, Eko, Ikho, Adit Rehan yang selalu menemani dan menghibur selama letihnya mengerjakan Tugas Akhir.

12. Keluarga Teknik Mesin khususnya teman-teman angkatan 2020 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia

13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini sampai selesai.

Semoga segala dukungan dan kontribusi yang diberikan dapat dibalas beribu-ribu kali lipat oleh Allah SWT. Aamiin Taa Robbal ‘Alaamiin.

Akhir kata, pada laporan ini masih banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu mohon maaf jika terdapat kesalahan pada penulisan laporan Tugas Akhir ini, maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan akan diterima dengan senang hati. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 14 Oktober 2024

Abdullah Gymnastiar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh sebagai inovasi dari alat pemotong rumput konvensional. Alat ini dirancang untuk mengatasi permasalahan *human error*, seperti kelelahan, kecelakaan, dan ketidakrapian hasil potongan, yang sering terjadi pada alat manual. Pengembangan dilakukan dengan menambahkan sistem pengendalian jarak jauh berbasis Radio Frekuensi (RF), motor *brushed* tipe 80T sebagai penggerak utama, serta motor *brushless* dan *servo* untuk pengaturan ketinggian pemotongan sesuai standar FIFA (*Federation Internationale de Football Association*). Pengujian fungsional menunjukkan alat ini mampu bekerja dengan baik dalam jangkauan sinyal hingga 342,5 meter. Penggunaan 2 baterai Li-Po dan 1 baterai Li-Ion sebagai sumber daya menghasilkan kapasitas operasional maksimum selama 30:33 menit dan 67:6 menit, dengan luas pemotongan masing-masing 227,5 m² dan 502,5 m². Selain itu, penambahan sistem kamera direkomendasikan untuk meningkatkan akurasi pengoperasian pada jarak jauh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat pemotong rumput elektrik mengendalikan jarak jauh efektif dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan kerja, terutama dalam pemotongan rumput di area yang luas.

Kata Kunci : Pemotong rumput elektrik, Kendali jarak jauh, Frekuensi Radio, Baterai Li-Po, Baterai Li-Ion

ABSTRACT

This research aims to develop a remote control electric lawn mower as an innovation from conventional lawn mowers. This tool is designed to overcome human error problems, such as fatigue, accidents, and sloppy cuts, which often occur with manual tools. The development was carried out by adding a Radio Frequency (RF) based remote control system, an 80T type brushed motor as the main driver, as well as a brushless motor and servo for setting cutting height according to FIFA (Federation Internationale de Football Association) standards. Functional testing shows this tool is able to work well in a signal range of up to 342.5 meters. The use of Li-Po and Li-Ion batteries as a power source produces a maximum operational capacity of 30:33 minutes and 67:6 minutes, with a cutting area of 227.5 m² and 502.5 m² respectively. Additionally, the addition of a camera system is recommended to improve operating accuracy at long distances. The results of this research indicate that remotely controlled electric lawn mowers are effective in increasing work efficiency and safety, especially in cutting grass over large areas.

Keywords: Electric grass cutter, remote control, radio frequency, Li-Po battery, Li-Ion battery

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	Error! Bookmark not defined.
Pernyataan keaslian	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Energi Listrik	7
2.2.2 ESC (<i>Electronic Speed Control</i>)	7
2.2.3 Motor DC (<i>Direct Current</i>)	8
2.2.4 Motor <i>Servo</i>	11
2.2.5 Baterai	12
2.2.6 Sinyal Radio	14
2.2.7 <i>Remote Control</i> Berbasis Gelombang Radio	15
2.2.8 <i>Receiver</i>	16
2.2.9 <i>Transmitter</i>	17

Bab 3 Metode Penelitian	18
3.1 Alur Penelitian	18
3.2 Observasi	19
3.2.1 Kriteria Elektrik	19
3.2.2 Komponen Utama Elektrikal	20
3.2.3 Pemilihan Sistem Penggerak Listrik	20
3.2.4 Pemilihan <i>Controller</i>	20
3.2.5 Pemilihan Baterai	21
3.3 Perancangan Elektrik	22
3.4 Skematik Elektrik	22
3.5 Perakitan Elektrik	23
3.6 Pengujian Elektrik	24
3.7 Peralatan dan Bahan	24
3.7.1 Peralatan	24
3.7.2 Bahan	25
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	26
4.1 Hasil Observasi	26
4.2 Hasil Perancangan Elektrik	32
4.3 Hasil Perakitan	38
4.3.1 Perakitan Perangkat Utama	40
4.3.2 Perakitan Kabel	43
4.3.3 Pengaturan <i>Controller</i>	45
4.4 Hasil Pengujian	48
4.4.1 Pengujian Fungsi	48
4.4.2 Pengujian Jarak Sinyal Terjauh	50
4.4.3 Pengujian Penggunaan Baterai	53
4.4.4 Pengujian Waktu <i>Charge</i>	56
4.5 Pembahasan	57
Bab 5 Penutup	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya	64
Daftar Pustaka	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Peralatan	24
Tabel 3.2 Bahan	25
Tabel 3.3 Bahan dari Pemotong Rumput Konvensional	25
Tabel 4.2 Jenis Motor DC	26
Tabel 4.3 Baterai Li-Po dan Li-Ion	30
Tabel 4.4 Sistem <i>Adjustment</i>	31
Tabel 4.5 Skenario Pengujian Fungsi	49
Tabel 4.6 Penggunaan Baterai Penggerak	54
Tabel 4.7 Penggunaan Baterai Pemotong	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESC (Electronic Speed Control).....	8
Gambar 2.2 Motor <i>Brushless</i>	10
Gambar 2.3 Motor <i>Brushed</i>	11
Gambar 2.4 Motor <i>Servo</i>	12
Gambar 2.5 Baterai <i>Lithium Polimer</i>	13
Gambar 2.6 Baterai <i>Lithium Ion</i>	14
Gambar 2.7 <i>Remote Control</i>	16
Gambar 2.8 <i>Receiver</i>	17
Gambar 3.1 Alur Perancangan.....	18
Gambar 3.2 Skematik Penggerak.....	22
Gambar 4.1 Skema Alur Elektrik.....	39
Gambar 4.2 Sketsa Rangkaian Elektrik.....	40
Gambar 4.3 Penempatan Motor <i>Brushed</i>	41
Gambar 4.4 Penempatan Motor <i>Brushless</i>	41
Gambar 4.5 Penempatann Motor <i>Servo Adjustment</i>	42
Gambar 4.6 Penempatan Motor <i>iServo Connector</i>	42
Gambar 4.7 Penempatan Baterai Li-Po dan Baterai Li-Ion.....	43
Gambar 4.8 Penyambung Part Elektrik ke <i>Reciver</i>	44
Gambar 4.9 Hasil Akhir Rangkaian Elektrik.....	45
Gambar 4.10 <i>Binding Remote Control</i>	45
Gambar 4.11 <i>Switch SWA</i> dan <i>SWB</i>	46
Gambar 4.12 <i>Switch SWC</i> dan <i>SWD</i>	47
Gambar 4.13 <i>Potensiometer VRA</i> dan <i>VRB</i>	47
Gambar 4.14 <i>Tools</i> yang digunakan pada <i>Remote Control</i>	48
Gambar 4.15 Posisi <i>Remote Control</i>	51
Gambar 4.16 Posisi Alat Pemotong Rumput.....	51
Gambar 4.17 Peta Pengujian Sinyal.....	53
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Jarak Maksimal.....	53
Gambar 4.19 Waktu <i>Charge</i> Baterai.....	56
Gambar 4.20 Siklus Penggunaan Baterai.....	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan manfaat besar dalam segala aspek kehidupan manusia. Hal ini terlihat dari pembuatan robot-robot cerdas yang menjadi tuntutan industri modern untuk menyelesaikan pekerjaan manusia dengan hasil maksimal. Perkembangan robot tidak hanya mencakup kecanggihan mekaniknya, tetapi juga algoritma pengendaliannya menggunakan sistem komputer. Teknologi robotika juga telah merambah dunia hiburan dan pendidikan. Pembuatan robot dengan keistimewaan khusus berkaitan erat dengan kebutuhan industri modern yang membutuhkan alat berkemampuan tinggi untuk membantu atau menyelesaikan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan manusia. Robot memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki manusia, seperti menghasilkan *output* yang sama saat mengerjakan pekerjaan berulang-ulang, tidak mudah lelah, serta menguntungkan bagi pengusaha atau perusahaan.

Teknologi robotika telah mengalami perkembangan, yang tercermin dalam inovasi alat pemotong rumput yang kini digunakan untuk membantu manusia dalam memelihara kebersihan dan keindahan berbagai area. Mesin pemotong rumput ini tidak hanya mempermudah tugas pemotongan rumput dengan menghemat waktu dan tenaga, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan akurasi pekerjaan, sehingga hasil pemotongan menjadi lebih konsisten dan rapih, bahkan di area yang luas sekalipun. Dengan demikian, mesin pemotong rumput menjadi solusi praktis bagi masyarakat dalam menjaga estetika dan kebersihan lingkungan secara efisien (Firdaus *et al.*, 2017).

Namun, penggunaan alat pemotong rumput manual dinilai kurang efektif dan efisien. Tingginya keluhan tentang penggunaan mesin pemotong rumput sering terkait dengan kecelakaan saat mengoperasikannya (Syam dan Ohoiwutun, 2013). Kecelakaan sering kali disebabkan oleh *human error* akibat kelelahan atau kesalahan operasional mesin. Contohnya, terdapat kasus kecelakaan tragis di Tabanan, di mana pergelangan kaki kanan operator mesin pemotong rumput putus

akibat tersambar bilah mesin saat memotong rumput di tegalan milik keluarga Ni Wayan. Kejadian ini menggambarkan betapa berbahayanya penggunaan mesin pemotong rumput tanpa prosedur keamanan yang tepat. Kelelahan operator dapat menyebabkan kurangnya konsentrasi dan refleks yang lambat, sementara kesalahan operasional mesin, seperti kegagalan mekanis atau perawatan yang buruk, meningkatkan risiko kecelakaan (Juliadi dan Mustofa, 2018).

Oleh karena itu, tujuan pembuatan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh adalah untuk keamanan, dan kenyamanan dalam aktivitas pemotongan rumput, terutama di area yang luas. Dengan menggunakan sistem kendali jarak jauh, operator dapat mengoperasikan mesin pemotong rumput dari jarak aman, mengurangi risiko kecelakaan akibat kesalahan operasional atau kelelahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan elektrik pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh?
2. Bagaimana hasil pengujian elektrik pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh?

1.3 Batasan Masalah

Setelah rumusan masalah ditentukan, ada beberapa hal yang dijadikan batasan. Pemberian batasan tersebut agar dalam penyelesaian masalah hanya berfokus pada topik yang telah ditentukan tanpa memperhitungkan parameter-parameter yang lain. Batasan tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

1. Mengadopsi sistem mobil *Remote Control* (RC) pada komponen elektrik untuk menjalankan sistem.
2. Penggunaan alat pemotong rumput hanya dilakukan pada halaman yang rata dan tidak bergelombang.
3. Rumput yang digunakan adalah rumput sepak bola.
4. Motor yang digunakan sebagai penggerak adalah motor *brushed*.

5. Baterai Li-Po yang digunakan adalah baterai Li-Po Premium Zee dengan kapasitas 5200mAh dan tegangan 7,4V.
6. *Controller* utama kecepatan motor menggunakan ESC (*Electronic Speed Control*)
7. *Remote* yang digunakan adalah remote berbasis RF (*Radio Frequency*).

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem elektrik pada alat pemotong rumput berbasis kendali jarak jauh.
2. Mengetahui hasil pengujian elektrik pemotong rumput berbasis kendali jarak jauh.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Memberi informasi terkait rangkaian elektrik yang ada pada alat pemotong rumput kendali jarak jauh.
2. Dapat menjadi objek penelitian selanjutnya seputar rangkaian elektrik pada alat pemotong rumput kendali jarak jauh.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terbagi menjadi 5 bab, dimana setiap bab memiliki beberapa sub bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini menjelaskan terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan teori dan kajian pustaka yang mendukung pengerjaan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini berisikan alur penelitian dan perancangan, kriteria desain, serta alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian dan perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisikan tentang analisis data hasil perancangan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran yang berupa rangkuman dari pelaksanaan maupun dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Telah dilakukan penelitian oleh Hari Wijaya pada tahun 2024, menghasilkan sebuah mikrokontroler untuk mesin pemotong rumput elektrik yang menggunakan modul Atmega8U2. Alat ini mampu beroperasi selama sekitar 30 menit, dengan jangkauan pemotongan mencapai panjang sekitar 5 meter dan lebar 3,4 meter. Mesin ini dapat memotong rumput dengan ketinggian maksimal 30 cm. Tenaga mesin bersumber dari baterai berkapasitas 7,2 Ah dengan tegangan 12,30 VDC saat baterai terisi penuh. Inovasi ini menunjukkan potensi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemotongan rumput, terutama untuk penggunaan di area yang luas dan sulit dijangkau. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pemotongan rumput elektrik yang ramah lingkungan dan lebih aman bagi pengguna (Wijaya, 2014).

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2017 oleh Firdaus dengan hasil sebuah sistem robotika untuk mobil pemotong rumput. Sistem robot ini dirancang untuk bergerak secara otonom sesuai dengan input yang diterima mikrokontroler ATmega2560 dari sensor ultrasonik dan sensor warna. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi rintangan di depan robot, sementara sensor warna membantu dalam navigasi dan pemetaan area pemotongan. Setiap kali ada rintangan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, robot ini secara otomatis akan mengubah arah untuk menghindarinya. Robot ini mampu bergerak dengan kecepatan maksimal 82,5 cm/s dan kecepatan minimal 25 cm/s, memungkinkan pemotongan rumput yang efisien dan cepat. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam pemotongan rumput, tetapi juga memastikan keselamatan dan fleksibilitas dalam operasi, membuatnya ideal untuk digunakan di berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini menunjukkan potensi besar dalam mengembangkan teknologi robotika untuk aplikasi pemeliharaan lahan yang lebih cerdas dan mandiri.

Perancangan robot pemotong rumput dilakukan dengan menggunakan *wireless* kontroler dan *solar cell* berbasis *Internet Of Things* (IOT). Penelitian ini menjelaskan tentang perancangan alat pemotong rumput dengan cahaya matahari sebagai sumber daya utama untuk menggerakkan dan menjalankan keseluruhan alat. Alat ini dapat bergerak secara otomatis dan manual, disaat pengontrolan otomatis robot bereaksi sesuai arahan dari sensor ultrasonik, apabila sensor *ultrasonik* tidak mendeteksi adanya halangan, maka robot akan bergerak maju. Namun apabila terdapat halangan yang dimana jarak halangan dengan robot dalam rentang 0-30cm, maka robot akan menghindari halangan tersebut. Pada saat pengontrolan manual, robot akan bergerak apabila aplikasi pada *smartphone* mengirimkan perintah. ESP 32 merupakan modul utama yang digunakan dalam penelitian ini, aplikasi kontrol yang digunakan pada *smartphone* berkomunikasi langsung kepada ESP 32 (Nararya *et al.*, 2024).

Perancangan prototipe alat bajak sawah dengan pengontrol berbasis Arduino melibatkan beberapa komponen utama yang bekerja secara sinergis. Komponen-komponen ini meliputi aplikasi Android yang berfungsi sebagai alat kontrol utama, modul Bluetooth HC-05 yang digunakan sebagai media komunikasi antara aplikasi Android dan Arduino Nano, serta Arduino Nano itu sendiri yang berperan sebagai mikrokontroler untuk mengatur keseluruhan sistem. Arduino Nano menerima perintah dari aplikasi Android melalui koneksi Bluetooth dan meneruskannya ke modul penggerak motor DC, yaitu Driven L298N, yang bertanggung jawab untuk menggerakkan motor DC yang mengoperasikan alat bajak sawah. Dengan kombinasi komponen-komponen ini, sistem pengontrolan alat bajak sawah dapat dioperasikan secara nirkabel, memberikan kemudahan dan efisiensi dalam proses pembajakan lahan pertanian (Purnomo dan Chandra, 2019). Alat ini memanfaatkan alat pengeruk tanah yang menancap ke dalam tanah yang kemudian ditarik menggunakan motor DC yang memiliki torsi yang besar, sehingga dapat menghasilkan galian tanah dan membalik tanah untuk dipakai petani dalam pertanian.

2.2 Dasar Teori

Berikut merupakan dasar teori dari perancangan menggunakan beberapa landasan teori yang digunakan untuk mendasari teori pada perancangan.

2.2.1 Energi Listrik

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha. Energi atau gaya adalah sifat fisik dari suatu benda yang dapat berpindah melalui interaksi mendasar dan dapat berubah bentuk, namun tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, sesuai dengan hukum kekekalan energi. Energi listrik merupakan energi yang dihasilkan oleh muatan listrik. Ketika muatan listrik ini berada dalam keadaan statis dapat menciptakan medan listrik. Ketika muatan-muatan tersebut bergerak dapat menghasilkan arus listrik, yang dikenal sebagai energi listrik dinamis. Energi listrik ini sangat penting dalam kehidupan modern karena dapat dengan mudah diubah menjadi bentuk energi lain, seperti energi mekanik, termal, dan cahaya. Secara teori, contoh ini berarti bahwa perbedaan potensial menghasilkan energi yang memindahkan muatan elektron dari titik yang potensialnya lebih rendah ke titik yang potensialnya lebih tinggi (Hakimah, 2019).

2.2.2 ESC (*Electronic Speed Control*)

Electronic Speed Control (ESC) merupakan rangkaian elektronik yang mengontrol dan mengatur kecepatan motor listrik, ESC juga dapat memberikan pembalikan motor dan pengereman dinamis. *Electronic Speed Control* (ESC) bekerja secara cepat untuk menghidupkan atau mematikan pulsa ke motor, sehingga respon kendali motor cepat (Ramli *et al.*, 2020). Kontrol kecepatan ESC (*Electronic Speed Controller*) mengikuti sinyal referensi kecepatan yang berasal dari berbagai input manual, seperti tuas *throttle*, *joystick*, atau perangkat kontrol lainnya. ESC ini bekerja dengan memvariasikan siklus kerja atau frekuensi *switching transistor*, yang pada gilirannya mengubah kecepatan motor. Dengan mengatur siklus kerja atau frekuensi ini, ESC mampu menyesuaikan daya yang diteruskan ke motor, sehingga mengendalikan kecepatan dan respons motor sesuai dengan perintah yang diberikan oleh pengguna. Proses ini memungkinkan motor

untuk berakselerasi, melambat, atau mempertahankan kecepatan tertentu dengan presisi tinggi, yang sangat penting dalam aplikasi seperti kendaraan listrik, *drone*, dan berbagai perangkat kontrol motor lainnya. *Electronic Speed Control* (ESC) digunakan untuk mengatur kecepatan rotasi motor berdasarkan nilai sinyal yang diterima dari *Flight Controller* (Febrian dan Huda 2024). *Electronic Speed Control* (ESC) dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 ESC (Electronic Speed Control)

2.2.3 Motor DC (*Direct Current*)

Motor DC (*Direct Current*) merupakan suatu perangkat yang mampu merubah energi listrik menjadi energi kinetik atau Gerakan. Motor DC memiliki 2 buah terminal yang dapat diaktifkan dengan menggunakan tegangan searah. 2 jenis motor DC yang digunakan yaitu tipe *Brushless* dan *Brushed*.

Motor DC memiliki beragam jenis serta kecepatan yang bervariasi, tergantung pada sejumlah faktor seperti daya yang disuplai, hambatan internal, serta karakteristik beban yang dihadapi. Selain itu, performa motor DC juga dipengaruhi oleh ukuran, desain, serta efisiensi rangkaian pengendaliannya.

Kecepatan motor DC biasanya dihitung berdasarkan tegangan yang diberikan pada motor, karena tegangan berperan langsung dalam mengatur laju putaran motor.

Torsi yang dihasilkan oleh motor DC dapat dihitung dengan menggunakan rumus sederhana yang menghubungkan arus listrik yang mengalir melalui motor

dan konstanta torsi. Torsi ini merupakan ukuran gaya rotasi yang dihasilkan oleh motor dan sangat bergantung pada jumlah arus yang melewati kumparan motor. Berikut adalah rumusnya:

$$T = k_T \cdot I \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- T = Torsi yang dihasilkan (Newton-meter, Nm)
- k_T = Konstanta torsi (Nm/Ampere)
- I = Arus listrik yang mengalir (Ampere, A)

Daya motor adalah ukuran seberapa cepat motor dapat melakukan kerja atau mengonversi energi listrik menjadi energi mekanis. Daya ini menunjukkan jumlah energi yang dihasilkan oleh motor untuk memutar beban dalam satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam watt (W) atau *horsepower* (HP).

Rumus daya motor :

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- P = Daya motor (Watt)
- T = Torsi yang dihasilkan (Newton-meter, Nm)
- ω = Kecepatan sudut motor (rad/s)

Kecepatan sudut ω dapat dihitung sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- ω = Kecepatan sudut (radian per detik, rad/s)

2.2.3.1 Motor *Brushless*

Motor *Brushless* atau biasa yang disebut motor BLDC merupakan jenis motor DC yang tidak menggunakan sikat atau *Brush*. Umumnya motor *brushless* beroperasi pada gaya tarik menarik antara dua magnet yang kutubnya sama. Secara struktural, motor *brushless* terdiri dari rotor yang berbentuk magnet permanen, sehingga kutubnya tetap, sedangkan statornya berbentuk belitan, dan kutub

magnetnya berubah-ubah tergantung polaritas arus belitan stator yang diberikan (Wibowo dan Riyadi, 2018).

Motor *brushless* memiliki keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan motor induksi konvensional karena tidak mengalami selip. Motor jenis ini menggunakan magnet permanen yang terpasang pada rotor dan stator, yang memungkinkan motor ini bekerja lebih efisien dan presisi. Sebuah rangkaian sederhana atau sistem komputer yang relatif mudah digunakan dapat mengontrol dan mengubah arus elektromagnetik yang dihasilkan saat rotor berputar, memberikan kontrol yang lebih baik terhadap performa motor. Motor BLDC merupakan jenis motor DC yang tidak menggunakan sikat atau *brush*, dan memiliki kinerja yang sangat efisien, keandalan tinggi, umur lebih Panjang. Motor ini biasa digunakan dalam berbagai bidang seperti otomotif, kesehatan dan otomotisasi robot industri (Mackay dan Smith, 2017). Motor *Brushless* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Motor *Brushless*

2.2.3.2 Motor *Brushed*

Motor *brushed* merupakan jenis motor listrik yang menggunakan sistem komutasi mekanis dengan sumber arus searah (DC). Motor *brushed* ini memiliki beberapa komponen utama yang bekerja sama untuk mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Komponen-komponen tersebut meliputi stator, rotor, dan sistem komutasi mekanis. Stator adalah bagian stasioner yang menghasilkan medan magnet, sementara rotor adalah bagian berputar yang berinteraksi dengan

medan magnet tersebut untuk menghasilkan gerakan mekanik. Sistem komutasi mekanis, yang terdiri dari komutator dan sikat-sikat karbon, berfungsi untuk mengubah arah arus listrik di dalam rotor, memastikan rotor terus berputar dalam satu arah. Prinsip kerja dari motor *brushed* dimulai jika arus lewat pada suatu konduktor melingkar sehingga timbul medan magnet disekitar konduktor. Timbulnya medan magnet memicu adanya dorongan dan tarikan antara rotor dan stator sehingga menimbulkan gaya. Akibat adanya gaya, maka timbul torsi yang membuat motor berputar dengan kecepatan ω radian/detik (Hendra, 2021).

Motor *brushed* memiliki torsi yang baik pada kecepatan rendah hingga menengah. Motor *brushed* sangat cocok digunakan untuk mobil RC yang digunakan dipermukaan kasar atau *off-road*, dimana torsi pada kecepatan rendah penting untuk mengatasi rintangan. Gambar 2.3 merupakan gambar motor *brushed*.



Gambar 2.3 Motor *Brushed*

2.2.4 Motor Servo

Motor *servo* adalah sebuah motor dengan *system closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian *control* yang ada didalam motor *servo* (Nasution *et al.*, 2015). Motor *servo* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu motor, serangkaian roda gigi (*gear*), *potensiometer*, dan rangkaian *control*. *Potensiometer* pada motor *servo* berfungsi sebagai penentu batas sudut putaran *servo* dengan mengukur posisi aktual dari poros motor. Motor *servo* bekerja dengan cara menerima sinyal *control* dari pengendali *eksternal*. Sinyal *control* ini kemudian dibandingkan dengan posisi saat ini yang terdeteksi oleh *potensiometer* melalui sistem umpan balik (*feedback*).



Gambar 2.4 Motor *Servo*

Gambar 2.4 merupakan motor *servo*, dimana motor *servo* terdiri dari rangkaian kontrol menggunakan informasi umpan balik untuk menentukan apakah motor perlu digerakkan untuk mencapai posisi yang diinginkan. Jika ada perbedaan antara posisi saat ini dan posisi yang diinginkan, rangkaian *control* akan mengirimkan sinyal ke motor untuk menggerakkannya ke arah yang benar. Proses ini berlangsung dengan cepat dan terus-menerus, memastikan bahwa motor *servo* dapat mencapai dan mempertahankan posisi yang diinginkan dengan akurasi tinggi. Berkat mekanisme ini, motor *servo* sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan *control* posisi presisi, seperti dalam robotika, model pesawat terbang, dan berbagai perangkat otomatisasi lainnya.

2.2.5 Baterai

Baterai berfungsi untuk menyimpan dan menyuplai energi listrik. Baterai adalah sel listrik yang didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang dapat bersifat *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Tenaga baterai dihasilkan oleh reaksi kimia antara bahan aktif pada plat baterai dan asam sulfat yang terkandung dalam larutan elektrolit (Nasution *et al.*, 2021). Oleh karena itu baterai merupakan sumber daya utama yang dibutuhkan untuk menyimpan energi listrik dan memberikan daya pada motor listrik.

Kapasitas baterai sering diukur dalam ampere-jam (Ah) atau milliampere-jam (mAh), yang menunjukkan seberapa banyak arus yang dapat disuplai oleh baterai dalam satu jam. Rumus untuk menghitung waktu penggunaan baterai adalah:

$$\text{Waktu Penggunaan (jam)} = \frac{\text{Kapasitas Baterai (Ah)}}{\text{Arus yang Dikonsumsi (A)}} \dots \dots \dots (4)$$

Untuk menghitung total energi yang dapat disimpan dalam baterai, digunakan rumus:

$$\text{Energi} = \text{Kapasitas Baterai (Ah)} \times \text{Tegangan (V)} \dots \dots \dots (5)$$

2.2.5.1 Baterai *Lithium Polimer*

Baterai Li-po (*Lithium Polymer*) tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit, melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis di antara anoda dan katoda, memungkinkan pertukaran ion yang diperlukan untuk menghasilkan arus listrik. Dengan metode ini, baterai Li-po dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam desain produk. Keunggulan ini menjadikan baterai Li-po sangat cocok untuk digunakan dalam perangkat elektronik portabel seperti ponsel, tablet, *drone*, dan berbagai aplikasi lainnya di mana ruang dan berat merupakan faktor kritis. Selain itu, baterai Li-po menawarkan kepadatan energi yang tinggi, masa pakai yang lebih panjang, dan kemampuan pengisian yang lebih cepat dibandingkan dengan jenis baterai lainnya, menjadikannya pilihan yang unggul dalam teknologi baterai modern. Diluar dari kelebihan ardititektur baterai Li-po, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. (Afif dan Pratiwi, 2015). Gambar 2.5 merupakan gambar baterai *Lithium Polimer*.



Gambar 2.5 Baterai *Lithium Polimer*

2.2.5.2 Baterai *Lithium Ion*

Baterai li-ion (*Lithium-ion*) adalah jenis baterai isi ulang yang menggunakan *ion lithium* sebagai komponen utamanya. *Ion lithium* bergerak dari elektroda *negatif* (anoda) ke elektroda *positif* (katoda) saat baterai melepaskan energi, dan kembali ke elektroda *negatif* saat diisi ulang. Baterai Li-ion dikenal memiliki daya tahan yang tinggi, dengan siklus pengisian ulang yang banyak sebelum kapasitasnya menurun secara signifikan. Selain itu, baterai Li-ion memiliki tingkat penurunan daya yang sangat rendah saat tidak digunakan, yang berarti mereka dapat mempertahankan muatannya untuk periode yang lebih lama dibandingkan dengan jenis baterai lainnya. Keunggulan-keunggulan ini menjadikan baterai Li-ion sangat populer untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk ponsel, laptop, kendaraan listrik, dan berbagai perangkat elektronik portabel lainnya. Selain itu, baterai Li-ion juga menawarkan kepadatan energi yang tinggi, yang memungkinkan perangkat yang lebih kecil dan lebih ringan namun dengan kapasitas daya yang besar. Selain penggunaannya dalam elektronik rumahan, baterai Li-ion juga biasa digunakan dalam industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara (Afif dan Pratiwi, 2015). Baterai *Lithium Ion* ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Baterai *Lithium Ion*

2.2.6 Sinyal Radio

Komunikasi radio merupakan hubungan komunikasi dengan penggunaan media udara dan frekuensi gelombang radio (*radio frequency*) sebagai sinyal pembawa informasi, baik informasi bersifat data atau audio (Sherman, 1999) Pada perangkat radio, terdapat dua komponen utama, yaitu pemancar (*transmitter*) dan

penerima (*receiver*). Kedua komponen ini berfungsi sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan, di mana pemancar bertugas mengirimkan sinyal dalam bentuk gelombang radio, sementara penerima berfungsi untuk menangkap sinyal tersebut. Kombinasi kedua fungsi ini dikenal dengan istilah radio *transceiver* (*transmitter* dan *receiver*). Radio *Transceiver* adalah jenis komunikasi dua arah, sehingga dapat kirim dan terima sinyal pada satu frekuensi (Lowe, 2012).

Metode komunikasi yang digunakan pada perangkat radio *transceiver* adalah *half duplex*, di mana sinyal informasi dapat berjalan dalam dua arah, namun tidak secara bersamaan. Artinya, pengiriman gelombang radio (*Tx*) dan penerimaan gelombang radio (*Rx*) berlangsung secara bergantian, dengan waktu yang terpisah untuk masing-masing proses. Dalam hal ini, terdapat saklar (*switch*) *push to talk* (PTT) yang berperan penting dalam mengatur perangkat *transceiver* pada mode pemancar atau penerima. Saat saklar PTT berada dalam posisi "ON", perangkat radio *transceiver* akan beralih ke mode pemancar (*Tx*), memungkinkan transmisi sinyal ke penerima. Sebaliknya, ketika saklar PTT berada dalam posisi "OFF", perangkat akan berfungsi sebagai penerima (*Rx*), siap untuk menangkap sinyal dari sumber lain. Secara garis besar dalam sistem *transceiver*, keberadaan sebuah pemancar Tx memancarkan daya melalui antenna ke arah tujuan, sinyal dipancarkan berbentuk gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik tersebut diterima oleh sebuah antenna yang sesuai. Sinyal diterima kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima Rx (Cover, 2006).

2.2.7 Remote Control Berbasis Gelombang Radio

Remote control berbasis gelombang radio adalah perangkat yang menggunakan gelombang radio untuk mengirimkan sinyal perintah dari pengendali (*transmitter*) ke perangkat penerima (*receiver*) secara *nirkabel*. Teknologi ini memanfaatkan Radio Frekuensi (RF) untuk mengomunikasikan instruksi dari jarak jauh (Frenzel, 2015).



Gambar 2.7 *Remote Control*

Gambar 2.7 merupakan gambar *remote control* yang menggunakan gelombang radio. Sistem *remote control* ini bekerja dengan cara mengubah perintah yang diinginkan pengguna menjadi sinyal listrik, yang kemudian dipancarkan sebagai gelombang radio oleh *transmitter*. *Receiver* pada perangkat yang dikendalikan menangkap sinyal tersebut dan mengeksekusi perintah sesuai dengan sinyal yang diterima.

Frekuensi radio yang umum digunakan berkisar antara 27 MHz hingga 2.4 GHz, dengan rentang yang lebih tinggi menawarkan stabilitas dan jarak kendali yang lebih baik. Keunggulan dari *remote control* berbasis gelombang radio adalah jangkauan yang luas dan kemampuannya untuk menembus penghalang seperti dinding, berbeda dengan teknologi *Infra Red* (IR) yang membutuhkan garis pandang langsung (Frenzel, 2015).

2.2.8 Receiver

Receiver adalah perangkat elektronik yang menerima sinyal dari *transmitter* (pemancar) dan mengubahnya menjadi tindakan yang sesuai (Rice, 2017). *Receiver* dilengkapi dengan antena untuk menangkap sinyal radio yang dikirimkan oleh *transmitter*. Kemampuan *receiver* dalam menerima sinyal dengan baik sangat penting untuk menjaga kontrol yang stabil. Setelah menerima sinyal radio, *receiver* mendekode sinyal radio tersebut menjadi instruksi konkret yang diterima oleh sistem kontrol, setelah mendekode *receiver* mengirimkan instruksi

ke sistem kontrol untuk menggerakkan motor, servo, atau komponen lainnya sesuai dengan perintah yang diterima. *Receiver* dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Receiver*

2.2.9 *Transmitter*

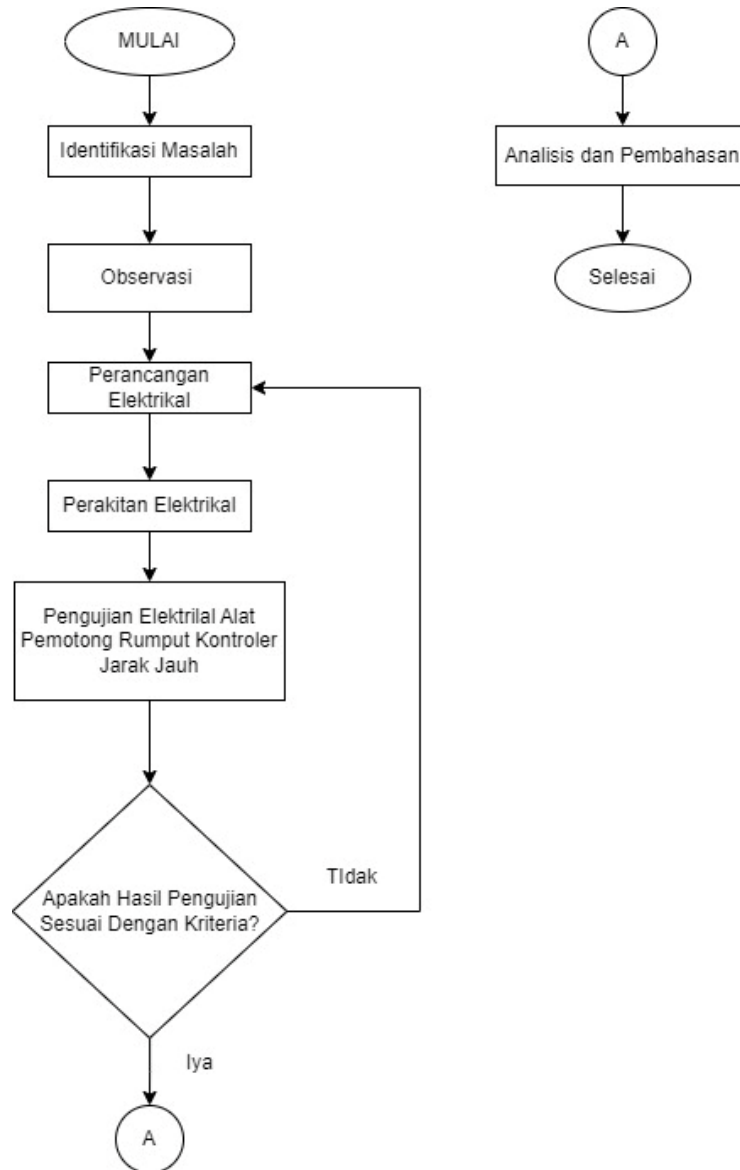
Transmitter adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal atau informasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sinyal ini dapat berupa data, suara, gambar, atau bentuk komunikasi lainnya yang dikirimkan melalui media seperti udara (*nirkabel*), kabel, atau serat optik (Lathi dan Ding, 2009). Komponen utama *transmitter* meliputi isolator yang menghasilkan gelombang pembawa frekuensi, modulator yang menggabungkan gelombang pembawa dengan sinyal informasi, dan penguat daya yang meningkatkan kekuatan sinyal untuk memastikan bahwa gelombang radio bisa mencapai jarak yang jauh.

Dalam komunikasi *nirkabel*, sinyal yang dikirim oleh *transmitter* diterima oleh *receiver* pada sisi penerima, di mana sinyal ini didekodekan kembali menjadi informasi yang dapat digunakan. Pada teknologi seperti Wi-Fi, *Bluetooth*, atau komunikasi radio, *transmitter* dan *receiver* sering digabungkan menjadi satu perangkat yang disebut *transceiver*, yang dapat mengirim dan menerima sinyal.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam proses perancangan dan pembuatan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Perancangan

3.2 Observasi

Observasi yang dimaksud bertujuan untuk mengetahui tahapan awal sebelum melakukan perancangan alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Kegiatan observasi ini penting dilakukan agar perancangan ini dapat dicapai dengan baik. Melalui observasi kita mendapatkan informasi mengenai kebutuhan teknis. Data ini akan menjadi dasar yang kuat untuk merancang alat pemotong rumput kendali jarak jauh yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, observasi juga membantu dalam mengidentifikasi aspek-aspek yang perlu diperhatikan agar proses perancangan berjalan lancar dan menghasilkan alat pemotong rumput kontroler jarak jauh yang lebih efisien dan fungsional.

3.2.1 Kriteria Elektrik

Alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dirancang dengan beberapa kriteria penting untuk memastikan kinerjanya yang optimal. Salah satu fitur utama adalah kemampuan untuk memotong rumput dengan ketinggian yang dapat diatur antara 2 cm hingga 4 cm dan dapat dikendalikan dari jarak minimal 105 meter untuk memotong rumput lapangan sepak bola sesuai dengan standar FIFA. Sistem penyesuaian ketinggian ini dirancang untuk dilakukan dengan cepat, memungkinkan pengguna untuk mengubah hasil potongan tanpa memerlukan waktu yang lama, sehingga efisiensi kerja tetap terjaga.

Dengan kontrol yang responsif, alat dapat bergerak maju, mundur, dan berbelok, serta memiliki kemampuan untuk berputar, sehingga memungkinkan penggunaan metode zig-zag atau bolak-balik untuk memotong rumput. Kemampuan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pemotongan, tetapi juga memastikan hasil akhir yang rapi dan merata, sebanding dengan kualitas pemeliharaan rumput di lapangan sepak bola.

Dengan semua fitur ini, alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh memberikan solusi praktis dan efisien bagi pengguna yang ingin menjaga kualitas area hijau mereka, baik itu di halaman rumah maupun untuk merawat area yang lebih luas, seperti lapangan sepak bola, tanpa menghabiskan waktu dan tenaga.

3.2.2 Komponen Utama Elektrikal

Observasi yang dilakukan diawali dengan studi literatur. Komponen elektrikal yang digunakan untuk alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh memiliki beberapa kriteria diantaranya tahan terhadap air supaya alat tetap aman ketika melakukan proses pemotongan rumput dalam kondisi basah, komponen elektrikal mampu menggerakkan alat pemotong rumput dan juga dapat melakukan sistem *adjustment* naik turun untuk motor pemotong rumput, serta dapat dikendalikan minimal dari jarak 105m untuk memotong rumput lapangan sepakbola. Berdasarkan hasil pengamatan, komponen utama elektrik alat pemotong rumput kendali jarak jauh meliputi motor, ESC (*Electronic Speed Control*), *controller*, *reciver*, *transmitter*, *servo* dan baterai.

3.2.3 Pemilihan Sistem Penggerak Listrik

Motor DC terdiri dari beberapa jenis yang memiliki karakteristik dan aplikasi berbeda diantaranya terdapat motor *brushed* dengan kekuatan torsi pada kecepatan rendah, motor *brushless* dengan kecepatan yang konstan serta umur motor yang panjang, dan motor *shunt* dengan torsi yang stabil. Dari hasil observasi yang telah dilakukan dan dihasilkan bahwa dalam perancangan alat pemotong rumput kendali jarak jauh menggunakan 2 jenis motor DC yaitu motor *brushed* dan motor *brushless*. Motor *brushed* berfungsi sebagai penggerak utama karena memiliki torsi awal yang besar sehingga cocok digunakan untuk menggerakkan alat yang awalnya berhenti. Motor *brushless* berfungsi sebagai motor pemotong rumput dikarenakan motor *brushless* memiliki umur yang panjang serta kecepatan yang konstan. Motor *servo* digunakan sebagai alat *adjustment* mata potong yang digunakan untuk memotong rumput dan juga motor *servo* digunakan sebagai penghubung antara kabel untuk menghidupkan atau mematikan motor pemotong.

3.2.4 Pemilihan Controller

Controller merupakan salah satu komponen utama pada alat pemotong rumput yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan dan gerakan pada alat. Dari hasil observasi didapat berbagai macam jenis *controller* seperti penggunaan

microkontroler dan aplikasi *remote* yang menggunakan jaringan *bluetooth* sebagai sinyal penghubung keduanya, dan juga menggunakan *controller* yang menggunakan sinyal radio sebagai penghubung antara *controller* dan *receiver*. Dari data yang didapat *controller* yang menggunakan sinyal radio memiliki sinyal yang lebih kuat dan memiliki jarak kendali yang lebih jauh. *Flysky i6* merupakan *controller* yang digunakan pada alat pemotong rumput elektrik kontroler jarak jauh dikarenakan *remote control flysky i6* sudah dilengkapi dalam satu paket lengkap, yang mencakup *transmitter* dan *receiver* dengan harga yang terjangkau dan juga mudah untuk didapatkan di situs jual beli *online*, *controller* ini sangat cocok pada alat pemotong rumput berbasis kendali jarak jauh yang membutuhkan kontrol jauh serta sinyal yang sangat bagus agar tidak mengganggu proses penggunaan alat.

3.2.5 Pemilihan Baterai

Baterai juga merupakan komponen utama pada kendaraan listrik yang berfungsi sebagai sumber energi bagi motor listrik. Selain itu, baterai berperan sebagai penyedia energi untuk perangkat kelistrikan lainnya yang terdapat pada alat yang dirancang. Pemilihan baterai dapat disesuaikan dengan perangkat elektrik yang digunakan. Pada alat pemotong rumput ini digunakan baterai dengan tegangan minimal 7,4V (2 *cell*), dikarenakan ESC (*Elektronik Speed Control*) hanya dapat menerima daya dari baterai yang memiliki 2 *cell* jika baterai yang digunakan kurang dan lebih dari 2 *cell* ESC tidak dapat menerima daya dari baterai tersebut. Baterai Lipo Premium Zee merupakan baterai yang digunakan pada penelitian alat pemotong rumput elektrik kontroler jarak jauh yang memiliki 5200 MAH dan 7,4 V.

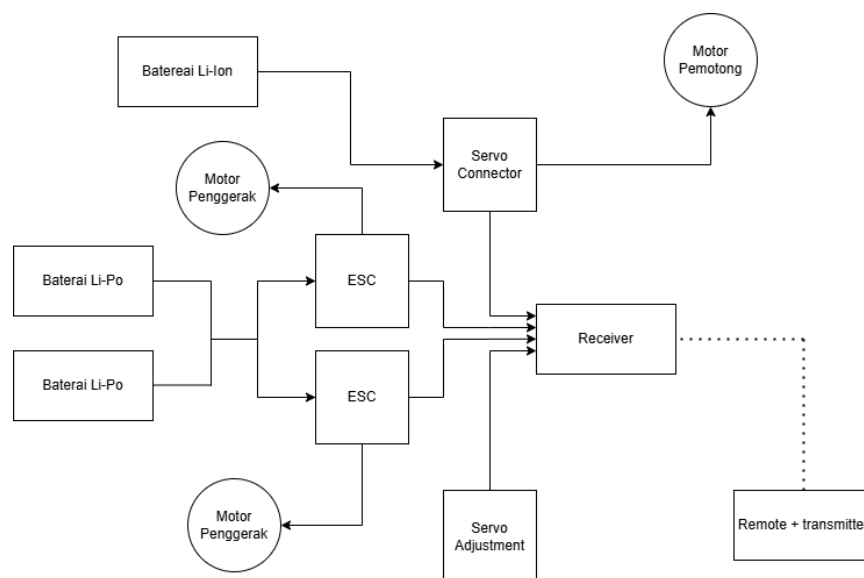
Baterai Li-Ion juga digunakan dalam alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini sebagai daya utama untuk motor pemotong, pemilihan baterai Li-ion ini dikarenakan dalam perancangan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini masih memanfaatkan barang-barang dari alat pemotong rumput konvensional sehingga didapatkan baterai Li-Ion 20 V.

3.3 Perancangan Elektrik

Proses perancangan diawali dengan melakukan observasi terkait bahan-bahan yang dibutuhkan. Langkah-langkah dalam melakukan perancangan yaitu :

1. Pengumpulan data *part-part* yang dibutuhkan dalam perancangan alat pemotong rumput.
2. Pemilihan dan pembelian *part-part* yang sudah dipilih dan melakukan *fiting* penempatan bahan-bahan tersebut dirangka alat pemotong rumput.
3. Membuat *bracket* untuk *part-part* yang dibutuhkan agar dapat terpasang dengan baik dan sesuai dengan penempatan yang sudah ditentukan.
4. Perakitan *part-part* elektrik pada rangka alat pemotong rumput.

3.4 Skematik Elektrik



Gambar 3.2 Skematik Penggerak

Gambar 3.2 merupakan gambaran skematik penggerak dari perancangan alat pemotong rumput kendali jarak jauh, yang mana 2 baterai Li-Po (*Lithium Polimer*) merupakan daya utama yang mengalir melewati ESC (*Electronic Speed Control*) dan menghubungkan daya ke *reciver* yang kemudian dialirkan ke *servo connector* dan *servo adjustment*. Motor *Brushed* yang digunakan mendapat aliran daya dari baterai yang dialirkan melalui ESC (*Electronic Speed Control*). *Servo Adjustment* merupakan motor *servo* yang digunakan untuk melakukan *adjustment*

pada sistem pemotong sedangkan motor *servo connector* merupakan motor *servo* yang digunakan sebagai penghubung kabel pada sistem motor pemotong, tujuan dari sistem *connector* ini agar dapat menghidupkan serta mematikan motor pemotong yang terhubung ke daya yang dialirkan oleh baterai Li-Ion (*Lithium Ion*).

Sistem potong yang digunakan pada alat pemotong rumput berbasis kontroler jarak jauh ini dengan cara memutus aliran daya motor dan dihubungkan ke motor *servo* sebagai *connector* untuk menghidupkan dan mematikan motor *brushless*.

Remote Control merupakan *controller* utama yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor dan penggerak motor *servo*. *Remote control* yang telah dilengkapi dengan *transmitter* mengirimkan sinyal yang akan diterima oleh *receiver*. *Receiver* yang digunakan memiliki 6 *channel* yang digunakan untuk mengatur ESC (*Electronic Speed Control*) dan juga motor *servo*. Sistem *adjustment* yang digunakan pada alat ini dapat diatur oleh *remote control* untuk menaikkan dan menurunkan mata potong untuk mendapatkan tinggi ukuran potongan yang sesuai mulai dari 2cm – 4cm, dengan cara memutar *potensiometer* yang terdapat pada rangkaian *remote control*, begitupula dengan sistem *connector* untuk menghidupkan dan mematikan mata potong diatur menggunakan *remote control* dengan menekan tombol yang sudah terhubung ke *receiver* menggunakan *channel* yang ditentukan.

3.5 Perakitan Elektrik

Proses perakitan elektrik alat pemotong rumput kendali jarak jauh dengan memasang komponen-komponen yang sudah ditentukan dengan *bracket* yang sudah disiapkan. Langkah-langkah perakitan sebagai berikut.

1. Persiapan seluruh alat dan bahan
2. Pemasangan komponen-komponen alat pemotong rumput kendali jarak jauh sesuai dengan *fiting*-an yang telah ditentukan.
3. Perakitan komponen pendukung, seperti kabel dan soket.
4. *Finishing* komponen elektrik agar tampilan lebih rapih dan estetis.

3.6 Pengujian Elektrik

Pengujian elektrik yang terdapat pada alat pemotong rumput kendali jarak jauh ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat sudah sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan serta untuk mengetahui performa dari alat pemotong rumput kendali jarak jauh ini. Proses pengujian elektrik memiliki beberapa parameter yang sudah ditentukan. Parameter yang sudah ditentukan antara lain :

1. Pengujian fungsi yang mana untuk mengetahui apakah alat pemotong rumput dapat terkoneksi dengan *remote control* dan *tools* apa saja yang dapat menggerakkan alat pemotong rumput.
2. Pengujian jarak sinyal terjauh untuk mengetahui jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh alat pemotong rumput berbasis kontroler jarak jauh.
3. Pengujian daya tahan baterai untuk mengetahui luasan yang dapat dijangkau dalam pemotong rumput.
4. Pengujian waktu *charge* sebagai parameter waktu yang dibutuhkan dalam melakukan pengisian ulang daya alat pemotong rumput berbasis kontroler jarak jauh.

3.7 Peralatan dan Bahan

Perancangan alat pemotong rumput kendali jarak jauh ini membutuhkan peralatan dan bahan guna menunjang proses perancangan produk. Berikut merupakan peralatan dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan alat pemotong rumput kendali jarak jauh.

3.7.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan selama proses pembuatan alat terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Peralatan

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Multimeter	Mengukur tegangan atau voltase yang dihasilkan dari komponen listrik
2	Isolasi Listrik	Pelindung kabel

3	Gunting	Memotong kabel, isolasi listrik, dan isolasi bakar
4	Solder	Untuk merekatkan komponen listrik
5	<i>Smartphone</i>	Menghitung waktu penggunaan
6	Tang	Memotong kabel
7	Isolasi Bakar	Pelindung kabel

3.7.2 Bahan

Bahan yang digunakan selama proses pembuatan alat terdapat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan

No	Nama Bahan	Kegunaan
1	Motor <i>Brushed</i>	Penggerak utama alat pemotong rumput
2	Baterai <i>Li-po</i>	Daya untuk motor penggerak utama dan servo
3	<i>Electrical Speed Control</i>	Pengatur kecepatan motor, pengereman dan gerak motor
4	<i>Reciver</i>	Penerima sinyal yang dikirimkan dari kontroler
5	<i>Remote Control</i>	Pengontrol utama alat pemotong rumput serta pengirim sinyal yang diterima <i>reciver</i>
6	Servo	Pengatur ketinggian mata potong, penghubung kabel on/off motor potong
7	Kabel Ties	Menggabungkan kabel-kabel agar rapih, pengunci baterai
8	Timah	Media perekat komponen listrik
9	<i>Charger</i>	Mengisi baterai untuk baterai Li-Po dan Li-Ion

Bahan yang didapat dari alat pemotong rumput konvensional dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Bahan dari Pemotong Rumput Konvensional

No	Nama Bahan	Kegunaan
1	Motor <i>Brushless</i>	Motor untuk memotong
2	Baterai <i>Li-ion</i>	Daya untuk motor pemotong

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Dalam studi literatur yang dilakukan pertama kali adalah pencarian mengenai alat pemotong rumput konvensional yang digunakan pada lapangan sepakbola. Dari hasil observasi didapatkan bahwasannya untuk lapangan sepakbola ketinggian rumput yang digunakan adalah 2 - 4 cm sesuai dengan standar FIFA (*Federation Internationale de Football Association*), maka dibutuhkannya sebuah sistem *adjustment* naik dan turun pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh agar alat pemotong rumput ini lebih fleksibel digunakan dengan ketinggian antara 2 - 4 cm.

Observasi selanjutnya adalah melakukan observasi mengenai jenis motor penggerak yang akan digunakan pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini. Dari hasil observasi mengenai motor penggerak didapatkan beberapa jenis motor dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Jenis Motor DC

No	Jenis Motor	Kelebihan	Kekurangan
1	Motor <i>Brushed</i>	<ul style="list-style-type: none">• Mudah dirancang dan digunakan• Ideal untuk aplikasi yang memerlukan torsi besar pada kecepatan rendah	<ul style="list-style-type: none">• Sikat aus seiring waktu dan perlu diganti secara berkala• Penggunaan sikat menyebabkan suara yang lebih bising dibandingkan motor DC lainnya.
2	Motor <i>Brushless</i>	<ul style="list-style-type: none">• Perawatan rendah karena tanpa sikat• Daya tahan lebih lama karena tidak ada komponen aus	<ul style="list-style-type: none">• Biaya lebih tinggi karena desain yang kompleks• Membutuhkan pengontrol elektronik

			untuk mengatur komutasi
3	Motor <i>Shunt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cocok untuk kecepatan tetap seperti konveyor • Torsi yang stabil 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menghasilkan torsi awal yang tinggi • Tidak ideal untuk kecepatan yang bervariasi.

Proses selanjutnya adalah melakukan penentuan motor yang digunakan sebagai penggerak utama, dari data yang didapat mengenai motor DC maka didapatkan adalah motor yang mempunyai torsi awal yang besar dikarenakan sangat dibutuhkan untuk menggerakkan alat yang mulanya diam. Oleh karena itu motor *brushed* merupakan motor yang sangat cocok digunakan sebagai motor penggerak utama.

Observasi berikutnya melibatkan studi literatur yang mendalam mengenai *controller* yang akan digunakan sebagai pengendali utama pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Studi ini dilakukan dengan berkonsultasi langsung kepada narasumber yang ahli di bidang *drone*, yaitu Riqi Mahendra. Tujuannya adalah untuk menggali lebih dalam pengetahuan terkait sistem kerja *drone* yang memiliki banyak kesamaan dengan sistem yang dirancang untuk alat pemotong rumput ini. Melalui studi tersebut, didapatkan berbagai wawasan mengenai jenis-jenis *controller* yang tersedia, masing-masing dengan sistem dan karakteristik operasional yang berbeda. Hal ini memberikan panduan yang lebih jelas dalam memilih *controller* yang paling sesuai untuk memaksimalkan kinerja dan fungsionalitas alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Jenis – jenis *controller* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jenis-jenis *Controller*

No	Jenis <i>Controller</i>	Spesifikasi
1	RF (Radio Frekuensi)	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi Operasi : 433 MHz, 2,4 GHz • Jarak kendali : 100 – 500 meter

		<ul style="list-style-type: none"> • Koneksi : Sinyal radio dipancarkan oleh <i>transmitter</i> ke <i>receiver</i> tanpa perlu garis pandang langsung • Kecepatan Transmisi : Tinggi, latensi rendah, dan dapat mengirim data dalam bentuk analog maupun digital • Keunggulan : Dapat menembus rintangan seperti dinding dan objek padat, stabil pada jarak jauh • Kelemahan : Rentan terhadap interferensi dengan perangkat lain yang menggunakan frekuensi sama
2	<i>Bluetooth</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Versi Teknologi : 5.0 • Jarak Kendali : 10 – 100 meter • Kecepatan Transmisi : 50 Mbps • Koneksi : Menggunakan <i>pairing</i> antara perangkat, memerlukan proses sinkronisasi awal, dan memerlukan izin koneksi • Keunggulan : Energi rendah, aman dari interferensi karena <i>pairing</i>, dapat menghubungkan beberapa perangkat • Kelemahan : Membutuhkan <i>pairing</i> dan memerlukan izin sehingga proses koneksi memerlukan waktu lama
3	IF (<i>Infrared</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi Operasi : Cahaya inframerah • Jarak Kendali : 5 – 10 meter • Koneksi : Menggunakan garis pandang langsung (<i>line of sight</i>), sinyal tidak dapat menembus rintangan seperti dinding • Kecepatan Transmisi : 115 kbps

		<ul style="list-style-type: none"> • Keunggulan : Tidak rentan terhadap interferensi • Membutuhkan garis pandang langsung tanpa hambatan, rentan terhadap sinar matahari atau pencahayaan intens yang mengganggu transmisi
--	--	--

Dari data yang didapat dapat disimpulkan bahwasannya *controller* berbasis RF lebih unggul untuk penggunaan jarak jauh dan dapat menembus rintangan, *controller* berbasis *bluetooth* menawarkan koneksi yang stabil dalam jarak sedang dengan konsumsi daya rendah, dan *controller* berbasis IF lebih sederhana dan cocok untuk kendali jarak dekat yang membutuhkan garis pandang lurus.

Controller dengan menggunakan RF (Radio Frekuensi) merupakan *controller* yang digunakan karena *controller* yang menggunakan RF memiliki jarak jangkauan yang sangat jauh sehingga sangat cocok untuk alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh, dikarenakan untuk memotong rumput lapangan sepak bola alat pemotong rumput harus dapat dikontrol dengan jarak lebih dari 105m. Untuk mengatasi kekurangan *controller* yang mudah terinterferensi oleh perangkat lain, alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini menggunakan *controller* yang sedikit lebih mahal agar tidak mudah terinterferensi oleh perangkat lain, serta hasil observasi yang dilakukan juga mendapatkan informasi bahwasannya *controller* yang mudah terinterferensi adalah *controller* yang sudah di bongkar dan menambahkan part tambahan untuk *controller*. Sehingga untuk *controller* yang standart pabrik sangat aman digunakan dan tidak mudah terinterferensi oleh perangkat lain.

Hasil observasi dan studi literatur juga menghasilkan informasi tentang penggunaan baterai untuk penggerak utama. Alternatif baterai yang dapat digunakan sebagai daya utama alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh adalah baterai Li-Po dan baterai Li-Ion, perbandingan antara baterai Li-Po dan Li-Ion dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Baterai Li-Po dan Li-Ion

Faktor	Li-Po (<i>Lithium Polymer</i>)	Li-Ion (<i>Lithium Ion</i>)
Bobot	Lebih ringan	Lebih berat
<i>Discharge rate</i>	Tinggi (Lebih cocok untuk lonjakan arus besar)	Lebih rendah (Kurang cocok untuk lonjakan tenaga besar)
Kapasitas energi	Padat tapi sedikit lebih rendah dari Li-Ion	Kapasitas tinggi
Fleksibilitas bentuk	Sangat fleksibel (bisa tipis dan ringan)	Kurang fleksibel
Keamanan	Lebih rentan terhadap kebakaran	Lebih stabil
Umur baterai	Siklus hidup lebih pendek	Siklus hidup lebih panjang

Dari hasil observasi dapat disimpulkan bahwasannya baterai Li-Po cocok digunakan pada perangkat yang membutuhkan lonjakan tenaga besar dalam waktu singkat, bobot ringan, dan bentuk fleksibel seperti pada *drone*, dan RC. Baterai Li-Ion cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kapasitas energi lebih besar, umur baterai yang lbih panjang, dan stabilitas seperti perangkat elektronik.

Baterai Li-Po (*Lithium Polymer*) dipilih sebagai sumber daya utama untuk alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh karena memiliki sejumlah keunggulan yang mendukung kinerja alat. Salah satu kelebihan utama baterai Li-Po adalah *discharge rate* yang tinggi, yang memungkinkan baterai ini memberikan arus besar dengan cepat. Hal ini sangat penting untuk menjalankan fungsi gerakan motor penggerak alat pemotong dengan responsivitas tinggi, seperti pergerakan maju, mundur, dan berbelok. Selain itu, baterai Li-Po juga memiliki bentuk yang fleksibel dan dapat disesuaikan dengan desain perangkat yang ringkas. Bobot yang ringan menjadi faktor penting lainnya, karena alat pemotong rumput elektrik membutuhkan efisiensi mobilitas tanpa menambah beban berlebih. Hasil studi literatur yang dilakukan bersama nara sumber Riqi Mahendra ahli bidang *drone* didapatkan Informasi penggunaan baterai untuk ESC (*Electronic Speed Control*) harus 2 *cell* yang mana 1 *cell* baterai Li-Po memiliki tegangan 3,7 V. Jika 2 *cell* berarti baterai harus memiliki daya minimal 7,4 V. Akan tetapi jika baterai

memiliki 3 *cell* atau lebih maka ESC tidak dapat menerima daya dari baterai tersebut. Dari hasil observasi tersebut maka alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini menggunakan baterai Li-Po 2 *cell* sebagai daya utama.

Mekanisme *adjustment* naik dan turun untuk motor pemotong rumput memiliki 2 opsional yaitu menggunakan motor *servo* dan sistem *jeck screw*. Perbandingan mekanisme *adjustment* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Sistem *Adjustment*

Aspek	Motor <i>Servo</i>	<i>Jeck Screw</i>
Presisi	Tinggi, cocok untuk penyesuaian kecil	Baik, cocok untuk beban berat
Kecepatan	Cepat dan responsif	Lebih lambat karena sistem mekanis
Kontrol elektronik	Mudah dikontrol secara digital	Membutuhkan motor tambahan
Ukuran dan berat	Ringan dan kompak	Lebih besar dan berat
Aplikasi	Tidak cocok untuk beban berat	Sangat baik untuk beban berat
Ketahanan	Rentan jika digunakan berlebihan	Tahan lama dan kuat
Perawatan	Minim perawatan	Memerlukan perawatan ulir secara berkala

Dari data yang didapatkan sistem *adjustment* naik dan turun pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh sistem *adjustment* menggunakan motor *servo* yang lebih optimal karena memiliki tingkat presisi yang tinggi, kecepatan responsif dan kontrol elektronik yang lebih mudah.

Mekanisme pemilihan sistem pemotongan pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh memanfaatkan dan mengadopsi alat pemotong rumput konvensional yang sudah ada dan dijual di beberapa *online shop*. Sehingga untuk motor pemotong dan daya yang digunakan mengambil dari alat pemotong rumput elektrik konvensional yang sudah ada. Jenis motor pemotong yang digunakan

adalah motor *brushless* dan baterai yang digunakan adalah baterai Li-ion yang memiliki tegangan hingga 20,2 V.

4.2 Hasil Perancangan Elektrik

Dari hasil studi literatur dan observasi yang dilakukan, maka dipilih motor *brushed* yang memiliki torsi besar pada kecepatan rendah. Motor *brushed* memiliki berbagai macam tipe 80T, 55T dan 48T. Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa nilai kecepatan motor *brushed* sangat bervariasi, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara tipe dan spesifikasi masing-masing motor. Sebagai contoh, motor *brushed* dengan spesifikasi 80T memiliki kecepatan mencapai 3659 rpm, sementara motor *brushed* 55T mencatat nilai yang jauh lebih tinggi, yaitu 18500 rpm. Bahkan, motor *brushed* 48T menunjukkan performa terbaik di antara ketiganya, dengan kecepatan maksimum mencapai 20500 rpm.

1. Motor *brushed* 80T memiliki torsi sebesar 3659 rpm dengan input daya 7,4 V dan 0,38 A.

Daya motor dari motor *brushed* 80T dapat dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Dimana :

- P = Daya motor (Watt)
- T = Torsi yang dihasilkan (Newton-meter, Nm)
- ω = Kecepatan sudut motor (rad/s)

Kecepatan sudut ω dapat dihitung sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Dimana :

- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- ω = Kecepatan sudut (radian per detik, rad/s)

Dan didapatkan hasil :

$$\omega = \frac{2(3,14)(3650 \text{ rpm})}{60}$$

$$\omega = 382,03 \text{ rad/s}$$

Daya yang digunakan untuk motor *brushed* 80T dapat dihitung dengan rumus :

$$P = V \times I$$

- P = Daya motor (Watt)
- V = Voltage (V)
- I = Ampere (A)

$$P = V \times I$$

$$P = 7,4 \times 0,38$$

$$P = 2,812 \text{ Watt}$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai torsi dari motor *brushed* 80T dengan menghitung rumus daya motor :

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{2,812}{382,03}$$

$$T = 0,00736 \text{ Nm}$$

$$T = 0,73 \times 10^{-2} \text{ Nm}$$

Torsi yang diberikan oleh motor *brushed* 80T sebesar $0,73 \times 10^{-2} \text{ Nm}$

2. Motor *brushed* 48T memiliki torsi sebesar 20500 rpm dengan input daya 7,4 V dan 0,48 A.

Daya motor dari motor *brushed* 48T dapat dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Dimana :

- P = Daya motor (Watt)
- T = Torsi yang dihasilkan (Newton-meter, Nm)
- ω = Kecepatan sudut motor (rad/s)

Kecepatan sudut ω dapat dihitung sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Dimana :

- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- ω = Kecepatan sudut (radian per detik, rad/s)

Dan didapatkan hasil :

$$\omega = \frac{2(3,14)(20500 \text{ rpm})}{60}$$

$$\omega = 2.145,66 \text{ rad/s}$$

Daya yang digunakan untuk motor *brushed* 48T dapat dihitung dengan rumus :

$$P = V \times I$$

- P = Daya motor (Watt)
- V = Voltage (V)
- I = Ampere (A)

$$P = V \times I$$

$$P = 7,4 \times 0,48$$

$$P = 3,552 \text{ Watt}$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai torsi dari motor *brushed* 48T dengan menghitung rumus daya motor :

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{3,552}{2.145,66}$$

$$T = 0,00165 \text{ Nm}$$

$$T = 0,16 \times 10^{-2} \text{ Nm}$$

Torsi yang diberikan oleh motor *brushed* 48T sebesar $0,16 \times 10^{-2} \text{ Nm}$

3. Motor *brushed* 55T memiliki torsi sebesar 18500 rpm dengan input daya 7,4 V dan 0,42 A.

Daya motor dari motor *brushed* 55T dapat dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Dimana :

- P = Daya motor (Watt)
- T = Torsi yang dihasilkan (Newton-meter, Nm)
- ω = Kecepatan sudut motor (rad/s)

Kecepatan sudut ω dapat dihitung sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Dimana :

- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- ω = Kecepatan sudut (radian per detik, rad/s)

Dan didapatkan hasil :

$$\omega = \frac{2(3,14)(18500 \text{ rpm})}{60}$$

$$\omega = 1.936,33 \text{ rad/s}$$

Daya yang digunakan untuk motor *brushed* 55T dapat dihitung dengan rumus :

$$P = V \times I$$

- P = Daya motor (Watt)
- V = Voltage (V)
- I = Ampere (A)

$$P = V \times I$$

$$P = 7,4 \times 0,42$$

$$P = 3,108 \text{ Watt}$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai torsi dari motor *brushed* 55T dengan menghitung rumus daya motor :

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{3,108}{1.936}$$

$$T = 0,00160 \text{ Nm}$$

$$T = 0,16 \times 10^{-2} \text{ Nm}$$

Torsi yang diberikan oleh motor *brushed* 55T sebesar $0,16 \times 10^{-2} \text{ Nm}$

Dari data yang didapatkan mengenai motor *brushed* yaitu motor *brushed* 80T, 55T, dan 48T dapat disimpulkan nilai torsi yang dihasilkan yaitu :

1. Motor *brushed* 80T = $0,73 \times 10^{-2} \text{ Nm}$
2. Motor *brushed* 55T = $0,16 \times 10^{-2} \text{ Nm}$
3. Motor *brushed* 48T = $0,16 \times 10^{-2} \text{ Nm}$

Pada mobil RC tipe monster truck dengan bobot 3 kg, motor *brushed* yang digunakan adalah motor 35T, yang dirancang untuk memberikan performa yang baik dalam kondisi *off-road*. Namun, untuk aplikasi yang berbeda, seperti menjalankan alat pemotong rumput kendali jarak jauh, diperlukan motor *brushed* dengan torsi yang lebih besar. Oleh karena itu, motor *brushed* 48T dipilih untuk meningkatkan kemampuan torsi alat pemotong rumput.

Namun, setelah melakukan serangkaian percobaan, performa yang dihasilkan oleh motor *brushed* 48T ternyata tidak memenuhi harapan dalam hal kekuatan dan efisiensi yang dibutuhkan. Menghadapi tantangan ini, keputusan diambil untuk mengganti motor dengan motor *brushed* 80T, yang diharapkan dapat memberikan torsi yang lebih optimal dan meningkatkan kinerja alat pemotong rumput di berbagai medan.

Motor *brushed* 80T dipilih sebagai motor penggerak utama dalam sistem ini karena memiliki keunggulan torsi yang lebih besar dibandingkan dengan varian motor *brushed* lainnya, seperti 55T atau 48T. Hal ini menjadikannya lebih cocok untuk menggerakkan alat yang memerlukan daya dorong yang kuat, seperti alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Dengan torsi yang lebih besar, motor ini mampu memberikan tenaga yang lebih stabil dan kuat, sehingga memungkinkan alat untuk bergerak secara efisien, baik dalam kondisi medan yang datar maupun saat berhadapan dengan hambatan tertentu selama proses pemotongan rumput.

Untuk *controller* yang digunakan adalah *controller* dengan merk *FlySky I6*. *FlySky I6* menjadi pilihan karena *controller* tersebut sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan seperti penggunaan RF (Radio Frekuensi) dan dapat melakukan kendali dengan jarak yang jauh. Fitur utama dari *flysky I6* menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang memungkinkan koneksi yang stabil dan bebas gangguan, memiliki 6 *channel* sehingga dapat digunakan untuk mengontrol 6 saluran berbeda, menggunakan sistem AFHDS (*Automatic Frequency Hopping Digital System*) yang meningkatkan keandalan koneksi. Keunggulan yang didapat dari *controller* ini diantaranya adalah harga yang terjangkau dibandingkan dengan merk lain yang sejenis, *flysky I6* dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan intuitif, sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya. Baik bagi pemula

maupun pengguna berpengalaman, kemudahan penggunaan menjadi keunggulan utama yang memungkinkan proses operasional berjalan efisien tanpa memerlukan waktu lama untuk beradaptasi.

Baterai yang digunakan untuk alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini adalah baterai Li-Po dan Li-Ion. Baterai Li-Po digunakan sebagai daya utama dikarenakan lebih unggul dalam pengiriman daya tinggi secara instan, sehingga lebih sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan ledakan daya cepat seperti pada penggunaan *drone* balap dan RC. Oleh karena itu baterai Li-po sangat cocok sebagai daya utama untuk menggerakkan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Baterai Li-po Premium Zee merupakan merk baterai Li-po yang digunakan dengan penyimpanan daya 5200 MAH dan 7,4V dengan nilai C rating 120. Penggunaan baterai premium Zee 5200 MAH untuk keperluan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh diantaranya :

$$\frac{\text{Kapasitas Baterai (AH)}}{\text{Penggunaan (A)}} = \frac{5,2 \text{ AH}}{0,38 \times 2 \text{ A (Motor)} + 2,5 \text{ A (Servo Adj)} + 1,5 \text{ A (Servo Con)} + 6 \text{ A (ESC)} + 0,1 \text{ A (Rcv)}} = 0,48 \text{ H}$$

Jadi, lama penggunaan baterai untuk alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh (Tanpa hambatan) adalah 0,48 Jam hingga baterai habis.

Untuk mengetahui C rating dari baterai sudah cukup atau tidak dengan cara membandingkan arus maksimal baterai dengan arus total sistem.

$$\text{Arus maksimal} = C \times \text{Ah}$$

$$\text{Arus maksimal} = 120C \times 5,2\text{Ah}$$

$$\text{Arus maksimal} = 624\text{A}$$

Arus total sistem yang digunakan pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dengan menjumlahkan semua arus komponen elektrik.

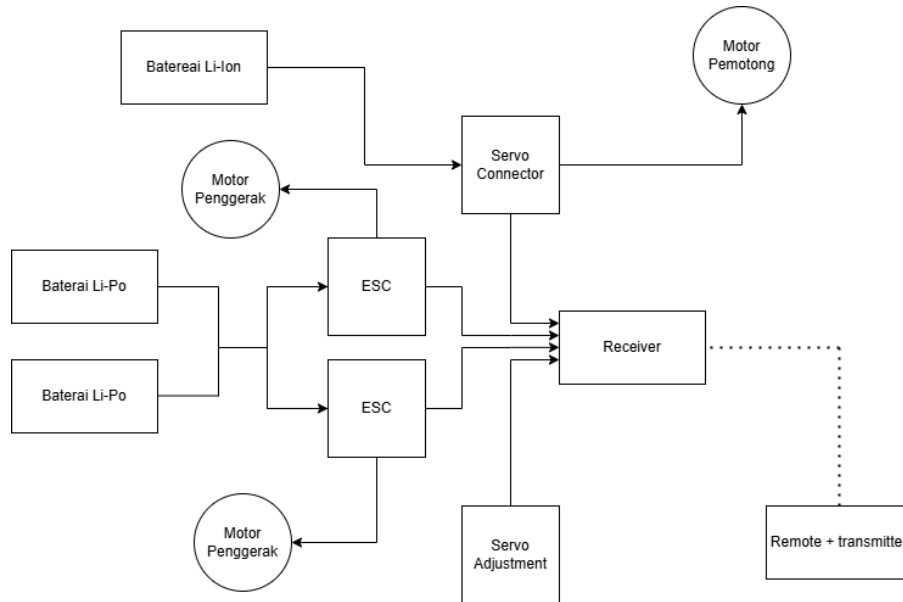
1. 2 ESC = 6 A
2. Servo Adj = 2,5 A
3. Servo Con = 1,5 A
4. 2 Motor *Brushed* = 0,76 A
5. *Receiver* = 0,1 A

Total arus yang digunakan dalam sistem ini adalah 10,86 A, yang diperoleh dari penjumlahan semua komponen yang terlibat. Jika dibandingkan dengan arus maksimal yang dihasilkan oleh baterai, yaitu 624 A, terlihat bahwa arus total sistem yang digunakan (10,86 A) jauh lebih rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa baterai Li-Po Premium Zee dengan kapasitas 5200mAh dan tingkat pengeluaran arus 120C sangat memadai untuk mendukung operasi alat pemotong rumput elektrik kendalikan secara jarak jauh.

Baterai Li-ion digunakan sebagai daya utama untuk motor pemotong, pemilihan baterai Li-ion sebagai daya dari motor pemotong adalah dikarenakan pemanfaatan barang dari mesin pemotong rumput konvensional dan juga karena baterai Li-ion memiliki kelebihan penggunaan yang baik untuk aplikasi yang membutuhkan penyimpanan energi yang stabil dan tidak memerlukan daya secara tiba-tiba.

4.3 Hasil Perakitan

Pada proses perakitan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian perakitan perangkat utama pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh seperti motor *brushed*, motor *brushless*, motor *servo*, dan baterai. Bagian kedua adalah perakitan kabel-kabel. Dan bagian terakhir adalah proses pengaturan *controller* agar dapat digunakan. Gambar 4.1 menampilkan skema alur elektrik yang menggambarkan susunan dan hubungan antara part elektrik, baterai, dan *receiver*, menunjukkan bagaimana energi dari baterai mengalir melalui sistem untuk mendukung fungsi kendali jarak jauh pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh.

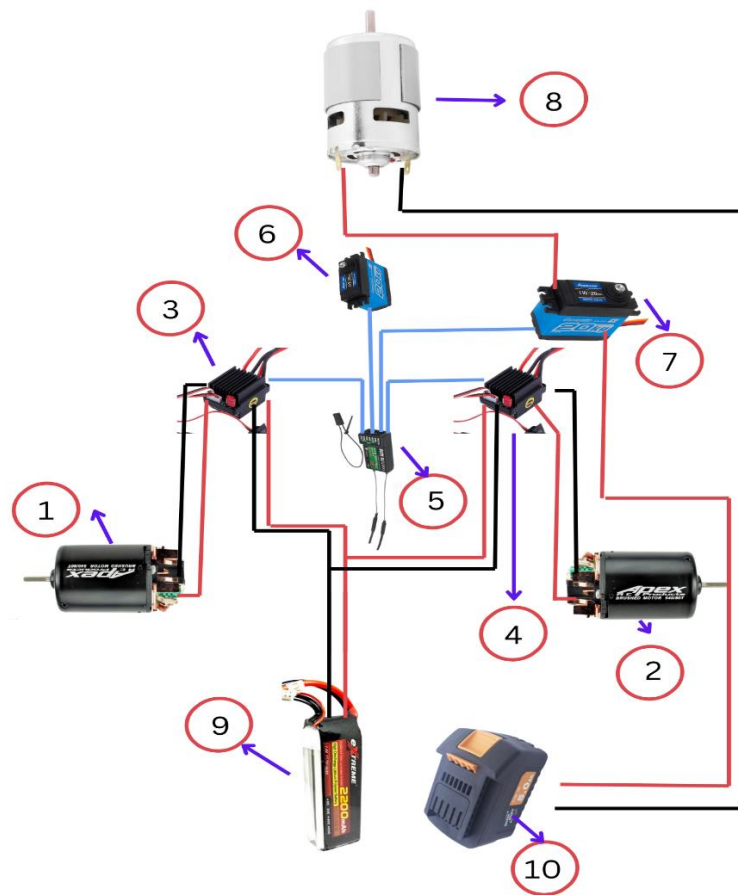


Gambar 4.1 Skema Alur Elektrik

Sketsa perakitan part elektrik bertujuan untuk menggambarkan rangkaian part yang digunakan serta mensimulasikan posisi part elektrik yang digunakan pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh sketsa perakitan part elektrik dapat dilihat pada gambar 4.2.

Dengan keterangan sebagai berikut :

1. Motor *brushed* (1)
2. Motor *brushed* (2)
3. ESC (1)
4. ESC (2)
5. *Receiver*
6. *Servo Adjustment*
7. *Servo Connector*
8. Motor *Brushless*
9. Baterai Li-Po
10. Baterai Li-Ion



Gambar 4.2 sketsa rangkaian elektrik

4.3.1 Perakitan Perangkat Utama

Proses perakitan dan pemasangan dimulai dengan *fitting* atau penempatan komponen-komponen penting seperti motor *brushed*, motor *brushless*, motor *servo*, dan baterai. Langkah ini dilakukan untuk menyesuaikan pembuatan *bracket* pada alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Dua motor *brushed* ditempatkan di sisi kanan dan kiri alat sebagai penggerak utama, yang memungkinkan alat untuk bergerak maju, mundur, serta berbelok ke kanan dan kiri. Strategi penempatan motor *brushed* ini bertujuan untuk memastikan kinerja optimal dalam mengendalikan gerakan alat pemotong rumput. Posisi penempatan motor *brushed* dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Penempatan Motor *Brushed*

Motor *brushless* diletakkan di bagian depan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh karena motor ini berfungsi sebagai motor utama untuk memotong rumput. Penempatan motor *brushless* yang strategis ini dapat dilihat pada gambar 4.4. Selain itu, motor *brushless* juga terhubung dengan *servo adjustment*, yang berperan sebagai sistem utama untuk mengatur ketinggian motor *brushless*. Penyesuaian *servo* memungkinkan motor untuk dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan saat proses pemotongan rumput berlangsung. Posisi penempatan *servo* penyesuaian secara rinci dapat dilihat pada gambar 4.5, yang menunjukkan hubungan antar komponen dalam memastikan kinerja alat optimal.



Gambar 4.4 Penempatan Motor *Brushless*



Gambar 4.5 Penempatan Motor *Servo Adjustment*

Selanjutnya pemasangan *servo connector* ditempatkan di tengah-tengah rangka alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Peletakkan *servo connector* ini dikarenakan *servo* digunakan untuk menyambungkan dan memutuskan daya yang mengalir dari baterai ke motor *brushless*. Gambar 4.6 merupakan posisi penempatan *servo connector*.



Gambar 4.6 Penempatan Motor iServo Connector

Selanjutnya pemasangan baterai Li-po dan Li-ion sebagai daya untuk alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Penempatan baterai Li-ion di letakkan dibagian paling belakang rangka alat pemotong rumput kendali jarak jauh dan baterai Li-po diletakkan di depan dari baterai Li-ion. Penempatan baterai Li-po dan Li-ion dibagian belakang alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dikarenakan baterai-baterai ini digunakan sebagai penyeimbang dari alat pemotong

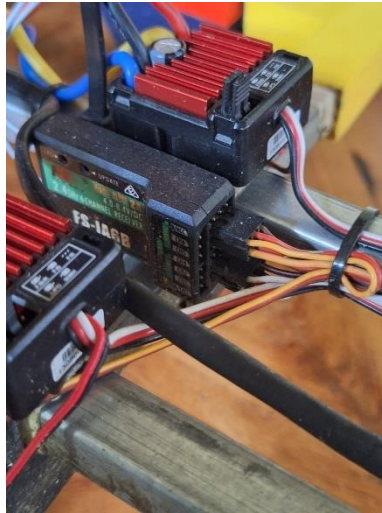
rumpuk elektrik kendali jarak jauh. Gambar 4.7 merupakan gambar penempatan baterai Li-po dan Li-ion.



Gambar 4.7 Penempatan Baterai Li-Po dan Baterai Li-Ion

4.3.2 Perakitan Kabel

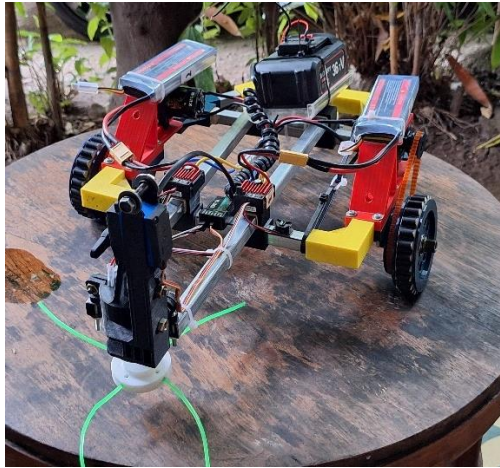
Perakitan kabel adalah tahap penting dalam proses integrasi komponen elektrik pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Pada tahap ini, semua bagian listrik yang ada dihubungkan menjadi satu kesatuan, sehingga dapat tersambung ke sumber daya utama dan berfungsi dengan optimal sesuai keinginan. Langkah awal dalam perakitan ini adalah penyambungan komponen elektrik ke *receiver*, yang memungkinkan setiap komponen untuk dikendalikan melalui sinyal radio yang dikirimkan oleh *controller*. *Receiver* berfungsi sebagai penghubung utama yang menerima sinyal kontrol, sehingga alat dapat dioperasikan dengan jarak jauh. Penyambungan part elektrik ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Penyambungan Part Elektrik ke *Receiver*

Setelah semua komponen elektrik terhubung ke *receiver*, langkah berikutnya adalah menyambungkan seluruh bagian elektrik tersebut ke baterai yang berfungsi sebagai sumber daya utama. Dengan tersambungnyanya baterai, sistem elektrik pada alat pemotong rumput kendali jarak jauh dapat beroperasi secara optimal.

Setelah rangkaian elektrik pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh berhasil terhubung dan berfungsi dengan baik, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *finishing*. *Finishing* ini meliputi penataan kabel dengan rapi menggunakan kabel tie pada setiap penyambungan kabel. Penambahan pengikat kabel tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan estetika dengan membuat tampilan alat lebih terorganisir, tetapi juga memastikan kabel tetap pada posisinya sehingga tidak mengganggu operasional atau keamanan alat saat digunakan. Dengan demikian, alat pemotong rumput elektrik ini terlihat lebih rapi dan profesional. Gambar 4.9 merupakan hasil akhir perakitan elektrik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh.



Gambar 4.9 Hasil Akhir Rangkaian Elektrik

4.3.3 Pengaturan *Controller*

Proses pengaturan *controller* merk FlySky I6 dimulai dengan menyalakan *remote control* dan *receiver* yang belum terkoneksi dengan perangkat apapun. Setelah keduanya aktif, langkah selanjutnya adalah menghubungkan *remote control* dengan *receiver* melalui proses *binding*. *Binding* ini bertujuan untuk menghubungkan sinyal radio dari *transmitter* yang ada di dalam *remote control* menuju ke *receiver*. Proses pengikatan dilakukan dengan menggerakkan *throttle* kanan pada *remote control* ke arah maju serong kanan, lalu menahannya untuk memungkinkan pencarian sinyal. Ketika sinyal terhubung, *remote control* akan berhasil terkoneksi dengan *receiver*, memungkinkan kendali jarak jauh alat berfungsi secara optimal. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Binding Remote Control*

Setelah *remote control* berhasil terhubung dengan *receiver*, yang ditandai dengan bunyi "Tit Tit" dari *receiver*, langkah selanjutnya adalah menentukan dan mengatur saluran pada *receiver* yang akan dikonfigurasi ke *remote control*. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap saluran pada *receiver* terhubung dengan fungsi-fungsi yang sesuai pada *remote control*, seperti penggerak motor atau pengontrol arah. Dengan penentuan *channel* yang tepat, sistem kontrol alat dapat berjalan dengan baik dan memberikan kendali penuh terhadap perangkat melalui *remote control*.

Untuk menentukan *tools* yang digunakan sebagai kontrol dari suatu sistem, diperlukan pengaturan kontrol pada *remote control* dengan melalui beberapa langkah. Pertama, masuk ke menu *functions setup* pada *remote control*, lalu lanjutkan ke menu *Aux. Channels*. Setelah memasuki menu *Aux. Channels*, akan muncul daftar *channel* yang tersedia untuk digunakan. *Channel-channel* tersebut dapat disesuaikan dan diubah sesuai dengan kebutuhan sistem yang diinginkan. Contohnya, *channel 5* yang awalnya diatur pada *SWA (Switch A)* dapat dipindahkan ke *VRA (Variable Resistor A)* untuk kontrol yang lebih halus, atau diubah ke mode *SWC (Switch C)* yang memiliki 3 tingkatan mode untuk memberikan kendali yang lebih presisi dan fleksibel sesuai kebutuhan sistem. Fitur *switch* dapat dilihat pada gambar 4.11 *switch SWA (Switch A)* dan *SWB (Switch B)*, dan gambar 4.12 *switch SWC (Switch C)* dan *SWD (Switch D)*. Fitur *VRA (Variable Resistor A)* dan *VRB (Variable Resistor B)* dapat dilihat pada gambar 4.13 Proses ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam menyesuaikan kontrol yang sesuai dengan fungsi dan perangkat yang digunakan.



Gambar 4.11 *switch SWA dan SWB*



Gambar 4.12 *switch SWC dan SWD*



Gambar 4.13 *Potensiometer VRA dan VRB*

Servo adjustment menggunakan fitur VRA fitur ini menggunakan sistem *potensiometer* untuk menaikkan dan menurunkan mata potong, karena dengan menggunakan fitur *potensiometer* dapat dilakukan sistem pengukuran untuk ketinggian yang diperlukan disaat melakukan pemotongan rumput, sedangkan untuk menghidupkan dan mematikan motor potong menggunakan fitur SWA karena sistem untuk menghidupkan dan mematikan motor pemotong menggunakan sistem motor *servo* untuk mengalirkan daya sehingga motor hanya dapat menggunakan 1 mode yaitu *on/off*.



Gambar 4.14 *Tools* yang digunakan pada *remote control*

Pada gambar 4.14 menunjukkan beberapa fitur yang digunakan pada *remote control* untuk menjalankan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Tombol A merupakan *switch on/off* untuk menyalakan dan mematikan *remote*, *throttle* B merupakan analog gerak yang digunakan untuk mengontrol pergerakan alat pemotong rumput, *potensiometer* C digunakan sebagai *adjustment* sistem pemotongan untuk menaikkan dan menurunkan mata pisau pemotong, penggunaan *potensiometer* ini dengan cara memutar searah jarum jam atau kebalikannya arah jarum jam untuk menaikkan dan menurunkan mata pisau pemotong, tombol D merupakan *switch* untuk menggerakkan *servo connector* dalam mengalirkan daya sehingga dapat menyalakan motor pemotong.

4.4 Hasil Pengujian

Selesai perakitan dan pengaturan *controller* alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh, dilanjutkan dengan pengujian kinerja. Terdapat 4 jenis pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian fungsi, pengujian jarak sinyal terjauh, pengujian penggunaan baterai, dan pengujian waktu *charge* baterai.

4.4.1 Pengujian Fungsi

Pengujian fungsi ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat pemotong rumput dapat dikendalikan dengan baik menggunakan *remote control*. Tujuannya adalah untuk menguji apakah alat tersebut dapat bergerak sesuai perintah dari

remote, serta untuk mengidentifikasi tombol dan fitur apa saja yang terdapat pada *remote control* yang digunakan dalam mengoperasikan alat pemotong rumput, seperti pergerakan maju, mundur, belok, dan fungsi pemotongan. Skenario pengujian fungsi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Skenario Pengujian Fungsi

No	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Validitas
1	Tombol power <i>Remote Control</i>	<i>Switch power</i> di dorong <i>remote control</i> beroperasi	Sukses
2	Tombol Power alat pemotong rumput	<i>Switch power</i> pada ESC di dorong alat dapat beroperasi	Sukses
3	<i>Transmitter</i> terhubung ke <i>Reviver</i>	<i>Transmitter</i> dan <i>reciver</i> terhubung ditandai dengan bunyi	Sukses
4	<i>Throttle</i> arah <i>axis control</i> kanan	Alat pemotong rumput berbelok ke kanan	Sukses
5	<i>Throttle</i> arah <i>axis control</i> kiri	Alat pemotong rumput berbelok ke kiri	Sukses
6	<i>Throttle</i> arah <i>axis control</i> maju	Alat pemotong rumput berjalan maju	Sukses
7	<i>Throttle</i> arah <i>axis control</i> mundur	Alat pemotong rumput berjalan mundur	Sukses
8	Tombol arah <i>axis control</i> serong kanan depan	Alat pemotong rumput berjalan maju dengan serong ke arah kanan	Sukses
9	Tombol arah <i>axis control</i> serong kiri depan	Alat pemotong rumput berjalan maju dengan serong ke arah kiri	Sukses
10	Tombol arah <i>axis control</i> serong kanan belakang	Alat pemotong rumput berjalan mundur dengan serong ke arah kanan	Sukses

11	Tombol arah <i>axis control</i> serong kiri belakang	Alat pemotong rumput berjalan mundur dengan serong ke arah kiri	Sukses
12	<i>Potensiometer</i> diputar searah jarum jam	<i>Servo adjustment</i> menaikkan motor pemotong rumput	Sukses
13	<i>Potensiometer</i> diputar berlawanan jarum jam	<i>Servo adjustment</i> menurunkan motor pemotong rumput	Sukses
14	Merubah posisi <i>switch</i> motor pemotong	Menyalakan dan mematikan motor pemotong rumput	Sukses

Berdasarkan hasil dari tabel skenario pengujian fungsi, dapat disimpulkan bahwa alat pemotong rumput berhasil terkoneksi dengan baik dengan *remote control*. Alat ini mampu menerima perintah dari *remote control* dengan lancar dan berfungsi optimal dalam menjalankan tugas utamanya, yaitu memotong rumput. Semua fungsi penggerak dan pemotong bekerja secara efektif, menunjukkan bahwa sistem kendali jarak jauh pada alat ini dapat diandalkan dalam mengoperasikan alat pemotong rumput sesuai dengan yang diharapkan.

4.4.2 Pengujian Jarak Sinyal Terjauh

Tujuan pengujian jarak sinyal terjauh adalah untuk mengetahui seberapa jauh alat pemotong rumput masih dapat menerima dan merespons sinyal dari *remote control* secara efektif. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat tetap berfungsi dengan baik pada jarak maksimal, serta menentukan batas optimal kendali jarak jauh guna menjamin keandalan dan performa alat dalam berbagai kondisi penggunaan di lapangan. Parameter yang digunakan pada pengujian ini, yaitu jarak maksimal (*distance range*), responsivitas alat, kehilangan sinyal (*signal loss*), dan kondisi lingkungan (*environmental conditions*). Pengujian jarak sinyal terjauh dilakukan di Universitas Islam Indonesia tepatnya di jalan depan Fakultas Teknologi Industri. Seperti yang terlihat pada gambar 4.15 posisi *remote control* dan gambar 4.16 posisi alat pemotong rumput

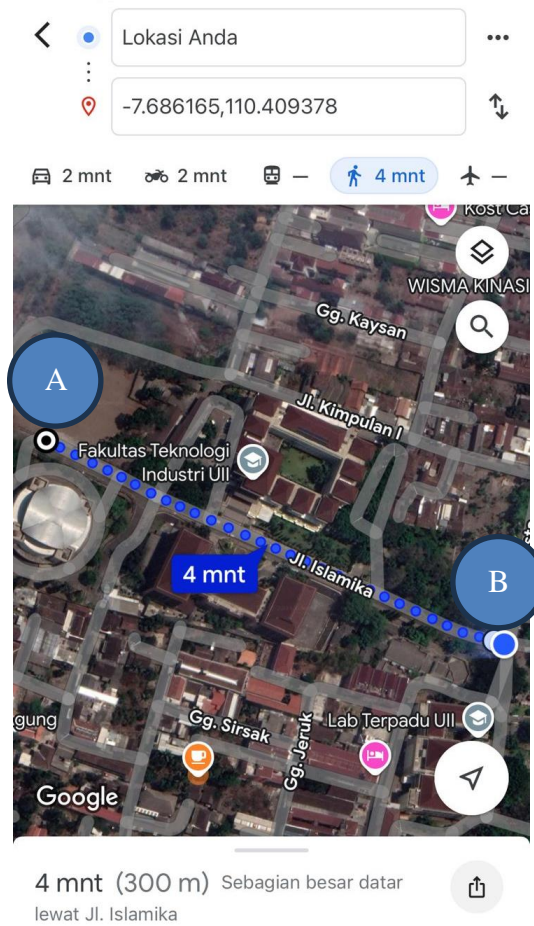


Gambar 4.15 Posisi *Remote Control*



Gambar 4.16 Posisi Alat Pemotong Rumput

Pengujian jarak sinyal antara *remote control* dan alat pemotong rumput dapat dilihat pada Gambar 4.17, yang memperlihatkan posisi kedua perangkat. Huruf A bertepatan di sebelah gedung gor UII menunjukkan lokasi alat pemotong rumput, sementara huruf B bertepatan di perempatan FTI menunjukkan lokasi *remote control*. Berdasarkan peta yang digunakan sebagai acuan, jarak antara kedua titik tersebut diperkirakan sekitar 300 meter, namun pengukuran manual di lapangan memberikan hasil yang lebih akurat, yakni 342,5 meter.



Gambar 4.17 Peta Pengujian Sinyal

Pengujian dilakukan di jalan tanpa hambatan fisik. Berikut hasilnya :

1. Jarak Maksimal (*Distance Range*)

Pada jarak 342,5 meter, sinyal *remote control* masih dapat diterima dengan baik oleh alat pemotong rumput. Pengoperasian berjalan normal dan alat merespon perintah dari *remote control* tanpa adanya gangguan atau penurunan kinerja. Gambar 4.18 menunjukkan hasil pengujian jarak maksimal dari alat pemotong rumput.



Gambar 4.18 Hasil Pengujian Jarak Maksimal

2. Responsivitas Alat

Alat pemotong rumput merespons dengan cepat pada jarak di bawah 342,5 meter. Tidak ada *delay* yang terlihat pada alat saat menerima perintah dari *remote control*.

3. Kehilangan Sinyal (*Signal Loss*)

Sinyal tetap aman hingga jarak maksimal 342,5 meter. Setelah jarak tersebut, sinyal langsung hilang, menyebabkan alat berhenti merespons perintah atau bahkan mengalami *error* yang menyebabkan alat bergerak sendiri.

4. Kondisi Lingkungan (*Environmental Conditions*)

Pengujian dilakukan di jalan lurus tanpa hambatan fisik. Tidak ada objek yang menghalangi transmisi sinyal, yang memungkinkan sinyal mencapai jarak maksimum tanpa gangguan.

4.4.3 Pengujian Penggunaan Baterai

Tujuan pengujian baterai adalah untuk mengetahui sejauh mana daya tahan baterai alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh saat digunakan dalam kondisi operasional, serta mengukur konsumsi daya pada berbagai skenario penggunaan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa baterai memiliki kapasitas yang cukup untuk mendukung fungsi alat dalam jangka waktu tertentu dan untuk mengidentifikasi seberapa efisien penggunaan energi selama proses pemotongan rumput. Pengujian dilakukan di halaman rumah saudara Asgar Ryamizard, dengan luas area 5 meter x 5 meter. Hasil pengujian penggunaan

baterai penggerak dapat dilihat pada tabel 4.6, dan baterai pemotong dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.6 Penggunaan Baterai Penggerak

NO	Waktu (m)	Voltage Awal	Voltage Akhir	Penggunaan
1	03:26	8,45 V	8,09 V	0,13 V
2	03:24	8,45 V	8,16 V	0,12 V
3	03:38	8,45 V	8,18 V	0,12 V
4	03:23	8,45 V	8,17 V	0,11 V
5	03:27	8,45 V	8,15 V	0,14 V
	03:28	Rata-rata		0,12 V

Tabel 4.7 Penggunaan Baterai Pemotong

NO	Waktu (m)	Voltage Awal	Voltage Akhir	Penggunaan
1	03:26	20,6 V	20,2 V	0,4 V
2	03:24	20,2V	20,0 V	0,2 V
3	03:38	20,0 V	19,5 V	0,5 V
4	03:23	19,5 V	19,0V	0,5 V
5	03:27	19,0 V	18,4 V	0,6 V
	03:28	Rata-rata		0,44 V

Dari hasil pengujian yang terdapat pada tabel 4.4 dan 4.5 didapatkan hasil bahwasannya untuk memotong halaman rumput dengan luasan area 5 meter x 5 meter, rata-rata waktu yang didapatkan adalah 03:28 menit, akan tetapi penggunaan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini bergantung kepada pengendali *remote control* karena untuk waktu penggunaan alat pemotong rumput dapat lebih cepat atau bahkan lebih lambat.

Baterai utama menggunakan baterai Li-po Premium Zee 5200 MAH, tegangan maksimal yang dihasilkan yaitu 8,45 V. Untuk penggunaan rata-rata dalam waktu 03:28 menit adalah 0,12V.

Waktu penggunaan = $t = 03:28$ menit

Penggunaan baterai = $P = 0.12$ V

Tegangan *max* baterai = $T_{max} = 8.45$ V

Tegangan *min* baterai = $T_{min} = 7.4 \text{ V}$

Input daya yang diberikan baterai = Z

Waktu max penggunaan baterai = t_{max}

Perhitungan input daya yang dapat diberikan oleh baterai :

$$Z = T_{max} - T_{min}$$

$$Z = 8,45 \text{ V} - 7,45 \text{ V}$$

$$Z = 1,05 \text{ V}$$

Perhitungan waktu maksimal penggunaan baterai sampai baterai tidak dapat digunakan :

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{Z}{P}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{1,05 \text{ V}}{0,12 \text{ V}}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = 8,75 \text{ Pengujian}$$

$$t_{max} = \text{Jumlah pengujian} \times t$$

$$t_{max} = 8,75 \times 03:28 \text{ menit}$$

$$t_{max} = 30:33 \text{ Menit}$$

Pengujian dengan luas $5\text{m} \times 5\text{m} / 25\text{m}^2$ membutuhkan waktu 03:28 menit sama dengan 208 detik, disimpulkan bahwa untuk memotong halaman dengan luasan 1m^2 membutuhkan waktu 8 detik. Untuk penggunaan maksimal baterai Li-Po adalah 30:33 menit sama dengan 1820 detik, dengan waktu maksimal penggunaan baterai Li-Po alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat memotong rumput dengan luasan $227,5\text{m}^2$.

Baterai untung motor pemotong menggunakan baterai Li-ion yang diambil dari alat pemotong rumput konvensional dengan tegangan 20,6 V. Untuk penggunaan rata-rata dalam waktu 03:28 menit adalah 0,44V.

Waktu penggunaan = $t = 03:28 \text{ menit}$

Penggunaan baterai = $P = 0,44 \text{ V}$

Tegangan *max* baterai = $T_{max} = 20,6 \text{ V}$

Tegangan *min* baterai = $T_{min} = 12 \text{ V}$

Input daya yang diberikan baterai = Z

Waktu max penggunaan baterai = t_{max}

Perhitungan input daya yang dapat diberikan oleh baterai :

$$Z = T \max - T \min$$

$$Z = 20,6 \text{ V} - 12 \text{ V}$$

$$Z = 8,6 \text{ V}$$

Perhitungan waktu maksimal penggunaan baterai sampai baterai tidak dapat digunakan :

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{Z}{P}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{8,6 \text{ V}}{0,44 \text{ V}}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = 19,5 \text{ Pengujian}$$

$$t \max = \text{Jumlah pengujian} \times t$$

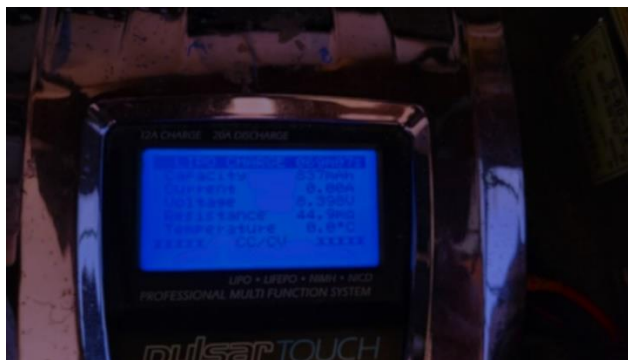
$$t \max = 19,5 \times 03:28 \text{ menit}$$

$$t \max = 67:6 \text{ Menit}$$

Penggunaan maksimal baterai Li-Ion adalah 67:6 menit sama dengan 4026 detik, dengan waktu maksimal penggunaan baterai pemotong alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat memotong rumput dengan luasan $502,5m^2$.

4.4.4 Pengujian Waktu Charge

Pengujian waktu *charge* dilakukan untuk memastikan kinerja baterai dalam hal pengisian ulang serta menentukan seberapa cepat baterai dapat diisi. Pengujian waktu *charge* ini dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Waktu *charge* baterai

Pada pengujian ini menggunakan *charger* serba guna dari merk Pulsar Touch. Pengujian dilakukan selama 61 menit 7 detik, yang mana pengujian ini dilakukan pada baterai yang awalnya memiliki tegangan 8,134 V dan setelah

dilakukan pengisian daya selama 61 menit 7 detik tegangan yang dihasilkan dari baterai menjadi 8,398 V.

4.5 Pembahasan

Alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh merupakan pengembangan dari alat pemotong rumput elektrik konvensional yang dikendalikan manual dengan cara operator yang memotong rumput harus terjun langsung ke halaman yang harus dipotong rumputnya. Dilakukannya pengembangan alat pemotong rumput konvensional menjadi alat pemotong rumput dengan kendali jarak jauh, untuk menghindari dari kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh *human error* seperti kecelakaan, kelelahan, dan kerapihan hasil potongan. Pengembangan ini dilakukan dengan cara menambahkan rangka dan komponen elektrik serta penambahan kontroler agar alat pemotong rumput elektrik dapat bergerak dan berjalan sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat memotong rumput dengan kendali dari jarak yang jauh guna menghindari kesalahan yang disebabkan oleh *human error*.

Motor penggerak yang digunakan dalam alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh terdiri dari motor *brushed*, motor *brushless*, dan motor *servo*. Motor *brushed* tipe 80T berfungsi sebagai motor penggerak utama yang memungkinkan alat ini bergerak maju, mundur, serta berbelok. Proses pemotongan rumput dilakukan oleh motor *brushless*, yang menawarkan kinerja lebih stabil dan cocok untuk memotong rumput secara presisi. Alat ini dilengkapi dengan dua motor *servo* untuk mendukung sistem pemotongan. *Servo* pertama berfungsi sebagai alat penyesuaian ketinggian potongan rumput, mengikuti standar FIFA (*Federation Internationale de Football Association*) yang mengharuskan tinggi rumput berada antara 2 hingga 4 cm. *Servo* kedua digunakan sebagai penghubung daya untuk motor *brushless*, memungkinkan operator untuk menghidupkan atau mematikan motor pemotong melalui *remote control*. Kombinasi motor ini memberikan kinerja optimal dan fleksibilitas dalam pengoperasian alat pemotong rumput, Namun, sistem *connector* yang menggunakan *servo* sebagai penghubung arus memiliki kelemahan, yaitu koneksi kabel yang ditempelkan pada *servo* sering kali menjadi longgar. Hal ini menyebabkan kabel tidak terhubung dengan baik saat

sistem *connector* diaktifkan, sehingga mengganggu aliran arus dan dapat menyebabkan kegagalan fungsi perangkat.

Fly Sky I6 merupakan *controller* yang digunakan pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh karena *controller* ini menggunakan RF (*Radio Frequency*) sebagai sistem utama. *Remote control* berbasis RF dipilih karena keunggulannya dalam jangkauan yang lebih luas, hingga ratusan meter, dibandingkan dengan kontroler berbasis *infrared* (IR) atau *bluetooth* yang memiliki jarak lebih pendek. RF juga tidak terganggu oleh hambatan fisik seperti tembok atau pepohonan, sehingga cocok untuk alat pemotong rumput yang digunakan di area terbuka. Sementara *infrared* memerlukan jalur pandang langsung dan *bluetooth* memiliki keterbatasan jangkauan, RF memberikan fleksibilitas lebih baik. Meskipun RF berpotensi mengalami interferensi dengan perangkat lain, teknologi modern mampu meminimalisir masalah ini, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi jarak jauh.

Baterai adalah salah satu komponen utama dalam pengoperasian alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Baterai berfungsi sebagai sumber daya utama yang menyimpan energi listrik dan memberikan daya pada motor penggerak serta motor pemotong. Pada alat pemotong rumput ini, baterai tipe Li-Po (*Lithium Polymer*) dipilih untuk daya utama karena keunggulannya seperti bobot yang ringan, kapasitas energi tinggi, serta kemampuan untuk memberikan daya secara stabil. Baterai yang digunakan memiliki spesifikasi 7,4V, kapasitas 5200mAh, dan terdiri dari 2 sel. Dengan kapasitas 5200mAh dan tegangan 7,4V, total energi baterai dapat dihitung sebagai berikut:

$$E = V \times Ah$$

$$E = 7,4 V \times 5,2 Ah$$

$$E = 38,48 Wh$$

Dari perhitungan di atas, baterai Li-Po ini memiliki kapasitas sebesar 38,48Wh, yang berarti baterai dapat menyediakan daya listrik sekitar 38,48 watt selama 1 jam.

Baterai Li-Ion dengan spesifikasi 12V dan kapasitas 7500mAh digunakan sebagai daya untuk motor pemotong. Total energi dapat dihitung sebagai berikut :

$$E = V \times Ah$$

$$E = 12 V \times 7,5 Ah$$

$$E = 90 Wh$$

Dari perhitungan diatas, baterai Li-Ion memiliki kapasitas 90Wh, yang menandakan baterai dapat menyediakan daya listrik 90Wh selama 1 jam, Semakin banyak daya yang digunakan oleh motor, maka semakin cepat baterai mengalami pelepasan energi (*discharge*).

Perangkat pendukung konversi lainnya ditempatkan pada sisa ruang yang tersedia di rangka alat pemotong rumput elektrik, dengan mempertimbangkan faktor keamanan dan keergonomisan untuk memastikan alat tetap mudah dioperasikan dan dipelihara. Setiap komponen, termasuk kabel-kabel dan soket, ditempatkan pada posisi yang strategis agar mudah dijangkau dalam perawatan dan proses lepas-pasang, tanpa mengganggu fungsi alat. Selain itu, estetika juga menjadi pertimbangan penting. Semua kabel dan soket diatur dengan rapi menggunakan kabel ties, sehingga menempel erat pada rangka, memberikan tampilan yang bersih dan tertata, serta meningkatkan keamanan selama alat digunakan.

Berdasarkan pengujian fungsi, didapatkan data bahwa alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat berfungsi dengan baik, alat dapat bergerak sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh *remote control*. Sistem *adjustment* untuk menaikkan dan menurunkan motor pemotong yang menggunakan *servo* sebagai sistem penggerak juga berhasil ditandai dengan perbedaan hasil panjang potongan, begitu juga dengan sistem *connector* yang menghubungkan daya baterai ke motor pemotong berhasil dengan sukses sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat menyalakan dan mematikan motor pemotong.

Berdasarkan pengujian jarak sinyal terjauh yang dilakukan di Universitas Islam Indonesia tepatnya di jalan Fakultas Teknologi Industri, yang mana pengujian ini dilakukan dengan meletakkan alat pemotong di ujung jalan yaitu didepan *climbing wall* dan menjauhkan *remote control* ke arah perempatan FTI, pengujian dilakukan dengan menggerakkan *tools* yang ada pada *remote control* dan mengamati alat pemotong apakah masih berfungsi atau tidak. Sehingga didapatkan hasil jarak sinyal terjauh yaitu 342,5m, jika *remote control* masih didalam radius 342,5m alat pemotong rumput masih dapat dikendalikan dengan baik dan masih

sangat responsif, akan tetapi jika *remote control* diluar radius 342,5m maka alat pemotong rumput akan kehilangan koneksi dan tidak dapat dikendalikan lagi oleh *remote control*. Jarak 342,5 meter bukanlah jarak yang optimal bagi penglihatan manusia, sehingga diperlukan sistem kamera pemantauan langsung agar operator dapat memantau dan mengendalikan kondisi alat pemotong rumput kendali jarak jauh dengan akurat. Dengan adanya sistem ini, pengendali dapat melihat secara *real-time* situasi di sekitar alat, yang akan meningkatkan keamanan dan efisiensi pengoperasian.

Berdasarkan pengujian baterai yang dilakukan pada halaman dengan luas 5 meter x 5 meter diperlukan rata-rata waktu 03:28 menit dan penggunaan baterai lipo sebesar 0,12V serta baterai Li-Ion 0,44V.

1. Baterai Li-Po

Waktu penggunaan = $t = 03:28$ menit

Penggunaan baterai = $P = 0,12$ V

Tegangan *max* baterai = $T_{max} = 8,45$ V

Tegangan *min* baterai = $T_{min} = 7.4$ V

Input daya yang diberikan baterai = Z

Waktu max penggunaan baterai = t_{max}

Perhitungan input daya yang dapat diberikan oleh baterai :

$$Z = T_{max} - T_{min}$$

$$Z = 8,45 \text{ V} - 7,45 \text{ V}$$

$$Z = 1,05 \text{ V}$$

Perhitungan waktu maksimal penggunaan baterai sampai baterai tidak dapat digunakan :

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{Z}{P}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{1,05 \text{ V}}{0,12 \text{ V}}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = 3,75 \text{ Pengujian}$$

$$t_{max} = \text{Jumlah pengujian} \times t$$

$$t_{max} = 3,75 \times 03:28 \text{ menit}$$

$$t_{max} = 30:33 \text{ Menit}$$

Penggunaan baterai Li-Po sebagai daya dari motor pemotong memiliki batasan waktu 30:33 menit.

2. Baterai Li-ion

Waktu penggunaan = $t = 03:28$ menit

Penggunaan baterai = $P = 0,44$ V

Tegangan *max* baterai = $T_{max} = 20,6$ V

Tegangan *min* baterai = $T_{min} = 12$ V

Input daya yang diberikan baterai = Z

Waktu max penggunaan baterai = t_{max}

Perhitungan input daya yang dapat diberikan oleh baterai :

$$Z = T_{max} - T_{min}$$

$$Z = 20,6 \text{ V} - 12 \text{ V}$$

$$Z = 8,6 \text{ V}$$

Perhitungan waktu maksimal penggunaan baterai sampai baterai tidak dapat digunakan :

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{Z}{P}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = \frac{8,6 \text{ V}}{0,44 \text{ V}}$$

$$\text{Jumlah pengujian} = 19,5 \text{ Pengujian}$$

$$t_{max} = \text{Jumlah pengujian} \times t$$

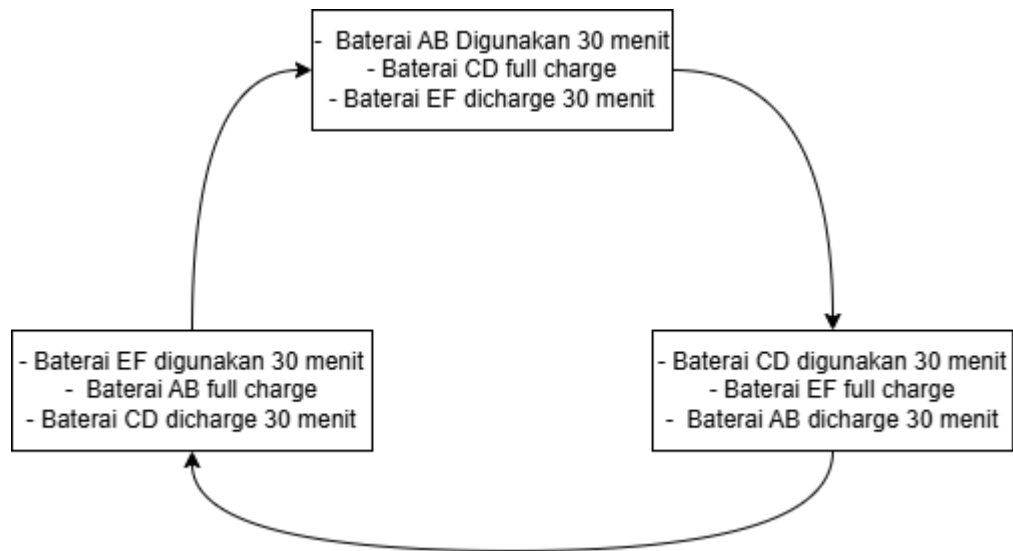
$$t_{max} = 19,5 \times 03:28 \text{ menit}$$

$$t_{max} = 67:6 \text{ Menit}$$

Penggunaan baterai Li-Ion sebagai daya dari motor pemotong memiliki batasan waktu 67:6 menit.

Pengujian dengan luas $5\text{m} \times 5\text{m} / 25\text{m}^2$ membutuhkan waktu 03:28 menit sama dengan 208 detik, disimpulkan bahwa untuk memotong halaman dengan luasan 1m^2 membutuhkan waktu 8 detik. Untuk penggunaan maksimal baterai Li-Po adalah 30:33 menit sama dengan 1820 detik, dengan waktu maksimal penggunaan baterai Li-Po alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat memotong rumput dengan luasan $227,5\text{m}^2$. Penggunaan maksimal baterai Li-Ion adalah 67:6 menit sama dengan 4026 detik, dengan waktu maksimal penggunaan

baterai pemotong alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat memotong rumput dengan luasan $502,5m^2$.



Gambar 4.20 Siklus Penggunaan Baterai

Pada Gambar 4.20 siklus yang ditampilkan adalah siklus penggunaan baterai selama operasi pemakaian alat. Siklus ini membutuhkan total 6 baterai Li-Po dan 4 charger. Setiap baterai memiliki durasi penggunaan maksimal selama 30 menit, sementara waktu pengisian ulang setiap baterai adalah 60 menit. Pada skenario pemakaian pertama, baterai A dan B digunakan secara penuh selama 30 menit, sementara baterai C dan D telah mencapai kondisi pengisian penuh selama 60 menit dan siap untuk digunakan berikutnya. Pada saat yang sama, baterai E dan F baru memulai proses pengisian ulang dan telah berlangsung selama 30 menit.

Pada siklus pemakaian kedua, giliran baterai C dan D yang digunakan selama 30 menit, sementara baterai E dan F telah mencapai pengisian penuh setelah 60 menit dan siap untuk pemakaian berikutnya. Di sisi lain, baterai A dan B mulai memasuki proses pengisian ulang dan telah berjalan selama 30 menit.

Selanjutnya, pada siklus pemakaian ketiga, baterai E dan F digunakan selama 30 menit, sementara baterai A dan B telah terisi penuh selama 60 menit dan siap untuk digunakan kembali. Sementara itu, baterai C dan D baru memulai proses pengisian ulang selama 30 menit.

Untuk baterai pemotong dibutuhkan 2 buah baterai Li-Ion dan 1 buah *charger* dimana penggunaan maksimal 1 baterai adalah 67:6 menit dan waktu

charge 60 menit sehingga siklus penggunaan baterai Li-Ion tetap berjalan menggunakan 1 buah *charger*.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, perakitan elektrik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dilakukan perancangan elektrik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh yang melibatkan integrasi motor *brushed*, motor *brushless*, dan *servo* yang dikendalikan oleh *remote control* dan dikirimkan melalui sinyal radio ke *receiver*
2. Alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh ini bekerja dan berfungsi dengan baik, fitur pada *remote control* terhubung dan berfungsi sesuai kebutuhan. Pengujian alat mencakup efektivitas kendali pada jarak maksimal 342,5 meter, di mana sinyal masih berfungsi dengan baik. Penggunaan baterai selama 03:28 rata-rata konsumsi baterai utama adalah sebesar 0,12V, sementara konsumsi baterai pemotong mencapai 0,44V. Baterai Li-Po 5200 mAh sebagai daya utama dapat digunakan untuk memotong lapangan rumput dengan luas $227,5m^2$, dan baterai Li-Ion 7500mAh sebagai daya untuk motor pemotong dapat digunakan untuk memotong lapangan rumput dengan luas $502,5m^2$.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Adapun beberapa hal yang dapat menjadi saran atau penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penggantian sistem *connector* daya untuk motor pemotong.
2. Penambahan waktu pemakaian dari baterai utama alat pemotong rumput.
3. Penggunaan kamera untuk pemantauan secara *real time* agar mengetahui kondisi yang terjadi pada saat melakukan pemotongan dari jarak yang sangat jauh.

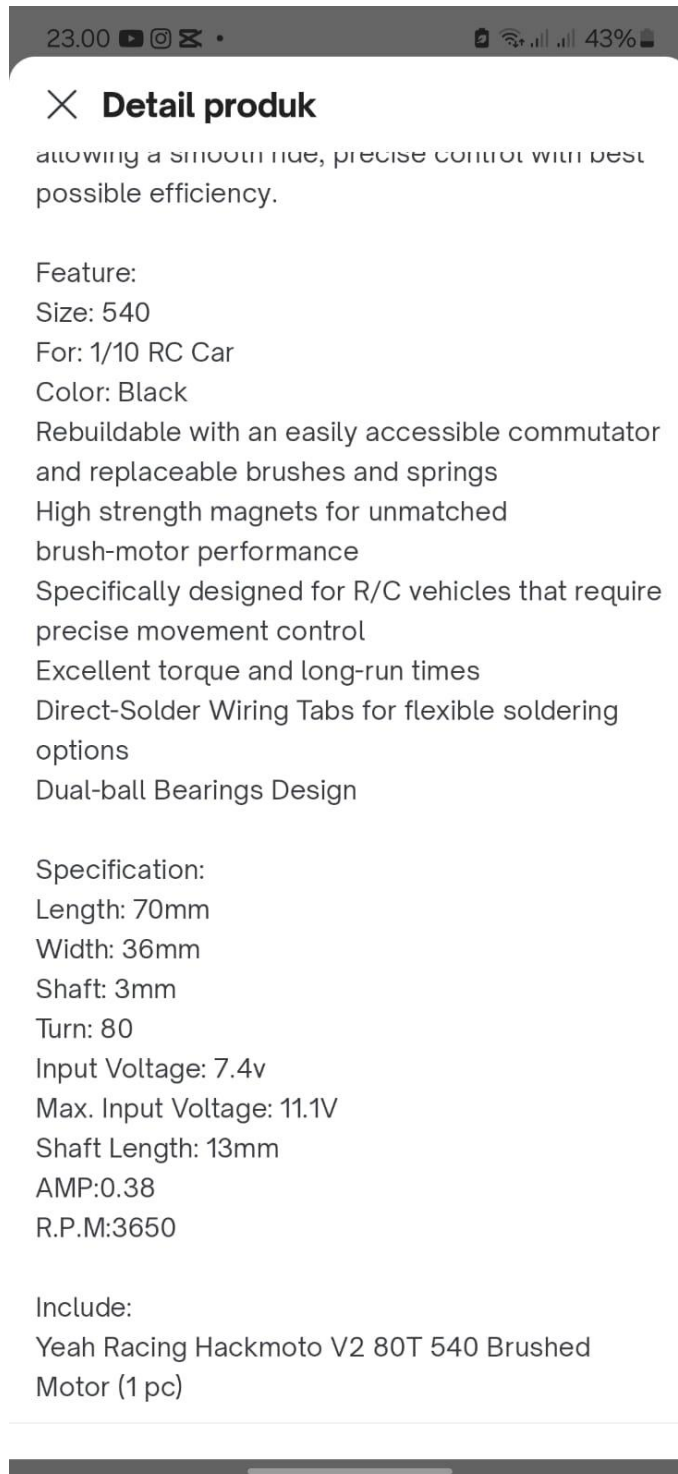
DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M. T., & Pratiwi, I. A. P. (2015). Analisis perbandingan baterai lithium-ion, lithium-polymer, lead acid dan nickel-metal hydride pada penggunaan mobil listrik-review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95-99.
- Cover, T.M. and Thomas, J.A., (2006), Elements of Information Theory, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 524-548
- Febrian, J., & Huda, Y. (2024). Rancang Bangun Sistem Kontrol Penyemprotan Cairan Pestisida Otomatis Menggunakan Drone UAV Hexacopter. *Jurnal Pendidikan Tambusai* , 8 (1), 10423-10437
- Firdaus, M., Syaryadhi, M., & Rahman, A. (2017). Pengendalian Robot Mobil Otonom Pemotong Rumput Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(2), 36–43.
- Frenzel, L. E. (2015). *Principles of Electronic Communication Systems*.
- Hakimah, Y. (2019). Analisis Kebutuhan Energi Listrik Danprediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7(2).
- Hendra, R., Yadie, E., & Arbain, A. (2021). Analisis Konsumsi Daya Mobil Listrik Dengan Penggerak Motor Brushed DC. *PoliGrid*, 2(1), 24-29.
- Juliadi, & Mustofa, A. (2018). No Title. <https://radarbali.jawapos.com/bali/70811612/kena-mesin-potong-rumput-kaki-petani-ini-kemungkinan-di-amputasi>
- Lathi, B. P. & Ding, Zhi. (2009). *Modern Digital and Analog Communication Systems*.
- Lowe, D., (2012), Radio Electronics: Transmitters and Receivers, Dummies: A Wiley Brands. [Online]. Available: <http://www.dummies.com/programming/electronics/components/radioelectronics-transmitters-and-receivers/> (diakses: 30 Januari 2017).
- MacKay, A., & Smith, D. A. (2017). Challenges for empirical research on rpm. Review of Industrial Organization. <https://doi.org/10.1007/s11151-016-9562-8>

- Nararya, B. K. S. (2024). *Rancang Bangun Robot Pemotong Rumput Menggunakan Wireless Kontroler Dan Solar Cell Berbasis Internet Of Things (Iot)*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).
- Nasution, R. Y., Putri, H., & Hariyani, Y. S. (2015). Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal)*, 2(1).
- Purnomo A. C & Chandra J. K (2019) Perancangan Prototype Alat Bajak Sawah Dengan Pengontrol Berbasis Arduino
- Ramli, Z., Suksmadana, M. B., & Wiriasto, G. W. (2020). IMPLEMENTASI DAN PERANCANGAN SISTEM KENDALI POSISI KETINGGIAN (ALTITUDE) QUADCOPTER BERBASIS ARDUINO UNO R3. *DIELEKTRIKA*, 7(1), 38-47
- Rice, R. (2017). *RF and Microwave Wireless Systems*.
- Setyawibawa, I., & Goeritno, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Komunikasi Radio Berbasis Digital Trunking Untuk Sarana Komunikasi pada Pengelolaan Jalan Tol Trans Sumatera. *Prosiding SNATIF*, 181-193.
- Syam, R., & Ohoiwutun, J. (2013). Uji Eksperimen untuk Trajectory Tracking Mesin Pemotong Rumput Tenaga Surya. *Snttm Xii*, 23–24.
- Sherman, R., (1999), *Radio Communications System*. [Online]. Available: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ship/weaps/radio.htm> (diakses: 30 Januari 2017).
- Wibowo, Y. C., & Riyadi, S. (2018). *38-ANALISA-PEMBEBANAN-PADA-MOTOR- BRUSHLESS-DC-BL*
- Wijaya, H. (2014). *Pemotong rumput elektrik tugas akhir*.

LAMPIRAN 1

1. Data Motor *Brushed* 80T



23.00 [social icons] [signal icons] 43%

✕ **Detail produk**

allowing a smooth ride, precise control with best possible efficiency.

Feature:

- Size: 540
- For: 1/10 RC Car
- Color: Black
- Rebuildable with an easily accessible commutator and replaceable brushes and springs
- High strength magnets for unmatched brush-motor performance
- Specifically designed for R/C vehicles that require precise movement control
- Excellent torque and long-run times
- Direct-Solder Wiring Tabs for flexible soldering options
- Dual-ball Bearings Design

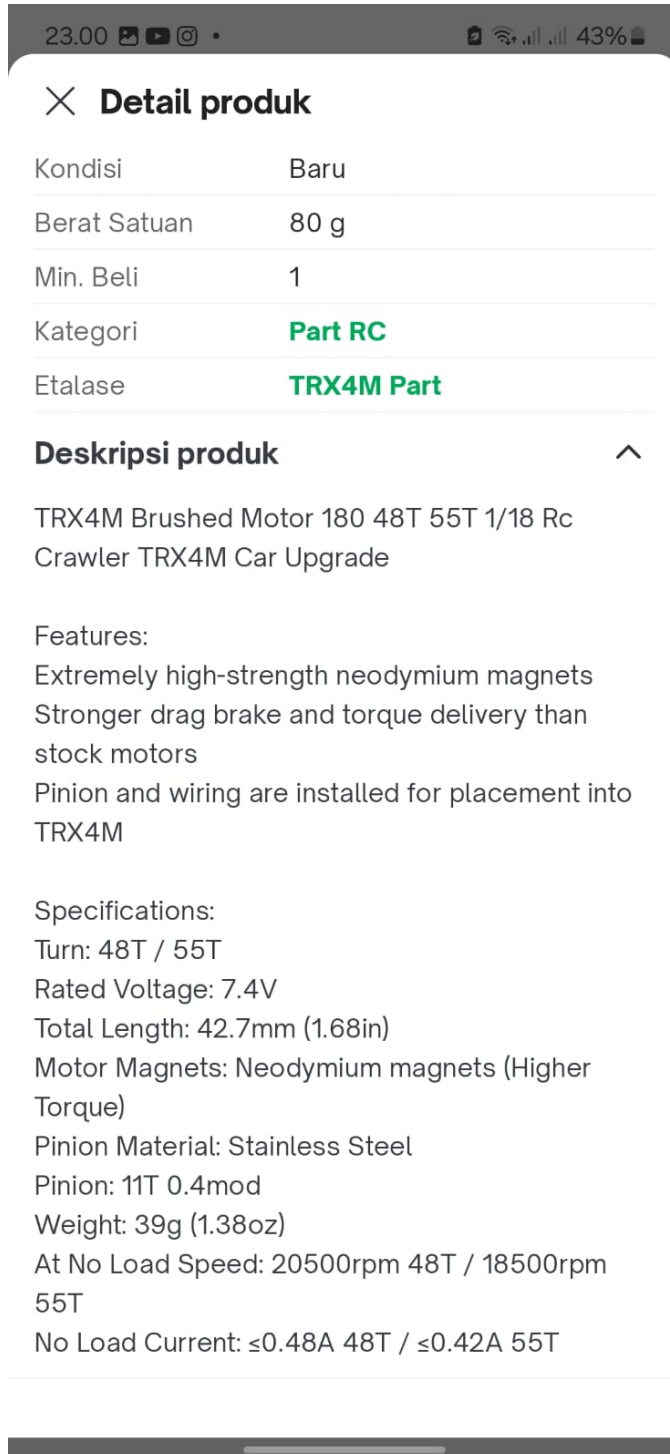
Specification:

- Length: 70mm
- Width: 36mm
- Shaft: 3mm
- Turn: 80
- Input Voltage: 7.4v
- Max. Input Voltage: 11.1V
- Shaft Length: 13mm
- AMP:0.38
- R.P.M:3650

Include:

- Yeah Racing Hackmoto V2 80T 540 Brushed Motor (1 pc)

2. Data Motor *Brushed* 48T dan 55T



23.00 23.00 43%

✕ **Detail produk**

Kondisi	Baru
Berat Satuan	80 g
Min. Beli	1
Kategori	Part RC
Etalase	TRX4M Part

Deskripsi produk ^

TRX4M Brushed Motor 180 48T 55T 1/18 Rc
Crawler TRX4M Car Upgrade

Features:

- Extremely high-strength neodymium magnets
- Stronger drag brake and torque delivery than stock motors
- Pinion and wiring are installed for placement into TRX4M

Specifications:

- Turn: 48T / 55T
- Rated Voltage: 7.4V
- Total Length: 42.7mm (1.68in)
- Motor Magnets: Neodymium magnets (Higher Torque)
- Pinion Material: Stainless Steel
- Pinion: 11T 0.4mod
- Weight: 39g (1.38oz)
- At No Load Speed: 20500rpm 48T / 18500rpm 55T
- No Load Current: ≤0.48A 48T / ≤0.42A 55T

LAMPIRAN 2

Setingan kekuatan motor *brushed*

