

SKRIPSI

**PROTOTIPE MESIN PEMOTONG RUMPUT MENGGUNAKAN
SOLAR CELL**



OLEH :

**HENDRAYANTO
10582107812**

**SYAMSUDDIN
10582101412**

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2018

**PROTOTYPE MESIN PEMOTONG RUMPUT MENGGUNAKAN
SOLAR CELL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk menyelesaikan Strata Satu (S1)
Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan Diajukan Oleh :

HENDRAYANTO
105 82 1078 12

SYAMSUDDIN
105 82 1014 12

PADA

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2018**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. III

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, email : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana teknik (ST) Progra Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Judul Skrips : **PROTOTYPE MESIN PEMOTONG RUMPUT MENGGUNAKAN SOLAR CELL**

Nama : 1. Hendrayanto
2. Syamsuddin
Stambuk : 1. 10582 1078 12
2. 10582 1014 12

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Zahr Zainuddin, M.Sc.


Adriani, S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Hendrayanto dengan nomor induk Mahasiswa 10582107812 dan Syamsuddin dengan nomor induk Mahasiswa 10582101412, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2018., sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Jumat tanggal 31 Agustus 2018.

Makassar, 01 Muharram 1440 H

11 September 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, S.E., M.M.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.

2. Penguji :

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T.

b. Sekertaris : Rahmania, S.T., M.T.

3. Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

2. Anugrah, S.T., M.M.

3. Andi Abd Halik Lateko, S.T., M.T.

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

Adriani, S.T., M.T.

Dekan :



Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500

PROTOTYPE MESIN PEMOTONG RUMPUT MENGGUNAKAN SOLAR CELL

Hendrayanto¹ dan Syamsuddin²

¹*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Unismuh Makassar*

²*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Unismuh Makassar*

Jl. Sultan Alauddin No.259 Telp.(0411)866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar
90221

ABSTRAK

Prototipe mesin pemotong rumput menggunakan solar cell. Dibimbing oleh Zahir Zainuddin dan Adriani. *Solar cell* merupakan konversi energi matahari menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan pada berbagai alat termasuk mesin pemotong rumput lapangan maupun taman. Dalam perancangan ini menggunakan beberapa alat yaitu panel surya, *baterai control unit*, aki sebagai sumber energi untuk mesin, sedangkan pengontrolan mesin pemotong dari jarak jauh menggunakan arduino, *joystick ps2 wereles*, dan driver motor. Tujuan dalam perancangan ini adalah untuk memanfaatkan sel surya sebagai energi listrik pada mesin pemotong rumput dan pengontrolan mesin dari jarak jauh menggunakan *remote*. Hasil pengujian alat menunjukkan tegangan yang dihasilkan pada panel surya 12,8 volt dengan kondisi intensitas cahaya yang diterima panel surya 53200 lux dan kecepatan motor pemotong mesin 1299 rpm. Untuk jarak yang dikontrol *remote* maksimal 3 meter. Prototipe mesin pemotong rumput ini bisa digunakan dalam lapangan .

Kata Kunci : Solar Cell, Mesin Pemotong Rumput, Joystick PS2 Wereles.

ABSTRAC

Prototype lawn mower use diesel fuel of cell. Guided by Zahir Zainuddin and of Adriani. Diesel fuel of Cell represent conversion of energi sun become electric energi able to be exploited by at various appliance of termaksud field lawn mower and also garden. In this scheme use some appliance that is panel of surya, battery of control unit, accumulator as source of energi for machine, while control of cutter machine of long distance use arduino, wereles ps2 joystick, and motor driver. Target of in this scheme is to exploit cell of surya as electric energi at lawn mower and control of machine of long distance use remote. Result of examination of appliance show yielded tension at panel of surya mean 12,8 volt with condition of accepted by light intensitas is panel of surya mean 53200 mean and lux speed of motor cutter of machine 1299 rpm. For controlled by distance is maximal remote 3 metre . this Prototype lawn mower can be used in field .

Keyword : Diesel Fuel of Cell, Lawn Mower, Joystick PS2 Wereles

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Al-hamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan program studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir ini adalah “*Prototipe Mesin Pemotong Rumput menggunakan solar sell*”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sebab itu penulis sebagai manusia biasa tidak lupuk dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi teknik penulisan maupun dari segi perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan lapang dada atas segala koreksi serta perbaikan guna menyempurnakan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat buat kita semua.

Skripsi ini dapat terwujud atas berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ibunda dan saudara-saudara yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan.

2. Bapak Hamzah Al Imran, ST.,MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, ST.,MT. sebagai Ketua Jurusan dan Ibu Rahmania, ST.,MT. sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr.Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc selaku Pembimbing I dan Ibu Adriani, ST.,MT. selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam bimbingan kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar terkhusus angkatan 2012 yang dengan keakraban dan persaudaran banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, 10 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sel Surya.....	5
2.1.1 Sel Surya <i>Polycrystalline</i>	7

2.1.2 Sel Surya <i>Monocrystalline</i>	7
2.1.3 Sel Surya <i>Amorphous</i>	8
2.2 Motor DC.....	9
2.3 Arduino.....	14
2.3.1 <i>Arduino Uno</i>	14
2.3.2 <i>Bagian-bagian Papan Arduino</i>	16
2.3.3 <i>Software Arduino</i>	18
2.4 Joystick Playstation 2 Weresles	19
2.5 Relay.....	22
2.6 Baterai Control Unit (BCU)	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	27
3.3 Metode Penelitian.....	28
3.4 Blok Diagram Rangkaian	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan	35
4.2 Pembangkit Listrik Tenaga Matahari	35
4.3 Pengujian Alat Panel Surya	36
4.4 Sistem Remote Mesin Pemotong Rumput.....	38
4.5 Sistem Pemotong Rumput Tenaga surya Menggunakan Remote .	40
4.6 Analisa Pengujian Alat	41

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	44
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sel Surya	5
Gambar 2.2	Sel Surya Polycrystalline	7
Gambar 2.3	Sel Surya Monocrystalline	7
Gambar 2.4	Sel Surya Amorphous.....	8
Gambar 2.5	Motor DC menggunakan Gearbox	9
Gambar 2.6	Pulsa dengan duty cycle 50%	11
Gambar 2.7	Pulsa PWM.....	12
Gambar 2.8	Papan Arduino Uno.....	16
Gambar 2.9	Joystick PS2	20
Gambar 2.10	Potensiometer (<i>Variabel Resistor</i>) pada Joystick PS2	21
Gambar 2.11	Relay dan simbol relay.....	22
Gambar 2.12	Relay berdasarkan <i>pole</i> dan <i>throw</i>	23
Gambar 2.13	Prinsip kerja relay.....	24
Gambar 2.14	Baterai Control Unit.....	24
Gambar 3.1	Flowchart Perancangan Alat	30
Gambar 3.2	Flowchart Sistem Program <i>Remote</i> kontrol <i>Joystick PS2</i>	31
Gambar 3.3	Blok diagram rangkaian mesin pemotong rumput	33
Gambar 3.4	Panel Surya.....	33
Gambar 3.5	BCU.....	34
Gambar 3.6	Aki / Baterai	34
Gambar 4.1	Rangkaian panel surya tanpa beban	35
Gambar 4.2	Grafik pengukuran daya, arus dan tegangan	38
Gambar 4.3	Rangkaian sistem control joystick PS2 dan relay	39
Gambar 4.4	Desain sistem pemotong rumput tenaga surya dengan Joystick.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefesien keragaman nilai rata-rata bulanan LPM dan radiasi matahari	6
Tabel 3.1	Alat yang digunakan	27
Tabel 3.2	Bahan yang digunakan	28
Tabel 4.1	Data pengukuran tegangan, arus, dan daya panel surya pada tanggal 3 September 2018	36
Tabel 4.2	Keterangan rangkaian pengontrol remote	38
Tabel 4.3	Data penelitian intensitas cahaya terhadap kecepatan motor DC pada tanggal 5 September 2018	40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I DOKUMENTASI

Gambar 1 Perakitan *Joystick PS2* ke panel surya

Gambar 2 Perakitan rangkaian alat ke rangka

Gambar 3 Ukuran mesin pemotong rumput

Gambar 4 Pengisian baterai mesin pemotong rumput

LAMPIRAN II

Listing Program *JoyStick PS2 Weres* di Arduino

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagaimana telah diketahui bahwa matahari adalah sumber penghidupan bagi makhluk hidup, yang diciptakan Allah SWT sebagai suatu kelengkapan unsur jagat raya. Energi matahari yang telah tersedia dalam jumlah yang besar, dan tidak bersifat *polutif*, dan tidak akan habis namun gratis. Sebagian besar belum menyadari fungsi dan manfaat matahari terhadap penghidupan makhluk seolah-olah pemanfaatannya adalah otomatis.

Pemakaian energi selama ini banyak menggunakan energi yang habis pakai atau tidak bisa diperbarui, misal minyak bumi, batu bara dan gas bumi. Dengan meningkatnya kebutuhan energi maka usaha manusia untuk mengeksploitasi sumber energi habis pakai turut meningkat. Mengingat terbatasnya persediaan sumber energi tersebut, maka mulai dicari sumber energi lain seperti energi matahari, energi gelombang, energi angin, energi pasang surut, dan energi lainnya.

Indonesia sebagai negara yang memiliki iklim tropis, memiliki energi matahari yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengganti minyak, batu bara, dll. Namun energi matahari tidak dapat langsung dimanfaatkan secara langsung, untuk memanfaatkan energi matahari menjadi energi listrik masih diperlukan peralatan seperti sel surya (*solar cell*) untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Hal itu sesuai dengan hukum termodinamika pertama yang menyatakan bahwa “energi tidak dapat diciptakan (dibuat) ataupun

dimusnahkan akan tetapi dapat berubah bentuk dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya (dikonversikan)”.

Atas dasar kenyataan itu, perlu dihadirkan sebuah strategi yang dapat membuat energi listrik dari energi bahan pakai tidak dieksploitasi manusia secara terus menerus. Sehingga energi tersebut tidak akan habis dan masih bisa dimanfaatkan oleh generasi penerus kita. Banyak orang menggunakan mesin pemotong rumput untuk merawat serta memperindah halaman atau taman. Kebanyakan mesin pemotong rumput tersebut menggunakan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi penggerakannya.

Hal inilah yang menginspirasi perancangan tentang “Prototipe Mesin Pemotong Rumput Menggunakan Solar Sell”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah utama adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui kinerja mesin pemotong rumput menggunakan *solar cell* ?.
2. Bagaimana mendesain dan merancang sistem kontrol *remote* pada mesin pemotong rumput ?.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dan perancangan adalah:

1. Memanfaatkan *solar cell* sebagai sumber energi listrik pada mesin pemotong rumput.
2. Aplikasi Pengontrolan mesin pemotong rumput bisa digunakan dengan *remote*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari alat pemotong rumput menggunakan *solar cell* adalah:

1. Mengurangi biaya finansial dalam memotong rumput.
2. Mengurangi tenaga manusia karena menggunakan *remote* kontrol mesin dan dapat digunakan dilapangan sepak bola, pinggiran kebun dan, taman.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan ini yaitu :

1. Menganalisa sistem kinerja mesin pemotong rumput.
2. Sistem kontrol yang digunakan *Joystick PS2 Weweles*.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran umum dari keseluruhan penelitian ini disusun berdasarkan sistematika penulisan yang terdiri dari :

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang pokok pembahasan teori atau materi yang mendasari dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan tentang tempat pelaksanaan penelitian serta metode yang diterapkan dalam tugas akhir ini.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan dan hasil perancangan dari alat tersebut, serta hasil pengujian yang telah penulis lakukan.

BAB V. PENUTUP

Dalam bagian ini akan dibahas penjelasan atau kesimpulan dan saran akhir dari hasil perakitan dan pengujian alat yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sel Surya

Sel surya adalah sebuah alat yang tersusun dari material semikonduktor yang dapat mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik secara langsung (Edmond : 1839). Sering juga dipakai istilah *photovoltaic* atau *fotovoltaik*. Sel surya pada dasarnya terdiri atas sambungan p-n yang sama fungsinya dengan sebuah dioda. Sederhananya, ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya, energi yang dibawa oleh sinar matahari ini akan diserap oleh elektron pada sambungan p-n untuk berpindah dari bagian dioda p ke n dan untuk selanjutnya mengalir ke luar melalui kabel yang terpasang ke sel. Contoh sel surya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 sel surya (Edmond)

Cara kerja sel surya yaitu bila dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan *hole*. Elektron-elektron dan *hole-hole* yang timbul disekitar *p-n junction* bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan *hole-hole* itu melintasi *p-n junction*,

timbul beda potensial pada ke dua ujung sel surya. Jika pada kedua ujung sel surya diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban. Bahan dan cara kerja yang aman terhadap lingkungan menjadikan sel surya sebagai salah satu hasil teknologi pembangkit listrik yang efisien bagi sumber energi alternatif masyarakat di masa depan.

Data harian lama penyinaran matahari (LPM) dan radiasi matahari dari 14 stasiun BMKG dapat dilihat pada tabel sebagai berikut .:

Tabel 2.1 Koefisien keragaman nilai rata-rata bulanan LPM dan radiasi matahari
(Yusuf suryo : 2009)

No.	Kota - Nama Stasiun	Periode Data	LPM		Radiasi matahari	
			C (%)	A (jam)	C (%)	A (MJ.m.hari)
1	Medan - Staklim Sampali	1999 - 2003	23	5.80	38	7.93
2	Padang - Staklim Sicincin	1991 - 1999	34	5.61	44	11.82
3	Palembang - Staklim Kenten	1994 - 2001	17	6.21	22	8.61
4	Bengkulu - Staklim P.Baai	1994 - 2003	13	7.22	10	13.78
5	Bogor - Staklim Darmaga	1993 - 2003	23	6.71	32	10.32
6	Bandung - Stageof Cemara	1994 - 2003	24	7.16	29	12.01
7	Semarang - Staklim Siliwangi	1994 - 2003	31	6.57	32	13.21
8	Malang - Staklim Karangploso	1994 - 2003	19	7.22	12	12.81
9	Banjarbaru - Staklim Banjarbaru	1995 - 2003	32	5.03	42	10.75
10	Pontianak - Staklim Siatan	1992 - 2002	25	5.40	11	17.3
11	Manado - Staklim Kayuwatu	1992 - 2002	20	6.40	31	12.35
12	Makassar - Staklim Panakukang	1991 - 1998	22	7.26	80	11.21
13	Mataram - Stamet Selaparang	2001 - 2004	34	6.18	51	9.15
14	Kupang - Staklim Lasiana	1994 - 2002	16	8.26	49	12.36

Irradiasi matahari (E) dapat diketahui dari data nilai rata-rata radiasi matahari yang sampai ke bumi. Sedangkan Daya sel surya dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut (James Watt abad ke-18) :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$V =$ Tegangan Output (Volt)

$I =$ Arus Output (Ampere)

2.1.1 Sel Surya Polycrystalline

Merupakan panel surya/*solar cell* yang memiliki susunan kristal acak. Tipe *Polikristal* memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *monokristal* untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung. Adapun contohnya dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sel Surya Polycrystalline (Griyatekno)

2.1.2 Sel Surya Monocrystalline



Gambar 2.3 Sel Surya Monocrystalline (Harmand10dma)

Gambar 2.3 adalah sel surya *monocrystalline* merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

2.1.3 Sel Surya Amorphous

Sel surya *Amorphous* diciptakan dengan menyemprotkan silikon ke kaca dilapisan sangat tipis, dan umumnya dikenal sebagai panel surya film tipis. Dari proses ini memungkinkan jenis panel surya ini kualitasnya menjadi lebih baik pada pembangkit listrik tenaga surya disegala kondisi pencahayaan, termasuk lingkungan berawan atau teduh.



Gambar 2.4 Sel Surya Amorphous (Armand10dma)

Panel surya *amorphous* tahan terhadap cuaca dan cocok untuk pemakaian diluar gedung. Mereka memiliki operasi maksimum kisaran suhu -40 sampai 176-derajat *Fahrenheit*, hampir tidak ada perawatan dan juga efektif pada hari

berawan. Mereka bahkan dapat menahan dampak dari hujan es satu inci di 50 mil per-jam. Beda juga dengan yang biasa, harga berbanding lurus dengan kualitas.

2.2 Motor DC

Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi (Hendrik : 2013). Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya *insulator* antara *komutator*, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*).

Menurut Motor DC merupakan perangkat yang berfungsi merubah besaran listrik menjadi besaran mekanik. Prinsip kerja motor didasarkan pada gaya elektromagnetik. Motor DC bekerja bila mendapatkan tegangan searah yang cukup pada kedua kutupnya. Tegangan ini akan menimbulkan induksi elektromagnetik yang menyebabkan motor berputar. Pada umumnya, motor diklasifikasikan menurut jenis power yang digunakan dan prinsip kerja motor.

Bagian utama motor DC terdiri dari dua bagian yaitu bagian bergerak yang disebut *rotor* (jangkar), dan bagian diam yang disebut *stator*.



Gambar 2.5 Motor DC menggunakan Gearbox (Hendrik)

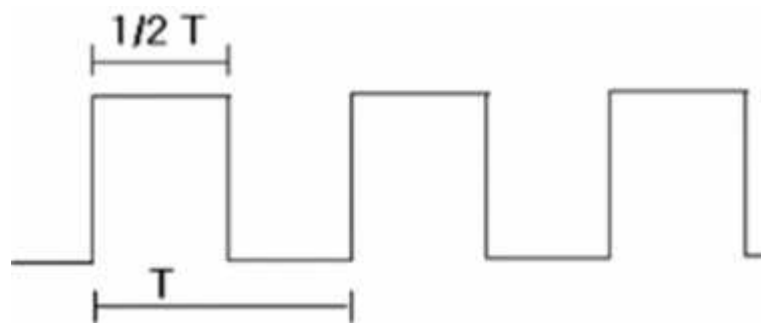
Motor DC yang digunakan pada robot beroda umumnya adalah motor DC dengan magnet permanen. Motor DC jenis ini memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet diantara kedua magnet tersebut. Di dalam medan magnet inilah jangkar/*rotor* berputar. Jangkar yang terletak ditengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut *komutator*. Sikat (*brushes*) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada didekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar. Ketika jangkar berputar, *komutator* mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya.

Kecepatan putar motor DC (N) adalah pembagian antara tegangan terminal (VTM) dikurangi perkalian arus jangkar motor dan hambatan jangkar motor dengan perkalian konstanta motor dan *fluks* magnet yang terbentuk pada motor

Perputaran motor DC secara umum berbanding lurus dengan tegangan yang di inputkan pada terminalnya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan putaran rendah maka terminal input diberi tegangan rendah minimal 3 volt dan untuk mendapatkan putaran tinggi maka terminal input diberi tegangan yang tinggi maksimal 12 volt. Untuk dapat mengendalikan perputaran motor DC, maka kita harus membuat tegangan output yang bervariasi (dapat diatur mulai dari 0 volt hingga tegangan maksimum secara linear).

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan terminal motor VTM. Metode lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa atau *Pulse Width Modulation* (PWM).

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah salah satu teknik untuk mengatur kecepatan motor DC yang umum digunakan. Dengan menggunakan PWM kita dapat mengatur kecepatan yang diinginkan dengan mudah. Teknik PWM untuk pengaturan kecepatan motor adalah, pengaturan kecepatan motor dengan cara merubah-ubah besarnya *duty cycle* pulsa. Pulsa yang berubah ubah *duty cycle*-nya inilah yang menentukan kecepatan motor. Besarnya *amplitudo* dan *frekuensi* pulsa adalah tetap, sedangkan besarnya *duty cycle* berubah-ubah sesuai dengan kecepatan yang diinginkan, semakin besar *duty cycle* maka semakin cepat pula kecepatan motor, dan sebaliknya semakin kecil *duty cycle* maka semakin pelan pula kecepatan motor. Sebagai contoh bentuk pulsa yang dikirimkan adalah seperti pada gambar 2.6, pulsa kotak dengan *duty cycle* pulsa 50%. Sedangkan sebagai contoh bentuk pulsa PWM adalah seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pulsa dengan duty cycle 50% (Hendrik)

Pada gambar 2.6, semakin besar *duty cycle* pulsa kotak, maka semakin lama pula posisi logika *high*. Jika motor diatur agar berjalan ketika diberi logika

high, maka jika memberi pulsa seperti pada gambar 2.6 diatas, maka motor akan berada pada kondisi “nyala-mati-nyala-mati” sesuai dengan bentuk pulsa tersebut. Semakin lama motor berada pada kondisi “nyala” maka semakin cepat pula kecepatan motor tersebut. Motor akan berputar dengan kecepatan maksimum jika mendapat pulsa dengan *duty cycle* 100%. Dengan kata lain motor mendapat logika *high* terus menerus.



Gambar 2.7 Pulsa PWM (Hendrik)

Dengan mengatur besarnya *duty cycle* pulsa kotak yang dikirimkan, kita dapat mengatur banyaknya logika high yang diberikan pada motor, dengan kata lain mengatur lamanya waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa. Jika lamanya waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa ini berubah maka kecepatan putaran motor juga akan berubah, sesuai dengan *duty cycle* atau waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa.

Duty cycle adalah perbandingan antara lebar pulsa *high* dengan siklus periode kemudian dikali dengan 100. (Hendrik : 2013)

$$Duty Cycle = \frac{\text{Lebar pulsa high}}{\text{Siklus periode}} \times 100 \dots\dots\dots(2.2)$$

Ilustrasi dari sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*), Motor akan berputar selama lebar pulsa *high*. Dan tidak akan berputar selama lebar pulsa *low*. Pada

gambar 2.6 diketahui *duty cycle* adalah 50%, artinya kecepatan motor hanya akan berputar 50% dari kecepatan penuh. Begitu juga pada gambar 2.7 *duty cycle* adalah 100%, artinya kecepatan motor hanya akan berputar 100% dari kecepatan penuh. Dengan demikian kecepatan motor dapat dikontrol. Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa jika dikehendaki kecepatan penuh maka diberi lebar pulsa *high* secara konstan. Jika dikehendaki kecepatan bervariasi maka diberikan pulsa yang lebar *high* dan *low*-nya bervariasi kecepatan perputaran motor dinyatakan dalam *rotation per minute (rpm)* atau dapat diartikan sebagai jumlah putaran dalam satu menitnya. Kecepatan motor DC berbanding terbalik dengan *torsi* yang dihasilkannya. Torsi pada motor DC dapat diartikan dengan perbandingan daya kerja motor DC P (watt) dengan kecepatan perputarannya (rpm).

$$= \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots(2.3)$$

Torsi motor juga dapat didefinisikan sebagai aksi dari suatu gaya pada motor F yang dapat mempengaruhi beban untuk ikut bergerak pada jarak tertentu.

$$= F \times r \dots\dots\dots(2.4)$$

Pengontrolan motor DC atau motor Listrik secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Mengontrol kecepatan putaran motor,
2. Merubah arah putaran motor
3. Star/stop motor

2.3 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam *arduino* memiliki *prosesor Atmel AVR* dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri (David Cuartelles 2007).

2.3.1 Arduino Uno

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. *IDE* adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload kedalam *memory microcontroller*. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan praktisi/professional dengan menggunakan *Arduino*. Selain itu, juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan *Arduino*. *Arduino* berevolusi menjadi sebuah *platform* karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.

Kelebihan *Arduino Uno*:

- a. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya.

- b. Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer.
- c. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software Arduino* dilengkapi dengankumpulan *library* yang cukup lengkap.
- d. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board Arduino*. Misalnya *shield GPS, Ethernet, SD Card, dll*.

Komponen utama dalam papan *Arduino* adalah sebuah *microcontroller 16 bit* dengan merk *UNO* yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan *Arduino* menggunakan tipe *UNO* yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh *Arduino Uno* menggunakan *ATmega8535L* sedangkan *Arduino Mega 2560* yang lebih canggih menggunakan *ATmega2560*. Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah *microcontroller*. Diagram blok sederhana dari *microcontroller ATmega8535L* (dipakai pada *Arduino Uno*).

Blok-blok pada dibawah dijelaskan sebagai berikut:

- a. 2KB RAM pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
- b. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- c. 32KB RAM flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga

menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.

- d. *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari *microcontroller* untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- e. 1KB *EEPROM* bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan *Arduino*.
- f. Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.

2.3.2 Bagian-bagian Papan Arduino Uno

Dengan mengambil contoh sebuah papan Arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.8 Papan Arduino Uno (Massimo,dkk)

a. 14 pin *input/output* digital (0-13)

Berfungsi sebagai *input* atau *output*, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin analog *output* dimana tegangan *output*-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin *output* analog dapat diprogram antara 0-255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5V.

b. USB

Berfungsi untuk:

- a. Memuat program dari komputer ke dalam papan
- b. Komunikasi serial antara papan dan komputer
- c. Memberi daya listrik kepada papan

c. Sambungan SV1

Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

d. Tombol *Reset* S1

Untuk me-*reset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol *reset* ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan *microcontroller*.

e. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*)

Jika *microcontroller* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim

kepada *microcontroller* agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya.

Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali/detik (16 MHz).

f. *In-Circuit Serial Programming (ICSP)*

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroller* secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

g. X1 – sumber daya eksternal

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

h. IC 1 – *Microcontroller Atmega*

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

i. 6 pin *input* analog (0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin *input* antara 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5V.

2.3.3 Software Arduino

Software Arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- a. *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.

- b. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino.
- c. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.

Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

File instalasi *software* Arduino dapat diperoleh pada alamat situs web di bawah ini yang tersedia untuk sistem operasi *Windows*, *Mac* dan *Linux* <http://arduino.cc/en/Main/Software>. File instalasi ini berbentuk kompresi. Untuk menjalankan *software-software* Arduino maka file tersebut harus diekstrak ke dalam sebuah direktori. Beberapa *software* Arduino ditulis menggunakan bahasa pemrograman Java termasuk IDE-nya, sehingga ia tidak perlu diinstal seperti *software* pada umumnya tapi dapat langsung dijalankan selama komputer Anda telah terinstall Java runtime. IDE ini bisa langsung digunakan untuk membuat program namun untuk saat ini belum bisa dipakai untuk berkomunikasi dengan papan Arduino karena *driver* harus diinstal terlebih dahulu.

2.4 Joystick Playstation 2 Wireless

Controller adalah antarmuka pengguna utama untuk *PlayStation* Standar *PSX controller* memiliki 14 tombol, diantaranya adalah :

1. Start dan Select tombol ditengah atas
2. 4 tombol diatur sebagai directional pad dikiri atas
3. 2 tombol aksi disebelah kiri depan
4. 4 tombol aksi dikanan atas
5. 2 tombol aksi disebelah kanan depan

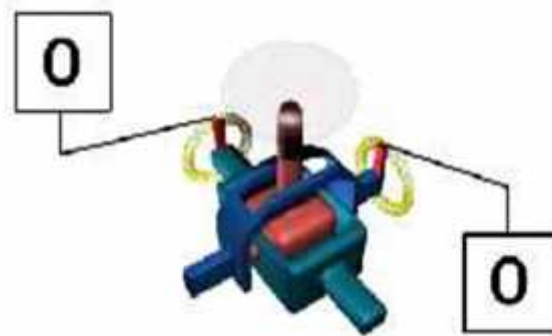


Gambar 2.9 Joystick PS2 (Ralph H : 1967)

Meskipun masing-masing tombol dapat dikonfigurasi untuk melakukan tindakan tertentu dan tersendiri, tombol-tombol tersebut bekerja pada prinsip yang sama. Pada dasarnya, setiap tombol adalah sebuah saklar yang melengkapi rangkaian ketika ditekan. Sebuah disklogam kecil dibawah tombol ditekan ke dalam kontak dengan dua potongan bahan konduktif pada papan sirkuit pada *controller*. Sementara disklogam dalam kontak, menghantarkan listrik antara dua potongan. *Controller* merespon bahwa sirkuit tertutup dan mengirim data ke

PSX. CPU membandingkan data dengan instruksi dalam perangkat lunak game untuk tombol itu, dan memicu respon yang tepat. Ada juga disklogam di bawah masing-masing lengan *directional pad* berdasarkan posisi *joystick*.

Dengan memonitor output dari setiap potensio meter, PSX dapat menentukan sudut yang tepat dimana *joystick* ditahan, dan memicu respon yang tepat berdasarkan sudut itu. Dalam game yang mendukung *joystick analog*, fitur *analog* seperti ini memungkinkan untuk kontrol yang menakjubkan pada permainan.



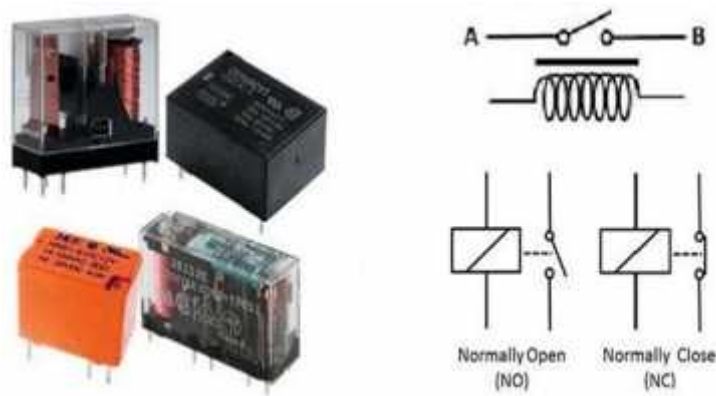
Gambar 2.10 Potensio meter (*Variabel Resistor*) pada *Joystick PS2*

(Ralph H : 1967)

Fitur lain dari *Dual Shock controller* adalah umpan balik yang dapat dirasakan. Fitur ini menyediakan rangsangan taktil untuk tindakan tertentu dalam permainan. Misalnya, dalam permainan balap, anda mungkin merasa getaran menggelegar seperti membanting mobil anda kedinding. Umpan balik ini sebenarnya dicapai melalui penggunaan perangkat yang sangat umum, motor listrik sederhana.

2.5 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar atau switch yang dioperasikan menggunakan listrik (Joseph Heary : 1835). *Relay* juga biasa disebut komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnetik dan saklar atau mekanikal. Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi.



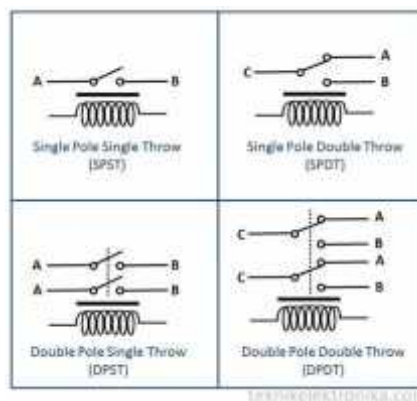
Gambar 2.11 Relay dan Simbol Relay (Joseph Heary : 1835)

2.5.1 Pole dan Throw pada Relay

Relay merupakan salah satu jenis saklar maka istilah pole dan throw yang dipake dalam saklar juga berlaku pada relay. *Pole* yaitu banyaknya kontak yang dimiliki oleh sebuah relay sedangkan *throw* yaitu banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak. Berdasarkan pengolongan jumlah *pole* dan *throw*-nya sebuah *relay*, maka *relay* dapat digolongkan menjadi :

- a. *Single Pole Single Throw* yaitu relay memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminal untuk coil.

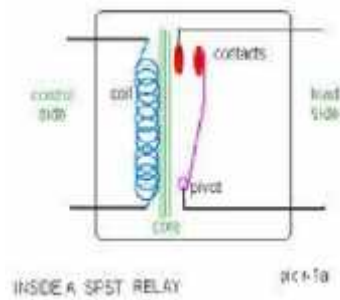
- b. *Single Pole Double Throw* yaitu relay memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminal untuk coil.
- c. *Double Pole Single Throw* yaitu relay memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar lainnya untuk coil. Relay ini dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 coil.
- d. *Double Pole Double Throw* yaitu relay yang memiliki terminal sebanyak 8, diantaranya 6 terminal yang merupakan 2 pasang relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 coil. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil.



Gambar 2.12 Relay berdasarkan *Pole* dan *Throw* (Joseph Heary : 1835)

2.5.2 Prinsip Kerja Relay

Ada 2 buah rangkaian listrik yaitu rangkaian elektromagnetik dan rangkaian beban. Rangkaian elektromagnetik terdiri dari saklar, sumber arus searah atau batrerei dan sebuah kumparan atau lilitan kawat penghantar. Sementara rangkaian terdiri dari sumber arus beban VDC maupun VAC, sebuah kontak dan sebuah beban. Diantara kedua rangkaian ini dipasang sebuah jangkar besi lunak.



Gambar 2.13 Prinsip kerja Relay (Joseph Heary : 1835)

2.6 Baterai Control Unit (BCU)



Gambar 2.14 Battery Control Unit (Pahlevi, Reza : 2014)

Gambar 2.14 merupakan BCU. BCU adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Solar charge controller menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Solar panel 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya *di-charge* pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

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

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

Untuk membeli *solar charge controller* yang harus diperhatikan adalah:

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

Seperti yang telah disebutkan di atas *solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel sel surya berhenti.

Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

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

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

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat penelitian

Waktu yang dibutuhkan dalam perancangan dan penelitian pada tanggal 2 Mei 2018 sampai 9 Mei 2018. Tempat uji alat di Lapangan Sepak Bola Hertasing.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini diperlukan sejumlah alat dan bahan untuk merakit alat. Adapun alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 alat yang digunakan

No	Alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Tang	Lancip,kombinasi,dankupas.	1	Buah	-
2	Palu	-	1	Buah	-
3	Obeng	Plus dan Minus	1	Buah	-
4	Pipa	12	3	Buah	-
5	Bor Listrik	-	1	Buah	-
6	Mata Bor	10	1	Buah	-

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan

No.	Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Panel Sel Surya	50 WP	1	Buah	-
2	Aki/Baterai	100 Ah	1	Buah	-
3	BCU	-	1	Buah	-
4	Arduino Uno		1	Buah	-
5	Motor DC	Gearbox	2	Buah	-
6	Joystick PS2	-	1	Buah	-
7	Driver Motor DC	-	1	Buah	-
8	Kabel Fimale to Male	-	1	Buah	-
9	Lux Meter	-	1	Buah	-
10	Volt meter dan Ampere meter Analog	VDC	1	Buah	-
11	Tachometer Contact	Motor RPM	1	Buah	-

3.3 Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian dan perancangan prototipe mesin pemotong rumput menggunakan solar cell, yaitu :

1. Studi pendahuluan

Mengadakan bimbingan dengan dosen pembimbing mengenai judul dan topik pembahasan yang diarahkan untuk dapat merancang mesin pemotong rumput menggunakan solar cell.

2. Metode Pengumpulan Data

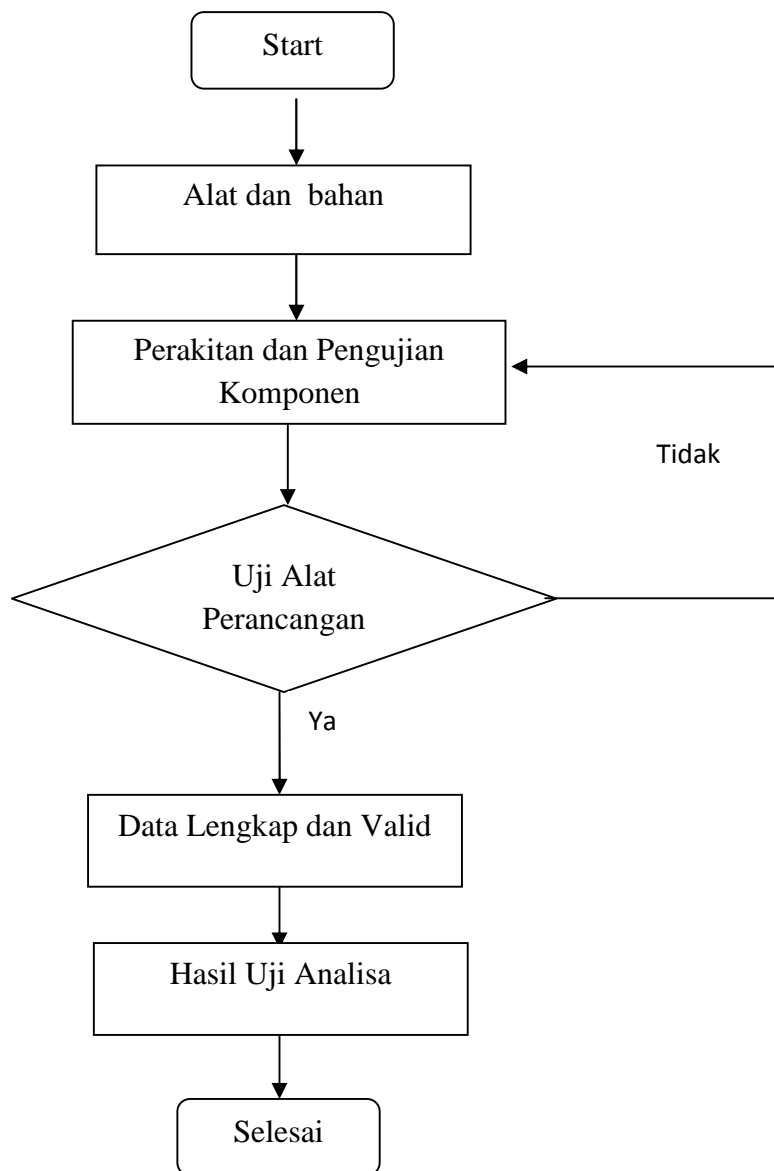
Metode pengumpulan data yaitu studi kepustakaan dengan pengumpulan data-data dengan cara membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur dan melakukan observasi. Hasil dari pengumpulan data ini digunakan sebagai literatur untuk data penelitian.

3. Pengumpulan alat dan bahan

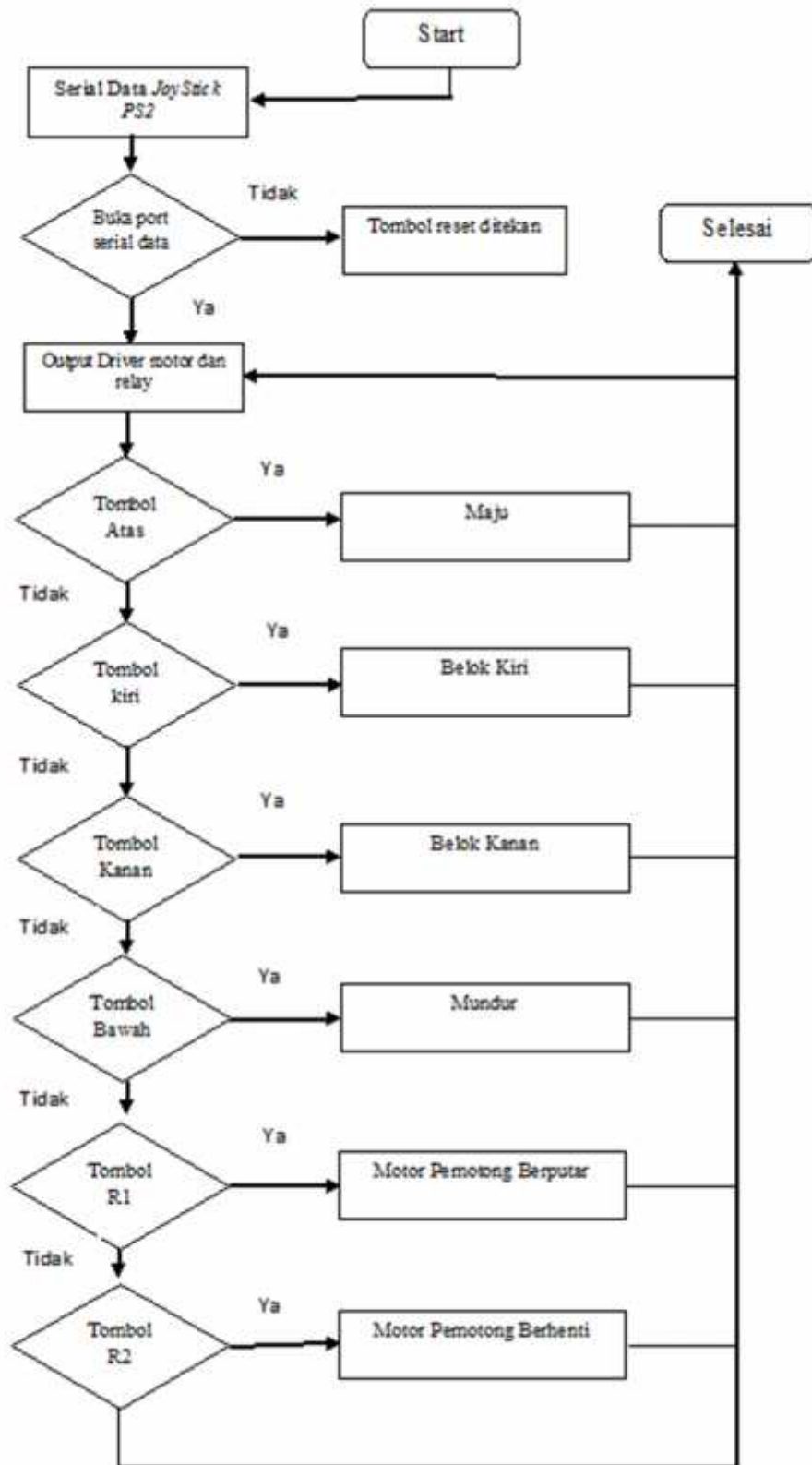
Mengumpulkan alat dan bahan dalam pembuatan alat mesin pemotong rumput menggunakan solar sell.

4. Tahap Perancangan

Dalam perancangan alat tugas akhir ini memiliki dua tahap yaitu merancang panel surya dan perancang sistem *remote control*.



Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Alat



Gambar 3.2 flowchart sistem Program *remote* kontrol *Joystick PS2*

Pada awal pemrograman serial data *joystick ps2* dimasukkan dalam program dan memasukkan port serial data yang akan digunakan dalam arduino. Sebelum melakukan pengimputan output. Port serial data dicek apakah terjadi eror. Jika eror maka tombol reset ditekan dan mengecek ketikan dalam program. Jika tidak terjadi eror maka dilanjutkan program output driver motor. Setelah itu dilakukan program tombol stick. Jika tombol atas ditekan benar maka maju, jika tombol atas tidak ditekan cek tombol kiri. Jika tombol kiri benar maka belok kiri, jika tombol kiri tidak ditekan cek tombol kanan. Jika tombol kanan ditekan benar maka belok kanan, jika tombol kanan tidak ditekan maka cek tombol bawah. Jika tombol bawah ditekan benar maka mundur, jika tombol bawah tidak ditekan maka cek tombol R1. Jika tombol R1 ditekan benar maka motor pemotong berputar, jika tombol R1 tidak ditekan maka cek tombol L1. Jika tombol L1 ditekan benar maka motor pemotong berhenti, jika tombol L1 tidak ditekan maka perintah selesai atau kembali ke output driver motor dan relay dan melakukan perintah tombol lagi.

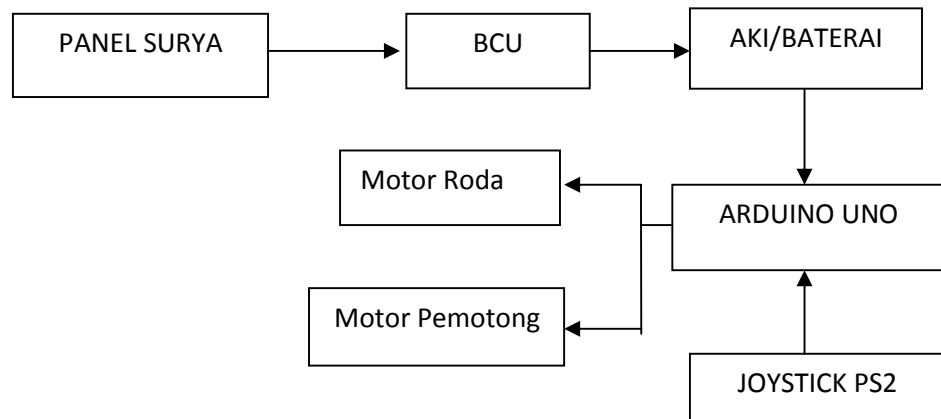
5. Pengujian alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja pada panel dan *remote joystick ps2 wereles* pada mesin pemotong rumput.

6. Analisa Data

Menganalisa data daya yang dihasilkan pada panel surya dan kecepatan putaran motor pemotong pada mesin.

3.4 Blok diagram rangkaian



Gambar 3.3 blok diagram rangkaian mesin pemotong rumput

Alat untuk merancang panel surya sebagai energi mesin pemotong rumput yaitu :

1. Solar cell

Solar cell yang digunakan disini bertipe MY SOLAR dengan *maximum power* sampai 10 W, tegangan yang dihasilkan bisa sampai 12 VDC.



Gambar 3.4 Panel Surya (Armand10 : 2011)

2. Baterai Control Unit

Baterai Control Unit atau bisa disebut BCU sebagai mengontrol dan penyearah tegangan yang dihasilkan panel yang kemudian dihubungkan ke Aki.



Gambar 3.5 BCU (Armand10 : 2011)

3. Aki / Baterai

Baterai atau aki yang digunakan bertipe Panasonic 28D26R-N7.2 yang memiliki tegangan 12 V dan bisa digunakan 7.2 Ah.



Gambar 3.6 AKI / Baterai (Armand10 : 2011)

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

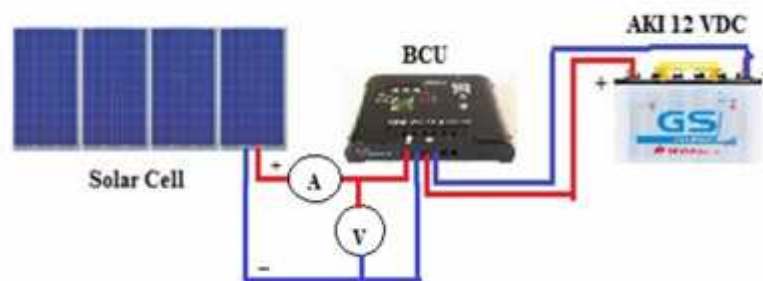
4.1. Pembahasan

Hasil perancangan alat yang dirancang sesuai dengan yang diharapkan yaitu *prototipe* mesin pemotong rumput dengan sumber energi listrik berasal dari sel surya dengan pengontrolan mesin dari alat *stick ps wereles* agar alat dapat dikontrol dari jarak jauh.

Ada dua tahap yang dilakukan dalam membuat perancangan alat pemotong rumput menggunakan *solar cell* yaitu merancang panel surya dan membuat sistem kontrol *remote* alat.

4.2 Pembangkit Listrik Tenaga Matahari

Untuk merancang alat pembangkit listrik tenaga matahari yaitu memodifikasi sebuah *solar sell*. Memodifikasi sebuah *solar cell* menggunakan alat seperti *solar cell 10 W*, *BCU 30 Ampere*, *Aki 12 VDC / 7.2 Ah*, *Voltmeter Analog*, dan *Amperemeter analog*.



Gambar 4.1 Rangkaian Panel Surya Tanpa Beban (Armand10 : 2011)

Pada gambar 4.1 diatas yaitu langkah pertama merancang panel adalah kabel panel surya dihubungkan ke BCU dimana BCU sebagai peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah dan kelebihan pengisian ke baterai. Untuk pengujian arus yang dihasilkan panel, alat ukur volt dan ampere meter dijamper ke kabel panel surya. Setelah diinstalasi kabel panel surya ke BCU, dinstalasi juga kabel dari BCU ke baterai karena baterai dapat menyimpan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak langsung digunakan oleh beban. Dalam pemasangan kabel pada panel ke BCU dan BCU ke baterai harus diperhatikan kabel yang phasa (+) dan kabel netral (-) agar tidak terjadi kerusakan pada alat pembangkit tersebut.

Pada dasarnya setiap alat yang dirancang harus terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui seberapa besar kinerja dan optimasi daya keluaran alat. Pengujian dilakukan setelah rangkaian selesai dipasang dengan benar. Alat uji dipasang dengan membuat kabel jamper dari panel surya ke BCU (*Bateray Control Unit*).

4.3 Pengujian Alat Panel Surya

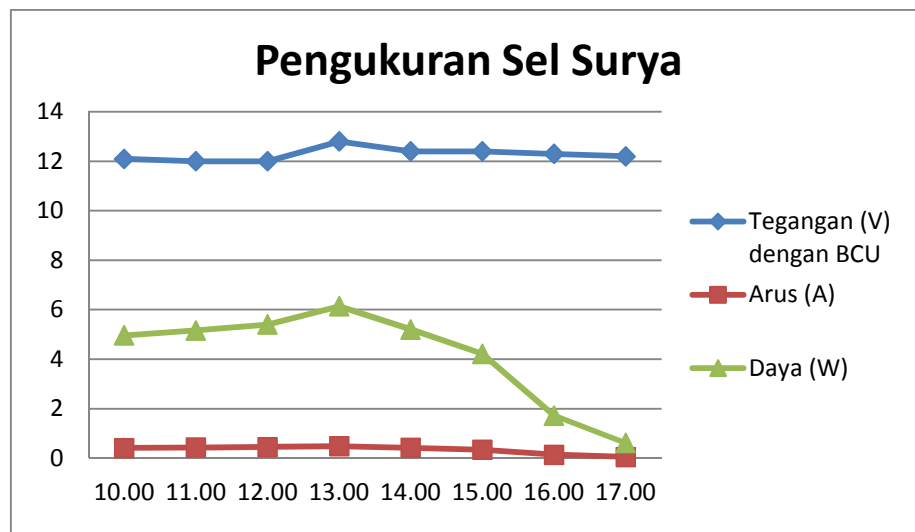
Pengujian alat yang pertama dilakukan dengan membandingkan tegangan yang dihasilkan panel surya dengan mengukur tegangan panel ke BCU, setelah dilakukan pengujian untuk mengetahui daya yang dihasilkan panel surya dengan mengukur tegangan dan arus pada panel surya. Hasil pengukuran dapat dilihat dari tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data pengukuran tegangan, arus dan daya panel surya pada tanggal 3 september 2018

Waktu Pengukuran	Intensitas Cahaya (lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	47000	12,1	0,41	4,96
11.00	6000	12	0,43	5,16
12.00	5400	12	0,45	5,4
13.00	49700	12,8	0,48	6,14
14.00	41700	12,4	0,42	5,2
15.00	6800	12,4	0,34	4,21
16.00	7000	12,3	0,14	1,72
17.00	2300	12,2	0,05	0,61
Rata-rata	20737,5	12,27	0,34	4,17

Pada tabel 4.1 pengukuran tegangan, arus dan daya dilakukan pada pukul 10.00 sampai pukul 17.00. pada pukul 10.00 intensitas cahaya yang dihasilkan 47000 lux dengan tegangan dihasilkan panel 12,1 volt. Puncak tegangan yang dihasilkan panel surya terjadi pada pukul 13.00 dimana tegangan adalah 12,8 volt dan nilai intensitas cahaya dihasilkan 49700. Setelah itu intensitas cahaya yang diterima panel surya terus menurun begitupun tegangan yang dihasilkan panel. Dari data tabel dapat dirata-ratakan yang dihasilkan oleh panel surya dengan rata-rata tegangan yang dihasilkan 12,27 Volt sedangkan rata-rata arus yang dihasilkan 0,34 Ampere dan rata-rata daya 4,17 Watt.

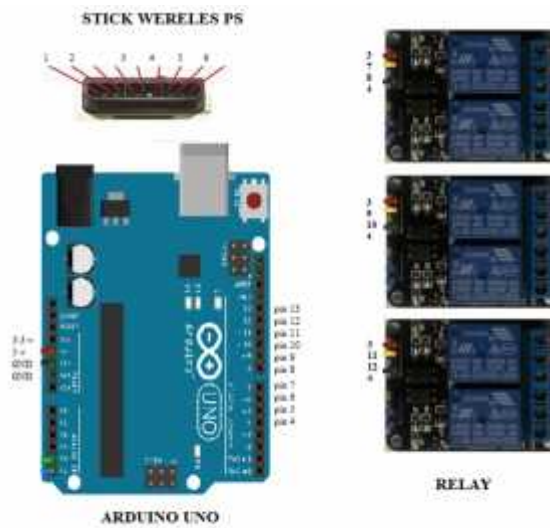
Dari hasil pengukuran, panel surya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik pada mesin pemotong rumput karena mesin pemotong rumput menggunakan tegangan 12 VDC. Data tabel 4.1 dapat dilihat perubahan dalam sebuah grafik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik pengukuran tegangan, arus dan daya

4.4 Sistem Remote Mesin Pemotong Rumput

Dalam rancangan mesin pemotong rumput digunakan sistem *remote* jarak jauh dengan menggunakan *joystick ps2 wereles*. Agar dapat *stick ps* difungsikan, digunakan sebuah *arduino* dan *relay* yang berfungsi untuk meggerakkan motor pengerak mesin dan motor pemotong rumput. Aplikasi pengontrolan mesin pemotong rumput agar mesin bisa dikontrol dari jarak jauh.



Gambar 4.3 Rangkaian sistem kontrol joystick PS2 dan Relay (Purwo :2016)

Pada gambar 4.3 dapat dilihat keterangan alur rangkaian *Joystick* dan relay ke arduino pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Keterangan rangkaian pengontrol remote

NO.	Arduino	Stick PS	Relay
1	pin 12	Data	
2	pin 11	Data	
3	5 v	Vcc	vcc
4	GND	Gnd	gnd
5	pin 10	Data	
6	pin 13	Data	
7	pin 4		in 1
8	pin 5		in 2
9	pin 6		in 3
10	pin 7		in 4
11	pin 8		in 5
12	pin 9		in 6

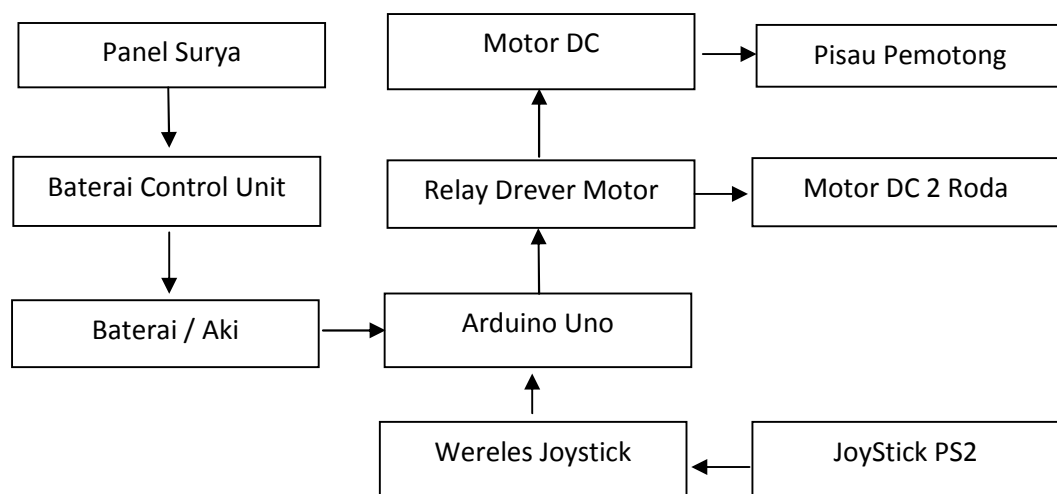
Langkah pertama dalam pengendalian *remote* pada mesin pemotong rumput yaitu menginstalasi semua kabel dari arduino uno ke *remote* dan *relay*

sesuai pada data tabel 4.2. Dalam penginstalan harus teliti agar tidak terjadi kerusakan pada arduino uno. Seperti pada *remote stick ps*, data-data dari stick dihubungkan ke kaki pin 11,12,10, dan 13 arduino uno. Sedangkan in 1 sampai in 6 yang terdapat pada *relay* dihubungkan ke kaki pin 4 sampai pin 9. Vcc dan gnd pada stick ps dan *relay* dijamper kemudian dihubungkan ke kaki 5 v dan gnd arduino.

Setelah langkah pengintalan kabel pada alat, kabel data arduino dihubungkan ke laptop untuk melakukan pengisian program (terlampir) pada arduino sehingga pengontrolan *remote* pada mesin pemotong rumput dapat dilakukan.

4.5 Sistem Pemotong Rumput Tenaga Surya Menggunakan Remote

Pada sistem pemotongan rumput menggunakan *remote joystick PS2 werelles* yaitu menghubungkan panel surya sebagai sumber energi dengan rangkaian *remote*.



Gambar 4.4 Desain sistem pemotong rumput tenaga surya dengan Joystick

Pada gambar 4.4 dapat dilihat panel surya yang dihubungkan ke *baterai control unit* agar energi listrik yang dihasilkan panel surya dapat disimpan ke baterai dan disuplai energi ke arduino. *Remote stick ps* memberikan sinyal perintah ke *wereles stick* yang diterima ke arduino uno untuk memerintahkan relay dalam menjalankan motor roda mesin dan motor pemotong mesin. Sehingga mesin dapat dikontrol dari jarak jauh dengan menggunakan *remote stick ps*.

4.6 Analisa Pengujian Alat

Setelah melakukan perancangan panel surya dan sistem kontrol *remote* pada mesin dilakukan pengujian alat dilapangan sepak bola Hertasning, Makassar untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian ini, beban yang digunakan tegangan 12 VDC sehingga tidak membutuhkan rangkaian penaik tegangan dikarenakan panel surya menghasilkan tegangan 12 VDC. Pengujian dilakukan untuk mengetahui lama pemakaian alat saat melakukan pemotongan rumput dengan sistem pengontrolan alat dengan menggunakan *Stick ps* dan *arduino*. Waktu pengujian dilakukan pada tanggal 8 Mei 2018 dilapangan sepakbola Hertasning.

Tabel 4.3 data penelitian intensitas cahaya terhadap kecepatan putar motor DC pada tanggal 5 september 2018

Waktu pengukuran	Intensitas Matahari (lux)	Tegangan Panel (V)	Putaran Motor Pemotong (Rpm)
12.00	53200	12,8	1299
13.00	47800	12,5	1298

14.00	43500	12,4	1202
15.00	15000	12,3	1130
16.00	6400	12,2	984
17.00	2500	12,2	703

Data penelitian yang ditunjukkan pada tabel 4.3 dengan menggunakan alat luxmeter memberikan informasi bahwa pemotongan rumput dengan intensitas cahaya 53200 lux pada panel menghasilkan kecepatan putaran motor DC pemotong sampai 1299 rpm dengan tegangan pada panel 12,8 VDC. Faktor ini menandakan pengaruh cahaya matahari yang diterima pada panel surya mempengaruhi putaran motor pemotong. Dan dapat disimpulkan pula lama pemakaian mesin pemotong rumput tergantung pada kondisi sinar matahari yang terkadang ditutupi oleh awan, dikarenakan kondisi cuaca dapat mempengaruhi cahaya matahari yang diterima oleh panel surya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada perancangan ini adalah:

1. Penelitian mesin pemotong rumput menghasilkan intensitas cahaya 53200 lux dengan kecepatan motor pemotong mesin 1299 rpm dan tegangan panel 12,8 VDC.
2. Untuk sistem kontrol mesin pemotong menggunakan *stik ps* dengan pengontrolan menggunakan *mikrokontroler arduino* untuk memerintahkan *relay* penggerak mesin dan motor pemotong berfungsi ketika *stik ps* memberikan sinyal.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan untuk melakukan penelitian lebih lanjut, yaitu:

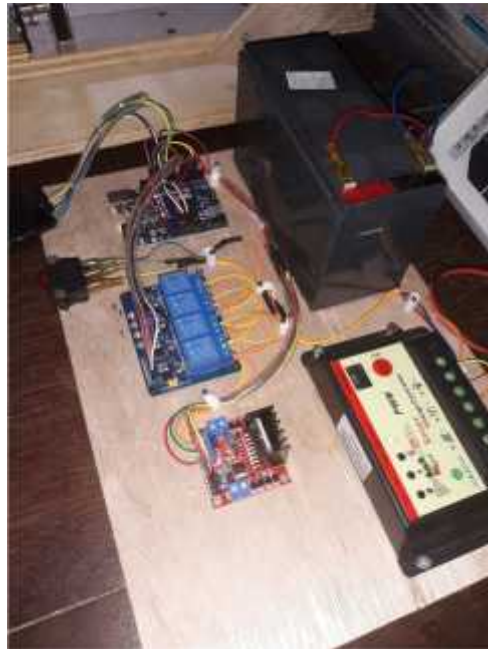
1. Perancangan ini masih memiliki batas waktu kegunaan dan jarak yang masih pendek dalam melakukan pemotongan rumput.
2. Sebaiknya dalam perancangan selanjutnya memodifikasi mesin pemotong rumput yang bisa digunakan dalam segala tempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto Heri. 2015. *Pemrograman mikrocontroller AVR Atmega 16 Menggunakan Bahasa C*. Bandung : Informatika
- Budiarto Widodo, Firmansya Sigit. 2010. *Elektronika Digital + Mikroprosesor*. Yogyakarta : CV Andi.
- Endra P, Desain, *Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. - Yogyakarta : Andi, 2006.
- Kusuma, dewi sri, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan* . - Bandung , 2010.
- Muhida R, dkk. (2011). Sistem Kecerdasan Fuzzy Untuk Penyiram Tanaman Menggunakan Tenaga Surya,. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*. Vol.02 No.2, pp 65-72
- Muslim, H. Soepari. 2008. *Teknik Pembangkit Listrik, Jilid 1,2 dan 3*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Nikola, K. *Teori Logika Fuzzy*. - Jakarta, 2007.
- Pahlevi, Reza (2014). *Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan intensitas tenaga surya*. Skripsi. Universitas muhammadiyah Surakarta.
- Stevenson, William Jr. 1984 *Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I DOKUMENTASI



Gambar 1 Perakitan *Joystick PS2* ke panel surya



Gambar 2 Perakitan rangkaian alat ke rangka



Gambar 3 Ukuran mesin pemotong rumput



Gambar 4 Pengisian baterai mesin pemotong rumput

LAMPIRAN II

Listing Program *JoyStick PS2 Weres* di Arduino

```
#include <PS2X_lib.h>           //for v1.6 pemanggilan fungsi joystick

#define drivermotor_ENA 6      //pin 6 sebagai rpm driver motor pemotong
#define n1 2                   //pin 2 sebagai n1 driver motor pemotong
#define n2 3                   //pin 3 sebagai n2 driver motor pemotong

PS2X ps2x;                    // buat Kelas Pengontrol PS2

//sekarang, perpustakaan TIDAK mendukung pengontrol yang dapat di-pluggable, artinya
// Anda harus selalu me-restart Arduino Anda setelah Anda menghubungkan controller,
// atau panggil config_gamepad (pin) lagi setelah menghubungkan pengontrol.

int error = 0;
byte type = 0;
byte vibrate = 0;
int LY, LX, RY, RX, LYold, LXold, RYold, RXold;

int relay4 = 4;                // relay 4 berada pada pin 4
int relay5 = 5;                // relay 5 berada pada pin 5
int relay6 = 8;                // relay 6 berada pada pin 8
int relay7 = 9;                // relay 7 berada pada pin 9

void setup(){
  Serial.begin(57600); // komunikasi arduino dengan komputer
```

```

//perubahan for v1.6 HERE!!! *****PAY ATTENTION*****

error = ps2x.config_gamepad(13,11,10,12, false, false); // pengaturan pin dan pengaturan:
GamePad (jam, perintah, perhatian, data, Tekanan?, Rumble?) memeriksa kesalahan

if(error == 0){
    Serial.println("Found Controller, configured successful");
}

else if(error == 1)

    Serial.println("No controller found, check wiring, see readme.txt to enable debug. visit
www.billporter.info for troubleshooting tips");

else if(error == 2)

    Serial.println("Controller found but not accepting commands. see readme.txt to enable debug.
Visit www.billporter.info for troubleshooting tips");

else if(error == 3)

    Serial.println("Controller refusing to enter Pressures mode, may not support it. ");

//Serial.print(ps2x.Analog(1), HEX);

type = ps2x.readType();
switch(type) {
case 0:
    Serial.println("Unknown Controller type"); // menampilkan nilai sensor yang disimpan
    break;
case 1:

```

```

Serial.println("DualShock Controller Found"); // menampilkan nilai sensor yang disimpan
break;
case 2:
Serial.println("GuitarHero Controller Found"); // menampilkan nilai sensor yang disimpan
break;
case 3:
Serial.print("Wireless Sony DualShock Controller found "); // menampilkan nilai sensor yang
disimpan
break;
}

pinMode(relay4, OUTPUT); // relay pin 4 sebagai output
pinMode(relay5, OUTPUT); // relay pin 5 sebagai output
pinMode(relay6, OUTPUT); // relay pin 6 sebagai output
pinMode(relay7, OUTPUT); // relay pin 7 sebagai output
delay(1000);

digitalWrite(relay4, HIGH); // relay pin 4 diberi tegangan 5v
digitalWrite(relay5, HIGH); // relay pin 5 diberi tegangan 5v
digitalWrite(relay6, HIGH); // relay pin 6 diberi tegangan 5v
digitalWrite(relay7, HIGH); // relay pin 7 diberi tegangan 5v

pinMode(drivermotor_ENA, OUTPUT); // rpm driver motor sebagai output

pinMode(n1, OUTPUT); // n1 motor pemotong sebagai output
pinMode(n2, OUTPUT); // n2 motor pemotong sebagai output
}

```

```

void loop()

{

  ps2x.read_gamepad(false, vibrate);      // baca pengontrol dan setel motor besar untuk berputar
dengan kecepatan 'getar'

  if(ps2x.ButtonPressed(PSB_PAD_UP))      // tombol ATAS akan BENAR jika tombol itu
HANYA ditekan

  {

    Serial.println("PAD_UP just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor

    digitalWrite(relay4, HIGH);           // relay 4 motor roda kanan maju menyala

    digitalWrite(relay5, LOW);            // relay 5 motor roda kanan maju mati

    digitalWrite(relay6, HIGH);           // relay 6 motor roda kiri maju menyala

    digitalWrite(relay7, LOW);            // relay 7 motor roda kiri maju mati

  }

  if(ps2x.ButtonReleased(PSB_PAD_UP))     // tombol ATAS akan BENAR jika tombol itu
TIDAK ditekan

  {

    Serial.println("PAD_UP just released"); // tampilan kata pada serial monitor

  }

  if(ps2x.ButtonPressed(PSB_PAD_DOWN))    // tombol BAWAH akan BENAR jika
tombol itu HANYA ditekan

  {

    Serial.println("PAD_DOWN just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor

    digitalWrite(relay5, HIGH);           // relay 5 motor roda kanan mundur menyala

    digitalWrite(relay4, LOW);            // relay 4 motor roda kanan mundur mati

    digitalWrite(relay7, HIGH);           // relay 7 motor roda kiri mundur menyala

    digitalWrite(relay6, LOW);            // relay 6 motor roda kiri mundur mati

  }

}

```

```

    }

    if(ps2x.ButtonReleased(PSB_PAD_DOWN))          //will be TRUE if button was JUST pressed
    {
        Serial.println("PAD_DOWN just released"); // tombol BAWAH akan BENAR jika tombol itu
        TIDAK ditekan

    }

    if(ps2x.ButtonPressed(PSB_PAD_LEFT))          // tombol KIRI akan BENAR jika tombol itu
    HANYA ditekan
    {
        Serial.println("PAD_LEFT just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
        digitalWrite(relay4, HIGH);              // relay 4 motor roda kanan maju menyala
        digitalWrite(relay5, LOW);                // relay 5 motor roda kanan maju mati
        digitalWrite(relay7, HIGH);               // relay 7 motor roda kiri mundur menyala
        digitalWrite(relay6, LOW);                // relay 6 motor roda kiri mundur mati
    }

    if(ps2x.ButtonReleased(PSB_PAD_LEFT))          // tombol KIRI akan BENAR jika tombol itu
    TIDAK ditekan
    {
        Serial.println("PAD_LEFT just released"); // tampilan kata pada serial monitor
    }

    if(ps2x.ButtonPressed(PSB_PAD_RIGHT))          // tombol KANAN akan BENAR jika
    tombol itu HANYA ditekan
    {
        Serial.println("PAD_RIGHT just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
        digitalWrite(relay5, HIGH);               // relay 5 motor roda kanan mundur menyala
        digitalWrite(relay4, LOW);                // relay 4 motor roda kanan mundur mati
    }

```

```

digitalWrite(relay6, HIGH);          // relay 6 motor roda kiri maju menyala
digitalWrite(relay7, LOW);           // relay 7 motor roda kiri maju mati
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_PAD_RIGHT)) //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("PAD_RIGHT just released"); // tampilan kata pada serial monitor
}

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_START))    //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("START just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_START))   //will be TRUE if button was JUST pressed
  Serial.println("START just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_SELECT))   //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("SELECT just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_SELECT))  //will be TRUE if button was JUST pressed
  Serial.println("SELECT just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_TRIANGLE)) //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("Triangle just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
  digitalWrite(relay4, HIGH);           // relay 4 motor roda kanan mundur menyala
  digitalWrite(relay5, HIGH);           // relay 5 motor roda kanan mundur menyala
  digitalWrite(relay6, HIGH);           // relay 6 motor roda kiri mundur menyala
}

```

```

digitalWrite(relay7, HIGH);          // relay 7 motor roda kiri mundur menyala
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_TRIANGLE)) //will be TRUE if button was JUST pressed
    Serial.println("Triangle just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_CIRCLE))   //will be TRUE if button was JUST pressed
{
    Serial.println("Circle just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
    analogWrite(drivermotor_ENA, 250); // maksimal 250 rpm motor pemotong

    analogWrite(n1, 0);                // motor pemotong mati = 0
    analogWrite(n2, 0);                // motor pemotong mati = 0
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_CIRCLE))   //will be TRUE if button was JUST pressed
    Serial.println("Circle just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_SQUARE))    //will be TRUE if button was JUST pressed
{
    Serial.println("Square just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
    analogWrite(drivermotor_ENA, 250); // maksimal 250 rpm motor pemotong

    analogWrite(n1, 0);                // motor pemotong mati = 0
    analogWrite(n2, 0);                // motor pemotong mati = 0
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_SQUARE))    //will be TRUE if button was JUST released
    Serial.println("Square just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_CROSS))     //will be TRUE if button was JUST pressed

```

```

{
  Serial.println("X just pressed");    // tampilan kata pada serial monitor
  digitalWrite(relay4, HIGH);
  digitalWrite(relay5, LOW);
  digitalWrite(relay6, HIGH);
  digitalWrite(relay7, LOW);
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_CROSS))    //will be TRUE if button was JUST released
  Serial.println("X just released");    // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_L1))       //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("L1 just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
  analogWrite(drivermotor_ENA, 250); // maksimal 250 rpm motor pemotong

  analogWrite(n1, 250);               // motor pemotong putar kanan = 250 rpm
  analogWrite(n2, 0);                 // motor pemotong putar kanan = 0
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_L1))      //will be TRUE if button was JUST released
  Serial.println("L1 just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_R1))       //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("R1 just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
  analogWrite(drivermotor_ENA, 250); // 250 rpm motor pemotong

  analogWrite(n1, 0);                 // motor pemotong putar kiri = 0
  analogWrite(n2, 250);               // motor pemotong putar kiri = 250 rpm
}

```



```

}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_R1))      //will be TRUE if button was JUST released
  Serial.println("R1 just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_L2))      //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("L2 just pressed");

  analogWrite(drivermotor_ENA, 250); // 250 rpm motor pemotong

  analogWrite(n1, 180);              // motor pemotong putar kanan = 180 rpm
  analogWrite(n2, 0);                // motor pemotong putar kanan = 0
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_L2))      //will be TRUE if button was JUST released
  Serial.println("L2 just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_R2))      //will be TRUE if button was JUST pressed
{
  Serial.println("R2 just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor
  analogWrite(drivermotor_ENA, 250); // 250 rpm motor pemotong

  analogWrite(n1, 0);                // motor pemotong putar kiri = 0
  analogWrite(n2, 180);              // motor pemotong putar kiri = 180 rpm
}

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_R2))      //will be TRUE if button was JUST released
  Serial.println("R2 just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_L3))      //will be TRUE if button was JUST pressed
  Serial.println("L3 just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor

```

```

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_L3))      //will be TRUE if button was JUST released

    Serial.println("L3 just released"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonPressed(PSB_R3))      //will be TRUE if button was JUST pressed

    Serial.println("R3 just pressed"); // tampilan kata pada serial monitor

if(ps2x.ButtonReleased(PSB_R3))      //will be TRUE if button was JUST released

    Serial.println("R3 just released"); // tampilan kata pada serial monitor

LY = (int) ps2x.Analog(PSS_LY);

LX = (int) ps2x.Analog(PSS_LX);

RY = (int) ps2x.Analog(PSS_RY);

RX = (int) ps2x.Analog(PSS_RX);

if(LX != LXold || LY != LYold)

{

    Serial.print("L Stick Values:");

    Serial.print(LY, DEC);

    Serial.print(",");

    Serial.println(LX, DEC);

}

if(RX != RXold || RY != RYold)

{

    Serial.print("R Stick Values:");

    Serial.print(RY, DEC);

    Serial.print(",");

    Serial.println(RX, DEC);

}

```

```
LYold = LY;
```

```
LXold = LX;
```

```
RYold = RY;
```

```
RXold = RX;
```

```
delay(20);
```

```
}
```