

RANCANG BANGUN MESIN LISTRIK PEMOTONG RUMPUT MENGGUNAKAN *CONTROL ARDUINO*

Sunardi^{1*}, Giovani Toldo², Aripin Triyanto³

¹Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: 1*dosen00856@unpam.ac.id, 2*dosen01315@unpam.ac.id,

(* : coressponding author)

Abstrak– Untuk pembersihan lahan dari tumbuhan rumput yang merimba disekitar lahan maka diperlu dilakukan pemotongan rumput. Maka penulis disini membuat protyep alat pemotong rumput menggunakan control Arduino. Pemotong rumput Arduino ini menggunakan motor DC untuk menggerakkan mata pisau. Kecepatan motor dc untuk pemotong rumput ini diatur oleh Driver L298N yang deprogram menggunakan Arduino uno yang dapat diatur kecepatannya menggunakan keypad. Metode dan prosedur yang digunakan yaitu, Pengamatan lapangan, Perencanaan, Pengumpulan bahan, pembuatan portotype, pembuatan program Arduino dan melakukan percobaan. Hasil pengujian dari penelitian ini menunjukkan bahwa prototype ini bekerja sesuai rancangannya, dimana jika manusia menggunakan alat ini maka akan lebih mudah mengatur kecepatan pemotong rumput itu sendiri dengan menekan keypad dengan otomatis akan muncul di LCD dengan batas PWM nys 225.

Kata Kunci: Prototype, Arduino, Driver Motor L298n, Motor DC

Abstract– For land clearing from grass plants that surround the land, it is necessary to cut the grass. So the author here makes a prototype of a lawn mower using an Arduino control. This Arduino lawn mower uses a DC motor to drive the blades. The speed of the dc motor for this lawn mower is regulated by the L298N Driver programmed using an Arduino uno which can be adjusted using the keypad speed. The methods and procedures used are, field observations, planning, collecting materials, making portotypes, making Arduino programs and conducting experiments. The test results from this study indicate that this prototype works according to its design, where if humans use this tool it will be easier to adjust the speed of the lawn mower itself by pressing the keypad and it will automatically appear on the LCD with a PWM limit of NYS 225.

Keywords: Prototype, Arduino, L298N Motor Driver, DC Motor

1. PENDAHULUAN

Memiliki suatu halaman yang luas mungkin merupakan kewajiban untuk merawatnya, hal itu berpengaruh pada biaya perawatan. Mengurus halaman berbanding lurus dengan luasnya. Rumput misalnya, banyak cara yang dapat dilakukan agar rumput bisa menjadi indah dan nyaman bagi sebagian orang yang melihatnya, bisa dengan sabit, gunting rumput atau dengan mesin pemotong rumput. Semua alat-alat tersebut memang digunakan sesuai dengan fungsinya masing- masing, sabit sangat efektif untuk rumput yang tidak terlalu besar dan mudah dijangkau oleh tangan manusia, gunting rumput merupakan sebuah alat yang sangat efektif untuk merapikan rumput pada pagar rumah atau pekarangan agar terlihat rapi dan asri, sedangkan mesin pemotong rumput yang sekarang sering dijumpai di masyarakat, banyak digunakan untuk memotong rumput yang biasanya di pekarangan yang luas dan memerlukan kecepatan dalam memotong rumput.

Pemakaian energi selama ini masih banyak menggunakan energi yang habis pakai atau tidak bisa diperbarui, seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Semakin 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.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka dirancanglah sebuah pemotong rumput yang memanfaatkan energi mekanik yang dikendalikan oleh sebuah kontrol arduino, dimana arduino dapat memudahkan aktifitas manusia dalam pekerjaannya bersifat lebih efisien dengan menggunakan AKI sebagai sumber energinya. Sehingga diharapkan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energinya dengan memanfaatkan solar cell sebagai alat bantu untuk menyerap energi matahari yang mengaliri ke AKI.

Definisi Mesin Pemotong Rumput Listrik

Mesin pemotong rumput adalah sejenis alat mekanis yang digunakan untuk memotong rumput, tumbuh-tumbuhan, dll. Ini terdiri dari pemotong, mesin, roda berjalan, mekanisme berjalan, pisau, sandaran tangan dan bagian kontrol.

Dalam sejarahnya mesin pemotong rumput berawal dari mesin bernama sickle mower yang berbentuk sabit dengan dua tumpuan sebagai pegangan. Kemudian mesin tersebut mempunyai perkembangan yang bernama mesin Rotary mower yang juga dikenal dengan drum mesin pemotong. Memiliki sebuah bar yang berputar cepat, atau disk yang dipasang pada sebuah bar, dengan tepi yang tajam yang memotong tanaman.

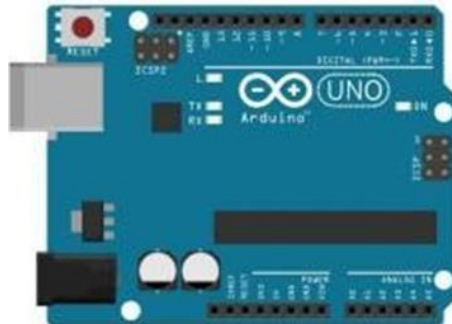
Arduino

Arduino adalah jenis software pengedali mikro berupa single board dengan lisensi open-source yang merupakan turunan dari wiring platform. Tujuan dirancangnya arduino adalah untuk memudahkan penggunaan rekayasa elektronik untuk diaplikasikan pada berbagai bidang. Sedangkan perangkat kerasnya menggunakan prosesor Atmel AVR dengan bahasa pemrograman sendiri.

Fungsi arduino yang merupakan platform open source dapat dipergunakan untuk merancang prototype peralatan elektronik interaktif dengan memanfaatkan fitur yang tersedia secara gratis dan fleksibel. Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat clone arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino level hardware. Arduino dapat diprogram dengan perangkat lunak arduino, pada ATmega328 di arduino terdapat bootloader yang memungkinkan untuk mengupload kode baru untuk itu tanpa menggunakan hardware eksternal.

Arduino UNO adalah sebuah board microcontroller yang didasarkan pada Atmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah oscillator crystal 16

MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 1. Arduino Uno

Daya (Power)

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power supply eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan sebuah center positive plug yang panjangnya 2,1 mm ke power jack dari board. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan dalam header/kepala pin Ground (GND) dan pin Vin dari konektor POWER.

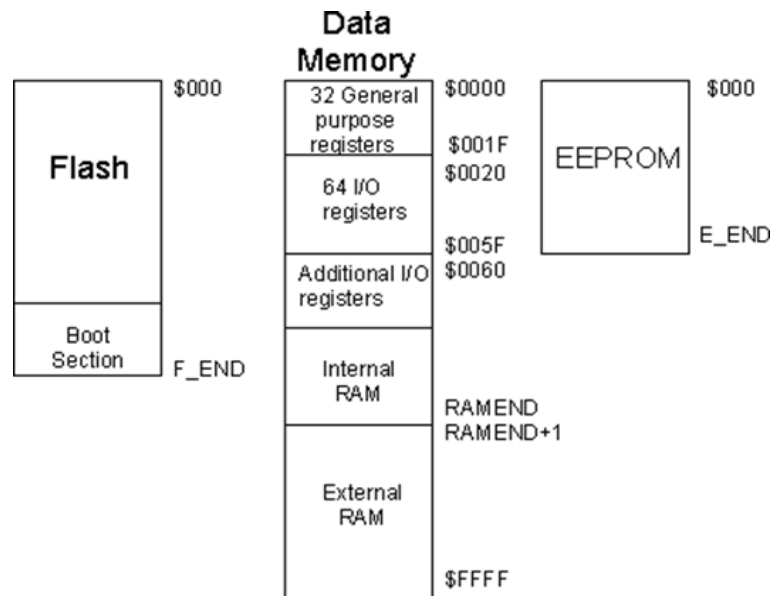
Board arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan board arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, voltage regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan board arduino UNO. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt.

Memori Program

ATMega328 memiliki 32K byte On-chip In-System Reprogrammable . Flash Memory untuk menyimpan program. Memori flash dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program bootloader dan aplikasi. Bootloader adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.

Memori Data (SRAM)

Memori data ATMega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATMega 328.



Gambar 2. Peta Memori Data ATmega328

Definisi Akumulator

Akumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.



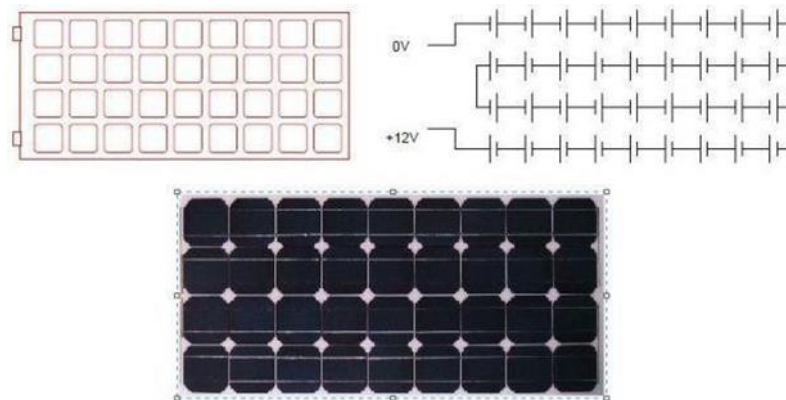
Gambar 3. Akumulator

Cara Kerja Akumulator

Apabila Akumulator saat digunakan maka akan terjadi proses pengosongan pada Akumulator tersebut. Proses pengosongan ini akan terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Setelah lama digunakan maka Akumulator akan kosong sehingga perlu dilakukan proses pengisian pada Akumulator. Proses pengisian ini dapat dilakukan dengan cara memberikan tegangan DC yang lebih besar dari tegangan Akumulator itu sendiri, dimana terminal positif dari accu dihubungkan dengan sumber DC positif dan terminal negatif accu di hubungkan keterminal negatif dari sumber DC. Pada proses pengisian Akumulator ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.

Sejarah Sel Surya

Sejarah Sel Surya Aliran listrik matahari (surya) pertama kali ditemukan oleh Alexander Edmond Beequerel yang merupakan seorang ahli fisika yang berasal dari Jerman pada abad ke-19. Ia menangkap peristiwa dimana secara kebetulan berkas sinar matahari mengenai larutan elektro kimia yang mengakibatkan peningkatan muatan elektron. Setelah satu abad berlalu yakni pada awal abad ke-20, Albert Einstein mulai mengembangkan penemuan tersebut. Einstein menamai penemuan Alexander Edmond Beequerel dengan nama "Photoelectric effect" yang menjadi dasar pengertian "Photovoltaic effect". Einstein melakukan pengamatan pada sebuah lempeng metal yang melepaskan foton partikel energi cahaya ketika energi matahari mengenainya. Foton-foton tersebut secara terus-menerus mendesak atom metal, sehingga terjadi partikel energi foton bersifat gelombang energi cahaya.



Gambar 4. Modul Surya

Sel surya dapat dianalogikan sebagai divais dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm². Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar (Air Mass 1.5). Modul surya tersebut bisa digabungkan secara paralel atau seri untuk memperbesar total tegangan dan arus outputnya sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. Gambar dibawah menunjukkan ilustrasi dari modul surya.

Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.



Gambar 5. *Solar Charge Controller*

Solar Charge Controller

Solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. Solar charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.

Pengertian Motor DC

Motor DC adalah salah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak berupa putaran. Pada motor DC, energi listrik yang digunakan adalah energi listrik dengan arus searah atau yang juga biasa dikenal dengan nama listrik DC. Oleh karena itu motor DC juga kerap disebut dengan nama motor arus searah. Agar dapat bekerja, motor DC memerlukan suplay tegangan searah alias tegangan DC yang disambungkan melalui dua terminalnya. Motor DC bekerja dengan menghasilkan putaran per menit atau yang juga biasa dikenal dengan istilah RPM. Motor DC dapat berputar searah maupun berlawanan arah jarum jam.. Semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin tinggi RPM nya. Dan semakin kecil tegangan yang diberikan, maka semakin rendah pula RPM nya. Batas minimum tegangan operasional yang bisa diberikan pada sebuah motor DC adalah 50%. Jika kurang dari 50% dari batas tegangan yang ditentukan maka motor tidak akan berputar.



Gambar 6. *Motor DC*

Pengertian Motor DC

Pada sebuah motor DC terdapat dua bagian utama yakni rotor dan stator. Rotor adalah bagian pada motor DC yang berputar. Bagian ini terdiri dari kumparan jangkar. Sedangkan stator adalah bagian pada motor DC yang diam alias tidak bergerak. Bagian ini terdiri dari rangka dan juga kumparan medan. Dan dari dua bagian utama motor DC tadi masih bisa dibagi-bagi menjadi banyak bagian lain seperti Yoke (kerangka magnet), Field winding (kumparan medan magnet), Poles (kutub motor), Armature Winding (Kumparan Jangkar), Brushes (kuas/sikat arang), dan juga Commutator (Komutator).

Liquid Crystal Display (LCD)

LCD memanfaatkan Silicon atau Gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Setiap matrik pada LCD merupakan susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (backplane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa micro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable kerana dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari.



Gambar 7. LCD

Liquid Crystal Display (LCD)

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data.

Prinsip dibalik LCD adalah bahwa ketika arus listrik diterapkan pada molekul kristal cair, molekul cenderung terlepas, ini menyebabkan sudut cahaya yang melewati molekul kaca terpolarisasi dan juga menyebabkan perubahan sudut filter polarisasi atas akibatnya sedikit cahaya diperbolehkan melewati kaca terpolarisasi melalui area tertentu dari LCD. Dengan demikian area tertentu akan menjadi gelap disbanding dengan yang lain.

Keypad

Keypad merupakan komponen elektronik yang digunakan sebagai masukan, disusun dari beberapa tombol/switch dengan teknik matrix. Berdasarkan penjelasan tersebut, bahwa sebenarnya keypad merupakan tombol-tombol yang dirangkai menjadi sebuah paket dengan teknik menghubungkan satu tombol dengan tombol yang lain dengan teknik matrix. Teknik matrix adalah bisa dikatakan array, memiliki kolom dan baris lebih dari satu.

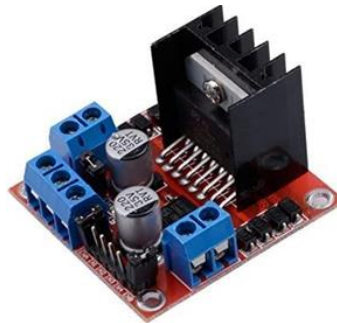


Gambar 8. Keypad

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*).

Driver Motor L298N

Driver motor merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. Satu buah L298 bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. Selain bisa dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC, L298 ini pun bisa dipergunakan sebagai driver motor Stepper bipolar. Driver Motor ini berfungsi untuk "mendrive" atau menyetir atau dengan kata lain mempermudah kita dalam urusan mengontrol motor DC menggunakan mikrokontroler.

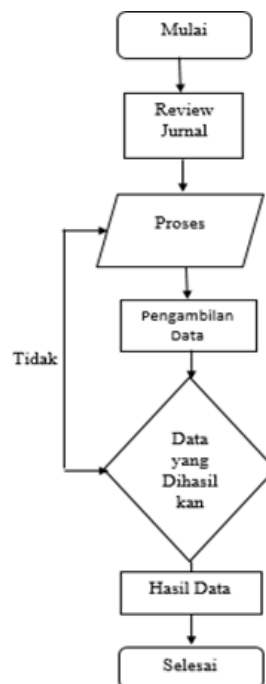


Gambar 9. *Driver Motor L298N*

Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 *Flowchart* Penelitian

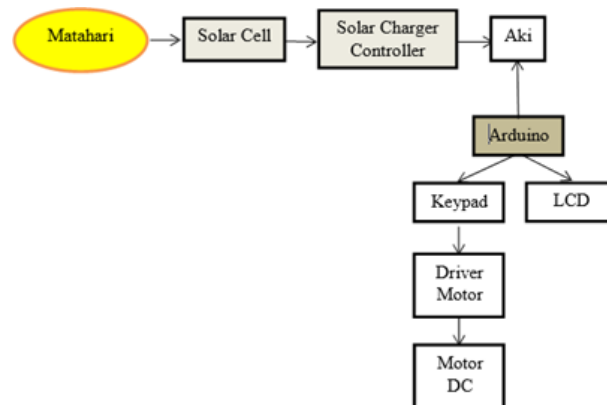


Gambar 10. *Flowchart* Penelitian

Tahapan *flowchart*:

- a. Studi Literatur
- b. Persiapan peralatan
- c. Simulasi Model Sistem
- d. Pengambilan Data
- e. Pengolahan dan pembahasan
- f. Studi Bimbingan
- g. Pembuatan laporan

Simulasi pemotong rumput menggunakan akumulator dengan penggotrolan Arduino. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui cara kerja mesin listrik pemotong rumput itu sendiri menggunakan akumulator dan solarcell. Perancangan untuk mengetahui analisa tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 11. Perancangan Mesin Listrik Pemotong Rumput

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perancangan yang telah dibuat, selanjutnya pada bab ini akan dilakukan analisis serta pembahasan mengenai alat pemotong rumput menggunakan control Arduino. Dalam proses analisis ini penulis melakukan pengujian terhadap bagian demi bagian sistem, maupun pengujian alat secara keseluruhan. Dengan tujuan untuk mendapatkan data atau variable yang paling optimal untuk menunjang keberhasilan alat.

3.1 Hasil Perancangan Alat

Pada perancangan alat ini menghasilkan bentuk keseluruhan dari system yang dibuat sehingga pengujian yang ingin dilakukan terlaksana. Perancangan ini menghasilkan sebuah alat yang berfungsi mengontrol speed pada prototype alat pemotong rumput. Terlihat pada gambar 12 hasil rancanganan prototype alat pemotong rumput menggunakan control Arduino.



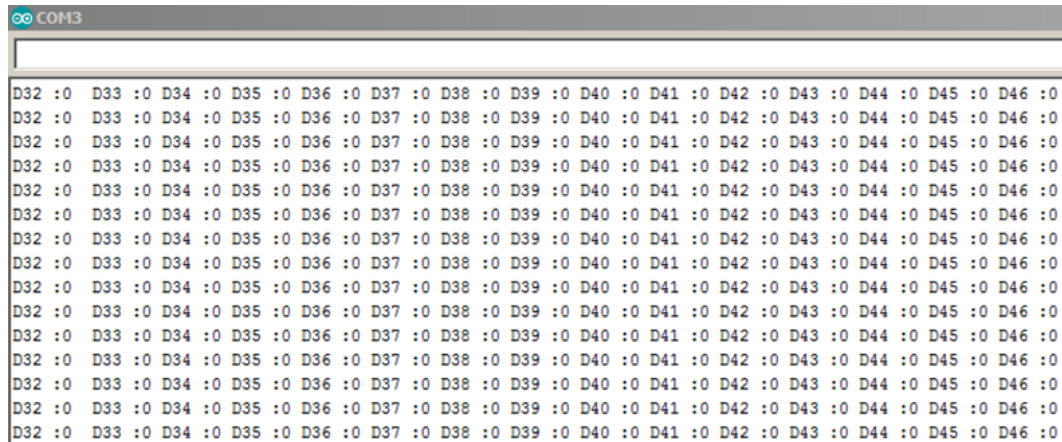
Gambar 12. Prototype Alat Pemotong Rumput Dengan Arduino

3.2 Pengujian Arduino

Pengujian yang dilakukan terhadap Arduino mencakup pengujian Digital Input, pengujian Digital Output dan komunikasi serial. Pengujian ini untuk memastikan agar Arduino yang digunakan tidak mengalami kerusakan atau malfungsi pada masing-masing IO.

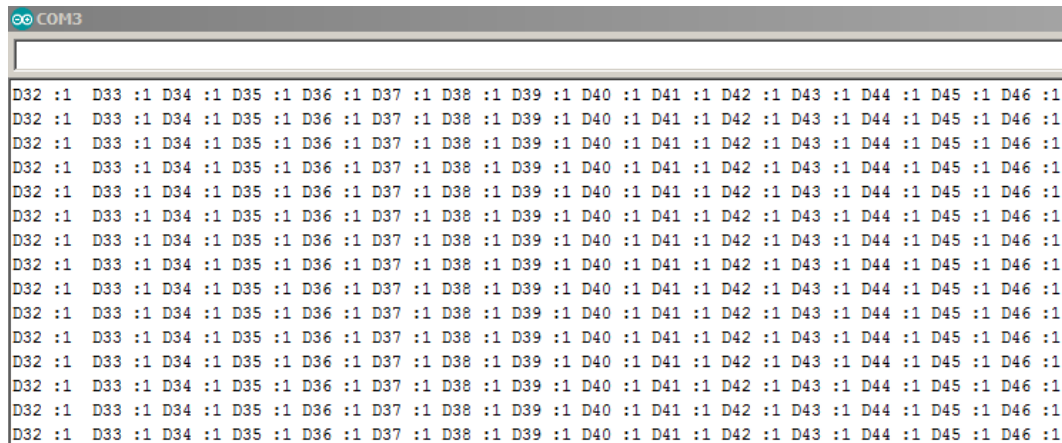
a. Pengujian Komunikasi Serial dan Digital Input

Dalam melakukan pengujian ini metode yang digunakan adalah dengan cara menyambungkan masing-masing digital pin pada terminal ground dan VCC secara bergantian dan hasil pembacaan input akan dikirimkan ke Serial monitor software Arduino IDE dengan komunikasi serial. Berikut ini merupakan hasil pengujian digital input dengan tidak memberikan masukan atau logika 0 dengan 15 kali pengujian



Gambar 13. Pengujian Digital Input Low

Pin D0 dan D1 tidak diuji karena pin tersebut di set default sebagai pin untuk komunikasi serial. Pengujian selanjutnya dengan menghubungkan seluruh pin digital input pada VCC 5V. Berikut ini merupakan hasil pengujian.



Gambar 14. Pengujian Digital Input High

Setelah melakukan pengujian digital input, berikut adalah secara mendetail hasil pengujian disajikan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Peraltan

No Pin	Pengujian Awal		Pengujian Akhir	
	Masukan	Pembacaan	Masukan	Pembacaan
D32	0	0	1	1
D33	0	0	1	1
D34	0	0	1	1
D35	0	0	1	1
D36	0	0	1	1
D37	0	0	1	1

D38	0	0	1	1
D39	0	0	1	1
D40	0	0	1	1
D41	0	0	1	1
D42	0	0	1	1
D43	0	0	1	1
D44	0	0	1	1
D45	0	0	1	1
D46	0	0	1	1

4. IMPLEMENTASI

Berdasarkan hasil pengujian di atas, tidak terdapat malfungsi pada salah satu pin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Arduino dapat digunakan untuk melakukan operasi yang menggunakan Input Digital (untuk tombol keypad).

Pengukuran arus ini dilakukan menggunakan alat ukur multimeter digital kemudian dilakukan pada saat kondisi tanpa mengenai objek rumput. Terlihat pada gambar 15 sebagai berikut:



Gambar 15. Hasil Pengukuran Tanpa Beban PWM 200

Dapat diketahui bahwa keadaan alat pada saat kondisi tanpa menyentuh beban rumput Berdasarkan hasil pengukuran, maka dapat diketahui arus pada saat tidak menyentuh beban adalah 2.47 pada saat PWM 200. Berikut pengukuran arus ini dilakukan menggunakan alat ukur multimeter digital kemudian dilakukan pada saat kondisi mengenai objek rumput. Terlihat pada gambar 16 sebagai berikut:



Gambar 16. Hasil Pengukuran Dengan Beban PWM 200

Dapat diketahui bahwa keadaan alat pada saat kondisi dengan menyentuh beban rumput dengan diameter 1,5cm arus yang terukur saat mengenai beban rumput adalah 1.87 pada PWM 200. Dengan keadaan yang sedang memungkinkan untuk memotong rumput. Berikut adalah tampilan saat masukan PWM 255.



Gambar 17. Masukan Data PWM 255

5. KESIMPULAN

Dengan melihat hasil penelitian yang telah dibahas, maka dapat kita tarik kesimpulan bahwa proses pengontrolan Motor DC dengan cara memasukan data PWM pada Arduino dan data Motor DC dapat dijalankan sesuai data nilai PWM yang di masukan baik nilai PWM rendah sampai nilai PWM tinggi. Adanya beban menyebabkan waktu ketahanan baterai menjadi lebih kecil dibanding tanpa beban.

REFERENCES

- Andi Adriansyah ,Oka Hidyatama. (2013). Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Bayu, M. (2017). 'Berbasis Arduino Syahrul Munif Bayu Aji'.
- Faizal Nur Ardhi. (2011). Rancang Bangu Charge Controller. Depok: Universitas Indonesia.
- Fikri Musthofa, Heru Winarno. (2015). Sisrem Deselerasi Kecepatan Otomatis Pada Mobil Berdasarkan Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc Sr04 Berbasis Arduino Mega 2560. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hari Wijaya. (2014). Pemotong Rumput Elektrik. Batam: Politeknik Negeri Batam.
- H. Andri. (2010). "Pengertian Baterai," In Rancang Bangun System Battery Charging Automatic. Depok: Universitas Indonesia.
- M. Rif'an, Sholeh Hp, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono, Fitriana S. (2012). Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Malang: Universitas Brawijaya.
- Reza Pahlevi. (2014). Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yohanes C Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, Novi M. Tulung. (2018). Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.