

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* MESIN PEMOTONG RUMPUT OTOMATIS MENGGUNAKAN *WIRELESS* KONTROLER BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)

Tri Yuli Sulistiyo¹⁾, Didik Notosudjono²⁾, Bloko Budi Rijadi³⁾

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dengan inovasi yang beragam pada saat ini semakin pesat, berbagai bidang mengalami otomatisasi yang membantu meringankan segala aktivitas dan produktivitas, seperti dalam pekerjaan memotong rumput. Pada penelitian ini mesin pemotong rumput dikendalikan dari jarak jauh untuk menghindari resiko kecelakaan yang dapat terjadi. karenanya untuk menunjang proses otomatisasi mesin pemotong rumput agar faktor-faktor produktivitas dapat tercapai dibutuhkan sistem kontrol. Prototype ini menggunakan motor DC sebagai penggerak roda dan juga mesin pemotong. Sistem yang dikembangkan ialah dengan menggunakan kamera v380 *pro* dengan mengkonversikan file video rekaman ke dalam file digital yang dapat dilihat secara online melalui internet dengan menggunakan IP *address* dan juga sistem *Internet of Things* (IoT) sebagai monitoring tegangan dan juga memonitoring jarak halang yang diatur 20 cm antaraprototype dan halangan. Tugas akhir ini bertujuan membuat alat yang dapat digunakan untuk mempermudah aktivitas pemotongan rumput pada lahan yang luas dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yaitu *wireless* kontrol berbasis *internet of things* (IoT). Pengujian sensor jarak oleh modul HC-SR04 ultrasonik dengan tingkat keakuratannya sebesar 98 % dari 4 kali percobaan sensitifitas jarak sensor ultrasonik serta pengujian tegangan tanpa beban dan berbeban.

Kata kunci : Pemotongan Rumput Berbasis *internet of things* (IoT), Mikrokontroler ATmega328, Sensor Ultrasonik HC- SR04.

ABSTRACT

Technological developments with various innovations are currently increasing rapidly, various fields are experiencing automation which helps lighten all activities and productivity, such as in the work of cutting grass. In this study the lawn mower was controlled remotely to avoid the risk of accidents that could occur. Therefore, to support the process of automation of lawn mowers so that productivity factors can be achieved, a control system is needed. This prototype uses a DC motor as a wheel drive and also a cutting machine. The system developed is to use the v380 pro camera by converting recorded video files into digital files that can be viewed online via the internet using IP addresses and also the Internet of Things (IoT) system as voltage monitoring and also monitoring obstacle distances which are set at 20 cm between the prototype and the obstacle. This final project aims to make a tool that can be used to facilitate grass cutting activities on a large area by utilizing technological developments, namely internet of things (IoT)-based wireless control. Proximity sensor testing by the ultrasonic HC-SR04 module with an accuracy rate of 98% from 4 times the ultrasonic sensor distance sensitivity experiment and no-load and load voltage testing.

Keyword : *Internet of Things (IoT) Based Lawn Mowing, ATmega328 Microcontroller, HC-SR04 Ultrasonic Sensor.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Untuk menjaga keindahan halaman maupun lapangan olahraga dan lain-lain maka rumput harus dipotong secara teratur dengan ketinggian tertentu, sehingga nampak rapih dan asri. Namun kenyataan yang terjadi selama ini proses pemotongan rumput dilaksanakan secara manual atau dengan mesin pemotong rumput

gendong dan dorong yang menggunakan tenaga manusia untuk menjalankannya dan tentu pula menyita waktu. [6] Pertumbuhan rumput yang memanjang pada taman harus intensif dipotong secara teratur. Beberapa cara pemotongan rumput saat ini masih menggunakan mesin pemotong yang mengharuskan berkontak fisik dengan manusia dan menguras tenaga manusia. Berdasarkan data sekunder di Pusat Kesejahteraan Mahasiswa UI, ditemukan keluhan badan capek, lemah, dan tangan kebas dari pekerja pemotong rumput yang masih menggunakan mesin pemotong rumput sederhana.

Untuk mengatasi hal itu, sebelumnya telah diciptakan mesin pemotong rumput yang dikendalikan menggunakan remote control, sehingga tidak perlu berkontak fisik dengan mesin. Tetapi masih bermasalah dengan jarak antara pengendali remote *control*-nya. Perkembangan teknologi memberikan kontribusi yang besar bagi kehidupan manusia. Hal ini dapat dilihat dari adanya perkembangan teknologi yang dapat membantu komunikasi tanpa menggunakan kabel berjarak jauh seperti Bluetooth. Perkembangan teknologi juga melahirkan perangkat canggih yang dikemas dalam bentuk *handphone* seperti *smartphone*. *Smartphone* memiliki berbagai macam *operating system* seperti *Android*, *Windows*, dan *Blackberry OS*. *Smartphone* juga menyediakan banyak aplikasi yang dapat diunduh secara gratis atau berbayar bahkan dapat membuat aplikasi itu sendiri.[5].

Pada Rancang Bangun Prototype Mesin Pemotong Rumput Kendali Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi *Android*. Penelitian ini mengembangkan prototype mesin pemotong rumput kendali jarak jauh menggunakan *smartphone* *Android* dengan koneksi *Bluetooth* untuk menghindari resiko kecelakaan yang dapat terjadi. Alat pemotong rumput dikendalikan melalui aplikasi *Android* yang dikembangkan dengan *Mit App Inventor* dengan koneksi menggunakan modul *Bluetooth* HC-05. Prototype ini menggunakan motor DC sebagai motor penggerak untuk memutar pisau dengan *speed sensor* LM393 menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno*. Sistem yang dikembangkan dilengkapi ketinggian rumput yang dapat disesuaikan. Pengujian modul *Bluetooth* HC-05 menghasilkan jarak maksimal koneksi pada ruang terbuka 80 m dan jarak koneksi maksimal dari ruang tertutup sebesar 10,45 m. Pengujian putaran motor DC dilakukan pada keadaan mesin pemotong rumput tanpa beban dan berbeban. Hasil pengujian memperlihatkan terdapat sedikit penurunan kecepatan putaran motor pada ketinggian rumput 6 cm dan 4 cm, sedangkan pada ketinggian 2 cm putaran turun dengan signifikan. [5,7] Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membuat formulasi kinematikadan dinamika untuk mengetahui pergerakan Mesin Pemotong Rumput dengan *system controller wireless* berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari perancangan alat ini untuk memahami dan membuktikan kebenaran secara kajian tentang Rancang Bangun *Prototype* Mesin Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan *Wireless* Kontroler berbasis *Internet of Things* (IoT). Oleh karenanya untuk

mempermudah pekerjaan manusia, dengan mengganti tenaga konvensional menjadi pengotomatisan alat. Dengan sistem monitoring tegangan dan menggunakan sensor ultrasonik untuk menghindari suatu halangan.

1.3. Landasan Teori

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler (*Microkontroler*) adalah sebuah chip yang dapat mengontrol peralatan elektronik. Sebuah mikrokontroler umumnya berisi seluruh memori seperti *Random Access Memory (RAM)*, *Read Only Memory (ROM)*, dan *ErasableProgrammable Read Only (EPROM)*. Layaknya komputer antarmuka *Input/Output (I/O)* yang dibutuhkan, sedangkan mikroprosesor membutuhkan chip tambahan untuk menyediakan fungsi yang dibutuhkan.

B. Arduino UNO

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis *Advance Versatile Risc (AVR)* dari perusahaan *Atmel*. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses *input*, dan *output* sebuah rangkaian elektronik. [5]

C. Arduino NANO

Arduino NANO ini adalah *board* *arduino* terkecil dengan menggunakan mikrokontroler *ATMega168* atau *ATMega328*. Mikrokontroler ini diciptakan dengan basis *microcontroler ATMega328* (untuk *Arduino Nano* versi 3.x) atau *Atmega 16*(untuk *Arduino* versi 2.x).

D. Motor Direct Current (DC)

Motor DC adalah motor yang menggunakan aliran arus searah dalam operasinya. Motor jenis ini banyak digunakan pada aplikasi yang *mobile*. Salah satu contoh penggunaan motor DC adalah pada *mobile robot*.

Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan dengan Persamaan 1 berikut ini :

$$N = \frac{V_{TM} - I_A \cdot R_A}{K_{\Phi}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- V^m : Tegangan terminal
- I_A : Arus jangkar motor
- R_A : Hambatan jangkar motor
- $K\Phi$: *Fluk* magnet yang terbentuk pada motor

E. *Gear Box*

Gear box adalah susunan roda-roda gigi berbeda ukuran yang membentuk rasio putaran tertentu. Sebuah motor DC biasa dilengkapi dengan *gear box*. Tujuannya untuk meningkatkan atau menurunkan *Revolution Per Minute* (RPM) motor yang bersangkutan

F. Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor DC dengan sistem umpan balik tertutup yang terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol, dan juga potensiometer. Jadi motor servo sebenarnya tak berdiri sendiri, melainkan didukung oleh komponen-komponen lain yang berada dalam satu paket [15]

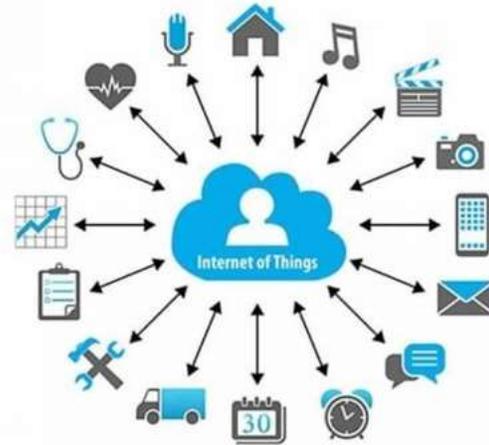
G. *Liquid Crystal Display* (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer.

H. *Internet of Things* (IoT)

Internet merupakan dunia baru yang penuh pesona saat pertama kali muncul dan pertama kali dikenalkan internet terus memikat untuk dieksplorasi lebih lanjut, digali dan dikembangkan oleh para ahli teknologi. Seiring dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, bahkan bukan hanya *smartphone* dan komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun pada saat ini berberaimacam benda nyata dapat terkoneksi dengan internet. Sebagai contoh dapat berupa peralatan elektronik, peralatan yang digunakan manusia dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Di dunia bidang Informasi Teknologi (IT) konsep ini telah dikenal dengan istilah *Internet of Things* atau yang disebut dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. IoT mengacu pada benda yang teridentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis internet. IoT sebagai sebuah infrastruktur jaringan global, yang menghubungkan benda-benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data *capture* dan kemampuan komunikasi dengan sensor dan koneksi sebagai pengembangan layanan. Dalam hal tersebut dapat

disimpulkan bahwa IoT mengacu dan memanfaatkan pada suatu benda yang nantinya benda tersebut akan dapat berkomunikasi antara satu dengan yang lain melalui sebuah jaringan internet. [10]



(Sumber : jojonomic.com)

Gambar 1. *Internet of Things*

I. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

J. Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC merupakan rangkaian pembagi tegangan yang dibuat menjadisebuah modul. Modul sensor tegangan DC ini mampu untuk mengukur tegangan hingga 25 V.

K. Modul nRF24L01

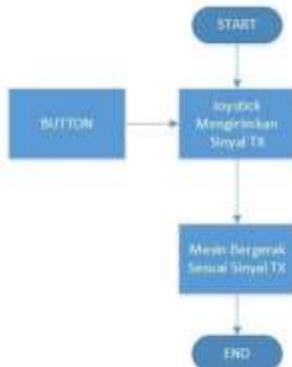
nRF24L01 merupakan modul komunikasi jarak jauh yang menggunakan frekuensi pita gelombang radio 2.4-2.5 GHz ISM (*Industrial Scientific and Medical*). nRF24L01 memiliki kecepatan sampai 2Mbps dengan pilihan *opsi data rate* 250 Kbps, 1 Mbps, dan 2 Mbps. *Transceiver* terdiri dari *synthesizer* frekuensi terintegrasi, kekuatan amplifier, osilator kristal, demodulator, modulator dan *Enhanced ShockBurst* mesin protokol.

L. L298N Driver Motor

Driver motor L298N merupakan *driver* motor dua *H-bridge* yang dapat menggoperasikan 2 buah motor sekaligus, pada dasarnya *driver* motor mempunyai fungsi yang sama dengan saklar. *Driver* L298N membutuhkan *supply* 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat diatur dengan *logic high low* dan *modulasi* lebar pulsa (PWM). [22]

2.2. Perancangan Sistem Kontrol Transmitter

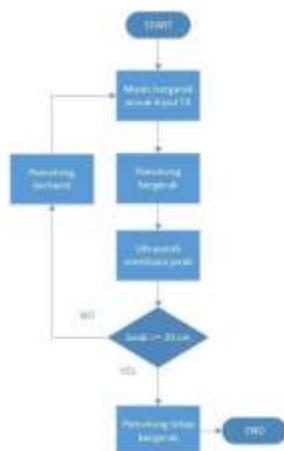
Perancangan sistem kontrol *transmitter* pada *prototype* mesin pemotong rumput ini terdiri dari perancangan bagian-bagian pada sistem kontrol *transmitter*. Seperti perancangan tombol *button*, perancangan *joystick*, perancangan modul nRF24L01 *transmitter*, perancangan mikrokontroler, dan perancangan baterai. Berikut adalah gambar 4 *flow chart diagram* sistem kontrol *transmitter* secara otomatis pada *prototype* mesin pemotong rumput Berbasis *Internet of Things* (IoT):



Gambar 4. Flow Chart Transmitter

2.3. Perancangan Sistem Kontrol Receiver

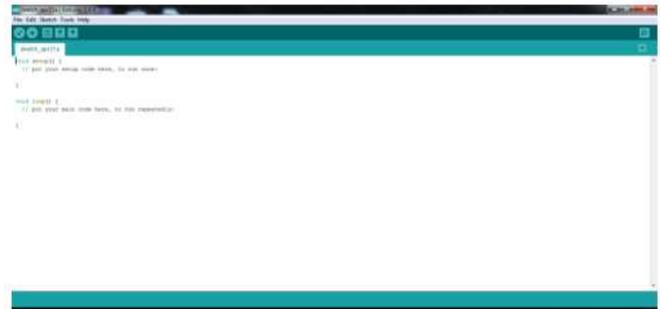
Perancangan sistem kontrol *Receiver* terdiri dari perancangan bagian-bagian pada kontrol *receiver*. Seperti perancangan sensor ultrasonik, perancangan modul nRF24L01 *receiver*, perancangan mikrokontroler Arduino Uno, perancangan motor servo, perancangan LCD dan perancangan driver motor. Berikut adalah gambar 5 *flow chart diagram* sistem kontrol *receiver* secara otomatis pada *prototype* mesin pemotong rumput Berbasis *Internet of Things* (IoT):



Gambar 5. Flow Chart Receiver

2.4. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan *Prototype* Mesin Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan *Wireless* Kontroler *Internet of Things* (IoT), juga dilakukan perancangan *software* sebagai *input* yang akan diisikan pada mikrokontroler Arduino ATmega328, agar dalam perancangan alat ini berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini merupakan langkah dalam melakukan perancangan *software*. Perancangan bahasa program ini menggunakan *software* Arduino IDE. *Software* Arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE. Arduino IDE adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. *Software* Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 6. berikut :



Gambar 6. Tampilan Software Arduino IDE

2.5. Perancangan Aplikasi Blynk

Blynk merupakan *platform* untuk aplikasi *mobile* seperti Android yang berfungsi sebagai kendali modul Arduino Uno melalui internet. Aplikasi ini dapat memberi informasi berupa monitoring ataupun mengontrol dari jarak jauh, dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil.

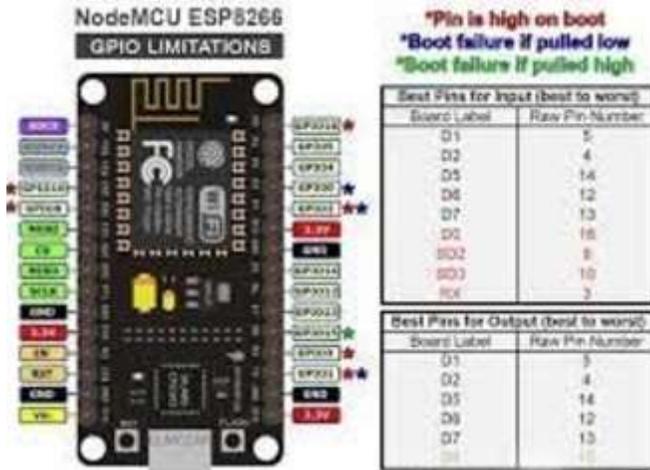


Gambar 7. Tampilan Playstore

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1. Program Utama

Perancangan *Prototype* Mesin Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan *Wireless* Kontroler Berbasis *Internet of Things* (IoT) ini menggunakan mikrokontroler untuk pengoperasiannya, yang telah di masukan program. Alat ini dikendalikan dengan mikrokontroler Arduino NANO dan Arduino UNO dengan Modul nRF24L01 digunakan sebagai penghubung antara alat dengan pengguna. Program dari alat ini dibuat menggunakan bahasa C yang diunduh ke dalam mikrokontroler menggunakan *software* Arduino IDE. Mikrokontroler yang dipakai adalah mikrokontroler dengan tipe AT Mega328. Untuk melihat program yang adapada alat ini yang terintegrasi dengan *Internet of Things* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 8. Data Sheet Modul ESP8266

3.2. Prosedur Pengoperasian Alat

Pada prosedur pengoperasian *Prototype* Mesin Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan *Wireless* Kontroler *Internet of Things* (IoT) ini dapat dioperasikan secara otomatis. Menggunakan sebanyak 21 *input* pada sistem *transmitter* yaitu 12 buah *input* untuk *joystick*, 7 buah *input* untuk modul nRF24L01, 2 buah *input* untuk lampu LED, dan pada sistem *reciver* ada 17 *input* yaitu 4 buah *input* untuk sensor ultrasonik, 3 buah *input* untuk motor servo, 6 buah *input* untuk driver motor, 7 buah *input* untuk modul nRF24L01, 4 buah *input* untuk LCD, 8 buah *input* untuk 2 sensor tegangan DC, dan 4 buah *input* untuk modul NodeMcu.

Langkah-langkah pengoperasian alat dengan mode otomatis adalah sebagai berikut :

1. Sumber listrik 12 Volt DC disambungkan dari baterai untuk mesin penggerak, dan pada remot kontrol 9 Volt DC.
2. Saklar pada mesin dan remot kontrol diaktifkan ke dalam posisi *ON* untuk memulai proses pengujian.
3. Hubungkan alat pada jaringan internet melalui Wi-Fi.
4. Buka aplikasi *Blynk* untuk dapat memonitoring mesin

pemotong rumput.

5. Pada remot kontrol terdapat beberapa tombol seperti 2 tombol analog untuk mengendalikan maju dan mundur serta untuk berbelok, lalu ada 3 tombol lain, 2 tombol untuk menambah kecepatan dan mengurangi putaran motor DC pada mesin, 1 tombol untuk mengaktifkan mesin pemotong rumput.

3.3. Data Hasil Pengujian dan Analisis

A. Pengukuran dan Analisis Tegangan Baterai

Pengukuran rangkaian penggunaan baterai dilakukan tanpa beban dan berbeban. Berikut ini beberapa hasil pengukuran baterai :

a. Baterai 9 Volt DC

- Baterai *output* 9 Volt tanpa beban

Untuk pengukuran tegangan pada *output* baterai 9 Volt tanpa beban dengan 10 kali pengukuran dapat dilihat pada tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Baterai 9 Volt Tanpa Beban 10 Kali Pengukuran

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran Output
1.	Pengukuran pertama	Baterai 9 Volt	9 Volt DC
2.	Pengukuran kedua		9 Volt DC
3.	Pengukuran ketiga		9 Volt DC
4.	Pengukuran keempat		9 Volt DC
5.	Pengukuran elima		9 Volt DC
6.	Pengukuran keenam		9 Volt DC
7.	Pengukuran ketujuh		9 Volt DC
8.	Pengukuran kedelapan		9 Volt DC
9.	Pengukuran kesembilan		9 Volt DC
10.	Pengukuran kesepuluh		9 Volt DC
Rata-rata			9 Volt DC

Pengukuran pada tabel 1 tersebut dilakukan 10 kali pengukuran dengan perbedaan waktu setiap pengukuran satu jam, agar didapatkan angka pengukuran yang bervariasi. Dari tabel di atas didapatkan angka rata-rata pada *output* baterai 9 Volt DC tanpa beban yaitu sebesar 9 Volt DC.

- Baterai *output* 9 Volt berbeban

Untuk pengukuran tegangan pada *output* baterai 9 Volt berbeban dengan 10 kali pengukuran dapat dilihat pada tabel 2. berikut:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Baterai 9 Volt Berbeban 10 Kali Pengukuran

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran Output
1.	Pengukuran pertama	Baterai 9 Volt	8,92 Volt DC
2.	Pengukuran kedua		8,90 Volt DC
3.	Pengukuran ketiga		8,90 Volt DC
4.	Pengukuran keempat		8,91 Volt DC
5.	Pengukuran kelima		8,93 Volt DC
6.	Pengukuran keenam		8,93 Volt DC
7.	Pengukuran ketujuh		8,93 Volt DC
8.	Pengukuran kedelapan		8,94 Volt DC
9.	Pengukuran kesembilan		8,91 Volt DC
10.	Pengukuran kesepuluh		8,92 Volt DC
Rata-rata			8,91 Volt DC

Untuk menghitung tegangan regulasi baterai 9 Volt dengan 10 kali pengukuran maka dapat menggunakan persamaan berikut:

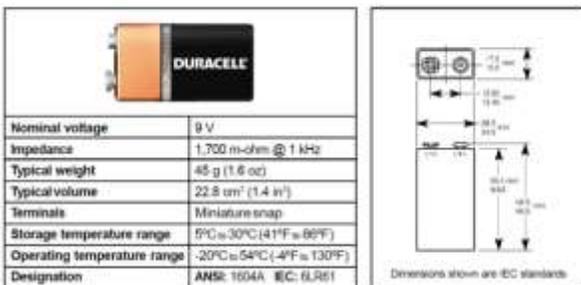
$$VR \text{ 9 Volt} = \left(\frac{V_{\text{tanpa beban}} - V_{\text{berbeban}}}{V_{\text{berbeban}}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{9 \text{ V} - 8,91 \text{ V}}{8,91 \text{ V}} \right) \times 100\%$$

$$= 1,0 \%$$

- Analisis kinerja Baterai 9 Volt DC

Dari analisis data pengukuran catu daya tanpa beban dan berbeban yang dapat dilihat pada tabel 1, dan 2. Persentase regulasi tegangan baterai 9 Volt dengan 10 kali pengukuran sebesar 1,0% dan tegangan rata-rata berbeban sebesar 8,91 Volt DC. Perbedaan persentase regulasi tegangan dan tegangan berbeban tersebut masih tergolong baik karena hasil perhitungan regulasi tegangan tidak lebih dari 5% sesuai dengan data sheet baterai 9 Volt pada bagian gambar 9. Dan baterai ini baik pula digunakan untuk mensupply tegangan Arduino Nano yang dapat bekerja pada tegangan 7 Volt – 9 Volt.



Gambar 9. Data Sheet Baterai 9Volt

b. Baterai 12 Volt DC

- Baterai output 12 Volt tanpa beban

Untuk pengukuran tegangan pada *output* Baterai 12 Volt tanpa beban dengan 10 kali pengukuran dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Baterai 12 Volt Tanpa Beban 10 Kali Pengukuran

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran Output
1.	Pengukuran pertama	Baterai 12 Volt	12 Volt DC
2.	Pengukuran kedua		12 Volt DC
3.	Pengukuran ketiga		12 Volt DC
4.	Pengukuran keempat		12 Volt DC
5.	Pengukuran kelima		12 Volt DC
6.	Pengukuran keenam		12 Volt DC
7.	Pengukuran ketujuh		12 Volt DC
8.	Pengukuran kedelapan		12 Volt DC
9.	Pengukuran kesembilan		12 Volt DC
10.	Pengukuran kesepuluh		12 Volt DC
Rata-rata			12 Volt DC

Pengukuran pada tabel 3 tersebut dilakukan 10 kali pengukuran dengan perbedaan waktu setiap pengukuran satu jam, agar didapatkan angka pengukuran yang bervariasi. Dari tabel di atas didapatkan angka rata-rata pada baterai 12 Volt DC tanpa beban yaitu sebesar 12 Volt DC.

- Baterai 12 Volt berbeban

Pengukuran dilakukan pada output baterai 12 Volt DC dengan menggunakan multimeter, dengan beban terhubung pada baterai tersebut. Beban yang terhubung berupa 2 buah motor DC 24 Volt, 1 buah Arduino Uno, 1 buah sensor ultrasonik, 1 buah servo, modul nRF24L01. Untuk pengukuran tegangan pada output baterai 12 Volt berbeban dengan 10 kali pengukuran dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengukuran Baterai 12 Volt Berbeban 10 Kali Pengukuran

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran Output
1.	Pengukuran pertama	Baterai 12 Volt	11,8 Volt DC
2.	Pengukuran kedua		11,7 Volt DC
3.	Pengukuran ketiga		11,8 Volt DC
4.	Pengukuran keempat		11,7 Volt DC
5.	Pengukuran kelima		11,6 Volt DC
6.	Pengukuran keenam		11,7 Volt DC
7.	Pengukuran ketujuh		11,2 Volt DC
8.	Pengukuran kedelapan		11,5 Volt DC
9.	Pengukuran kesembilan		11,5 Volt DC
10.	Pengukuran kesepuluh		11,6 Volt DC
Rata-rata			11,61 Volt DC

Untuk menghitung tegangan regulasi baterai 12 Volt dengan 10 kali pengukuran dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 VR_{24\text{ Volt}} &= \left(\frac{V_{\text{tanpa beban}} - V_{\text{berbeban}}}{V_{\text{berbeban}}} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{12\text{ V} - 11,61\text{ V}}{11,61\text{ V}} \right) \times 100\% \\
 &= 3,35\%
 \end{aligned}$$

- Analisis kinerja baterai 12 Volt DC

Dari analisis data pengukuran baterai tanpa beban dan berbeban yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4. Persentase regulasi tegangan baterai 12 Volt DC dengan 10 kali pengukuran sebesar 3,35% dan tegangan rata-rata berbeban dari *output* tersebut adalah 11,61 Volt DC. Perbedaan persentase regulasi tegangan dan tegangan berbeban tersebut masih tergolong baik karena hasil perhitungan regulasi tegangan tidak lebih dari 5% sesuai dengan data *sheet* baterai 12 Volt, dan baterai ini dapat dikatakan baik pula untuk *menyupply* tegangan pada motor DC 12 Volt karena motor tersebut dapat beroperasi pada tegangan kerja sebesar 11 Volt - 12 Volt DC.

B. Pengukuran dan Analisis Liquid Cristal Display (LCD)

a. Pengukuran LCD

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tegangan Liquid Crystal Display (LCD)

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran	
			Tanpa beban	Berbeban
1.	Pengukuran pertama	Liquid Crystal Display (LCD)	5 Volt DC	4,9 Volt DC
2.	Pengukuran kedua		5 Volt DC	4,9 Volt DC
3.	Pengukuran ketiga		5 Volt DC	4,9 Volt DC
4.	Pengukuran keempat		5 Volt DC	4,9 Volt DC
5.	Pengukuran kelima		5 Volt DC	4,9 Volt DC
6.	Pengukuran keenam		5 Volt DC	4,9 Volt DC
7.	Pengukuran ketujuh		5 Volt DC	4,9 Volt DC
8.	Pengukuran kedelapan		5 Volt DC	4,9 Volt DC
9.	Pengukuran kesembilan		5 Volt DC	4,9 Volt DC
10.	Pengukuran kesepuluh		5 Volt DC	4,9 Volt DC

Dari hasil pengukuran sebanyak 10 kali pada tabel 5 tersebut didapatkan tegangan rata-rata tanpa beban sebesar 5 Volt DC dan berbeban sebesar 4,9 Volt DC. Untuk menghitung tegangan regulasi LCD dengan 10 kali pengukuran maka dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 VR_{LCD} &= \left(\frac{V_{\text{tanpa beban}} - V_{\text{berbeban}}}{V_{\text{berbeban}}} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{5\text{ V} - 4,9\text{ V}}{4,9\text{ V}} \right) \times 100\% \\
 &= 2\%
 \end{aligned}$$

b. Analisis Kinerja LCD

Analisis hasil pengukuran tegangan LCD dengan 10 kali percobaan didapatkan tegangan rata-rata tanpa beban sebesar 5 Volt DC dan berbeban sebesar 4,9 V DC sedangkan regulasi tegangan sebesar 2%. Tegangan kerja LCD dikatakan baik karena LCD tersebut dapat beroperasi pada

tegangan kerja 3 Volt - 5 Volt DC

C. Pengukuran, Pengujian dan Analisis Sensor Ultrasonik

a. Pengukuran tegangan sensor ultrasonik

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tegangan Sensor Ultrasonik 10 kali Pengukuran

No.	Pengukuran	Pengukuran (Volt DC)	
		Ultrasonik	
		Tanpa beban	Berbeban
1.	Pengukuran pertama	4,99	4,97
2.	Pengukuran kedua	4,99	4,97
3.	Pengukuran ketiga	4,99	4,97
4.	Pengukuran keempat	4,99	4,97
5.	Pengukuran kelima	4,99	4,97
6.	Pengukuran keenam	4,99	4,97
7.	Pengukuran ketujuh	4,99	4,97
8.	Pengukuran kedelapan	4,99	4,97
9.	Pengukuran kesembilan	4,99	4,97
10.	Pengukuran kesepuluh	4,99	4,97
Rata-rata (Volt DC)		4,99	4,97

Untuk mengetahui tegangan regulasinya digunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 VR_{Ultrasonik} &= \left(\frac{V_{\text{tanpa beban}} - V_{\text{berbeban}}}{V_{\text{berbeban}}} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{4,99\text{ V} - 4,97\text{ V}}{4,97\text{ V}} \right) \times 100\% \\
 &= 0,4\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisis pengukuran masing-masing sensor ultrasonik, sensor didapatkan hasil rata-rata tegangan tanpa beban sebesar 4,99 Volt DC dan tegangan berbeban sebesar 4,97 Volt DC dengan presentase tegangan regulasi sebesar 0,4% untuk sensor ultrasonik. Nilai tegangan tersebut masih tergolong baik karena sensor ultrasonik dapat bekerja pada tegangan 3,3 Volt - 5 Volt DC.

b. Pengujian jarak sensor ultrasonik

Tabel 7. Hasil Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik

No	Vm (Volt)	Jarak Uji Sensor (cm)	Hasil Pengujian dengan Sensor Monitor			
			Pengukuran 1 (cm)	Pengukuran 2 (cm)	Pengukuran 3 (cm)	LED
1	4,97	0	0	0	0	Off
2	4,97	20	20	20	20	On
3	4,97	50	50	50	50	On
4	4,97	80	80	80	80	On

c. Analisis kinerja sensor ultrasonik

Analisis hasil pengukuran tegangan ultrasonik dengan 10 kali percobaan didapatkan tegangan rata-rata tanpa beban sebesar 4,99 Volt DC dan berbeban sebesar 4,97 Volt DC sedangkan regulasi tegangan sebesar 0,4%. Tegangan kerja ultrasonik dikatakan baik karena sensor ultrasonik tersebut dapat beroperasi pada tegangan kerja 4.97 Volt - 5 Volt DC.

D. Pengukuran dan Analisis Motor DC

a. Pengukuran tegangan motor

Tabel 8. Hasil 10 Kali Pengukuran Tegangan Motor DC

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran	
			Tanpa Beban	Berb beban
1	Pengukuran pertama	Motor DC	11,89 Volt DC	11,98 Volt DC
2	Pengukuran kedua		11,98 Volt DC	11,97 Volt DC
3	Pengukuran ketiga		11,8 Volt DC	11,97 Volt DC
4	Pengukuran keempat		11,98 Volt DC	11,98 Volt DC
5	Pengukuran kelima		11,98 Volt DC	11,98 Volt DC
6	Pengukuran keenam		11,98 Volt DC	11,98 Volt DC
7	Pengukuran ketujuh		11,98 Volt DC	11,97 Volt DC
8	Pengukuran kedelapan		11,98 Volt DC	11,98 Volt DC
9	Pengukuran kesembilan		11,98 Volt DC	11,98 Volt DC
10	Pengukuran kesepuluh		11,98 Volt DC	11,98 Volt DC
Rata-rata			11,98 Volt DC	11,97 Volt DC

Dari data tabel 8 hasil pengukuran tersebut, didapatkan tegangan rata-rata output tanpa beban sebesar 11,98 Volt DC dan tegangan rata-rata berbeban sebesar 11,97 Volt DC. Maka tegangan regulasi pada motor DC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$VR \text{ Motor DC} = \left(\frac{V_{\text{tanpa beban}} - V_{\text{berbeban}}}{V_{\text{berbeban}}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{11,98 \text{ V} - 11,97 \text{ V}}{11,97 \text{ V}} \right) \times 100\%$$

$$= 0,08 \%$$

b. Analisis hasil pengukuran tegangan dan kecepatan motor DC

Motor DC ini dapat beroperasi dengan baik karena rating tegangan kerja motor DC ini adalah 11,8 Volt – 12 Volt. Motor DC ini berfungsi sebagai *switching* motor DC 12 Volt dan ketika digunakan dapat berfungsi dengan baik untuk menggerakkan motor DC agar roda berputar. Pada tabel 11 dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran RPM putaran motor DC 12 Volt dengan 4 kali percobaan.

Tabel 11. Hasil 4 Kali Pengukuran Kecepatan Tinggi (High) dan Kecepatan Rendah (Low) Motor DC

No	Objek yang diukur	Pengukuran Kecepatan (RPM)	Hasil Pengukuran Tegangan (Volt)	Pengukuran Kecepatan Rotasi (RPM)	Hasil Pengukuran Tegangan (Volt)
1	Motor DC	100	11,8	35	7,54
2		100	11,8	35	6,85
3		98	11,3	33	5,88
4		99	11,7	35	7,80

Dari data tabel 4.9 diatas, dapat diketahui pengujian kecepatan motor DC 12 Volt dengan 100 RPM (high speed) didapatkan tegangan 11,8 Volt. Sedangkan hasil dari pengujian kecepatan motor 33 RPM (low speed) didapatkan tegangan 5,98 Volt DC. Pengukuran tersebut menggunakan alat ukur Tacho meter dan AVO meter.

E. Pengukuran dan Analisis Modul Wi-Fi ESP8266

a. Pengukuran Tegangan Modul Wi-Fi ESP8266

Tabel 12. Hasil 10 Kali Pengukuran Tegangan Modul Wi-Fi ESP 8266

No.	Pengukuran	Objek yang diukur	Hasil Pengukuran	
			Tanpa beban	Berb beban
1	Pengukuran pertama	Modul Wi-Fi	3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
2	Pengukuran kedua		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
3	Pengukuran ketiga		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
4	Pengukuran keempat		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
5	Pengukuran kelima		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
6	Pengukuran keenam		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
7	Pengukuran ketujuh		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
8	Pengukuran kedelapan		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
9	Pengukuran kesembilan		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
10	Pengukuran kesepuluh		3,3 Volt DC	3,2 Volt DC
Rata-rata			3,3 Volt DC	3,2 Volt DC

Dari tabel tersebut hasil pengukuran tegangan pada modul Wi-Fi ESP8266 didapatkan angka rata-rata tegangan tanpa beban sebesar 3,3 Volt DC. Sedangkan tegangan berbebannya adalah 3,2 Volt DC. Maka dapat dihitung regulasi tegangan pada rangkaian modul Wi-Fi ESP8266 dengan menggunakan seperti di bawah ini:

$$VR \text{ modul Wi-Fi ESP8266} = \left(\frac{V_{\text{tanpa beban}} - V_{\text{berbeban}}}{V_{\text{berbeban}}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{3,3 - 3,2}{3,2} \right) \times 100\%$$

$$= 3,1 \%$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan tegangan regulasi sebesar 3,1 %. Perlu diketahui bahwa modul Wi-Fi ESP8266 ini mendapatkan tegangan input yang bersumber dari baterai yang ada pada Arduino ATmega328.

b. Analisis pengukuran tegangan modul Wi-fi ESP8266

Analisis hasil pengukuran tegangan modul Wi-fi ESP8266 menggunakan multimeter yang dilakukan sebanyak sepuluh kali pengukuran, didapatkan nilai tegangan tanpa beban rata-rata sebesar 3,3 Volt DC dan tegangan rata-rata berbeban sebesar 3,2 Volt DC atau regulasi tegangan sebesar 3,1 %. Maka dapat dikatakan tidak terjadinya penurunan tegangan input yang berlebihan. Modul Wi-fi ESP8266 ini dapat beroperasi dengan baik karena rating tegangan kerja modul Wi-fi ESP8266 ini adalah 3 Volt DC– 3,3 Volt DC

F. Pengujian dan Analisis IP Kamera v380 Pro

a. Pengujian IP kamera ini dilakukan berdasarkan pada simulasi yang dirancang. Untuk mengetahui kualitas video diperlukan pengujian monitoring dengan mengkoneksikan kamera dengan aplikasi V380 pro macrovideo yang sudah di instal pada android.

Tabel 13. Pengujian Ip Kamera v380 pro

Percobaan	Power Supply	Ip Kamera 30Pro	View Di Android	Waktu Delay / buffering	Hasil Pengukuran Tegangan
1	On	Berhasil	Ya	0 detik	4,97
	Off	Tidak	Tidak		
2	On	Berhasil	Ya	0 detik	4,97
	Off	Tidak	Tidak		
3	On	Berhasil	Ya	0 detik	4,98
	Off	Tidak	Tidak		
4	On	Berhasil	Ya	0 detik	4,97
	Off	Tidak	Tidak		

Dapat dilihat konektifitas dari 4 kali pengujian antara aplikasi pada android dengankamera yang terpasang terdapat perbedaan waktu *delay/buffering* yang disebabkan oleh sinyal internet. Pada tabel diatas kamera yang terkoneksi mentransferkan gambar yang baik serta nilai tegangan yang terukur oleh alat ukur yaitu 4,97 Volt. Kamera v380 dapat beroperasi dengan baik

karena *rating* tegangan kerjakamera v380 pro ini adalah 3 Volt DC – 5 Volt DC.

- b. Analisis pengujian IP kamera v380
Analisis hasil pengujian IP kamera v380 menggunakan multimeter yang dilakukan sebanyak empat kali pengukuran, didapatkan nilai tegangan 4,97 Volt DC. Maka dapat dikatakan tidak terjadinya penurunan tegangan input yang berlebihan. Kamera v380 ini dapat beroperasi dengan baik karena rating tegangan kerja kamera v380 ini adalah 3 Volt DC - 5 Volt DC.

3.4. Pengujian Keseluruhan

Alat ini dibuat untuk mempermudah proses pemotongan rumput pada obyek lapangan yang luas, dengan pengendalian jarak jauh. Pada alat ini Sensor ultrasonik digunakan untuk memonitoring jarak halang yang terdapat dilapangan, dan ditampilkan pada *smart phone* dengan sistem IoT. Selain itu diketahui juga jarak efisiensi komunikasi antar sistem kontrol *transmitter* dan sistem kontrol *reciver* dalam kondisi baik ketika pada jarak 7 meter. Ketika memonitoring alat prototype ini harus terhubung pada jaringan internet atau Wi-Fi yang sudah diintegrasikan dengan aplikasai *Blynk* pada *smart phone* serta pengujian monitoring dengan mengkoneksikan kamera dengan aplikasi V380 pro yang sudah di instal pada android. Dengan sistem monitoring dapat diketahui nilai jarak yang terukur pada sensor ultrasonik, melihat bagian depan mesin pemotong rumput dengan kamera, serta tegangan dari baterai dapat ditampilkan pada LCD dan layar *smartphone*. Secara keseluruhan pada proses pengujian kontroler dapat bekerja dengan baik dan dapat terhubung ke jaringan internet. Ketika beroperasi sensor ultrasonik dapat menampilkan jarak halang secara otomatis dengan tingkat keakuratan sebesar 97%. Karena sensor, motor servo, motor DC, kamera, dan mikrokontroler dapat berfungsi, maka secara tidak langsung membuktikan bahwa sumber tegangan dari baterai yang *mensupply* berbagai macam komponen tersebut dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Alat ini menggunakan 2 buah baterai dengan 2 *output* diantaranya yaitu 9 VoltDC, dan 12 Volt DC. Hasil pengujian pada baterai 9 Volt DC tanpa beban menghasilkan tegangan 8,98 Volt DC, sedangkan pengujian berbeban yang digunakan untuk *mensupply* Arduino Nano, modul nRF24L01 dan lampu LED menghasilkan tegangan 8,91 Volt DC.

2. Untuk baterai 12 Volt DC yang ke satu tanpa beban ketika dilakukan pengukuran menghasilkan 12 Volt DC, dan ketika tegangan digunakan untuk *mensupply* Arduino Uno atau ATmega328 tegangan menjadi 11,61 Volt DC.
3. Untuk baterai 12 Volt DC ketika dilakukan pengukuran tanpa beban menghasilkan tegangan 12 Volt DC, setelah dihubungkan ke baban 1 motor 12 Volt DC yang digunakan untuk mesin pemotong maka tegangan menjadi 11,61 Volt DC.
4. Tingkat keakuratan sensor ultrasonik HC-SR04 ketika dilakukan pengukuran sensitifitas dengan jarak 0 cm, 20 cm, 50 cm, 80 cm dengan dilakukan empat kali pengujian jarak dapat dikatakan baik, melalui monitoring sistem IoT dan dengan cara konvensional menggunakan penggaris untuk mengetahui keakuratan pembacaan jarak dan hasil rata-rata tegangan tanpa beban sebesar 4,499 Volt DC dan tegangan berbeban sebesar 4,97 Volt DC dengan presentase tegangan regulasi sebesar 0,4% untuk sensor ultrasonik.
5. Didapatkan angka keakuratan tertinggi yaitu pada jarak 7m dengan pengukurandengan alat ukur meter, antara sistem kontrol *transmitter* dengan sistem *receiver*. Pada jarak tersebut menghasilkan keakuratan dalam proses pengendalian.
6. Dengan dilakukan empat kali pengujian kamera v380 menghasilkan perbedaan nilai *delay/buffring* yang disebabkan oleh sinyal internet. Penampilan video pada *smartphone* bergantung pada sinyal internet atau wifi yang sudah terkoneksi pada *smartphone*

4.2. Saran

1. Diperlukan *design* alat yang lebih aerodinamika karena pada alat yang dirancang ini hanya mampu memotong rumput pada lahan yang datar dan tidak berbatu.
2. Modul wifi atau modul nRF24L01 yang menjadikan sistem kontrol pada alat sebaiknya memakai yang berspesifikasi tinggi karena sangat mempengaruhi batas jarak kontrol *wireless*.
3. Dibutuhkan koneksi internet atau Wi-Fi yang stabil agar pada saat pengoprasian alat tidak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir. 2013. *Pengertian MySQL*. Tersedia dalam: Buku Pintar Programer Pemula PHP. Yogyakarta. Mediakom.
- [2] Akay, J. Wuwung, B. Sugiarto, A. Lumenta, "Rancang Bangun Alat Pemotong Rumput Otomatis", Jurnal Teknik Elektro dan Komputer

- Universitas Sam Ratulangi, e-ISSN: 2685-368X p-ISSN: 2301-8402, Vol. 2 No. 4, 2013.
- [3] Anonim. 2019. *Architecture Internet of things*. www.scnsoft.com
- [4] Anton, Yessi. 2017. *Pemodelan Karakteristik Motor DC Shunt, Motor DC Seri, dan Motor DC Kompon Menggunakan Matlab Simulink sebagai Media Pembelajaran Modul Praktikum Mesin-mesin Listrik*. Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [5] Arif Syarifudin, Muhammad. 2016. *Power Supply*. Universitas Negeri Malang. Malang
- [6] Arif Syarifudin, Muhammad. 2016. *Power Supply*. Universitas Negeri Malang. Malang
- [7] B. Prabowo, "Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC dengan Temperatur Udara sebagai Pemicu", *Jurnal INKOM Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, e-ISSN: 2302-6146 p-ISSN: 1979-8059, Vol. 2 No. 1, 2008.
- [8] Bejo, Agus. 2008. *C & AVR*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu
- [9] Bruno Scrosati, K. M. Abraham, Walter A. van Schalkwijk, Jusef Hassoun (ed), *Lithium Batteries: Advanced Technologies and Applications*, John Wiley & Sons, 2013 [ISBN 1118615395](https://doi.org/10.1002/9781118615395), page 44
- [10] Craft Brock. *Arduino Project for Dummies*. John Wiley & Sons, Ltd.
- [11] Daniel Arthur, Yosef dkk. 2017. *PEMODELAN SISTEM PELACAKAN LOT PARKIR KOSONG BERBASIS SENSOR ULTRASONIC DAN INTERNET OF THINGS (IOT) PADA LAHAN PARKIR DILUAR JALAN*. Jakarta. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah
- [12] England. 2013
- [13] Firdaus Hendra. 2015. Rancang Bangun Pengerak Pintu Pagar Geser Menggunakan 12 Volt Direct Current (Dc) Power Window Motor Gear. Universitas Galuh.
- [14] Handayani TU, Miharani T. 2013. *Rancang bangun Timbangan Buah Digital dengan Keluaran Berat dan Harga*. Teknik Komputer STMIK MDD.
- [15] Harlow, James. H. 2007. *Electric Power Transformer Engineering*. CRC Press. New York
- [16] Hasyim Asy'ari.
- [17] Indonesia, S. N. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). *Badan Standardisasi Nasional, ICS, 91, 50*.
- [18] Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika & Instrumentasi Pendekatan Project Arduino & Android*. Universitas Gadjah Mada.
- [19] Jati Widyo, Humaidillah dkk. 2019. *Modul Belajar Arduino*. Universitas
- [20] Jaya, Afrizal Eka. 2015. *Joystick Wireless PS2 Sebagai Pengontrol Pemotong Rumput Dengan Driver Relay Berbasis Mikrokontroler*. Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [21] Jhonson Efendi, Dahriansah. 2019. *Sistem Kendali Robot Pemotong Rumput Diperintah Suara Berbasis Android*. Teknik Komputer STMIK RoyalKisaran.
- [22] Kusumaningrum, Anggraini. Dkk. 2017. *Pemanfaatan Internet of Things Pada Lampu*. Yogyakarta.
- [23] Maman, Badell. 2017. *Pengertian Manfaat dan Kekurangan Internet of Things*. <http://www.kapalomen.com/2017/05/pengertian-manfaat-dan-kekurangan-internet-of-things.html>. 24 september 2019.
- [24] Nalaprana, Agustina Sri. 2015. *Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik*. Universitas Sriwijaya: Teknik Elektro.
- [25] Nasution Muslih. 2021. *Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik*. Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara
- [26] Aldorino Genesis. 2017. *Kajian Eksperimen Discharge Test Pada Baterai 12v Yang Dihubungkan Dengan Motor DC Feedback Tipe No. 63-110 Di Laboratorium Listrik Dan Otomasi Kapal*. Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [27] Petruzella, Frank. 1996. *Elektronik Industri*. Andi. Yogyakarta.
- [28] Pudim, Saripudin. 2014. *Kendali Motor Servo dengan Pulse Width Modulation (PWM) pada Mikrokontroler AVR*. Bandung
- [29] Reza, Krismadinata. 2020. *Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Controller PID Dan Antar Muka Visual Basic*. *Jurnal Teknik Elektro Dan Visual Basic*.
- [30] Sukamto, Deni. 2015. *Internet Of Things Metode dan Implementasi*.
- [31] Taylor, John. R. 2000. *An Introduction to error analysis. University Scienci Books*. Sausalito, California
- [32] Upik, Primananda dan Rizal. 2018. *Analisa Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- [33] Wassem, Muhammad. 2015. *A Review On Internet Of Things (IoT)*. Jakarta.
- [34] Wicaksana, Angga Satria. 2017. *Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Pada Air Kolam Menggunakan Optocoupler (Sensor Turbidity) Berbasis Arduino*. Undergraduate Thesis, Universitas 17 Agustus 1945

- [35] Wisnu, Widyaningrum dkk. 2020. *KARAKTERISASI SENSOR ARUS DAN TEGANGAN UNTUK APLIKASI MAXIMUM POWER POINT TRACKER PADA SISTEM PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK PANEL SURYA*. Universitas Negeri Jakarta.
Yogyakarta : Universitas AKAKOM.
- [36] Yuni, Nurhayati dkk. 2021. *Kontrol Robot Menggunakan SmartphoneAndroid Melalui Wi-Fi Berbasis Nodemcu Esp8266*. Intra Tech
- [37] Yuniar A. 2015. *Aplikasi Motor DC sebagai Penggerak Pemberian Makanan Ikan Menggunakan Smartphone*. Teknik Elektronika Universitas Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

PENULIS :

- ¹⁾ **Tri Yuli Sulistiyo, ST.** Alumni (2022) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan, Bogor (E-mail : triyulisulis28@gmail.com)
- ²⁾ **Prof. Dr. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc.** Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan, Bogor
- ³⁾ **Bloko Budi Rijadi, ST., MT.** Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan, Bogor