

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL LOGIKA *FUZZY* UNTUK PENGATURAN KECEPATAN AYUNAN BAYI

Alfonso Hasiholan¹, Sujono².

Fakultas Teknik
Universitas Budi Luhur, Jakarta, 12260
e-mail : ¹fonsoholan@gmail.com , ²soejon@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem dilengkapi dengan sensor gerak PIR (*Passive Infra Red*) untuk mendeteksi gerakan bayi dan sensor suara sebagai pendeteksi suara tangisan bayi. Pengaturan kecepatan ayunan dilakukan dengan mengatur kecepatan motor ayunan sesuai set point, yang dikontrol oleh mikrokontroler dengan sistem fuzzy logic dan dimonitoring oleh rotary encoder. Sistem fuzzy logic mempunyai 2 crisp input yaitu error dan perubahan error kecepatan motor serta mempunyai 1 crisp output yaitu perubahan tegangan. Masing-masing input dan output diklasifikasi dalam 5 membership function dengan metode defuzifikasi adalah center of area (COA) tipe logika fuzzy mamdani. Pada sistem ini tersedia juga buzzer sebagai sinyal alarm bayi yang mengompol dengan menggunakan sensor kelembaban sebagai pendeteksinya. Hasil pengujian dimulai dengan motor diberi set point kecepatan 1 dengan nilai 15 RPM dan berlanjut ke kecepatan 2 sampai kecepatan 6 dengan pengujian dengan beban yang berbeda-beda. Hasil pengujian keseluruhan respon sistem menunjukkan sistem berayun dengan lembut meski tidak mendapatkan steady state namun osilasi masih disekitar 1 RPM. Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah sistem control logika fuzzy untuk pengaturan kecepatan motor ayunan bayi otomatis. Simulasi alat yang akan dibuat memiliki dimensi panjang 90cm, lebar 45cm, dan tinggi 90cm. Sensor yang akan digunakan yaitu sensor tingkat PIR, sensor suara dan sensor kelembaban. Alat menggunakan 3 push button yang terdiri dari on/off untuk menyalakan ayunan serta level kecepatan up dan down, kecepatan ayunan memiliki 6 level dengan 2 mode yaitu ayunan bergerak terus dan ayunan bergerak melalui sinyal dari sensor. Ayunan akan dikendalikan kecepatannya oleh mikrokontroler dengan mengirim sinyal ke driver motor hingga motor berputar sesuai dengan kecepatan setpoint yang ditentukan. Variabel input yang digunakan untuk kendali fuzzy yaitu berupa variabel input error dan delta error kecepatan motor. Kedua variabel masukan tersebut akan diproses menggunakan kendali fuzzy guna didapat keputusan sinyal output berupa tegangan untuk mengatur kecepatan motor.

ABSTRACT

The system is equipped with a PIR (*Passive Infra Red*) motion sensor to detect infant movement and sound sensor as a baby crying detector. Swing speed setting is done by adjusting the speed of the swing motor according to set point, which is controlled by microcontroller with fuzzy logic system and monitored by rotary encoder. Fuzzy logic system has 2 crisp input that is error and error change motor speed and has 1 crisp output that is voltage change. Each input and output classified in 5 membership functions by the defuzification method is the center of area (COA) fuzzy mamdani logic type. In this system is also available as a buzzer alarm signal baby wetting the bed by using a humidity sensor as a detector. The test results begin with the motor given the set point speed 1 with a value of 15 RPM and continue to speed 2 to 6 speed with testing with different loads. The overall test result of the system response shows the system swinging gently though not getting steady state but the oscillation is still around 1 RPM.

I. PENDAHULUAN

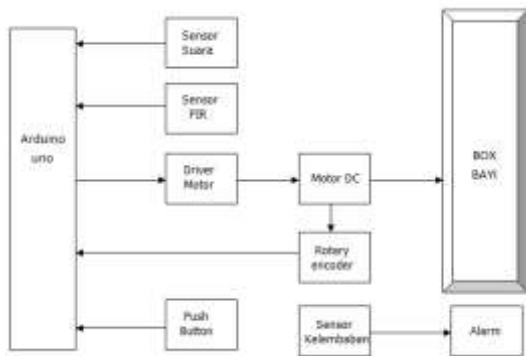
Banyak kendala yang terjadi pada ibu dalam menidurkan bayinya, terkadang bayi terbangun dan rewel disaat si ibu memiliki kesibukan lainnya ataupun sedang membutuhkan waktu beristirahat. Salah satu jawaban mengatasi permasalahan itu dengan sebuah ayunan. Pada makalah ini akan dibahas sistem pengendalian ayunan bayi menggunakan sistem kendali berbasis FLC untuk mengatur kecepatan agar gerak ayunan bayi stabil.

Ayunan bayi memiliki prinsip dasar seperti gerakan ayunan harmonik sederhana. Gerak harmonik sederhana adalah gerak periodik bolak balik dengan lintasan yang ditempuh selalu sama (tetap) berpusat pada satu titik setimbang. Ayunan bayi otomatis bergerak menggunakan motor DC dan dikendalikan kecepatannya oleh mikrokontroler dengan metode fuzzy logic. Sensor PIR dirancang mendeteksi gerakan bayi dan sensor suara untuk tangisan bayi. Adapula sensor kelembaban untuk

mendeteksi ompol bayi dengan buzzer sebagai alarm untuk memberitahu bahwa bayi sedang mengompol.

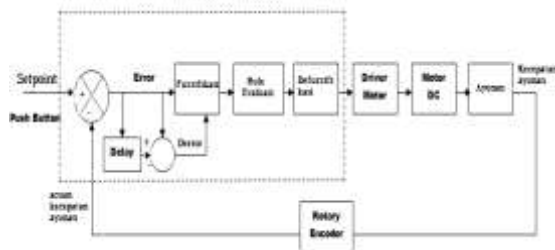
II. DESAIN SISTEM

Sistem pengendalian ayunan bayi yang digunakan sebagai obyek kajian memiliki blok diagram sebagaimana disajikan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Blok Ayunan Otomatis

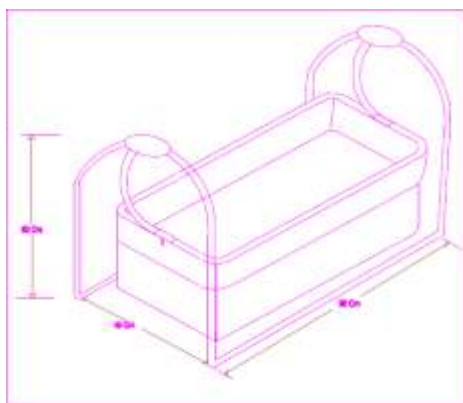
Diagram pengendalian dengan menerapkan logika fuzzy pada sistem ayunan bayi adalah seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Kontrol Loop tertutup

A. Desain Mekanik Alat

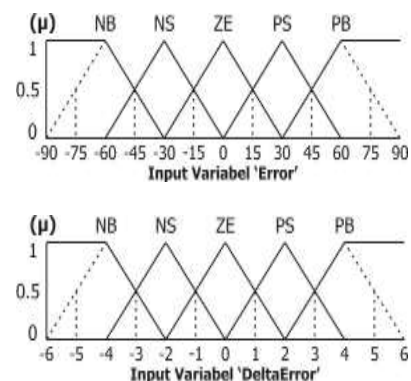
Konstruksi mekanik dari ayunan bayi yang digunakan adalah sebagai berikut :



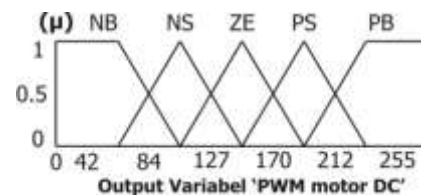
Gambar 3. Desain ayunan bayi otomatis

B. Desain Pengendali Logika Fuzzy

Masukan yang digunakan pada pengendali logika fuzzy adalah variabel error dan nilai derror. Masing-masing fuzzy set masukan error maupun derror diklasifikasikan kedalam 5 buah membership function yang ditunjukkan pada gambar 4. Keluaran pengendali logika fuzzy adalah nilai PWM (Pulse Width Modulation) untuk mengatur kecepatan putar motor DC sebagai penggerak ayunan bay. Pada variabel keluaran (PWM) diklasifikasikan dalam 5 membership function sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. Masukan Pengendali



Gambar 5. Keluaran Pengendali

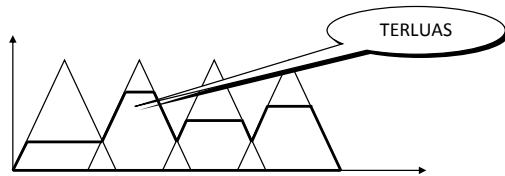
C. Evaluasi Rule

Dengan fuzzy set masukan error dan derror, tahapan selanjutnya adalah rule evaluasi fuzzy logic dimana kedua input akan digunakan untuk menentukan output berupa tegangan keluaran control kecepatan motor maka akan bisa dibuat table seperti table 1. Operasi fuzzy set yang digunakan untuk menggabungkan dua inputan yaitu AND (Intersection).

		Error				
		NB	NS	Z	PS	PB
dError	NB	NB	NB	NM	NB	NM
	NS	NB	NB	NS	Z	NM
	Z	NS	Z	Z	Z	PS
	PS	PM	Z	PS	PB	PB
	PB	PB	PB	PM	PB	PB

D. Defuzifikasi

Defuzzyfikasi terhadap output logika fussy dilakukan untuk menghitung nilai crisp dari output menggunakan metode CoLA (*Center of Largest Area*), dimana perhitungan hanya dilakukan pada area yang terluas. Output fuzzy yang didapat akan dihitung menggunakan rumus matematis sebagai berikut :



Gambar 6. Area Terluas pada metode CoLA

Persamaan yang digunakan pada metode CoLA adalah sebagai berikut :

$$Z^* = \frac{\int_a^b f(z) \cdot z \cdot dz}{\int_0^\infty f(z) \cdot dz}$$

Keterangan Rumus :

Z^* = output crisp

a dan b = batas kiri dan batas kanan fungsi keanggotaan terluas

$f(z)$ = Nilai tepian dari area terluas

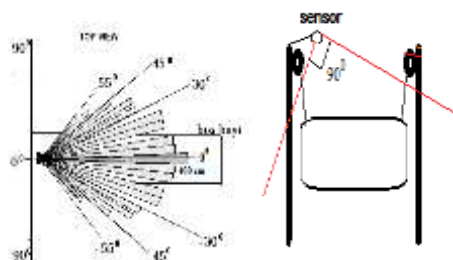
z = Nilai crisp yang tercakup dalam keluaran fuzzy

III. PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Pengujian dan analisa dilakukan terhadap setiap komponen utama yang mendukung dalam pembuatan sistem ayunan bayi otomatis dengan metode fuzzy logic control.

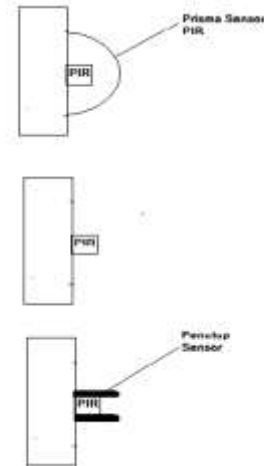
A. Pengujian Sensor PIR

Pengujian dimulai dengan sudut lurus atau 0 ° pada sensor dan bergerak menyamping sampai mencapai sudut dimana sensor tidak dapat mendeteksi gerakan lagi, bila sensor mendeteksi adanya gerakan maka LED menyala dan sebaliknya bila tidak maka LED mati. Hasil pengujian mendapatkan hasil seperti pada gambar 7.



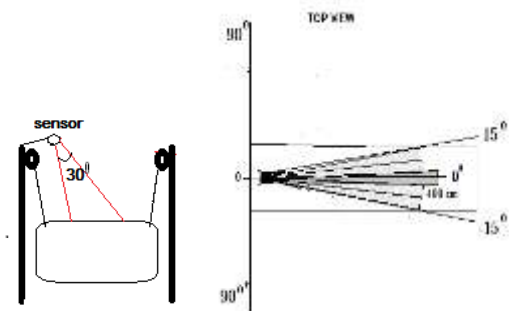
Gambar 7. Sudut deteksi hasil pengujian

Sudut pembacaan sensor dipersempit dengan cara prisma lensa pada sensor PIR dibuka dan menutup sisinya dengan isolasi yang panjangnya 2cm agar sensor fokus hanya pada bayi dalam box saja seperti ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Proses prisma sensor ditutup untuk mengurangi sudut deteksi

Dengan membuka prisma sensor dan menutupnya sebagian maka akan mengurangi sudut deteksi dari sensor dan hasilnya seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Sudut sensor PIR setelah tanpa prisma dan ditutup sebagian

Dari hasil pengujian sensor suara maka didapatkan kesimpulan Sensor PIR mempunyai kemampuan mendeteksi sejauh 400cm dengan sudut 00 dan ketika sudutnya membesar maka jarak deteksi pun semakin rendah. Pada sudut 900 merupakan sudut efektif deteksi sensor PIR. Dengan membuka prisma sensor PIR dan menutup sebagian sensor dengan isolasi hitam sepanjang 2cm sudut deteksi pada sensor bisa diperkecil hingga hanya 300 maka gerakan di box bayi saja yang dapat terdeteksi.

B. Pengujian Sensor Suara

Pengujian dilakukan dengan memakai audio rekaman suara bayi lalu diukur desiblenya dengan dB meter dengan jarak berbeda-beda dan hasil pengujian seperti tabel 1.

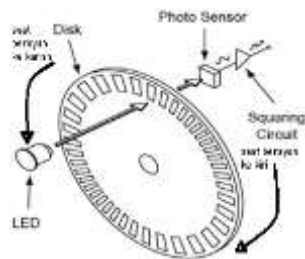
Tabel 1.
Hasil pengujian sensor suara terhadap
rekaman tangisan bayi

Jarak suara Tangisan	Nilai dB	Output Sensor
10 cm	87 dB	Logika 1
20 cm	82 dB	Logika 1
30 cm	78 dB	Logika 1
40 cm	74 dB	Logika 1
50 cm	68 dB	Logika 1
60 cm	62 dB	Logika 1
70 cm	58 dB	Logika 1
80 cm	54 dB	Logika 1
90 cm	51 dB	Logika 1
100 cm	49 dB	Logika 1
110 cm	46 dB	Logika 1
120 cm	43 dB	Logika 1
130 cm	40 dB	Logika 1
140 cm	37 dB	Logika 1
150 cm	33 dB	Logika 1
160 cm	29 dB	Logika 1
170 cm	26 dB	Logika 1
180 cm	22 dB	Logika 1
190 cm	Tidak terdeteksi	Logika 0
200 cm	Tidak Terdeteksi	Logika 0

Pada Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada jarak 190cm suara tidak dapat terdeteksi.

C. Pengujian Rotary Encoder

Rotary encoder digunakan untuk mendeteksi kecepatan dan posisi ayunan bayi.



Gambar 10. Skema dan gambar rotary encoder

Pengujian dilakukan dengan memakai beban pada box ayunan seberat 3kg dan dari hasil pengujian pada sensor rotary encoder maka didapatkan hasil seperti pada table 2.

Tabel 2. Hasil pengujian Rotary Encoder

Tingkat Kecepatan Ayunan	Jumlah pulsa saat ayunan ke kiri	Jumlah pulsa saat ayunan ke kanan	Sudut Ayunan bayi
1	5	5	10°
2	10	10	20°
3	15	15	30°
4	20	20	40°
5	25	25	50°
6	30	30	60°

Dari hasil tersebut maka dapat ditentukan untuk pengaturan berapa RPM pada setiap kecepatan seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian tingkat kecepatan

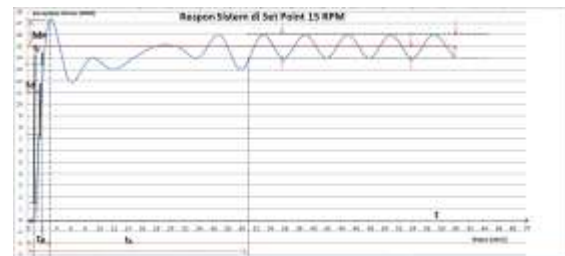
Tingkat Kecepatan	Nilai RPM
1	15
2	30
3	45
4	60
5	75
6	90

Dari hasil pengujian maka didapatkan hasil bila jumlah titik yang terbaca sensor berbeda-beda dan menghasilkan ayunan yang berbeda pula, semakin cepat tingkat kecepatan maka makin tinggi ayunannya.

C. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian rangkaian secara keseluruhan ini adalah untuk mengetahui kerja sistem secara keseluruhan dalam melakukan pengendalian kecepatan ayunan guna mencapai set point.

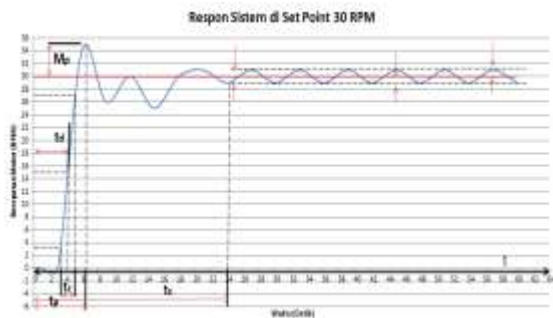
Pada pengujian dengan beban 3 kg dan setpoint kecepatan 15 rpm, didapatkan seperti grafik pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik respon sistem setpoint 15 rpm

Pada gambar 11 menunjukkan bahwa respon bergerak cepat untuk sampai pada titik puncak hanya membutuhkan waktu 1 detik dengan overshoot maksimum sebesar 13,3%, namun dengan kecepatan 1 dengan beban 3kg dibutuhkan waktu 30,5 detik untuk mencapai settling time dan selama pengujian 60 detik tidak mendapatkan steady state.

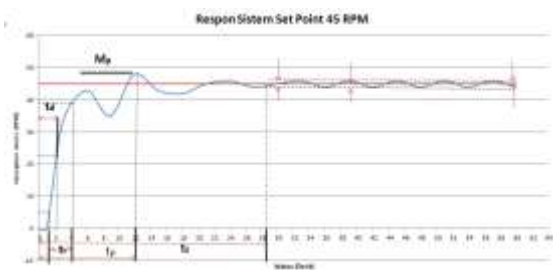
Pada pengujian dengan beban 3 kg dan setpoint kecepatan 30 rpm, didapatkan seperti grafik pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik respon sistem setpoint 30 rpm

Hasil analisa dapat terlihat bahwa respon bergerak lebih lambat dari pengujian di 15 rpm untuk sampai pada titik puncak dengan membutuhkan waktu 6.5 detik dengan overshoot maksimum sama sebesar 13,3%, namun dengan kecepatan 2 dengan beban 3kg settling time yang didapatkan lebih cepat hanya 24 detik dan selama pengujian 60 detik tetap tidak mendapatkan steady state.

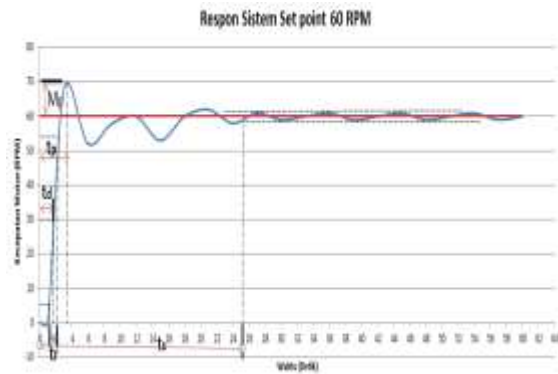
Pada pengujian dengan beban 5 kg dan setpoint kecepatan 45 rpm, didapatkan seperti grafik pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik respon sistem setpoint 45 rpm

Hasil analisa dapat terlihat bahwa respon bergerak untuk sampai pada titik puncak membutuhkan waktu 12 detik dengan overshoot maksimum sebesar 6.6%, dengan kecepatan 3 dengan beban 5kg settling time yang didapatkan 28.5 detik dan selama pengujian 60 detik tetap tidak mendapatkan steady state.

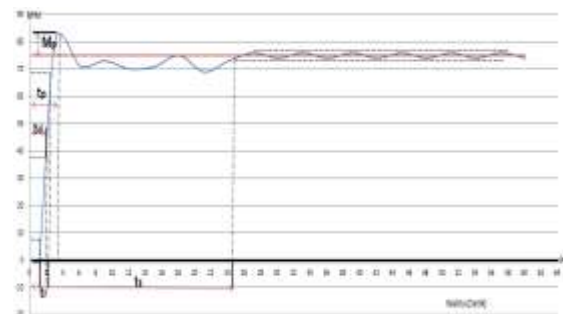
Pada pengujian dengan beban 5 kg dan setpoint kecepatan 60 rpm, didapatkan seperti grafik pada gambar 14.



Gambar 14. Grafik respon sistem setpoint 60 rpm

Hasil analisa dapat terlihat bahwa respon bergerak lebih cepat dari pengujian di 45 rpm untuk sampai pada titik puncak dengan membutuhkan waktu 3.5 detik dengan overshoot maksimum sebesar 13,3%, dan dengan kecepatan 4 dengan beban 5kg settling time yang didapatkan juga lebih cepat hanya 25 detik dan selama pengujian 60 detik tetap tidak mendapatkan steady state.

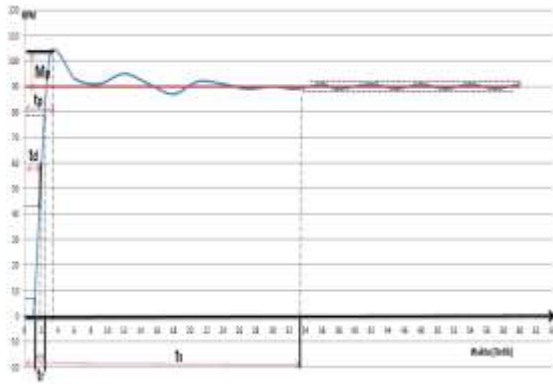
Pada pengujian dengan beban 8 kg dan setpoint kecepatan 75 rpm, didapatkan seperti grafik pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik respon sistem setpoint 75 rpm

Hasil analisa dapat terlihat bahwa respon bergerak untuk sampai pada titik puncak membutuhkan waktu 3.5 detik dengan overshoot maksimum sebesar 8%, dengan kecepatan 5 dengan beban 8kg settling time yang didapatkan 28.5 detik dan selama pengujian 60 detik tetap tidak mendapatkan steady state.

Pada pengujian dengan beban 8 kg dan setpoint kecepatan 90 rpm, didapatkan seperti grafik pada gambar 16.



Gambar 16. Grafik respon sistem setpoint 90 rpm

Hasil analisa dapat terlihat bahwa untuk sampai pada titik puncak respon bergerak sama dengan pengujian di 75 rpm dengan membutuhkan waktu 3.5 detik dengan overshoot maksimum sebesar 13,3%, namun dengan kecepatan 6 dengan beban 8kg settling time yang didapatkan lebih lambat dengan waktu 33.5 detik dan selama pengujian 60 detik tetap tidak mendapatkan steady state.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan beban dan setpoint kecepatan ayunan, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali dengan logika fuzzy yang telah dirancang mampu mengendalikan ayunan bayi dengan baik.

Dengan membuka prisma sensor PIR dan menutup sebagian sensor dengan isolasi hitam sepanjang 2cm sudut deteksi pada sensor bisa diperkecil hingga hanya 300 maka gerakan di box bayi saja yang dapat terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryono, Teguh. 2017. "Desain dan Implementasi Sistem Kontrol Logika Fuzzy Pada Prototipe Sistem Pengering Cengkeh Fuzzy Logic Controller Design and Implementation for Clove Dryer System Prototype," no. April:673–79.
- [2] Suyadhi. 2010, Buku Pintar Robotika. Buku. Penerbit ANDI.
- [3] Syahputra, Robi. 2011. Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Bibit Sawit Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. Tugas Akhir. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [4] Tahta, Amrillah. 2010. Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban Udara Otomatis Untuk Tanaman Anggrek pada Green House. Laporan PKM. Universitas Negeri Malang.
- [5] Wakur, Silwanus. 2015. Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino UNO. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Manado.
- [6] Sujono. 2003. "(RULE EVALUATION)," 1–13.