

Rancang Bangun Sistem Pengaturan Suhu Menggunakan *Controller* PID Untuk Pengeringan dan Penggilingan Cabai Otomatis Berbasis *Internet of Things*

Muhammad Mohar Aprilian^{1*}, Didik Notosudjono¹, Agustini Rodiah Machdi¹

¹Program Studi Teknik Elektro Universitas Pakuan
Jl. Pakuan, RT.02/RW.06, Tegallaga, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16129
E-mail: Rianmohar@gmail.com*

Naskah Masuk: 23 Desember 2024; Diterima: 25 Agustus 2025; Terbit: 31 Agustus 2025

ABSTRAK

Abstrak - Beberapa upaya penyelamatan hasil pertanian adalah dengan melakukan pengeringan. Penelitian ini bermaksud untuk mengembangkan alat pengering dan penggiling cabai otomatis menggunakan *controller* Proportional Integral Derivative (PID) dengan konsep *Internet of Things* (IoT) yang dimana *heater plate* digunakan untuk mengurangi kadar air, Sistem kontrol pengering menggunakan Arduino Mega dan sensor suhu DS18B20 sebagai input, lalu sensor termokopel sebagai pembanding untuk membaca suhu yang sebelumnya data yang dikirim diubah analog menjadi digital oleh Max6675, *motor mixer* digunakan sebagai aktuator yang mengaduk dan motor DC sebagai penuang, kemudian motor AC untuk menggiling cabai yang sudah dikeringkan oleh *heater* dan NodeMcu digunakan untuk *Internet of Things*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat ini tegangan catu daya 12 VDC diukur adalah 11,07 VDC. Lalu tegangan pada motor mixer dan penuang menunjukkan nilai rata-rata 11,06 VDC dan 12,03 VDC. Tegangan motor penggiling sebesar 220,5 VAC, sedikit melebihi spesifikasi 220V. Pengujian sensor suhu DS18B20 menunjukkan kesalahan rata-rata 1% Steady state error harus dijaga sangat rendah, sekitar 1% hingga 5-10% dari nilai set point tergantung kebutuhan aplikasi. Hasil pengujian pada pengeringan selama 10 menit, menghilangkan kadar air pada cabai dengan nilai rata-rata berat air yang hilang adalah 8 gr dan untuk nilai rata-rata kadar air yang hilang adalah 4,95%.

Kata kunci: *Arduino mega, NodeMCU 8266, PID control, DS18B20, Termokopel, Heater, Pengeringan.*

ABSTRACT

Abstract - One of the efforts to preserve agricultural products is by drying. This research aims to develop an automatic chili drying and grinding machine using a Proportional Integral Derivative (PID) controller with an Internet of Things (IoT) concept. A heater plate is used to reduce moisture content. The drying control system uses an Arduino Mega and a DS18B20 temperature sensor as input, while a thermocouple sensor serves as a comparator to read the temperature. The data sent by the thermocouple is converted from analog to digital by the MAX6675. A mixer motor acts as an actuator to stir, and a DC motor is used for dispensing. An AC motor is employed for grinding the chili that has been dried by the heater, while the NodeMCU is used for the Internet of Things (IoT) functionality. Based on the tests conducted on this tool, the power supply voltage of 12 VDC was measured at 11.07 VDC. The voltage on the mixer and dispensing motors showed average values of 11.06 VDC and 12.03 VDC, respectively. The grinding motor voltage was 220.5 VAC, slightly exceeding the specified 220V. The DS18B20 temperature sensor test showed an average error of 1%. The steady-state error must be kept very low, around 1% to 5-10% of the set point value, depending on the application requirements. The test results for drying for 10 minutes showed that the moisture content in the chili was reduced, with an average weight of water lost being 8 grams, and the average moisture loss percentage was 4.95%.

Keywords: *Arduino Mega, NodeMCU 8266, PID control, DS18B20, Thermocouple, Heater, Drying.*

Copyright © 2025 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Prinsip pengeringan cabai adalah menguapkan air dari dalam cabai sehingga kandungan airnya berkurang atau kering. Saat ini perkembangan teknologi alat pengering telah berkembang dengan pesat, karena alat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses produksi dimana efisiensi waktu dan tenaga, serta keakuratan menjadi faktor yang penting. Dalam beberapa kasus, untuk mengatasi kelebihan

produksi melalui penanganan pascapanen dan pengolahan hasil, sehingga disamping dapat menanggulangi kelebihan produk segar juga untuk meningkatkan nilai tambah bagi petani. Beberapa upaya penyelamatan hasil pertanian adalah dengan melakukan pengeringan, hal ini tentu saja akan merugikan biaya produksi. Penelitian ini menggunakan sistem pengering cabai otomatis, heater plate dan contact time pengeringan suhu set point untuk memonitoring cabai [1].

Penelitian ini bermaksud untuk merancang dan mengembangkan alat pengering dan penggiling cabai otomatis menggunakan controller Proportional Integral Derivative (PID) dengan konsep Internet of Things (IoT) yang dimana pemanas heater plate digunakan untuk mengeringkan atau mengurangi kadar air dengan suhu 50°C selama 10 menit, Sistem kontrol pengering menggunakan Arduino Mega dan sensor suhu DS18B20 sebagai input, lalu sensor termokopel sebagai pembanding untuk membaca suhu yang sebelumnya data yang dikirim diubah analog menjadi digital oleh Max6675, motor mixer digunakan sebagai aktuator yang mengaduk dan motor DC untuk menggerakkan pengering atau sebagai penuang, kemudian motor penggiling untuk menggiling cabai yang sudah dikeringkan oleh heater dan NodeMcu digunakan untuk *Internet of Things*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Arduino Mega 2560

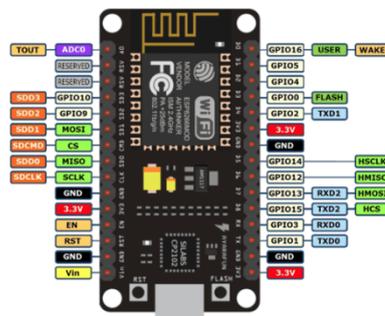
Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya [2], [3].



Gambar 1. Arduino Mega

2.2. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 ialah sebuah modul wifi yang merangkap menjadi mikrokontroler sehingga menggunakan NodeMCU cukup dengan menghubungkan modul ke komputer dengan menggunakan USB kemudian di program menggunakan software Arduino IDE selain itu juga mampu menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun klien. Terdapat kemampuan on-board prosesi dan penyimpanan (storage) yang memungkinkan ESP8266 untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau alat-alat melalui pin input output dan pemrograman [4].

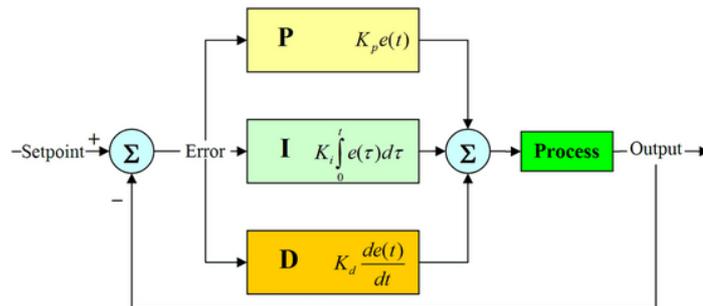


Gambar 2. NodeMCU ESP8266 WiFi

2.3. Proportional Integral Derivative (PID)

Proportional Integral Derivative (PID) merupakan teknik kontrol yang sering digunakan dalam rekayasa kontrol, dimana kendali PID ini terdiri dari tiga macam kendali yang dikombinasikan antara lain (Proportional, Integral dan Derivative) dimana parameter tersebut dapat menentukan kualitas respon dari suatu kontrol. Sebelumnya penggunaan teknik kontrol PID banyak diterapkan dengan

berbagai metode salah satunya yaitu perancangan kendali kecepatan yang menghasilkan kendali PID sesuai spesifikasi yang diinginkan dan juga stabil [5],[6].



Gambar 3. Pengontrolan dari PID

Untuk kendali PID yang dirancang dalam parallel atau tiga aksi terpisah maka T_i dan T_d harus konversi untuk mendapatkan K_I dan K_D dengan rumus [7] :

$$K_I = K_P / T_I \tag{1}$$

$$K_D = K_P / T_D \tag{2}$$

Keterangan ;

T_I = Waktu integral

T_D = Waktu Derivatif

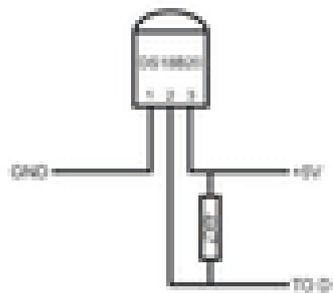
Berdasarkan kurva S, Ziegler-Nichols menentukan parameter K_P , T_i dan T_d pada metode pertama berbasis *open loop* dirangkum pada tabel berikut [7] :

Tabel 1. Aturan Tuning Ziegler Nichols *Open Loop*

Type Kendali	K_p	T_i	T_d
P	T/L	∞	0
PI	0,9	L/0,3	0
	1,2		
PID	T/L	2L	0,5L

2.4. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor yang dapat membaca perubahan temperatur lingkungan lalu mengkonversikan temperatur tersebut menjadi sebuah tegangan listrik. Sensor ini memiliki keluaran digital. Sensor DS18B20 ini memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu 0,5 yang mampu membaca suhu dengan rentang antara -55 sampai 125 °C [12]. Sensor DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari V_s , Ground dan Data Input/Output. Kaki V_s merupakan kaki tegangan sumber. Tegangan sumber untuk sensor suhu DS18B20 adalah 3V sampai 5.5V. Umumnya V_s diberikan tegangan +5V sesuai dengan tegangan kerja dari mikrokontroler. Kemudian kaki ground disambungkan dengan ground rangkaian [8].



Gambar 4. Skematik DS18B20

2.5. Sensor Termokopel Tipe K

Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Termokopel tipe K memberikan rentang suhu pengoperasian terluas. Terdiri dari kaki positif yang non-magnetik dan kaki negatif yang bersifat magnetis. Pada

termokopel tipe K, logam dasar tradisional digunakan karena dapat bekerja pada suhu tinggi dan dapat memberikan rentang suhu pengoperasian terluas. Salah satu logam penyusun termokopel tipe k adalah Nikel yang bersifat magnetis [9].



Gambar 5. Termokopel Tipe K

2.6. Heater Plate

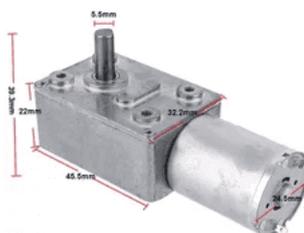
Heater Plate merupakan elemen pemanas listrik dimana gulungan coil resistance wire dimasukkan kedalam plat dan di cor bersama-sama dengan bubuk isolator (Mgo powder) yang berkemampuan meneruskan panas dan isolator listrik yang baik, sehingga arus listrik tidak menembus dan mengalir pada plat pembungkusnya, proses pengecorannya dilakukan dengan menggunakan mesin isi (filling machine) yang dirancang sedemikian rupa [10].



Gambar 6. Heater Plate

2.7. Motor DC

Motor listrik berjenis DC atau motor DC merupakan motor yang memerlukan masukan tegangan arus DC (searah) pada kumparan medannya yang akan dirubah menjadi suatu *energy* gerak mekanik. Kumparan tersebut dapat disebut dengan Stator atau bagian yang tidak berputar dan bagian yang berputar atau kumparan jangkar disebut dengan Rotor [11].



Gambar 7. Motor DC

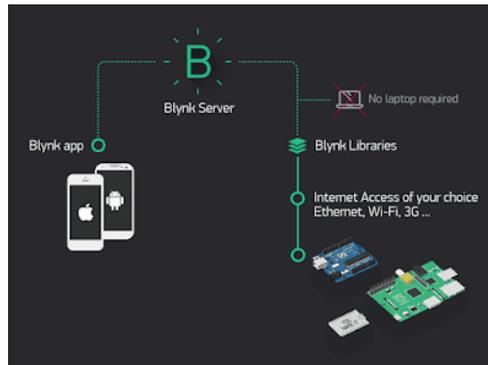
2.8. Internet of Things (IoT)

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Dimana bertujuan memperluas manfaat dan konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus, berada di dunia fisik, bahan pangan, elektronik, peralatan apa saja,

termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor tertanam dan selalu “on” [12], [13].

2.9. Blynk IoT

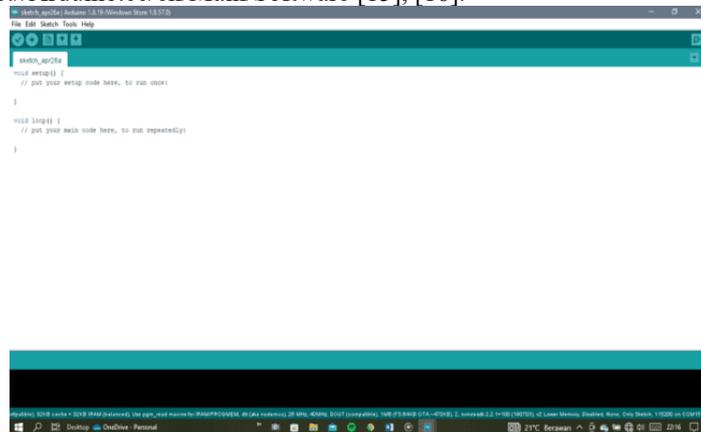
Blynk merupakan *platform* sistem operasi iOS maupun *Android* sebagai kendali pada modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui *internet*. Penggunaan aplikasi *Blynk* sangat mudah, untuk penggunaannya dapat menggunakan android maupun ios. Aplikasi *Blynk* tidak terikat dengan komponen atau *chip* manapun, namun harus mendukung *board* dengan memiliki akses *wifi* untuk dapat berkomunikasi dengan hardware yang digunakan. Aplikasi *Blynk* memiliki 3 komponen utama yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. *Blynk* server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* dan *hardware* [14].



Gambar 8. Blok diagram Komunikasi Blynk

2.10. Arduino IDE

IDE atau nama lengkapnya adalah *Integrated Development Environment*. Diperuntukan untuk membuat perintah ataupun *source code*, melakukan pengecekan kesalahan, kompilasi, upload program, dan menguji hasil kerja arduino melalui serial monitor. File program yang dibuat pada arduino di sebut dengan “*sketch*” dengan format file *.ino*. *Software Arduino IDE* bisa di *download* pada alamat <http://Arduino.cc/en/Main/Software> [15], [16].



Gambar 9. Interface Arduino IDE

2.11. Pengurangan Kadar Air

Pengurangan kadar air adalah proses menghilangkan sebagian atau seluruh air yang terkandung dalam suatu bahan. Proses ini sering dilakukan untuk berbagai tujuan, seperti :

1. Meningkatkan Daya simpan : Bahan dengan kadar air rendah cenderung lebih awet dan tahan lama.
2. Mempermudah Proses Pengolahan : Bahan kering lebih mudah dihaluskan, diayak, atau dipadatkan.
3. Mengubah Sifat Bahan : Pengeringan dapat mengubah tekstur, rasa, atau warna suatu bahan.

Berikut rumus perhitungan untuk kadar air :

$$\text{Pengeringan Kadar Air} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan ;

m_1 = Massa awal (gr)
 m_2 = Massa setelah dikeringkan

2.12. Analisa Kesalahan

Sebagai inti dari proses, komponen pada alat memiliki peran penting dalam mengubah kuantitas yang diperoleh dari luar (bersifat *analog*) menjadi kuantitas yang dapat diproses oleh komputer (bersifat *digital*). Komponen pada alat juga menentukan seberapa tepat hasil yang diperoleh untuk dibandingkan dengan pengukuran yang sebenarnya melalui *instrument* alat ukur. Berikut adalah persamaan yang merupakan persentasi dari tingkat keakuratan suatu alat yang dilakukan pengujian. Berikut adalah Persamaan dari keakuratan alat yaitu:

$$\text{Rata - rata keakuratan} = \left(\frac{V_{\text{tegangan input}}}{V_{\text{tegangan kerja}}} \right) \times 100\% \tag{5}$$

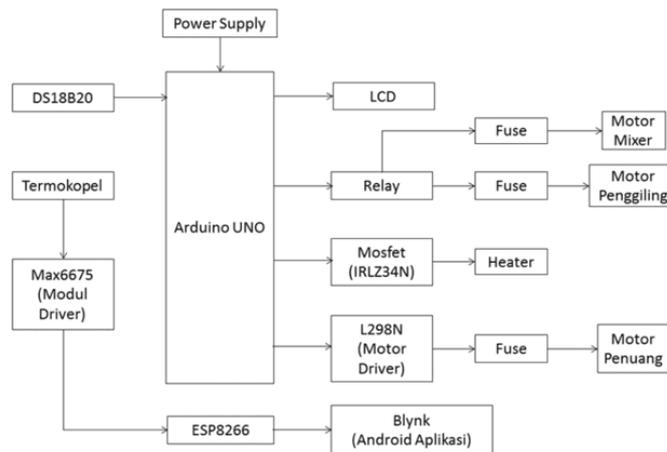
Keterangan:

- Rata-rata keakuratan (%) = Persentase akurasi alat
- Percobaan yang benar (VDC) = Tegangan DC hasil pengukuran tegangan input
- Percobaan (VDC) = Tegangan DC hasil pengukuran tegangan kerja

3. METODE PENELITIAN

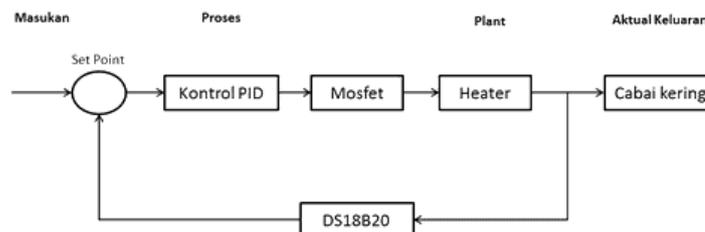
3.1. Blok Diagram

Diagram blok sistem merupakan bagian dari skema perancangan penelitian alat penggiling dan pengering cabai otomatis ini. Karena diagram ini memaparkan prinsip kerja secara keseluruhan dari sistem yang digunakan, sehingga mempermudah proses perancangan alat sesuai diharapkan.



Gambar 10. Blok Diagram Pengering dan Penggiling Cabai Otomatis

Dimana alat ini menggunakan sumber tegangan dari PLN 220 volt AC yang diubah menggunakan power supply menjadi 12 volt DC sebagai sumber tegangan Listrik. Alat ini di proses menggunakan Arduino Mega, sensor DS18B20 dan termokopel sebagai input untuk membaca suhu yang sebelumnya data yang dikirim diubah analog menjadi digital oleh Max6675, untuk mengontrol heater dengan menggunakan mosfet sebagai penguat, relay untuk motor mixer dan motor penggiling yang berfungsi sebagai kontak saklar dan sebelum terhubung ke motor ada fuse sebagai pengaman jika terjadi arus hubung singkat, L298N atau motor driver untuk mengatur motor Penuang, dan untuk menampilkan suhu dan contact time menggunakan LCD 16x4.

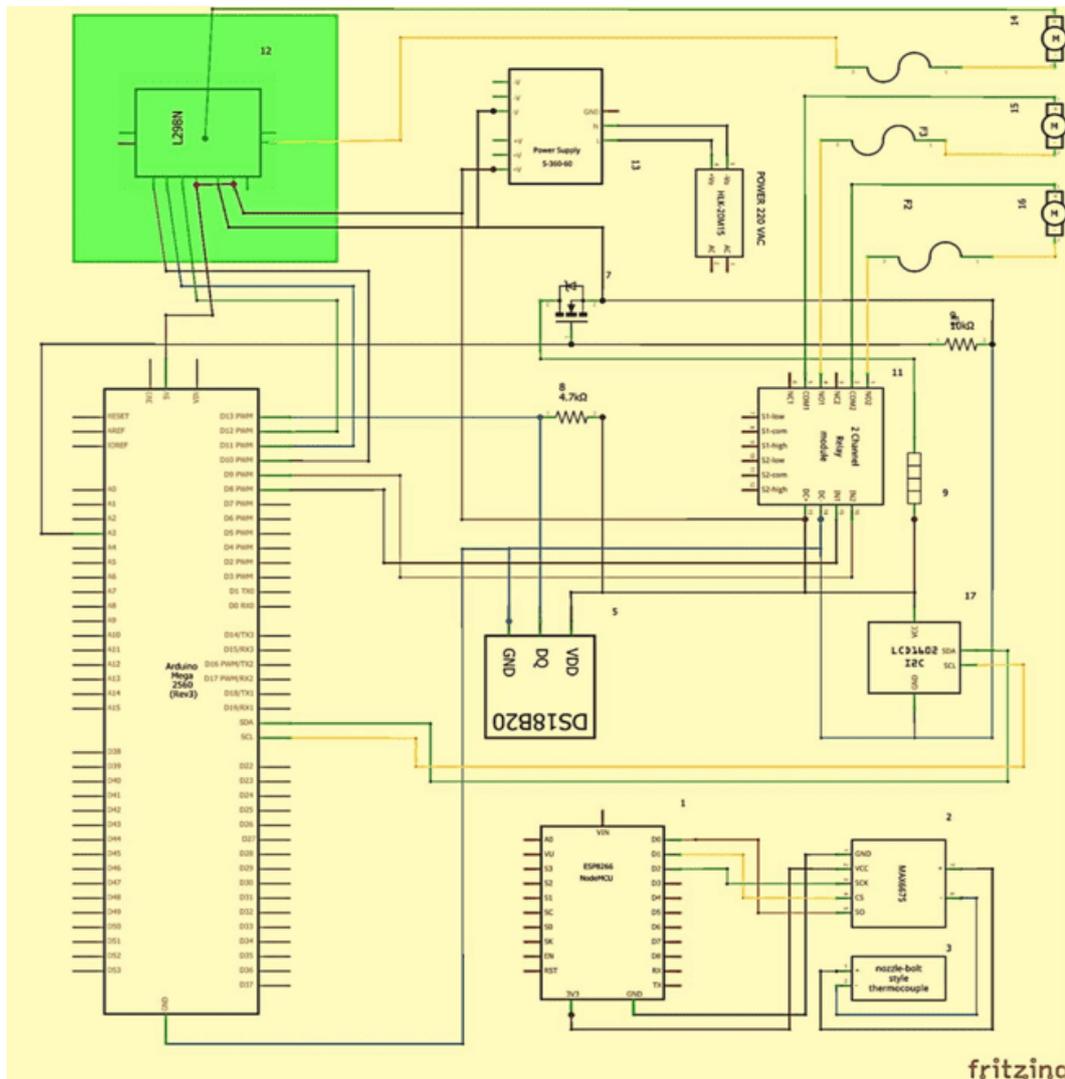


Gambar 11. Blok Diagram Kontrol PID

Dapat dilihat pada Gambar 3.2, *set point* pada sistem ini berupa suhu yang sudah diatur sesuai kebutuhan dengan kontrol suhu mulai dari 30 °C sampai dengan suhu 50 °C. Kemudian kontrol PID mengolah input dan menghasilkan sinyal kontrol untuk mengatur suhu pada *heater plate*. Suhu panas pada *heater plate* di *feedback* melalui sensor suhu, jika pembacaan suhu sesuai dengan *set point* yang telah diatur maka sistem mempertahankan *set point*. Selanjutnya alat ini juga menggunakan *Internet of Things* untuk memonitoring suhu secara *real time*. Lalu sensor termokopel akan mengirim data analog menjadi digital oleh Max6675 yang berfungsi sebagai pengontrol suhu. Dan alat akan dilanjutkan mengirim data tersebut menggunakan ESP8266, informasi tersebut akan ditampilkan pada aplikasi android *Blynk* pada *smartphone*.

3.2. Perancangan Rangkaian Secara Keseluruhan

Perancangan rangkaian keseluruhan yaitu merupakan gabungan dari seluruh perancangan dari masing-masing perancangan yang sudah dibahas pada halaman sebelumnya yang dirangkai menjadi sebuah sistem kontrol pada perancangan pengering dan penggiling cabai otomatis menggunakan aplikasi *fritzing*.



Gambar 12. Skematik Rangkaian Keseluruhan Alat Pengering Dan Penggiling cabai otomatis

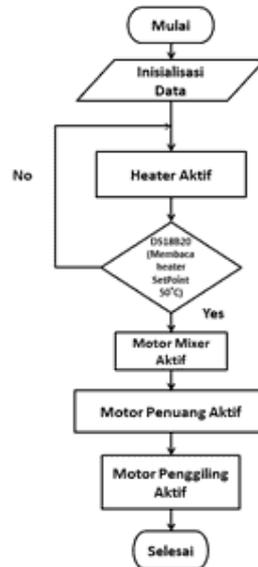
3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak atau biasa disebut perancangan *software* yaitu perancangan yang dilakukan pada pembuatan program yang ada pada alat pengering dan penggiling cabai. Pembuatan program dilakukan menggunakan arduino IDE, penggunaan arduino IDE dikarenakan arduino IDE dapat memprogram *mikrokontroller* NodeMCU ESP8266 sesuai dengan keinginan. selain fungsinya

untuk memogram, arduino IDE juga memiliki *text* editor yang dapat kita gunakan pada saat program ingin diubah pada bagian tertentu.

3.4. Flowchart

Flowchart atau bagan alur merupakan diagram yang memetakan suatu langkah-langkah dan proses pengambilan keputusan untuk melakukan perintah dari suatu program yang telah dibuat. Pada setiap bagian diagram terdapat penjelasan atau sebuah perintah, agar sistem kerja alat lebih mudah dipahami setiap prosesnya dari awal hingga akhir.



Gambar 13. *Flowchart* Program Rancang Bangun Alat Pengering dan Penggiling Cabai Otomatis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Power Supply

Pengujian catu daya atau power supply dilakukan untuk mengetahui tegangan kerja pada pin terminal output. Pengukuran rangkaian catu daya ini dilakukan tanpa beban. Berikut merupakan hasil pengukuran catu daya yang dilakukan dengan 10 kali pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan power supply 12 VDC sebanyak 10 kali

Percobaan	Perangkat volt DC	Hasil Pengukuran volt DC
1	12	11,07
2	12	11,07
3	12	11,07
4	12	11,07
5	12	11,06
6	12	11,08
7	12	11,07
8	12	11,07
9	12	11,07
10	12	11,07
Rata-Rata Hasil Pengukuran		11,07

Dari hasil pengukuran tegangan pada *output* catu daya 12 volt DC dengan 10 kali pengukuran didapatkan angka rata-rata 11,07 volt DC. Untuk menghitung keakuratan tegangan catu daya 12 volt DC dengan 10 kali pengukuran maka dapat menggunakan persamaan pada 5 sebagai berikut:

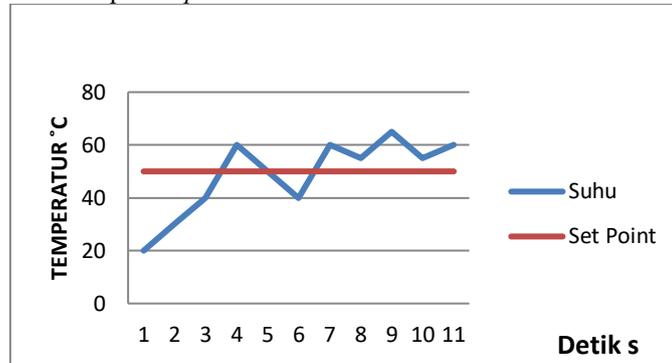
$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata keakuratan} &= \left(\frac{\text{nilai rata-rata pengukuran}}{\text{nilai sebenarnya}} \right) \times 100 \\
 &= \frac{11,07 \text{ Volt}}{12 \text{ Volt}} \times 100\% \\
 &= 97 \%
 \end{aligned}$$

Power supply masih bisa digunakan dengan baik karna sedikit mengalami penurunan tegangan yaitu sebesar 0.03 volt DC dari tegangan yang diinginkan dan sesuai data sheet. Di data sheet menunjukkan tegangan maksimum yang bias di terima power supply berada di kisaran 12,6 volt, sementara tegangan minimum catu daya berkisaran 11,4 volt.

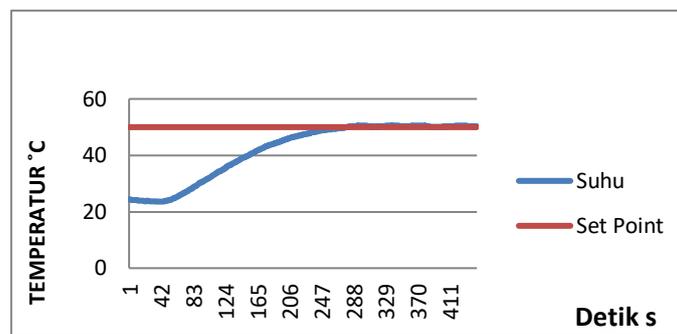
4.2. Sensor Suhu

Pengujian Sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui suhu yang ada pada heater dengan suhu yang ada pada alat ukur. Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca pada termokopel dengan hasil yang didapatkan dari pembacaan sensor DS18B20 yang ditampilkan pada LCD berupa suhu aktual. Pengujian sensor termokopel dilakukan dengan cara mengatur jarak pemanas dengan sensor, kemudian menguji kepekaan sensor dengan suhu yang terus ditingkatkan sampai pemanas mencapai suhu yang sudah ditentukan.

Berikut grafik hasil pengujian sensor DS18B20 sedang mendeteksi bahwa suhu telah mencapai suhu yang sudah mencapai *set point*.



Gambar 14. Grafik Pengujian suhu set point 50⁰ C tanpa menggunakan metode PID



Gambar 15. Grafik Pengujian suhu set point 50⁰ C menggunakan metode PID
 Hasil pengujian sensor DS18B20 dan termokopel dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. pengujian sensor DS18B20

Pengujian	Set Point (°C)	DS18B20 Suhu (°C)	Termokopel Suhu (°C)	Error %
1	50	29,5	30	0,7
2	50	31,3	32	0,7
3	50	32	33	1
4	50	34,5	35	0,5
5	50	36	37	1
6	50	37,1	38	0,9
7	50	39,5	40	0,5
8	50	45,1	46	0,9
9	50	50,5	50	0,5
10	50	51,5	51	0,5
Rata-rata Error				1%

Hasil dari pengujian sensor DS18B20 digunakan untuk menilai kualitas dan performa sensor DS18B20. Menunjukkan nilai rata-rata kesalahan yang di peroleh adalah 1%, maka sensor dianggap dapat diandalkan.

4.3. PID Controller

Pada langkah pertama pengujian PID menggunakan metode Ziegler-Nichols, dilakukan uji tanggapan sistem untuk mencari nilai T (periode) dan L (amplitudo atau level tanggapan) yang diperlukan. Dari hasil pengujian diketahui nilai $L = 50^0$ C dan $T = 400$ s. Setelah mendapatkan nilai T dan L, nilai tersebut dapat digunakan dalam persamaan Ziegler-Nichols metode pada tabel 1, untuk menentukan parameter awal kendali PID. Berikut perhitungan nilai dari persamaan tabel 1 untuk nilai Kp, Ki dan Kd.

$$K_p = \frac{400}{50} = 8$$

$$T_i = 2 \times 50 = 100$$

$$T_d = 0,5 \times 50 = 25$$

Setelah nilai T_i dan T_d sudah diketahui persamaan 1 dan 2, maka konstanta K_i dan K_d dapat ditentukan.

$$K_i = \frac{8}{100} = 0,08$$

$$K_d = 8 \times 25 = 200$$

Suhu yang telah diberikan kontrol PID berusaha mempertahankan suhu *set point* yang telah diatur yaitu 50^0 C dan mengalami *steady state error* $51,5^0$ C derajat atau mengalami kenaikan sebesar 1,5 %. Dengan nilai parameter K_p (Propotional Gain) setiap *error* menyebabkan 8 V/ 0 C, K_i (Integral Gain) akumulasi *error* seiring waktu akan menyebabkan penambahan sebesar 0,08 V/(0 C·s), dan K_d (Derivative Gain) perubahan laju *error* sebesar 200 V/(0 C·s). Maka suhu di atas dapat mencapai *set point* dengan waktu kurang lebih 5 menit.

4.3. Motor Driver

Pada pengujian *motor driver* bertujuan untuk mengetahui kualitas tegangan pada *motor driver* pada saat kondisi motor DC on atau pada saat kondisi motor DC off. Dalam pengujian ini menggunakan 2 motor DC dan 1 motor AC yaitu motor DC 3 volt, DC 12 volt dan motor AC 220 volt dengan jenis motor yang sama yakni motor DC *gearbox*.

Tabel 4. Hasil pengujian kualitas tegangan pada motor driver

No	Pengujian Motor Driver		Tegangan VDC	Keterangan
	Motor Mixer	Motor Penuang		
1	ON	OFF	11,06	Motor mixer aktif pengaduk akan berputar
	OFF	ON	12,03	Motor penuang aktif tangki heater akan menuangkan
2	ON	OFF	11,06	Motor mixer aktif pengaduk akan berputar
	OFF	ON	12,03	Motor penuang aktif tangki heater akan menuangkan
3	ON	OFF	11,05	Motor mixer aktif pengaduk akan berputar
	OFF	ON	12,04	Motor penuang aktif tangki heater akan menuangkan
4	ON	OFF	11,04	Motor mixer aktif pengaduk akan berputar
	OFF	ON	12,03	Motor penuang aktif tangki heater akan menuangkan
5	ON	OFF	11,06	Motor mixer aktif pengaduk akan berputar
	OFF	ON	12,01	Motor penuang aktif tangki heater akan menuangkan

Tabel 5. Hasil Pengujian Motor Penggiling 220 VAC

Percobaan	Perangkat Volt AC	Kondisi	Tegangan Pada Motor Penggiling (VAC)
1	220	On	220,5
2	220	On	220,3
3	220	On	220,2
4	220	On	220,5
5	220	On	220,5
Rata-Rata			220,5

Dari hasil pengujian pengujian pada *motor mixer* ketika dalam kondisi on atau ketika motor bekerja menunjukkan nilai rata-rata 11,06 VDC, kemudian ketika motor penuang dalam kondisi on menunjukkan nilai rata-rata 12,03 VDC. Jadi rata-rata tegangan *motor mixer* adalah 11,06 VDC dan

motor penuang adalah 12,03 VDC. Dan hasil pengukuran tahanan pada motor penggiling mendapat 220,5 volt AC.

4.3. Kadar Air

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar air yang hilang dari cabai setelah melalui proses pengeringan dengan berat yang sama yaitu 200 gr dan suhu yang sama yaitu 50°C. Berikut hasil pengujian pengeringan cabai selama 10 menit percobaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Hasil Pengujian Pengeringan Cabai Selama 10 Menit

Waktu pengujian (menit)	Sebelum (gram)	Sesudah (gram)	Kadar Air (%)	Berat air yang hilang (gram)
1	200	196	2,00	4
2	196	188	4,08	8
3	188	178	5,31	10
4	178	170	4,50	8
5	170	158	7,05	12
6	158	150	5,06	8
7	150	145	3,33	5
8	145	140	3,44	5
9	140	132	5,71	8
10	132	120	9,09	12
Rata – rata			4,95	8

Jumlah kadar air yang menguap pada satu menit pertama mencapai 2%, naik menjadi 4,08% di dua menit, dan menit ke 10 pengujian kadar air yang hilang mencapai 9,09% nilai rata-rata kadar air yang hilang adalah 4,95%.

Persamaan yang digunakan telah tertera pada persamaan 4 sebagai berikut.

Berat akhir dalam 10 menit = 132 gr

$$\begin{aligned} \text{Pengeringan Kadar Air} &= \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \\ &= \frac{132 - 120}{132} \times 100\% = 9,09\% \end{aligned}$$

Berdasarkan gambar 16 menjelaskan statistik berat air yang hilang pada cabai setelah proses pengeringan selama 10 kali percobaan per menit. Proses pengeringan selama 10 menit menghilangkan kadar air pada cabai mencapai 12 gr dari berat awal 132 gr menjadi 120 gr dengan nilai rata-rata berat air yang hilang adalah 8 gr.

4.4. Keseluruhan Sistem

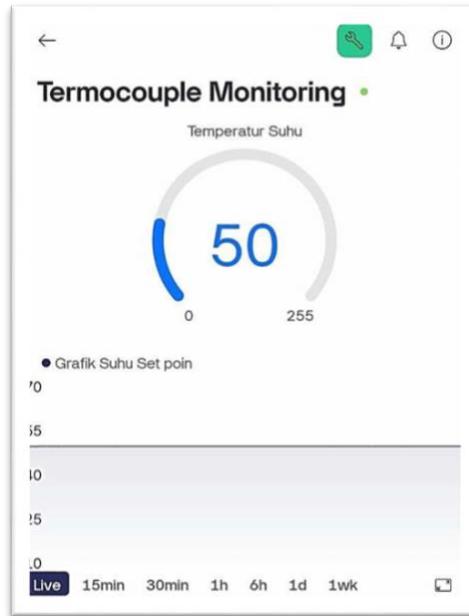
Alat pengering dan penggiling otomatis ini memiliki skala 1:1, untuk luas alas memiliki panjang 30 cm, lebar 30 cm, tinggi 70 cm dengan ketebalan 5 mm. Untuk tangki pemanas sendiri menggunakan bahan material *stainless* yang memiliki ketebalan 4mm, pada bagian tangki pemanas memiliki volume 35 x 25 cm. Untuk penampung cabai yang keluar dari tangki pemanas dan jalur cabai ke penggilingan menggunakan plat aluminium dengan ukuran 20 x 30 cm.



Gambar 16. Alat Pengering dan Penggiling Cabai Otomatis



Gambar 17. Sensor Suhu Mendeteksi Temperature Heater



Gambar 18. Hasil perbandingan sensor suhu pada *indicator Blynk* dengan LCD

Pengujian secara keseluruhan dilakukan dengan mengatur *set point* untuk mendapatkan hasil suhu yang diinginkan pada *heater*, kemudian dibaca oleh beberapa sensor dan motor akan aktif. Dapat dilihat sesuai pengujian alat secara keseluruhan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 7. hasil pengujian secara keseluruhan

No	Set point (°C)	Kondisi sensor		Kondisi Motor			Keterangan	
		DS18B20 Suhu (°C)	Termokopel Suhu (°C)	LCD	Motor Mixer	Motor Penuang		Motor Penggiling
1	50	29,5	30		ON	OFF	OFF	Motor mixer aktif, lalu motor penuang dan penggiling akan aktif ketika suhu mencapai atau melebihi 50 derajat
2	50	31,3	32		ON	OFF	OFF	
3	50	32	33	Memberi informasi indikator PID dan suhu	ON	OFF	OFF	
4	50	34,5	35		ON	OFF	OFF	
5	50	36	37		ON	OFF	OFF	
6	50	37,1	38		ON	OFF	OFF	
7	50	39,5	40	ON	OFF	OFF		
8	50	45,1	46	ON	OFF	OFF		
9	50	50,5	50	OFF	ON	ON	Motor mixer berhenti, motor penuang dan motor penggiling aktif	
10	50	51,5	51	OFF	ON	ON		

Dapat di lihat dari hasil pengujian pada tabel 7 di atas. Berdasarkan *set point* di 50⁰ C derajat, pembacaan pada sensor DS18B20 terbaca 29,5⁰ C pada posisi awal suhu. *Motor mixer* akan on sampai suhu set poin sudah tercapai 50⁰ C atau lebih, lalu motor pengaduk dan penggiling masih keadaan off dikarenakan suhu masih 30⁰ C belum mencapai *set point*. Kemudian pembacaan pada sensor DS18B20 terbaca 50⁰ C, maka *motor mixer* akan off karena suhu sudah mencapai *set point* 50⁰ C atau lebih. Motor penuang dan penggiling akan on sampai waktu *delay* penggilingan.

Untuk sensor termokopel berfungsi sebagai suhu pembanding dengan sensor DS18B20 pada LCD yang nantinya akan membaca suhu *heater* dan menginformasikan suhu yang telah dibaca pada pemilik melalui aplikasi *Blynk* pada *smartphone*. Dari analisa yang telah dilakukan, komponen pada alat pengering dan penggiling cabai otomatis dapat berfungsi dan bekerja sesuai program yang telah dibuat.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat ini tegangan catu daya 12 VDC diukur adalah 11,07 VDC. Lalu tegangan pada motor mixer dan penuang menunjukkan nilai rata-rata 11,06 VDC dan 12,03 VDC. Tegangan motor penggiling sebesar 220,5 VAC, sedikit melebihi spesifikasi 220V. Pengujian sensor suhu DS18B20 menunjukkan kesalahan rata-rata 1% Steady state error harus dijaga sangat rendah, sekitar 1% hingga 5-10% dari nilai set point tergantung kebutuhan aplikasi. Hasil pengujian pada pengeringan selama 10 menit, menghilangkan kadar air pada cabai dengan nilai rata-rata berat air yang hilang adalah 8 gr dan untuk nilai rata-rata kadar air yang hilang adalah 4,95%.

REFERENSI

- [1] V. C. Guntara, "Rancang Bangun Alat Penggiling Dan Pengering Cabai Menggunakan Atmega 328," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–45, 2021.
- [2] Wilianto and A. Kurniawan, "Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things," *Matrix*, vol. 8, no. 2, pp. 36–41, 2018.
- [3] Frida Desmitha and Wawan Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Infus Berbasis Arduino Mega 2560 Pada Rumah Sakit Umum Daerah Pasar Rebo," *Prosiding*, vol. 2, no., pp. 81–92, 2022.
- [4] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019.
- [5] K. J. Astrom and T. Hägglund, "Advanced PID control," *IEEE Control Syst.*, vol. 26, no. 1, pp. 98–101, 2006.
- [6] Z. Jamal, "Implementasi Kendali Pid Penalaan Ziegler-Nichols Menggunakan Mikrokontroler," *J. Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 81–88, 2015.
- [7] J. Homepage *et al.*, "IJEERE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy Temperature Control System for Water Heater with Servo Valve using PID Method Sistem Pengendalian Suhu Pada Pemanas Air Dengan Servo Valve Menggunakan Metode PID," vol. 3, no. 2, pp. 87–95, 2023.
- [8] M. A. Pratama, U. Usman, S. Saifuddin, A. Ariefin, and N. Juhan, "Perancangan Alat Pengering Padi Kapasitas 9Kg/Menit," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 16, 2021.
- [9] N. Wendri, I. Wayan Supardi, K. N. Suarbawa, and N. Made Yuliantini, "Alat Pencatat Temperatur Otomatis Menggunakan Termokopel Berbasis Mikrokontroler At89S51," *Bul. Fis. Jur. Fis. Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam, Univ. Udayana*, vol. 13, no. 1, pp. 29–33, 2012.
- [10] V. Barkhordarian, "Power MOSFET basics," *Powerconversion Intell. Motion*, vol. 22, no. 6, pp. 28–39, 1996.
- [11] Haishui, Zhu, et al. Design on a DC motor speed control. In: 2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation. IEEE, 2010.
- [12] Wilianto and A. Kurniawan, "Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things," *Matrix*, vol. 8, no. 2, pp. 36–41, 2018.
- [13] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, "The Internet of Things (IoT): An Overview," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 5, no. 12, pp. 71–82, 2015.
- [14] O. Rama, "Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH) Perancangan Home Automation dalam Mengontrol e-ISSN 2774-5155 Lampu dan Kipas Menggunakan Blynk Berbasis p-ISSN 2774-5147 NodeMCU," vol. 1, no. 7, pp. 597–606, 2021.
- [15] S. M. H. Khorassani, M. T. Maghsoodlou, N. Hazeri, M. Nassiri, G. Marandi, and A. G. Shahzadeh, "A facile synthesis of stable phosphorus ylides derived from harmin, harman, and carbazole," *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.*, vol. 181, no. 3, pp. 567–572, 2006.
- [16] M. Fezari and A. A. D. Al Zaytoonaa, "Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino Introduction to Arduino IDE," *ResearchGate*, no. October, 2018.