

Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Informatika, Sistem Kontrol

Vol. 3 | No. 1 | Halaman: 1 - 48 | Surabaya, Juli 2021

Perancangan Simulasi Lampu Otomatis Dengan Sensor TMP36, LDR Dan Ultrasonik Menggunakan Tinkercad

David Andreas Candra, Muhammad Dodi Utomo, Vicko Ghulam Fathurrohman, Dedi Risaldi

Perancangan Inverter Pada Sistem Instalasi Listrik Tenaga Surya Pada Gedung RKB – F Universitas Trunojoyo Madura

Herik Rian Pratama, Haryanto, Koko Joni

Rancang Bangun Alat Uji Kualitas Density Bahan Bakar Minyak Berdasarkan Metode Tekanan Hidrostatis

Riza Alfita, Yul Adriansyah, Koko Joni, Haryanto

Rancang Bangun Alat Penyangrai (Roasting) Kopi Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy

Diana Rahmawati, Nanda Muhendra Data, Haryanto, Miftachul Ulum

Potensi Energi Surya Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Untuk Penerangan Rumah 450 Watt

Nofia Rohmah, Sudarti

Sistem Pendingin Menggunakan Air Untuk Optimasi Kinerja Panel Surya Berbasis Arduino

Mursalim Pratama Putra, Rika Wahyuni Arsianti

Prodi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan
Universitas Hang Tuah

J-ELTRIK
**Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,
Informatika, Sistem Kontrol**

Editor in Chief

Muh. Taufiqurrohman, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Managing Editor

Iradiratu Diah PK, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Editorial in Board

Belly Yan Dewantara, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Reviewer

Associate Professor Dr. Wahyu Mulyo Utomo

(Universiti Tun Onn Malaysia)

Dr. Hindarto, S. Kom., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik, Univ. Muhammadiyah, Sidoarjo)

Anang Widiantoro, S.T., M.T., IPM.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik, Univ. Muhammadiyah, Surabaya)

Ir. Agus Putu Abiyasa, B. Eng., P.hD., IPM.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik dan Informatika, Univ. Pendidikan Nasional, Bali)

I Wayan Sukadana, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik dan Informatika, Univ. Pendidikan Nasional, Bali)

Suryadhi, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Dr. Istiyo Winarno, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Joko Subur, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

J-Eltrik
Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,
Informatika, Sistem Kontrol

E-ISSN: 2656-9388; P-ISSN: 2656-9396

Vol. 3, No. 1, Juli 2021
DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1>

Daftar Isi

Perancangan Simulasi Lampu Otomatis Dengan Sensor TMP36, LDR Dan Ultrasonik Menggunakan Tinkercad David Andreas Candra, Muhammad dodi utomo, Vicko Ghulam Fathurrohman, Dedi Risaldi	1-6
Perancangan Inverter Pada Sistem Instalasi Listrik Tenaga Surya Pada Gedung RKB – F Universitas Trunojoyo Madura Herik Rian Pratama, Haryanto, Koko Joni	7-12
Rancang Bangun Alat Uji Kualitas Density Bahan Bakar Minyak Berdasarkan Metode Tekanan Hidrostatis Riza Alfita, Yul Adriansyah, Koko Joni, Haryanto	13-21
Rancang Bangun Alat Penyangrai (Roasting) Kopi Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Diana Rahmawati, Nanda Muhendra Data, Haryanto, Miftachul Ulum	22-30
Potensi Energi Surya Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Untuk Penerangan Rumah 450 Watt Nofia Rohmah, Sudarti	31-40
Sistem Pendingin Menggunakan Air Untuk Optimasi Kinerja Panel Surya Berbasis Arduino Mursalim Pratama Putra, Rika Wahyuni Arsianti	41-48

Perancangan Simulasi Lampu Otomatis Dengan Sensor TMP36, LDR Dan Ultrasonik Menggunakan Tinkercad

David Andreas Candra¹, Muhammad dodi utomo², Vicko Ghulam Fathurrohman³, Dedi Risaldi⁴

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kalimantan Timur 75119
david@gmail.com

Received: Maret 2021; Accepted: Mei 2021; Published: Juli 2021

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1.59>

Abstrak

Abad ke-21 dapat dikatakan sebagai zaman modern, perkembangannya yang semakin pesat membuktikannya. Sekarang banyak penelitian penelitian yang dikembangkan guna mencari cara untuk memudahkan pekerjaan manusia, sama halnya dengan robot, penelitian tentang sensor juga banyak dilakukan dengan harapan bahwa akan munculnya sensor yang dapat meringankan pekerjaan manusia. Otomatisasi yang dikembangkan untuk memudahkan hidup manusia, pada penelitian ini akan dilakukan perancangan otomatisasi lampu dengan menggunakan 3 buah sensor, yakni sensor cahaya, suhu dan ultrasonic. Sensor cahaya dapat melakukan kinerjanya jika sensor tersebut menerima cahaya, sensor suhu untuk membaca keadaan dan suhu di ruangan, karena suhu pada siang hari dan malam hari tentu berbeda, dan untuk sensor ultrasonic yang akan mendeteksi keberadaan seseorang dalam radius tertentu dan digunakannya arduino uno sebagai pengontrol ketiga sensor tersebut.

Kata kunci: Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, Sensor Cahaya, Sensor Suhu

Abstract

The 21st century can be said to be modern times, its rapid development proving it. Now many research studies have been developed to find ways to facilitate human work, as well as robots, research on sensors is also done in the hope that sensors will be able to lighten human work. Automation that was developed to facilitate human life, in this study will be carried out the design of lamp automation using 3 sensors, namely light, temperature, and ultrasonic sensors. The light sensor can perform its performance if the sensor receives light, the temperature sensor to read the conditions and temperatures in the room, because the temperature during the day and night is certainly different, and for ultrasonic sensors that will detect someone within a certain radius and use Arduino Uno as a third controller the sensor.

Key words: Arduino Uno, Ultrasonic Sensor, Light Sensor, Temperature Sensor

I. PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa cahaya merupakan kebutuhan pokok tiap makhluk hidup di bumi ini, ketika malam hari datang, kita pasti akan membutuhkan cahaya, sumber cahaya yang biasa kita dapatkan yakni berasal dari lampu. Pada era sekarang ini, pemerintah sedang gencar-gencarnya member penyuluhan tentang hematenergi, namun masih banyak dari kita yang tidak sadar bahwa kita masih membuang buang energi yang padahal kita sendiri sudah tidak memerlukannya.

Seperti membiarkan lampu yang sudah tidak terpakai tetap menyala, tidak hanya soal lampu, tapi mencakup semua peralatan yang menggunakan listrik sebagai bahan bakar utamanya, salah satu solusi untuk menangani permasalahan boros energy ini iyalah dengan melakukan pengotomatisan pada tiap pencahayaan, pada hal ini akan digunakan sensor sebagai acuan untuk pengotomatisasi pada tiap penerangan. Dengan menggunakan tiga

sensor utama dan Arduino uno sebagai pengontrolnya.

II. METODE PENELITIAN

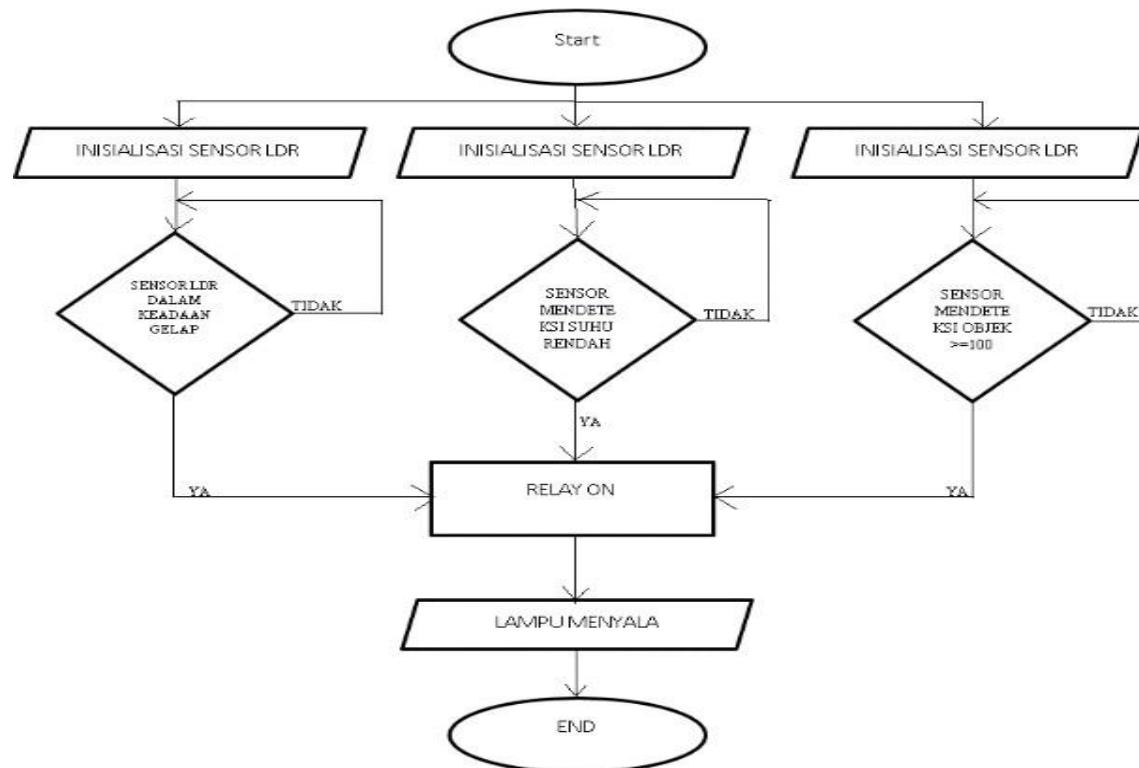
Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yakni pencarian sumber-sumber teori yang dapat memudahkan peneliti, perancangan rangkaian, dan perancangan pada sebuah simulasi guna mengetahui kesuksesan dari hasil penelitian ini.

a. Diagram Blok Penenlitian

Diagram blok ini dibuat untuk mempermudah peneliti dalam membuat rangkaian nantinya.

b. Perancangan Rangkaian

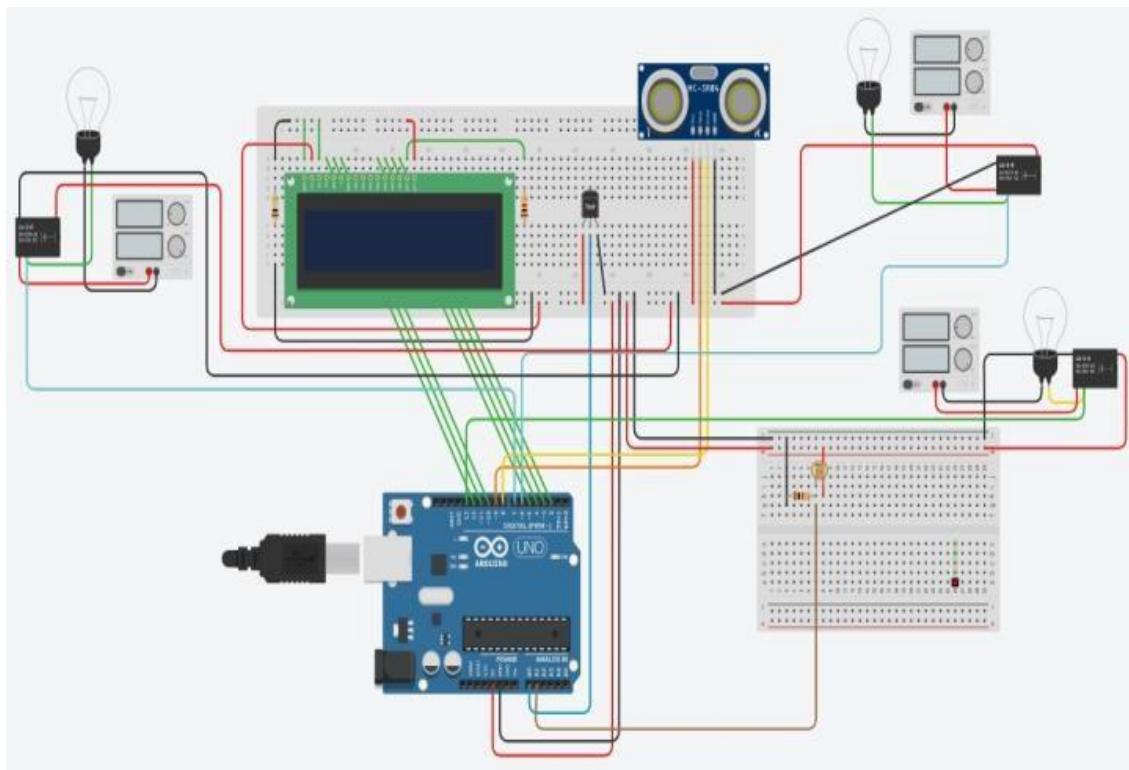
Perancangan Rangkaian yang diteliti dilakukan dengan membuat desain pada web online tinkercad.com yang mana web ini merupakan sebuah program simulasi komponen elektronika berbasis *web open*



Gambar 1. Flowchart cara kerja rangkaian

source free. Dengan komponen yang digunakan yakni terdapat Arduino uno, *bredboard*, lampu, resistor, LCD 16x2,

relay, power supply, sensor ultrasonic, photo resistor, sensor temperature TMP36.



Gambar 2. Rancangan desain rangkaian

Pada Gambar 2 dengan desain rangkaian yang sedemikian rupa dengan 3 sensor yakni sensor cahaya, sensor ultrasonic dan sensor suhu Tmp36 yang mana tiap sensor terhubung dengan Arduino uno sebagai kontroler, juga tiap sensor terhubung dengan masing masing lampu yang akan menjadi indikator dari penelitian ini.

c. Program

```
//Inisialisasi pin
#include <LiquidCrystal.h> LiquidCrystal
lcd(12, 11, 10, 5, 4, 3, 2);
//untuk sensor jarak #define trigPin 9
#define echoPin 8 long duration;
int distance = 0; int ledPin2 = 7;
//untuk sensor suhu int suhu = A0;
int baselineTemp = 0; int celsius = 0;
int ledPin = 6;
```

```
//untuk sensor cahaya int ledPin3 = 13;
int ldrPin = A1; void setup() {
// put your setup code here, to run once:
Serial.begin(9600);
//untuk lcd 16x2 lcd.begin(16,2);
lcd.clear();
//untuk inisialisasi pin pinMode(ledPin,
OUTPUT); pinMode(ledPin2, OUTPUT);
pinMode(suhu, INPUT); pinMode(trigPin,
OUTPUT); pinMode(echoPin, INPUT);
pinMode(ledPin3, OUTPUT);
pinMode(ldrPin, INPUT); delay(4000);
}
void loop() {
//untuk sensor jarak digitalWrite(trigPin,
HIGH); delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW); duration =
pulseIn(echoPin, HIGH); distance=
duration*0.034/2;
if (distance <= 100)
```

```

{
digitalWrite(ledPin2,HIGH);
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Jarak = ");
lcd.print(distance); delay(distance);
}else
{
digitalWrite(ledPin2,LOW);
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Jarak = ");
lcd.print(distance); delay(distance);
}
//untuk sensor suhu
// set threshold temperature to activate
LEDs
baselineTemp = 40;
// measure temperature in Celsius
celsius = map(((analogRead(A0) - 20) *
3.04), 0, 1023, -40, 125);
if (celsius < baselineTemp) {
digitalWrite(ledPin, HIGH);
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(celsius,1);
lcd.print(" C, ");
delay(1000); // Wait for 1000
millisecond(s)
}
if (celsius >= baselineTemp + 30) {
digitalWrite(ledPin, LOW);
lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print(celsius,1); lcd.print(" C, ");
delay(1000); // Wait for 1000
millisecond(s)
}
//untuk sensor cahaya
int ldrStatus = analogRead(ldrPin); if
(ldrStatus <= 200)
{
digitalWrite(ledPin3, HIGH);
Serial.print("Gelap, LED hidup : ");
Serial.println(ldrStatus);
} else
{
digitalWrite(ledPin3, LOW);
Serial.print("Terang, LED mati : ");
Serial.println(ldrStatus);
}
}

```

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak cahaya yang diterima oleh sensor umumnya sensor LDR memiliki nilai hambatan 200 Kilo Ohm pada saat dalam kondisi sedikit cahaya (gelap), dan akan menurun menjadi 500 Ohm pada kondisi terkena banyak cahaya. Dengan membataskan bahwa jika sensor terkena sedikit cahaya dari yang ditentukan maka relay akan on dan lampu menyala, jika sensor menerima banyak cahaya maka relay akan off dan lampu akan mati. Pengujian ini dilakukan 5 kali yakni dengan menggeser nilai sensor tiap 1/5 . Hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor LDR

No.	Sensor LDR(bit/s)	Kondisi Lampu
1	679	Mati
2	613	Mati
3	526	Mati
4	362	Mati
5	6	Hidup

b. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada object yang berada pada radius tertentu yang telah di tetapkan pada program diatas yakni lebih dari 100 cm maka lampu tidak akan menyala, sebaliknya jika sensor mendeteksi adanya objek dalam radius 100 cm maka lampu akan menyala. Pengujian ini dilakukan dengan menggeser object yang ada tepat didepan sensor ultrasonik. Output berupa LCD akan menampilkan berapa jarak objek. Hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor ultrasonic

No	Jarak Objek (cm)	Kondisi Lampu
1	87	Hidup
2	98	Hidup
3	111	Mati
4	133	Mati

c. Pengujian Sensor Suhu (TMP36)

Pengujian dari sensor tmp36 adalah agar dapat mengetahui kondisi suhu disekitar dengan asumsi bahwa jika suhu tinggi maka lampu akan mati dan sebaliknya jika suhu rendah maka lampu akan menyala, pengujian ini dilakukan dengan menggeser posisi tombol pada sensor tmp36 itu sendiri. Dengan output pada sensor ini ditampilkan melalui LCD yang berupa kondisi suhu disekitar. Hasil pengujian seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor Tmp36

No	Data Suhu (°Celcius)	Kondisi Lampu
1	2	Hidup
2	13	Hidup
3	25	Hidup
4	71	Mati
5	125	Mati

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan judul penelitian perancangan simulasi lampu otomatis dengan sensor tmp36, ldr dan ultrasonik dengan tinkercad maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Simulasi ini dilakukan online dari web tinkercad.com yang mana merupakan simulasi komponen elektronika berbasis open source free yang man kita dapat merangkai berbagai rangkaian elektronika, juga dengan sistem inisialisasi pada penulisan

program yang mudah membuat peneliti memilih menggunakan simulasi online dari tinkercad.com.

2. Pada simulasi ini dilakukan dengan menggunakan relay yang mana relay akan menerima informasi dari sensor yang di berikan oleh arduino uno, untuk memutuskan apakah relay kondisi on atau off.
3. Kondisi pada tiap lampu bergantung pada kondisi disekitar dan kondisi sensor, jika syarat untuk lampu menyala terpenuhi pada sensor maka lampu akan menyala begitupun sebaliknya jika kondisi tidak memenuhi syarat maka lampu akan mati.
4. Hasil output daripada sensor ultrasonik dan suhu ditampilkan melalui LCD dengan nilai masing masing sensor untuk sensor ultrasonik akan ditampilkan jarak dalam cm dan untuk sensor suhu akan ditampilkan data suhu dalam Celcius.

Pada penelitian ini alat yang dirancang pada simulasi dapat dikembangkan namun tetap kita harus memastikan setiap aspek jika ingin mengembangkan alatnya, mulai dari kualitas sensor, kondisi sekitar dan juga peralatan lainnya. Untuk sensor harus dikalibrasi agar mendapatkan nilai yang sama dengan nilai real terutama untuk sensor suhu yang mana sering terjadi misscalculated dengan suhu real hasil perhitungan termometer.

V. RUJUKAN

- [1] Arsada, Bakhtiyar. "Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno." Jurnal Teknik Elektro 6(2):1–8. 2017
- [2] Desyantoro, Eka, Adian Fatchur Rochim, and Kurniawan Teguh

- [1] Martono. "Sistem Pengendali Peralatan Elektronik Dalam Rumah Secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, Dan Sensor LDR." *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer* 3(3):405. 2015
- [2] Eddi, Cucu Suhery, and Dedi Triyanto. "Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler." *Tugas Akhir* 01(2):1–10. 2013
- [3] Fadhila, Erwin, and Hendi H. Rachmat. "Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler Pada Ruang Penetas Telur." *Jurnal Reka Elkomika* 2(4):275–84. 2014
- [4] Hakim, Ahmad Rofiq, Arif Bramanto, and Rajib Syahri. "Aplikasi Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Komputer Dan SMS Gateway." *Jurnal Informatika Mulawarman* 5(3):32–38.2010
- [5] Ikhsan, and Hendra Kurniawan. "Implementasi Sistem Kendali Cahaya Dan Sirkulasi Udara Ruangan Dengan Memanfaatkan Pc Dan Mikrokontroler Atmega8." *Jurnal TEKNOIF* 3(1):12–19. 2015
- [6] Lysbetti Marpaung, Noveri, and Dan Edy Ervianto. "Data Logger Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Dengan PC Sebagai Tampilan." *Jurnal Ilmiah Elite Elektro* 3(1):37–42. 2012
- [7] Muzaki, Asita Shoman, Arief Hendra Saptadi, and Wahyu Pamungkas. 2011.“*Aplikasi Sensor Cahaya Untuk Alarm Anti Pencuri.*” *JURNAL INFOTEL – Informatika Telekomunikasi Elektronika* 3(2):50. 2011
- [8] Prihatmoko, Dias. “*Perancangan Dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno.*” *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer* 7(1):117.2016
- [9] SRI SUPATMI. “*Pengaruh Sensor Ldr Terhadap Pengontrolan Lampu.*” *Majalah Ilmiah UNIKOM* 8(2):175–80.2010
- [10] Sutono, Sutono. “*Perancangan Sistem Aplikasi Otomatisasi Lampu Penerangan Menggunakan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno (Atmega 328).*” *Majalah Ilmiah UNIKOM* 12(2):223–32.2015

Perancangan Inverter Pada Sistem Instalasi Listrik Tenaga Surya Pada Gedung RKB – F Universitas Trunojoyo Madura

Herik Rian Pratama¹, Haryanto², Koko Joni³

^{1, 2, 3}Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

herikrian@gmail.com¹, haryanto@trunojoyo.co.id², kokojoni@trunojoyo.ac.id³

Received: Maret 2021; Accepted: Mei 2021; Published: Juli 2021

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1.60>

Abstrak

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk memahami cara merancang inverter yang baik dan benar karena inverter merupakan komponen penting yang digunakan untuk merubah arus DC menjadi AC. bagaimana cara memasang inverter pada PLTS dan bagaimana cara untuk mengatuhui bagaimana proses untuk merubah arus DC menjadi arus AC. Dari percobaan yang telah dilakukan mendapatkan hasil data beban terbesar yaitu: arus input 11A arus output 0,385A dan tegangan yang didapatkan yaitu: tegangan input 10,61V tegangan output 225V dan didapatkan daya sebesar 62,5. Daya maksimal yang bisa ditampung oleh inverter adalah 120 watt dan jika beban melebihi batas maksimalnya maka inverter akan otomatis mematikan daya dan akan melakukan pengecekan agar tidak terjadi kerusakan pada inverter. Dari hasil percobaan yang telah kita lakukan juga dapat kita simpulkan bahwa inverter yang dibuat sudah memiliki output berupa gelombang sinus murni atau biasa disebut pure sine wave yang merupakan gelombang sinyal terbaik yang dapat digunakan untuk bermacam-macam perangkat elektronik.

Kata kunci: Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), Solar Charge Controller (SCC), Baterai, Inverter

Abstract

The purpose of making this tool is to understand how to design a good inverter because the inverter is an important component used to convert DC current to AC. how to do an inverter on the PLTS and how to comply with the process to convert DC current into AC current. From the experiments that have been carried out, the results of the largest load data are: input current 11A, output current 0.385A and the voltage obtained is: input voltage 10.61V, output voltage 225V and the power is 62.5. The maximum power that can be accommodated by the inverter is 120 watts and if the load exceeds the maximum limit, the inverter will automatically turn off the power and will check to prevent damage to the inverter. From the results of the experiments we have done, we can also conclude that the inverter that is made already has an output in the form of a pure sine wave or so-called pure sine wave which is the best signal wave that can be used for various electronic devices.

Key words: Solar Power Plant (PLTS), Solar Charge Controller (SCC), Batteries, Inverter.

I. PENDAHULUAN

Panel surya merupakan alat yang dapat mengkonversi sinar matahari langsung menjadi energi listrik. Saat ini panel surya sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Panel surya yang rata-rata banyak digunakan bersifat tetap. Hal ini membuat penyerapan sinar matahari oleh panel surya kurang optimal. Agar penyerapan sinar matahari oleh panel surya optimal, maka panel surya harus selalu mengikuti pergerakan arah matahari.[1][2] jika sidut panel menyimpang dari optimal ini maka akan menurunkan efisiensi pembangkit energi dari panel[3], PLTS ini dapat digunakan untuk jangka panjang sehingga dapat meningkatkan peran energi baru dan terbarukan, meningkatkan energi listrik dan mengurangi biaya penggunaan listrik.[4]

Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik.[5] Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin sedikit mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber energi baru meningkat[6] pembangkitan energi alternatif mudah dan rancangan pelaksanaan proyek-proyek pembangkit listrik semacam itu tidak sesulit bahan bakar fosil.[7] Penyimpangan daya seperti adanya gangguan listrik dapat menyebabkan dampak yang parah pada beban yang sensitif atau penting dalam sistem kelistrikan,[8] Inverter digunakan untuk mengubah tegangan input DC menjadi tegangan AC. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap.[9][10] Inverter DC/AC dapat direalisasikan dengan menggunakan konfigurasi transistor daya jembatan-setengah (half-bridge configuration)[11] yaitu membangkitkan

tegangan/arus yang konstan serta frekuensi yang konstan pula meski terjadi perubahan beban[12].sebagian besar bergantung pada derajat tingkat inverter dan teknik pengendalian yang dilakukan.[13] Bertingkat dimulai dengan inverter tiga tingkat yang diperkenalkan oleh Nabae et al (1981)[14]. Cntoh penggunaan inverter yaitu di gunakan untuk AC (air condisioner) yang menggunakan teknologi inverter bisa menghemat hingga 50% penggunaan energi listrik[15].

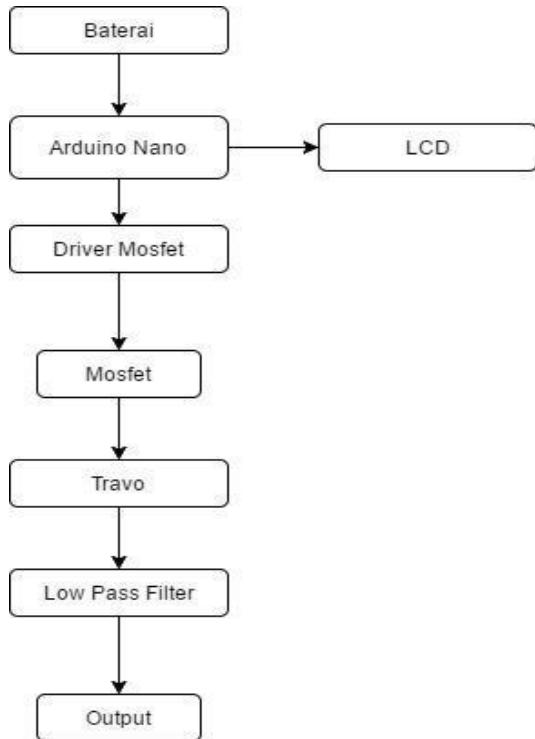
II. METODE PENELITIAN

Dalam perancangan menjelaskan bahwa penggeraan penelitian dimulai dari proses persiapan dimana proses tersebut mencari data lapangan secara langsung dan mengumpulkan data melalui studi literatur. Proses yang kedua yaitu perancangan sistem yang mencakup percancangan kebutuhan sistem. Selanjutnya pembuatan sistem yang akan meliputi pembuatan alat. Setelah alat dibuat selanjutnya akan diujicoba dan setelah itu dianalisa untuk mendapatkan kesimpulan.

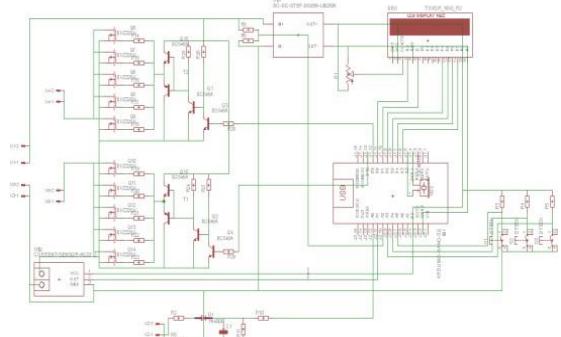
1. Perancangan Perangkat Keras

a. Perancangan Kebutuhan Sistem

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa inverter mendapatkan sumber dari baterai yang akan diolah arduino yang mengolah data arus, tegangan dan gelombang sinyal agar dapat digunakan. Setelah diproses oleh arduino sinyal akan diperkuat oleh mosfet agar dapat diolah lagi pada travo, karena sinyal yang keluar dari travo belum dalam bentuk sinyal murni maka outputan travo diolah oleh low pass filter agar gelombang sinyal yang keluar berupa gelombang sinus agar dapat digunakan oleh semua perangkat elektronik.

**Gambar 4.** Perancangan perangkat keras

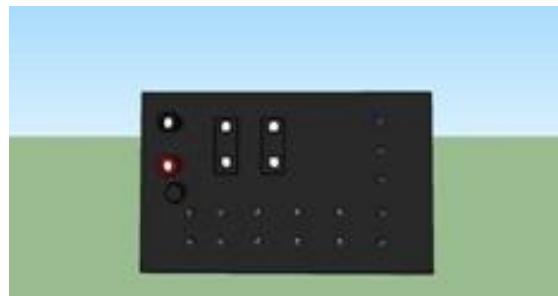
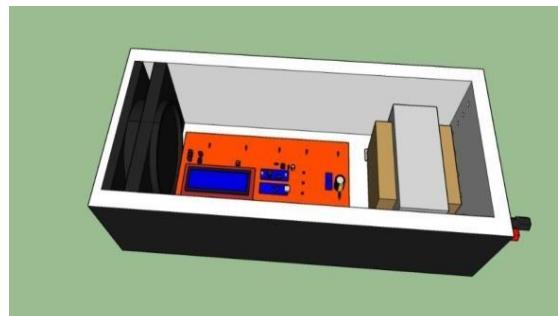
b. Perancangan Skematik Rangkaian

**Gambar 1.** Perancangan skematik ragkaian

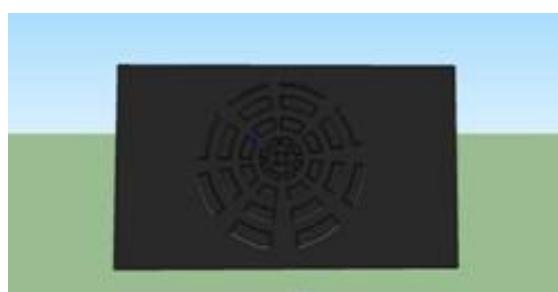
2. Desain Perancangan Inverter

Berdasarkan skema yang telah dapat dibuat perancangan yang berupa desain alat yang akan dibuat seperti Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui tinggi dan lebar pada perancangan alat yang akan dibuat memiliki tinggi 14 cm dan lebar 14 cm. Pada gambar tersebut terdapat dua buah stop kontak, fuse dan input dari aki (baterai).

**Gambar 3.** Inverter tampak depan**Gambar 2.** Inverter tampak atas

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui panjang dan lebar pada perancangan alat yang akan dibuat memiliki panjang 38 cm dan lebar 14 cm. Pada gambar tersebut terdapat sistem yang mengubah arus DC yang berasal dari aki (baterai) menjadi arus AC yang akan menjadi output pada sistem agar bisa digunakan semua perangkat elektronik.

**Gambar 5.** Inverter tampak belakang

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui tinggi dan lebar pada perancangan alat yang akan dibuat memiliki tinggi 14 cm dan lebar 14 cm. Pada gambar tersebut terdapat lubang fentilasi dari kipas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil nilai pada watt meter dan avometer pada inputan dan output dari inverter. Nilai pada avometer dan watt meter didapatkan dari inverter yang disambungkan dengan baterai dan juga pada beban. Hasil dari gelombang sinus inverter didapatkan dari menampilkan gambar gelombang sinus pada osilloscope sedangkan hasil dari input dan output didapatkan dari avo meter dan watt meter untuk menampilkan hasil dari arus, tegangan pada input dan outputan.

A. Hasil pengujian dan analisa

1. Pengujian pertama

Dibawah adalah data dari pengukuran arus, tegangan dan gelombang sinyal menggunakan alat ukur avometer, watt meter dan osilloscope dengan beban kipas yang pertama dengan kecepatan kipas yang paling pelan atau kecepatan yang pertama.

Tabel 1. Percobaan pertama

Beban	Beban Kipas 1 Kecepatan 1
Arus Input	4,47
Tegangan Input	11,94
Arus Output	0,165
Tegangan Output	221

- Data gelombang sinyal osilloscope

Dari hasil percobaan yang dilakukan didapatkan gelombang sinyal yang sinus dan stabil.



Gambar 6. Gelombang sinyal sinus

2. Pengujian ke dua

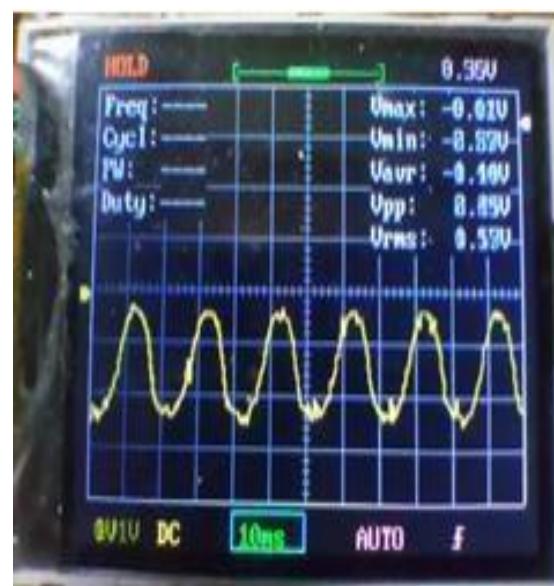
Pada percobaan ke 2 menggunakan kipas yang berbeda agar mendapatkan data yang berbeda dari data yang pertama sehingga hasil dari kedua kipas dapat dibandingkan.

Tabel 2. Percobaan ke dua

Beban	Beban Kipas 2 Kecepatan 2
Arus Input	6,36
Tegangan Input	11,57
Arus Output	0,8
Tegangan Output	225

- Data gelombang sinyal osiloscope

Dari percobaan saat menggunakan beban kipas yang berbeda gelombang sinyal tetap stabil.



Gambar 7. Gelombang sinyal sinus

3. Pengujian ke tiga

Pada percobaan yang ke 3 ini dilakukan percobaan dengan menggunakan 2 buah kipas yang sama pada percobaan sebelumnya hanya saja untuk kipas 1 kecepatanya dinaikkan sehingga di dapatkan hasil yaitu:

Tabel 3. Percobaan ke tiga

Beban	Beban Kipas 1 kecepatan ke 2 +Kipas 2
Arus Input	12.50
Tegangan Input	10,62
Arus Output	0,385
Tegangan Output	225

- Data gelombang sinyal osiloskop

Pada percobaan ini digunakan dua buah beban berupa kipas dan didapatkan gelombang sinyal yang sedikit mulai tidak stabil.

**Gambar 8.** Gelombang sinyal sinus

IV. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian hasil perancangan, implementasi dan hasil pengujian hasil alat dan sistem yang telah dibuat dapat disimpulkan :

1. Bentuk sinyal gelombang pada inverter sudah berbentuk sinus dibuktikan dengan gambar bentuk gelombang pada oscilloscope pada setiap percobaan dan bentuk gelombang sudah berbentuk gelombang sinal pure sine wafe.
2. Pada percobaan yang telah dilakukan daya output terbesar yang dapat ditampung oleh inverter sebesar 62,5 W.

3. Pada percobaan terakhir jumlah beban ditambah hingga batas maksimal yang dapat ditampung oleh inverter sehingga saat beban melebihi 120 watt maka pada inverter akan otomatis akan mematikan daya dan akan melakukan pengecekan ulang daya agar tidak melebihi kapasitas daya maksimal.

V. RUJUKAN

- [1] S. Anglistia, “*Prototype Sistem Pelacakan Sinar Matahari Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya berbasis Arduino.*” Surakarta: FTUMS, 2018.
- [2] G. H. Sihotang, “*Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Hotel Kini Pontianak,*” J. UNTAN, 2016.
- [3] S. Rana, “*a Study on Automatic DualAxis Solar Tracker System Using 555Timer,*” vol. 1, no. 4, pp. 77–85, 2013
- [4] L. T. Quentara and E. Suryani, “*The Development of Photovoltaic Power Plant for Electricity Demand Fulfillment in Remote Regional of Madura Island using System Dynamics Model,*” 4Th Inf. Syst. Int. Conf. 2017, vol. 124, pp. 232–238, 2017.
- [5] M. T. Islam, M. S. Islam, and A. K. Bairagi, “*A new single phase 21 level inverter topology with reduced number of switches and sources for renewable energy applications,*” 4th Int. Conf. Electr. Eng. Inf. Commun. Technol. iCEEICT 2018, pp. 561–565, 2019, doi: 10.1109/CEEICT.2018.8628141.
- [6] N. M. Kumar, A. K. Singh, and K. V. K. Reddy, “*Fossil Fuel to Solar Power: A Sustainable Technical Design for Street Lighting in Fugar City Nigeria,*” in 6th International Conference on Advances in Computing & Communications 2016, 2016, vol. 93, pp. 956–966.

- [7] Z. Abidin, “*Penyedia Daya Cadangan Menggunakan Inverter*,” Intekna, vol. 14, no. 2, pp. 102–209, 2014.
- [8] Z. Latasya, I. D. Sara, and Syahrizal, “*Analisis Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-grid Terpusat Dusun Ketubong Tunong Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya*,” Kitektro, vol. 4, no. 2, pp. 1–14, 2019.
- [9] F. A. Samman, R. Ahmad, and M. Mustafa, “*Perancangan, Simulasi dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa*,” J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf., vol. 4, no. 1, pp. 62–70, 2015.
- [10] F. Yulianto, W. Dwiono, and W. Winarso, “*Analisis Perbandingan Efisiensi Daya Modified Sine Inverter Dengan Pure Sine Inverter*,” J. Ris. Rekayasa Elektro, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2019, doi:10.30595/jrre.v1i1.4924.
- [11] P. Gagani Chamdareno, H. Isyanto, and J. Teknik Elektro, “*Studi Eksperimen Terhadap Panel Surya Dan Inverter*,” Jurnal.Umj.Ac.Id, no.November, pp. 1–2, 2017.
- [12] M. R. Harmansyah, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Palembang, “*RANCANG BANGUN INVERTER PURE SINE WAVE PADA*,” 2019.
- [13] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, “*Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*,” Teknik, vol. 37, no. 2, p. 59, 2016.
- [14] B. S. Agus Risdiyanto, “*Perancangan Inverter Sinusoida 1 Fasa dengan Aplikasi Pemrograman Rumus Parabola dan Segitiga Sebagai Pembangkit Pulsa PWM*,” Sist. Kendali dan Komput., vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2008.
- [15] G. Kulkarni and P. P. K. Sankala, “*Comparison of Conventional Single Phase 21-level Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter and Single Phase 21 Level Multilevel Inverter with Reduced Switches and Sources for Renewable Energy Applications*,” pp.

Rancang Bangun Alat Uji Kualitas Density Bahan Bakar Minyak Berdasarkan Metode Tekanan Hidrostatis

Riza Alfita¹, Yul Adriansyah², Koko Joni³, Haryanto⁴

^{1, 2, 3, 4}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang Perumahan Telang Indah, Telang Indah Kamal, Kabupaten Bangkalan Jawa
Timur 69162
riza.alfita@trunojoyo.ac.id¹, yuladrian96@gmail.com², kokojoni@trunojoyo.ac.id³,
haryanto@trunojoyo.ac.id⁴

Received: Maret 2021; Accepted: Mei 2021; Published: Juli 2021

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1.61>

Abstrak

Pengukuran uji kualitas density bahan bakar minyak menjadi salah satu kegiatan wajib dalam pengelolaan usaha stasiun pengisian bahan bakar minyak (SPBU). Uji kualitas density merupakan cara pertamina untuk menjaga kualitas atau standard BBM yang akan digunakan oleh produsen dari pihak SPBU. Pengukuran uji kualitas standard density BBM yang digunakan di SPBU yaitu dengan cara konvensional atau mengukur secara manual menggunakan hidrometer dan termometer. Pada tugas akhir ini dibuat suatu rancang bangun alat uji kualitas density bahan bakar minyak yang berguna untuk menjaga kualitas bahan bakar dari pertamina saat di distribusikan ke SPBU dengan menggunakan paramater massa jenis zat cair dan suhu. Penelitian ini bertujuan menghasilkan alat uji kualitas density untuk BBM sesuai dengan standard density yang ditetapkan oleh pertamina dengan menggunakan metode tekanan hidrostatis berbasis mikrokontroler ATMEGA16 dan Kamera Webcam USB Sturdy PC521 sebagai pendekripsi ketinggian suatu zat cair serta sensor MLX90614 sebagai pendekripsi suhu. Karena parameter metode ini hanya dapat digunakan di kondisi ideal maka untuk mendapatkan density sesuai standard pengukuran dari pertamina maka nilai kombinasi untuk Lux yang dibutuhkan kamera serta jarak penampatan kamera yaitu dengan nilai Intensitas cahaya 54-59 Lux dengan jarak kamera webcam 40cm berhadapan dengan objek (Bahan Bakar Minyak). Pemrosesan keluaran dari Kamera Webcam Usb Sturdy PC521 dan sensor MLX90614 akan ditampilkan di GUI Delphi XE7.

Kata kunci: Bahan Bakar Minyak, Density, Hidrostatis, Mikrokontroler

Abstract

The measurement of the quality of the density of fuel oil is one of the mandatory activities in the management of the fuel oil supply station (SPBU) business. Density quality test is Pertamina's way to maintain the quality or standard of fuel that will be used by gas station producers. Measurement of the quality test of the standard density of fuel used at gas stations is conventional or manual measurement using a hydrometer and thermometer. In this final project, a design tool for quality fuel oil

density test is made which is useful for maintaining the quality of Pertamina's fuel when distributed to gas stations by using parameters of density and temperature. This research aims to produce a quality density test tool for fuel in accordance with the standard density set by Pertamina using the ATMEGA16 microcontroller-based hydrostatic pressure method and the Sturdy PC521 USB Webcam Camera as a detector for the height of a liquid and the MLX90614 sensor as a temperature detector. Because the parameters of this method can only be used in ideal conditions, to get the density according to the measurement standards of Pertamina, the combination value for Lux needed by the camera and the camera's viewing distance is with the light intensity 54-59 Lux with a webcam camera distance of 40cm facing the object (Fuel Oil). Output processing from the Sturdy PC521 Usb Webcam Camera and MLX90614 sensor will be displayed in the Delphi XE7 GUI.

Key words: Fuel Oil, Density, Hydrostatic, Microcontroller

I. PENDAHULUAN

Pengukuran uji kualitas density bahan bakar minyak merupakan salah satu proses wajib yang harus dilakukan oleh semua pengelola usaha stasiun pengisian bahan bakar minyak (SPBU). Uji kualitas density merupakan salah satu cara pertamina untuk menjaga standar bahan bakar minyak (BBM) yang akan di distribusikan pertamina ke SPBU. Pengukuran uji kualitas standard density BBM yang digunakan di SPBU yaitu dengan cara konvensional atau mengukur secara manual. Cara ini mengharuskan pengawas SPBU harus dituntut untuk selalu teliti mengontrol kualitas density bahan bakar minyak dari pertamina yang diterima SPBU secara rutin dan manual. Parameter pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan density Bahan Bakar Minyak yaitu suhu bbm dan massa jenis bbm. Parameter massa jenis cairan bbm ditambahkan agar membuat perhitungan kemurnian menjadi lebih akurat.[1]

Untuk menguji kualitas density BBM terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan yaitu menggunakan metode Archimedes atau menggunakan metode tekanan hidrostatik. Alat yg digunakan untuk mengukur massa jenis cairan secara manual adalah hidrometer, alat ini termasuk menggunakan prinsip

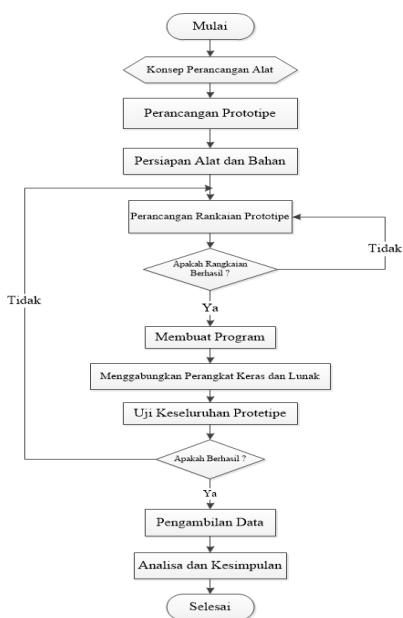
Archimedes. Tetapi dalam implementasinya menggunakan hidrometer penguji diharuskan teliti dalam memastikan hidrometer berdiri tegak lurus dan benar saat membaca skala agar tidak terjadi kesalahan atau human error. Keefektifan dari penggunaan metode ini dirasa kurang maka dari itu dibuatlah alat uji kualitas bahan bakar bensin elektronik yang

dapat mengurangi ketidak efektifan cara kovensional. Alat bantu ini berupa mikrokontroler yang dapat mengeluarkan hasil berupa parameter massa zat jenis cair menggunakan kamera webcam sturdy dan suhu dengan menggunakan sensor MLX90614 dengan metode tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik terjadi karena adanya gaya yang terdapat pada zat cair pada suatu luas bidang tekan pada kedalaman tertentu.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Secara umum tahapan tertuang dalam Gambar 1. Selanjutnya dilakukan perancangan *hardware* alat pendekripsi density bahan bakar minyak serta pembuatan software aplikasi guna untuk

memproses data uji dan menampilkannya pada GUI DelphiXE7.



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

a) Persiapan Alat

Peralatan merupakan pendukung utama dari perancangan *hardware* alat deteksi bahan bakar minyak.

1. Tabung Pipa U, digunakan sebagai wadah untuk kedua zat cair karena besarnya tekanan dapat dilihat atau diamati dalam tabung.
2. Kamera Webcam Sturdy PC521 berfungsi untuk proses mengambil data ketinggian zat cair yang akan dicari massa jenisnya.
3. Sensor MLX90614 berfungsi untuk mengambil data suhu dari massa jenis yang akan dicari.

b) Pengambilan Data Sample

Proses pengambilan data sample dilakukan menggunakan Kamera Webcam Usb Sturdy yang dipasang berhadapan dengan kedua sisi Tabung Pipa U dan SensorMLX90614 yang di pasang disalah satu lubang Tabung Pipa U yang berisi salah satu bahan bakar minyak.

c) Pengolahan dan Analisa Data Sample

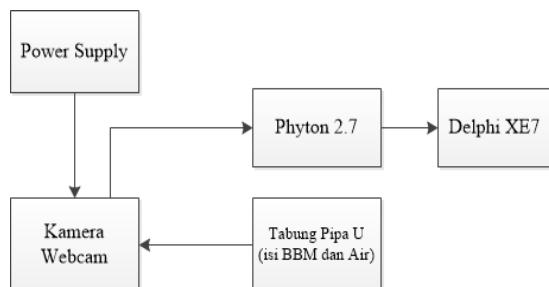
Pengolahan dan Analisa Data Sample yang didapatkan dalam penelitian ini dengan pipa U yang ditangkap dari capture kamera webcam berupa file image akan diproses oleh phyton untuk mendapatkan tingginya dan nilai hasilnya berupa file text yang nantinya dikirim kembali ke delphi untuk dimasukkan dan diolah ke rumus hidrostatik. Dan sensor suhu MLX90614 digunakan untuk menangkap suhu pada bahan bakar yang akan diuji. Setelah kedua paramater suhu dan massa jenis didapatkan lalu akan dikoreksi nilai kebenarannya dengan database tabel ASTM yang terdapat di MySQL.

d) Tampil Hasil Perhitungan

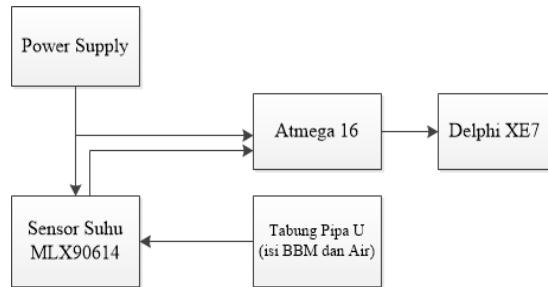
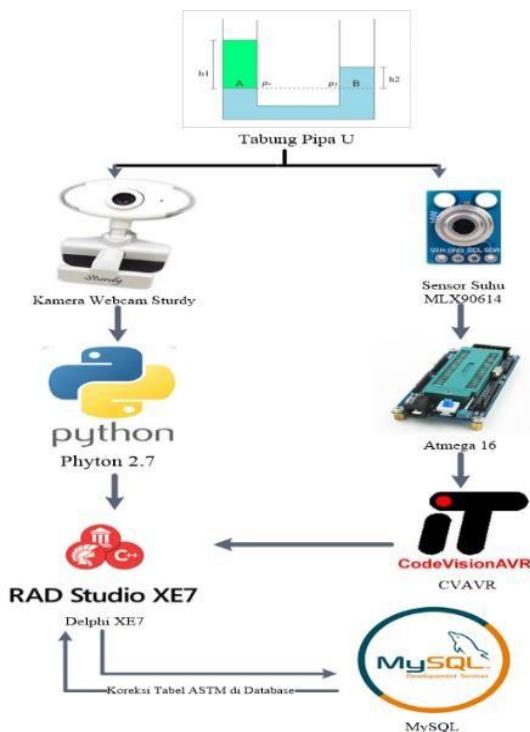
Dimana hasil output dari proses pengolahan menggunakan metode tekanan hidrostatik akan ditampilkan pada GUI DelphiXE7.

e) Perancangan Software

Dalam perancangan software yaitu perangkat lunak (software) agar dapat berjalan dengan baik sesuai keinginan maka dibutuhkan beberapa komponen elektronika, perlengkapan mekanik, dan software penunjang. Agar mudah dipahami, penulis membuat diagram sistem dan alur kerjanya.



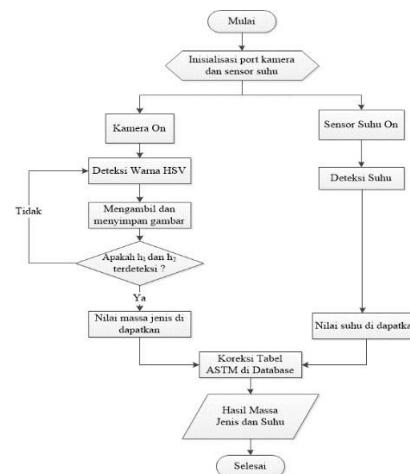
Gambar 2. Blok Diagram Kamera Webcam

**Gambar 3.** Blok Diagram Sensor Suhu**Gambar 4.** Alur Kerja Sistem

Adapun penjelasan Spesifikasi Fungsi penggunaan alat dalam sistem diatas sebagai berikut :

1. Zat cair yang diketahui massa jenisnya yaitu air.
2. Zat cair yang akan dicari massa jenisnya yaitu premium, pertalite dan pertamax.
3. Kamera Webcam Usb Sturdy PC521 digunakan untuk mengcapture selisih tinggi kedua larutan zat cair.
4. Phyton berguna untuk proses mendapatkan nilai tinggi h1 dan h2 dari air dan bbm.

5. Sensor Suhu MLX90614 berfungsi untuk mendeksi temperate zat cair yang akan dicari.
6. CVAVR berguna untuk proses mendapatkan nilai pembacaan dari Sensor Suhu MLX90614.
7. Tabung pipa U berfungsi sebagai wadah kedua larutan zat cair.
8. Atmega16 berfungsi sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk membaca sensor suhu.
9. MySQL berfungsi sebagai tempat penyimpanan database tabel ASTM yang digunakan untuk mengoreksi standard density yang telah ditetapkan oleh pertamina.
10. DelphiXE7 berfungsi untuk memproses nilai h1 dan h2 menggunakan rumus hidrostatik yang didapatkan dari phyton dan juga berfungsi menampilkan hasil output density tabel ASTM dari koreksi database MySQL serta menampilkan pembacaan suhu.

**Gambar 5.** Flowchart Sistem Alat

Adapun penjelasan System saat di Running adalah sebagai berikut:

1. Pertama tentukan jenis bahan bakar yang akan dicari densitynya di menu yang terdapat di GUI DelphiXE7, setelah memilih
2. Klik ambil foto pada menu delphi XE7

3. Lalu gambar tabung pipa U yang terisi bahan bakar minyak dan air akan tampil di GUI menunjukkan koordinatnya, jika gambar koordinat masih belum stabil dan selalu berubah maka perlu untuk dilakukan proses kalibrasi HSV pada lower upernya.
4. Setelah proses file image, kedua indikator bbm dan air akan diproses untuk mendapatkan nilai h1 dan h2 yang disimpan berupa file txt.
5. Lalu file txt dikirim dan dibaca Delphi XE7 untuk diproses dan dimasukkan ke dalam rumus hidrostatis.
6. Dan untuk data sensor suhu MLX90614 akan dikirim melalui bluetooth ke Delphi XE7.
7. Setelah mendapatkan data dari Kamera webcam USB Sturdy PC521 dan Sensor suhu MLX90614 berupa massa jenis dan suhu, data akan langsung dikoreksi dengan database ASTM yang terdapat di MySQL.
8. Lalu output hasil dari koreksi akan ditampilkan ke dalam GUI Delphi XE7.
9. Selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis membahas pengujian alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil kinerja alat. Pengujian dilakukan pada rancangan sistem yang menggunakan metode tekanan hidrostatis untuk mendapatkan nilai massa jenis dan suhu pada sebuah bahan bakar minyak, dimana kedua indikator tersebut dibutuhkan untuk mengetahui kualitas density bahan bakar minyak sesuai standard Tabel ASTM 53 dan Tabel ASTM 54B. Hasil pengujian diharapkan mampu mendapatkan data yang valid serta untuk

mengetahui apakah alat telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

a) Pengujian Kamera Webcam



Gambar 6. Hasil Rancang Bangun Alat Uji Kualitas Density BBM (tampak samping)

Pengujian kamera dilakukan pada Alat uji kualitas density bertujuan untuk mengetahui keakuratan sistem yang telah dibuat dalam mendeteksi ketinggian terhadap objek, dimana objek disini adalah bahan bakar minyak dan air. Pengujian kamera dilakukan dengan 2 cara yaitu pengujian kamera untuk mendeteksi jarak terhadap objek dan pengujian intensitas cahaya (lux) terhadap keberhasilan pembacaan kamera.

Pada percobaan kamera yang di pengaruhi oleh intensitas cahaya untuk mendeteksi h1 dan h2 dari kedua larutan yaitu bahan bakar minyak dan air teh dapat dikatakan bahwa intensitas cahaya yang terlalu tinggi/besar dapat mengganggu pembacaan nilai HSV pada kamera karena membuat warna bahan bakar minyak khususnya pertalite menjadi lebih atau jernih sehingga batas atas dan batas bawah dari bbm yang diuji sulit dicapture oleh kamera karena masih terlalu banyak noise. Jadi lebih baik intensitas cahaya yang digunakan saat melakukan pengujian alat berada di kisaran 54-59 Lux agar tidak terjadi kegagalan dalam deteksi HSV ketinggian bbm (premium, pertalite, dan pertamax) serta air teh untuk mendapatkan nilai h1 dan h2.

Tabel 1. Pengujian Proses Deteksi Objek Terhadap Intensitas Cahaya (Lux)

Intensitas Cahaya (Lux)	Larutan		Deteksi		Keterangan
	BBM	Pembanding	Berhasil	Gagal	
54-59	Premium	Air Teh	2		
	Pertalite		2		
	Pertamax		2		
98-103	Premium	Air Teh	2		
	Pertalite			2	Terdapat noise pada identifikasi pertalite
	Pertamax		2		
120-125	Premium	Air Teh	2		
	Pertalite			2	Terdapat noise pada identifikasi pertalite
	Pertamax		2		
Jumlah			14	4	
Jumlah Total			18		

b) Pengujian Jarak Kamera terhadap Objek

Tabel 2. Hasil Pengujian Kamera Terhadap Objek

Jarak (cm)	Deteksi Objek	
	Berhasil	Gagal
25	-	✓
30	✓	-
35	✓	-
40	✓	-
45	✓	-

Dari tabel diatas di dapatkan hasil pengujian jarak kamera terhadap objek, dimana objek disini adalah bahan bakar minyak sebagai bahan yang diuji dan air teh sebagai pembanding untuk mendapatkan nilai h1 dan h2. Pada jarak kamera yang di letakkan 30-45 cm dari tabung pipa U, kamera dapat menangkap tampilan kedua larutan didalam tabung pipa U sehingga mendapatkan nilai h1

dan h2 yang dicari. Jadi untuk pengujian alat skripsi ini jarak kamera sebaiknya diletakkan 30-45 cm dari tabung pipa U.

c) Pengujian Sensor Suhu MLX90614

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Suhu MLX90614

No.	Thermo meter (°C)	Sensor MLX90614 (°C)	E	%E
1	11,1	11,3	0,2	1,8
2	25,7	25,3	0,4	1,5
3	32,8	32	0,8	2,4
4	44,9	44,6	0,3	0,6
5	50,6	50,9	0,3	0,5
Rata-rata error dan % error			0,4	1,3 %

Dari tabel diatas di dapatkan hasil Pengujian Sensor Suhu MLX90614

dengan membandingkan dengan Thermometer Infrared mempunyai tingkat akurasi dan *error* sebesar 1,3%.

d) Pengujian Alat Uji Kualitas Density BBM

Tabel 4. Pengujian Alat dengan BBM

No.	Bahan Bakar Minyak	Density	
		Alat SPBU	Alat Skripsi
1.	Premium	0.839/30, 5°C	0.83/3 4°C
2.	Pertalite	0.729/30, 5°C	0.723/3 4°C
3.	Pertamax	0.728/30, 5°C	0.720/3 4°C

Dari tabel hasil percobaan pengujian alat yang dibuat didapatkan pembacaan bahan bakar minyak Premium, Pertalite, dan Pertamax dengan membandingkan alat yang digunakan di SPBU berupa hydrometer dan thermometer mempunyai nilai yang sama yaitu sebesar kisaran 0.8 untuk premium dan 0.7 untuk pertalite dan pertamax tetapi dengan kondisi pembacaan suhu bahan bakar minyak yang berbeda. Untuk sampel uji didapatkan dari SPBU Candi, Sidoarjo.



Gambar 7. Bukti Hasil Percobaan Peralite menggunakan Alat di SPBU

Menurut hukum utama hidrostatik, tekanan yang terdapat pada Bahan Bakar Minyak sama dengan tekanan air yang terdapat dalam kondisi tabung pipa U yang sama. Jadi dapat dirumuskan sebagai berikut :

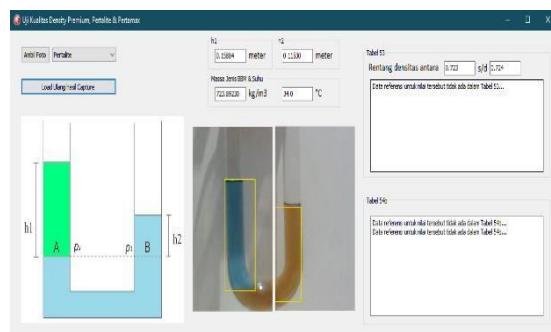
Keterangan :

ρ_x = massa jenis zat cair (BBM) (kg/m^3)

h_1 = tinggi zat cair (BBM) (m)

h_2 = tinggi zat cair (air) (m)

ρ_1 = massa jenis zat cair (air) (kg/m^3)



Gambar 8. Hasil Percobaan Pertalite menggunakan Alat Skripsi

Berikut adalah rumusan perhitungan untuk Density Bahan Bakar Minyak yang telah diuji :

Premium :

$$\rho_x = \frac{0,12540}{0,15048} 997$$

$$\rho_x = 830.833 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_x = 0.83 \text{ kg/L}$$

Pertalite :

$$\rho_x = \frac{0,11530}{0,15884} 997$$

$$\rho_x = 723.8923 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_x = 0.723 \text{ kg/L}$$

Pertamax :

$$\rho_x = \frac{0,11220}{0,15532} 997$$

$$\rho_x = 720.30520 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_x = 0.720 \text{ kg/L}$$

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari percobaan dan analisa yang telah dilakukan oleh penulis menyimpulkan bahwa Alat Uji Kualitas Density Bahan Bakar Minyak Berdasarkan Metode Tekanan Hidrostatik dapat bekerja dengan baik dan maksimal sesuai dengan hidrometer dan thermometer yang digunakan oleh pegawai SPBU untuk uji quality control BBM, jika Intensitas Cahaya yang ditangkap oleh Kamera webcam yang digunakan pada alat sebesar 54-59 Lux dengan jarak kamera webcam 40cm terhadap objek BBM yang terdapat di tabung pipa U.

V. RUJUKAN

- [1] A. E. Putra, R. Nugraha, and P. Pangaribuan, “Berbasis Sensor Warna Portabel Petrol Purity C8H18 and C10H24 Detector At Spbu Pertamina Based on Color Sensor Portable,” e- Proceeding Eng., vol. 4, no. 2, pp. 1392–1401, 2017.
- [2] P. Ongga, Y. Sanwat, F. Rondonuwu Samuel, and W. Kristiyanto Hari, “Konsepsi mahasiswa tentang tekanan hidrostatik,” Fak. MIPA, Univ. Negeri Yogyakarta, 2009.
- [3] W. Haiqun, C. Yi, Z. Yugui, and C. Zhikun, “The design of the ultrasonic liquid density measuring instrument,” Proc. - 3rd Int. Conf. Meas. Technol. Mechatronics Autom. ICMTMA 2011, vol. 3, pp. 758–760, 2011, doi: 10.1109/ICMTMA.2011.762.
- [4] Y. Hendrizon and Wildian, “Rancang bangun alat ukur tingkat kekeruhan zat cair berbasis mikrokontroller AT89S51 menggunakan sensor fototransistor dan penampil LCD,” J. Fis. Unand, vol. 1, no. 1, pp. 6–11, 2012.
- [5] L. ari Anjarsari, “Hukum Archimedes Menggunakan Sensor Fotodiode,” J. Teor. dan Apl. Fis., vol. 03, no. 02, pp. 123–130, 2015.
- [6] R. R. A. Siregar and R. Raymond, “Model Sistem Monitoring Tangki Bahan Web Aplikasi Dan Sms Gateway,” vol. 12, 2015.
- [7] E. Kasli and Aminullah, “Pengaruh Massa Jenis Terhadap Tekanan Hidrostatik,” J. Pendidik. Geos., 2016. Melexis, Digital Non-Contact Infrared Thermometer (MLX90614). 2018.
- [8] I. P. Wardhani and S. Widayati, “Segmentasi Warna Citra HSV dan Deteksi Objek Kupu-Kupu Dengan,” vol. 3, 2019.
- [9] T. U. Urbach and W. Wildian, “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614,” J. Fis. Unand, 2019, doi: 10.25077/jfu.8.3.273-280.2019.
- [10] “PERBAIKAN HASIL SEGMENTASI HSV PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI RGB GRAYSCALE,” Edu Komputika J., 2019, doi: 10.15294/edukomputika.v6i1.23025.
- [11] I. Mudzaki, R. Alfita, and M. Ulum, “Rancang Bangun Smart Urinoir Untuk Mendeteksi Status Dehidrasi Berbasis Image Processing Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron,” Jeecom, 2020.

- [12] R. Sinhal, K. Singh, and M. M. Raghuwanshi, “*An Overview of Remote Photoplethysmography Methods for Vital Sign Monitoring.*” 2020, doi: 10.1007/978-981-13- 8798 2_3.

Rancang Bangun Alat Penyangrai (Roasting) Kopi Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy

Diana Rahmawati¹, Nanda Muhendra Data², Haryanto³, Miftachul Ulum⁴

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura
 Jl. Raya Telang Perumahan Telang Indah, Telang Indah Kamal,
 Kabupaten Bangkalan Jawa Timur 69162
diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id¹, 140431100072@student.trunojoyo.ac.id²,
haryanto@trunojoyo.ac.id³, miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id⁴

Received: Maret 2021; Accepted: Mei 2021; Published: Juli 2021

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1.62>

Abstrak

Salah satu proses dalam pembuatan kopi adalah proses penyangraian, proses ini merupakan pengolahan biji kopi mentah menjadi biji kopi matang. Setiap penyangraian memiliki cara yang berbeda-beda, baik itu secara tradisional maupun modern. Adapun untuk cara tradisional, dari proses yang dilakukan hasil kematangan biji kopi yang didapatkan masih kurang merata sehingga tidak sesuai keinginan dan penggunaan alat dalam proses penyangraian kurang efisien. Sedangkan cara modern, alat yang digunakan harus sesuai berdasarkan karakteristik sehingga jika penggunaannya tidak mengikuti aturan maka hasil dari penyangraian yang dilakukan tidak sesuai. Dari permasalahan tersebut maka akan dibuat alat penyangraian biji kopi yang efisien untuk menghasilkan kematangan biji kopi yang bermutu. Sistem kerja alat ini menggunakan input berat kopi yang menggunakan metode fuzzy logic untuk mendapatkan waktu kematangan biji kopi dan selanjutnya alat ini akan bekerja dengan cara memutar pengaduk biji kopi yang berada didalam tabung penyangraian dengan menggunakan motor dc (*dirrec current*) berdasarkan waktu yang didapat. Pemanasan menggunakan elemen pemanas, dengan sistem kontrol otomatis berdasarkan dari sensor suhu yang terdeteksi dan selanjutnya akan mengendalikan pemanas sampai suhu yang diinginkan. Jika suhu masih kurang dari set poin maka pemanasan akan tetap hidup, sedangkan jika suhu melebihi set poin maka pemanasan akan dimatikan. Sehingga didapatkan hasil suhu pemanasan yang stabil. Dari pengujian yang telah dilakukan alat ini dapat mematangkan 3 jenis biji kopi yaitu robusta, arabika, dan liberika. Alat ini memiliki 3 varian kematangan biji kopi antara lain *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*.

Kata kunci: Biji Kopi, Penyangraian, Suhu, Motor DC(Direct Current), Fuzzy logic

Abstract

One of the processes in making coffee is the roasting process, this process is the processing of raw coffee beans into ripe coffee beans. Each roasting has a different way, both traditional and modern. As for the traditional method, from the process carried out the results of the ripeness of the coffee beans obtained are still not evenly distributed so that it is not as desired and the use of tools in the roasting process is

less efficient. Meanwhile, in the modern way, the tools used must be appropriate based on the characteristics so that if they are not used according to the rules, the results of the roasting are not appropriate. From these problems, an efficient roasting tool will be made to produce quality coffee beans maturity. The working system of this tool uses a coffee weight input that uses the fuzzy logic method to get the ripening time of the coffee beans and then this tool will work by rotating the coffee bean stirrer inside the roasting tube using a dc motor (direct current) based on the time obtained. Heating uses a heating element, with an automatic control system based on the detected temperature sensor and will then control the heater to the desired temperature. If the temperature is still less than the set point then heating will remain on, whereas if the temperature exceeds the set point then heating will be turned off. So that a stable heating temperature is obtained. From the tests that have been done, this tool can ripen 3 types of coffee beans, namely robusta, arabica, and liberica. This tool has 3 variants of ripeness of coffee beans, including light roast, medium roast and dark roast.

Key words: Coffee beans, Roasting, Temperature, Motor DC(Direct Current), Fuzzy logic

I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan hasil dari olahan biji kopi yang diproses dengan cara disangrai dan selanjutnya disajikan dalam bentuk minuman sebagai penghilang rasa kantuk. Secangkir kopi telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat indonesia bahkan manca negara. Penikmat kopi tidak hanya para orang dewasa saja, bahkan di kalangan remaja banyak juga yang mengkonsumsi kopi. "Tingkat konsumsi kopi pada tahun 2015 berdasarkan hasil survei sosial ekonomi nasional (SUSENAS) yang dilakukan oleh badan pusat statistik (BPS) mencapai 0,896 kg/kapita/tahun" [1]. Artinya satu orang penduduk di indonesia bisa mengkonsumsi rata-rata 2,5 cangkir kopi perbulannya.

Penyangraian kopi merupakan suatu proses mengubah biji kopi mentah menjadi matang. Sebelum biji kopi disangrai, biji kopi harus melewati tahap pengeringan yaitu dengan menjemur biji kopi dibawah terik matahari atau menggunakan alat pengering biji kopi. Pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi kadar air pada biji kopi sampai mencapai kurang lebih 12,5% yang bertujuan agar biji kopi tidak berjamur.

Setelah pengeringan barulah proses penyangraian dilakukan, cara-cara yang digunakan dalam penyangraian sangat bermacam-macam antara lain penyangraian secara tradisional, yaitu cara penyangraian menggunakan wajan dengan mengaduk biji kopi secara terus-menerus sampai dirasa cukup matang. Biji kopi yang dihasilkan pada proses ini dinilai memiliki hasil tingkat kematangan yang berbeda-beda atau tidak merata, akibat dari panas yang berlebih karena tanpa adanya kontrol suhu dan pengadukan yang dilakukan kurang merata. Sehingga dalam cara ini dinilai masih kurang efisien.

Sedangkan di era modern ini sudah ada mesin penyangrai dengan teknologi yang lebih canggih, biasanya digunakan sebagai produksi berskala besar yang banyak ditemui pada pabrik kopi. Untuk mendapatkan mesin ini dibutuhkan biaya yang cukup besar. Dalam penggunaan-nya, mesin penyangrai ini harus ber-dasarkan karakteristik yang diterapkan, karena sudah sesuai uji produksi mesin yang dilakukan. Antara suhu, kapasitas berat biji kopi, kecepatan putar router harus sesuai dengan aturan pakai, sehingga jika tidak sesuai dengan ketetapan maka hasil

kematangan biji kopi yang didapat tidak sesuai yang diinginkan [2].

Sedangkan saat ini banyak bermunculan cafe (tempat penjual kopi), yang mengolah kopi secara langsung dan disajikan pada pembeli. Pada alat penyangrai kopi dalam cafe ini memiliki harga yang lebih murah dibanding dengan alat pada pabrik, hal ini sesuai dengan kegunaan pada cafe. Kapasitas berat kopi pada alat penyangrai untuk cafe lebih sedikit yaitu berkisaran antara 50gram sampai 1kg, dibandingkan dengan pabrik yang dapat mencapai maksimal sampai 10kg atau bahkan lebih.

Dari permasalahan yang terjadi diperlukan solusi alat yang dapat memecahkan masalah tersebut, yaitu alat penyangraian dengan menggunakan teknologi agar didapatkan hasil kopi yang berkualitas. Alat yang dibuat menggunakan sistem kestabilan suhu dengan kontrol pada pemanas, proses pengadukan secara router atau putar untuk mendapatkan tingkat kematangan biji kopi yang merata berdasarkan uji coba, dan dilengkapi dengan waktu penyangraian otomatis berdasarkan penyesuaian berat kopi yang akan disangrai. Sehingga didapatkan ide penelitian yaitu Rancang bangun alat penyangrai (*roasting*) kopi otomatis menggunakan metode fuzzy.

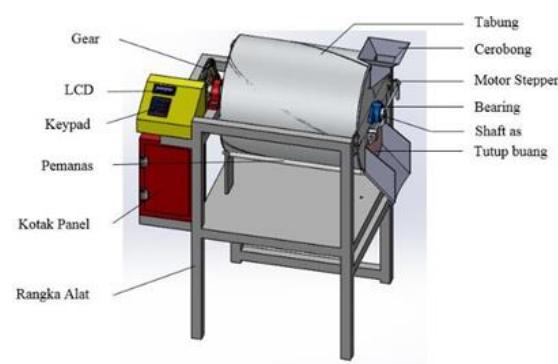
II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka ada beberapa tahapan, antara lain:

1. Identifikasi masalah.
2. Perumusan masalah.
3. Pengumpulan data.
4. Analisa sistem.
5. Perancangan sistem dan alat.
6. Implementasi.
7. Pengujian.
8. Kesimpulan dan saran.

a. Desain Alat

Alat penyangrai biji kopi ini memiliki kapasitas 1kg sampai dengan 5kg. Rancangan alat penyangrai ini memiliki dimensi pada rangka yang berukuran panjang 694mm X lebar 572mm X tinggi 850mm. Menggunakan besi dengan tipe L. Untuk tabung penyangraian memiliki ukuran dengan diameter 400mm X 500mm. Menggunakan plat stainless stell dengan ketebalan antara 2mm sampai 3mm. Untuk kotak panel memiliki ukuran dimensi dengan panjang 200mm X lebar 150mm X tinggi 300mm dan menggunakan plat besi ketebalan 0,5mm.



Gambar 1. Desain alat penyangrai kopi

Keterangan :

1. Cerobong, tempat untuk memasukkan biji kopi dalam tabung.
2. Bearing, digunakan agar shaft as dapat berputar tanpa bergesekan dengan tabung.
3. Shaft as, digunakan sebagai penghubung antara pengaduk dengan gear yang diputar oleh motor dc (*dirrec current*).
4. Tutup buang, digunakan untuk keluarannya biji kopi setelah disangrai.
5. Gear, sebagai torsi agar tenaga motor dc (*dirrec current*) bertambah kuat.
6. Lcd (*Liquid Crystal Display*), sebagai tampilan penggunaan alat sangrai.
7. Keypad, untuk memasukkan angka berat kopi yang akan disangrai.
8. Pemanas, digunakan untuk mematangkan biji kopi dalam tabung.

9. Kotak panel, sebagai tempat peletakan komponen kelistrikan.
10. Rangka alat, sebagai penompang seluruh kelengkapan alat.

b. Perangkat Keras

Pada alat penyangrai otomatis ini perangkat keras yang digunakan:

1. Minimum sistem Atmega16

Pada alat penyangrai, mikrokontroller digunakan sebagai alat kontrol untuk membaca inputan dari sensor suhu termokopel yang selanjutnya akan diolah berdasarkan program yang diberikan pada ic tersebut, dimana aktuator berupa servo yang bergerak sesuai pengandalian kutub tingkat pemanasan biji kopi dan motor dc yang digunakan sebagai kecepatan tabung putar (*router*) pada biji kopi.

2. Motor DC

Dalam alat penyangrai ini motor dc berfungsi untuk megaduk biji kopi yang ada dalam tabung penyangraian secara putar (*router*) agar tingkat kematangan pada biji kopi dapat merata. Kecepatan motor dc yang digunakan dikendalikan berdasarkan rangkaian driver.

3. Sensor termokopel

Dalam alat sangrai ini termokopel digunakan untuk mengetahui keadaan suhu pada ruang tabung penyangraian biji kopi. Peran termokopel ini merupakan bagian yang paling penting karena tanpa mengetahui adanya suhu pada proses penyangraian, seorang roaster tidak dapat mengolah kematangan biji yang sesuai. Adaikan dalam proses penyangraian suhu yang digunakan melebihi perkiraan dan tanpa adanya termokopel maka biji kopi tersebut akan terlalu matang sehingga akan mempengaruhi cita rasa kopi yang dihasilkan.

4. Keypad

Dalam alat penyangraian ini keypad difungsikan sebagai alat untuk menginputkan nilai berat biji kopi yang akan disangrai.

5. LCD (*Liquid Crystal Display*)

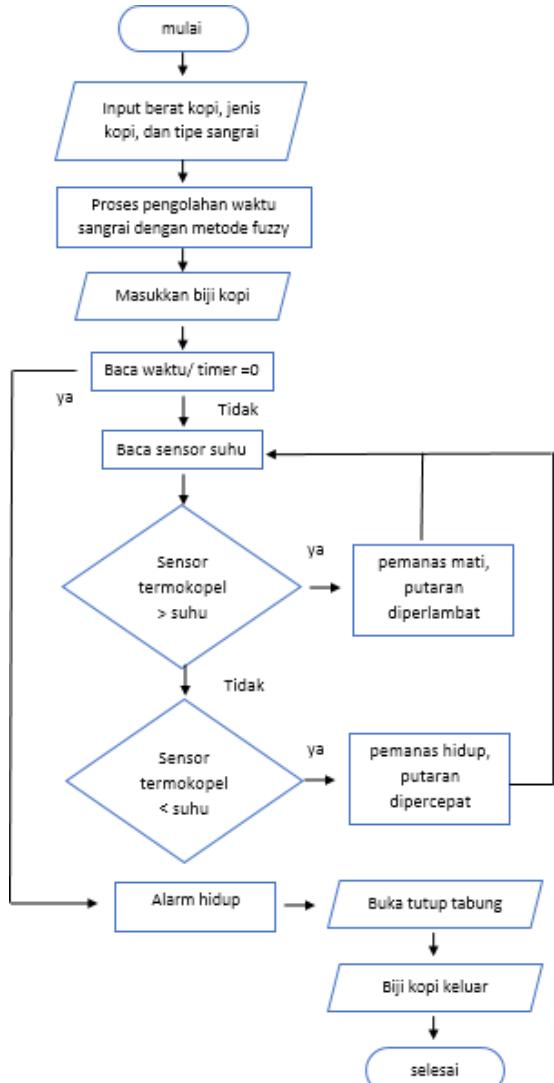
Pada alat penyangraian ini LCD difungsikan sebagai interface antara manusia dan alat, LCD ini akan menampilkan nilai berat biji kopi, waktu, dan suhu dalam alat penyangraian ini.

c. Flowchart Sistem

Proses diawali dengan menginputkan nilai berat biji kopi yang akan disangrai dalam bentuk digit, dari nilai berat tersebut akan diproses berdasarkan metode fuzzy untuk mendapatkan lama waktu penyangraian. Proses selanjutnya menginputkan biji kopi dalam tabung penyangraian. Jika biji kopi semua sudah dalam tabung maka proses penyangraian akan berlangsung sesuai waktu yang didapat sebelumnya.

Dimana jika waktu yang terbaca dalam program masih bernilai bukan “0” maka proses akan berlangsung dengan sensor suhu akan membaca keadaan panas dalam tabung. Jika suhu dalam tabung yang terbaca oleh sensor lebih dari suhu penyangraian yang ditetapkan, maka mikrokontroller akan memberikan respon kepada pengontrol pemanas dengan memutuskan aliran listrik dan putaran tabung akan diperlambat.

Namun jika suhu dalam tabung yang terbaca oleh sensor kurang dari suhu penyangraian yang ditetapkan, maka mikrokontroller akan memberikan respon kepada pengontrol pemanas dengan tetap memberikan aliran listrik dan putaran tabung akan dipercepat. Jika waktu yang terbaca dalam program bernilai “0” maka penyangraian selesai dilakukan. Selanjutnya buka tutup keluaran biji kopi pada tabung. Maka biji kopi akan keluar dan proses penyangraian sudah selesai.



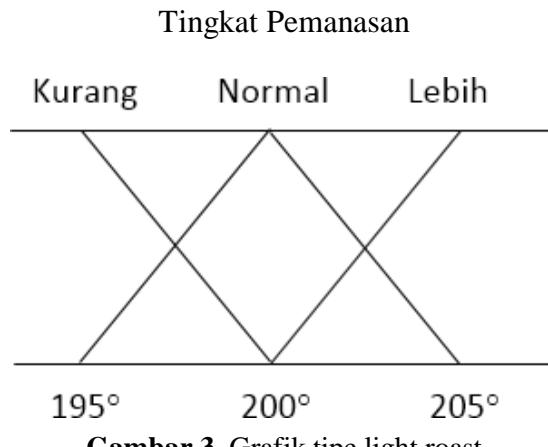
Gambar 2. Flowchart sistem

d. Metode Fuzzy

Dalam sistem yang digunakan memuat metode fuzzy sesuai dengan tipe penyangraian biji kopi.

1. Grafik Suhu Penyangraian Light Roast

Himpunan keanggotaan, merupakan pemetaan dari tiap-tiap suhu penyangraian yang biasanya berbentuk grafik.



Gambar 3. Grafik tipe light roast

$$u[x]_{kurang} = \begin{cases} 1, x < 195 \\ \frac{(x - 195)}{(200 - 195)} & 195 \leq x \leq 200 \\ 0, x > 200 \end{cases}$$

$$u[x]_{normal} = \begin{cases} 0, x \leq 195 \\ \frac{(x - 195)}{(200 - 195)} & x > 195 \leq 200 \\ \frac{(205 - x)}{(205 - 200)} & x > 200 \leq 205 \\ 0, x \geq 205 \end{cases}$$

$$u[x]_{lebih} = \begin{cases} 0, x < 200 \\ \frac{(x - 200)}{(205 - 200)} & 200 \leq x \leq 205 \\ 1, x > 205 \end{cases}$$

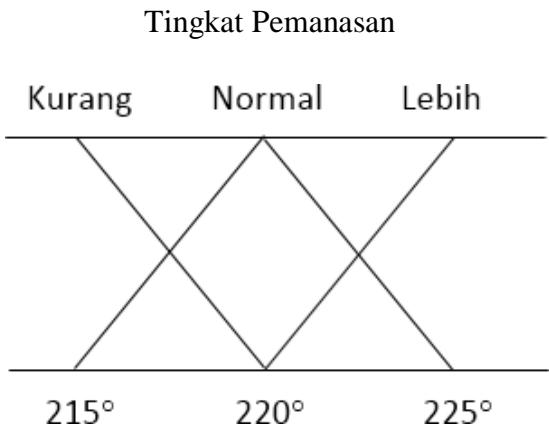
Rule base, sebagai aturan-aturan yang digunakan dalam dasar maupun acuan hasil output pada tipe *light roast* sebagai berikut:

If suhu 195°C *then* pemanas hidup & pwm 24

If suhu 200°C *then* pemanas mati & pwm 25

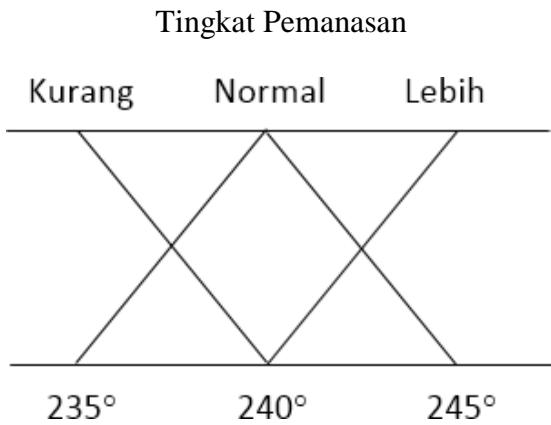
If suhu 205°C *then* pemanas mati & pwm 26

2. Grafik Suhu Penyangraian Medium Roast



Gambar 4. Grafik tipe medium roast

3. Grafik Suhu Penyangraian Dark Roast



Gambar 5. Grafik tipe dark roast

$$u[x]_{kurang} = \begin{cases} 1, x < 215 \\ \frac{(x - 215)}{(220 - 215)} \quad 215 \leq x \leq 220 \\ 0, x > 220 \end{cases}$$

$$u[x]_{normal} = \begin{cases} 0, x \leq 215 \\ \frac{(x - 215)}{(220 - 215)} \quad x > 215 \leq 220 \\ \frac{(225 - x)}{(225 - 220)} \quad x > 220 \leq 225 \\ 0, x \geq 225 \end{cases}$$

$$u[x]_{lebih} = \begin{cases} 0, x < 220 \\ \frac{(x - 220)}{(225 - 220)} \quad 220 \leq x \leq 225 \\ 1, x > 225 \end{cases}$$

Aturan-aturan yang digunakan dalam dasar maupun acuan hasil output pada tipe *medium roast* sebagai berikut:

If suhu 215° then pemanas hidup & pwm 27

If suhu 220° then pemanas mati & pwm 28

If suhu 225° then pemanas mati & pwm 29

$$u[x]_{kurang} = \begin{cases} 1, x < 235 \\ \frac{(x - 235)}{(240 - 235)} \quad 235 \leq x \leq 240 \\ 0, x > 240 \end{cases}$$

$$u[x]_{normal} = \begin{cases} 0, x \leq 235 \\ \frac{(x - 235)}{(240 - 235)} \quad x > 235 \leq 240 \\ \frac{(245 - x)}{(245 - 240)} \quad x > 240 \leq 245 \\ 0, x \geq 245 \end{cases}$$

$$u[x]_{lebih} = \begin{cases} 0, x < 240 \\ \frac{(x - 240)}{(245 - 240)} \quad 240 \leq x \leq 245 \\ 1, x > 245 \end{cases}$$

Aturan-aturan yang digunakan dalam dasar maupun acuan hasil output pada tipe *dark roast* sebagai berikut:

If suhu 235° then pemanas hidup & pwm 30

If suhu 240° then pemanas mati & pwm 31

If suhu 245° then pemanas mati & pwm 32

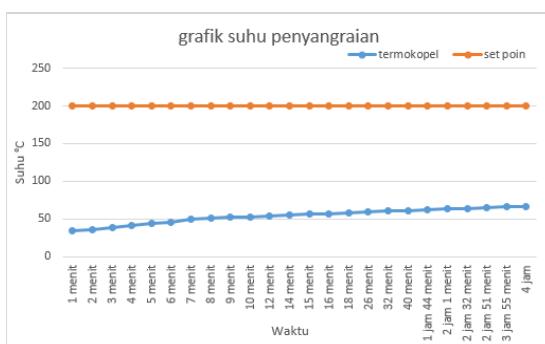
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Alat

Sebelum pengujian terlebih dahulu daya, alat penyangrai diukur menggunakan watt meter. Nilai yang terukur sebesar 702 watt. Pada pengujian kapasitas alat didapatkan hasil maksimal 5 kg biji kopi yang dapat ditampung. Untuk pengujian suhu pada penyangraian ini, Suhu set poin yang diinginkan yaitu 200 °C namun proses pemanasan pada alat penyangrai selama 4 jam hanya mencapai suhu 66 °C. Kecepatan putar yang dicapai pada pengujian ini sebesar 6 rpm. Grafik karakteristik pemanasan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Alat penyangrai kopi



Gambar 7. Grafik suhu penyangraian

Tabel 1. Waktu penyangraian biji kopi robusta

Robusta	Waktu			
	Berat	Light roast	Medium roast	Dark roast
1 kg	4jam 12menit	8jam 6menit	12jam 20menit	
3 kg	6jam 22menit	10jam 24menit	15jam 16menit	
5 kg	8jam 8menit	14jam 52menit	21jam 39menit	

Pada pengujian kopi robusta, yang disangrai dengan berat 1kg, 3kg dan 5kg. Untuk mencari kematangan tipe biji kopi light roast, medium roast, dan dark roast. Waktu tercepat dicapai pada proses penyangraian biji kopi robusta dengan berat 1kg dan tipe sangrai light roast selama 4 jam 12 menit. Untuk waktu lama dicapai pada berat 5kg dengan tipe penyangraian dark roast selama 21 jam 39 menit. Selanjutnya pengujian penyangrai biji kopi arabika dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu penyangraian biji kopi arabika

Arabika	Waktu			
	Berat	Light roast	Medium roast	Dark roast
1 kg	4jam 22menit	8jam 35menit	12jam 31menit	
3 kg	6jam 34menit	10jam 28menit	15jam 36menit	
5 kg	7jam 56menit	14jam 31menit	21jam 42menit	

Pada pengujian setelah kopi robusta, menggunakan kopi jenis arabika yang disangrai dengan berat 1kg, 3kg dan 5kg. Untuk mencari kematangan tipe biji kopi light roast, medium roast, dan dark roast. Waktu tercepat dicapai pada proses penyangraian biji kopi arabika dengan berat 1kg dan tipe sangrai light roast selama 4 jam 22 menit. Untuk waktu lama dicapai pada berat 5kg dengan tipe

penyangraian dark roast selama 21 jam 42 menit. Selanjutnya pengujian penyangrai biji kopi liberika dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu penyangraian biji kopi liberika

Liberika	Waktu			
	Berat	Light roast	Medium roast	Dark roast
1 kg	4jam 18menit	8jam 52menit	13jam 2menit	
3 kg	6jam 21menit	10jam 26menit	15jam 41menit	
5 kg	7jam 48menit	14jam 35menit	21jam 31menit	

Pada penelitian setelah kopi arabika, menggunakan kopi jenis liberika yang disangrai dengan berat 1kg, 3kg dan 5kg. Untuk mencari kematangan tipe biji kopi *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Waktu tercepat dicapai pada proses penyangraian biji kopi liberika dengan berat 1kg dan tipe sangrai *light roast* selama 4 jam 18 menit. Waktu lama dicapai pada berat 5kg dengan tipe penyangraian *dark roast* selama 21 jam 31 menit selama 4 jam 18 menit. Waktu lama dicapai pada berat 5kg dengan tipe penyangraian *dark roast* selama 21 jam 31 menit.

Hasil uji coba yang telah dilakukan, warna biji kopi yang dihasilkan berdasarkan karakteristik dari tingkatan penyangraian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Biji kopi light roast

Biji kopi *light roast* merupakan tingkatan awal dalam penelitian ini, memiliki karakter biji kopi kering, rasa asam yang tinggi, aroma kopi sedang dan rasa manis yang rendah. Pada penyangraian ini suhu yang digunakan sebesar 200 °C dengan kecepatan putaran motor 25 rpm.



Gambar 9. Biji kopi medium roast

Biji kopi *medium roast* merupakan tingkatan kedua dalam penelitian ini, memiliki karakter biji kopi berminyak, rasa asam yang rendah, aroma kopi sedang dan rasa manis yang sedang. Pada penyangraian ini suhu yang digunakan sebesar 220 °C dengan kecepatan putaran motor 28 rpm.



Gambar 10. Biji kopi dark roast

Biji kopi *dark roast* merupakan tingkatan ketiga dalam penelitian ini, memiliki karakter biji kopi banyak minyak, rasa asam yang paling rendah, aroma kopi

seperti sangrai dan rasa manis tidak ada. Pada penyangraian ini suhu yang digunakan sebesar 240°C dengan kecepatan putaran motor 31rpm.

IV. SIMPULAN

Dari hasil pengujian alat penyangrai biji kopi sudah dapat bekerja dengan baik. Namun alat ini masih belum dapat bekerja dengan maksimal. Sesuai dengan percobaan, membuktikan bahwa pemanasan yang terjadi sangat lama sehingga waktu dirasa kurang efisien dan suhu masih belum dapat mencapai set poin yang diinginkan. Meskipun alat sudah dapat menghasilkan biji kopi yang matang sesuai tipe kopi yang diinginkan.

Dari pengujian sistem alat sudah mampu mengolah waktu otomatis dengan berat biji kopi minimal 1kg sampai maksimal 5kg, pada biji kopi jenis robusta, arabika dan liberika. Yang masing-masing jenis kopi memiliki tipe penyangraian *light roast, medium roast* dan *dark roast*.

Dari hasil penelitian ini, dapat menciptakan alat penyangrai kopi dengan waktu otomatis. Alat ini sudah menggunakan kontrol suhu dan putaran secara otomatis dan memiliki banyak fitur dibandingkan dengan alat penyangrai kopi secara manual.

V. RUJUKAN

- [1] D. R. Triyanti. “*Outlook Kopi*”, Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian, 2016.
- [2] F. Amir, D. Rahmawati and M. Ulum, “*Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Telepon Seluler Pintar dan Jaringan Sensor Fuzzy Tanpa Kabel*,” Vol. 21, pp. 355- 361, 2017.
- [3] S. B. Utomo, J. Teknik, E. Fakultas, and T. Universitas, “*Kopi Berbasis Logika Fuzzy*”, Vol. 6, No. 2, pp. 107–110, 2015.
- [4] A. P. B. Amiq, Bahrul and Jurusan, “*Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi Semi Otomatis Dengan Kapasitas 5 Kg*”, Vol. 02, pp. 40–46, 2015.
- [5] K. A. Siregar, A. P. Munir, and S. Panggabean, “*Modification of Mechanical Coffee Roasters Equipment Rotary Type* ”, Vol. 5, No. 2, pp. 350–357, 2017.
- [6] S. W. Sutarsi, S. Soekarno, “*Performance Evaluation of Rotating Cylinder Type Coffee Bean Roaster*”, pp. 33–38, 2000.
- [7] N. W. M. S. D. I Ketut Suherman, Wayan Suwirya, “*Horizontal Coffee Roaster Design With Temperature And Time Control*,” vol. 20, no. 1, pp. 40–45, 2020.
- [8] L. A. Zadeh, “*Fuzzy logic*”, in *Computational Complexity: Theory, Techniques, and Applications*, 2013.
- [9] T. Takagi and M. Sugeno, “*Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control*”, *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, 1985, doi: 10.1109/TSMC.1985.6313399.
- [10] A. R. Anggraini and J. Oliver, “*Motor DC*,” *J. Chem. Inf. Model.*, 2019.
- [11] M. Amiruddin, B. Sutopo, and Rochmadi, “*Sistem Kontrol Suhu dan Laju Pemanasan Alat Pirolisis*”, *Jnteti*, 2012

Potensi Energi Surya Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Untuk Penerangan Rumah 450 Watt

Nofia Rohmah¹, Sudarti²

^{1,2}Prorgam Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember
Jl. Kalimantan N0.37, Kampus Tegal Boto, Krajan Timur-Sumber Sari, Kab. Jember-Indonesia
rnofia848@gmail.com¹, sudarti.fkip@unej.ac.id²

Received: Maret 2021; Accepted: Mei 2021; Published: Juli 2021

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1.63>

Abstrak

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber pembangkit tenaga listrik untuk penerangan rumah 450 watt dapat membantu mengurangi beban pembiayaan listrik. Menggunakan metode penelitian deskriptif, data penggunaan daya listrik di malam hari didapatkan dari rumah di Kampung Persil Nyeoran, Blok K.12, Kecamatan Jatirotok, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur, Indonesia. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Maret 2021. Setelah pengambilan data dapat disimpulkan bahwa untuk pembangunan PLTS penerangan rumah sederhana 450 watt diperlukan 6 buah panel surya berkapasitas 100 Wp, 5 buah baterai berkapasitas 12 V 100 Ah, 1 buah inverter berkapasitas 3000 W dan 1 buah *charger controller* berkapasitas 10 A.

Kata kunci: Energi Surya, Kampung Persil Nyeoran, PLTS

Abstract

The use of solar energy as a source of electricity generation for lighting a 450 watt house can help reduce the burden of electricity financing. Using a descriptive research method, data on the use of electric power at night were obtained from the house in Kampung Persil Nyeoran, Blok K.12, Kecamatan Jatirotok, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur, Indonesia. Data collection was carried out in March 2021. After collecting the data it can be concluded that for the construction of a 450 watt simple home lighting PLTS, 6 solar panels with a capacity of 100 Wp are needed, 5 batteries with a capacity of 12 V 100 Ah, 1 inverter with a capacity of 3000 W and 1 charger. controller capacity of 10 A.

Key words: Solar Energy, Kampung Persil Nyeoran, PLTS

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik semakin hari kian meningkat. Penggunaan barang elektronik mempengaruhi jumlah listrik yang

digunakan. Bertambahnya populasi manusia di muka bumi mempengaruhi besar jumlah daya listrik yang dikonsumsi setiap harinya.

Untuk menghemat pembayaran listrik salah satu caranya yaitu dengan mengurangi penggunaan barang-barang elektronik dalam kehidupan sehari-hari. Dengan cara tersebut dapat membantu mengurangi tagihan listrik. Ada pula cara lain, yaitu dengan memanfaatkan energi surya dan radiasi matahari.

Energi surya dimanfaatkan melalui media panel surya atau sel surya untuk mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Radiasi matahari sendiri dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi terbarukan. Nantinya akan bekerja dengan dibantu solar panel. Radiasi matahari dapat mengubah energi radiasi menjadi energi listrik [1].

Panel surya atau sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic. Tetapi energi listrik yang dihasilkan oleh satu panel surya sangatlah kecil, sekitar 0,6V tanpa beban dan 0,45V dengan beban. Sehingga memerlukan jumlah yang banyak untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan yang dibutuhkan [2].

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotolistrik [3]. Potensi pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit tenaga listrik akan sangat bermanfaat rumah yang memakai daya sebesar 450 watt.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian kali ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Metode ini dapat diartikan sebagai sebuah prosedur pemecahan suatu masalah yang diselidiki dengan menggambarkan suatu keadaan subjek atau objek. Subjek atau objek dapat digambarkan sebagai orang, lembaga, masyarakat ataupun lainnya yang ber-

dasarkan fakta yang terlihat dan apa adanya.

a. Waktu dan Tempat

Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Maret 2021 di Kampung Persil Nyeoran Blok K.12, Kecamatan Jatiroti, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Jenis data yang digunakan adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif merupakan data yang disajikan dalam bentuk kata verbal. Data kualitatif dalam penelitian kali ini adalah gambaran umum mengenai pembangkit listrik tenaga surya, proses fotolistrik dan juga data alat elektronik yang digunakan di dalam rumah. Data kuantitatif merupakan data yang disajikan dengan cara diukur atau dihitung secara langsung yang hasilnya dalam bentuk angka. Data kuantitatif dalam penelitian kali ini adalah jumlah daya yang digunakan dalam satu hari pemakaian listrik, intensitas radiasi matahari, dan jumlah yang diperlukan untuk membangun sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk rumah dengan daya 450 watt.

Tahapan dalam penelitian potensi energi surya sebagai sumber pembangkit listrik untuk penerangan rumah 450 watt yaitu:

1. Perhitungan daya listrik yang digunakan.
2. Pemilihan kapasitas baterai
3. Pemilihan jenis modul surya
4. Pemilihan jenis dan kapasitas *solar charge controller*
5. Pemilihan jenis inverter
6. Pemilihan alat dan bahan pendukung lainnya.
7. Membuat rancangan gambar

b. Tahapan Rancangan Sistem

Tahap rancangan sistem pada penelitian pembangkit listrik tenaga surya untuk rumah dengan daya 450 watt adalah sebagai berikut:

- Menghitung total beban listrik harian
Rumus yang digunakan dalam menghitung total beban listrik harian yaitu:

Beban pemakaian = Daya x Lama
Pemakaian(1) [4]

- Menjumlahkan semua total beban pemakaian alat elektronik

c. Prinsip Kerja Panel Surya

Pada saat sel fotovoltaik bekerja berdasarkan efek fotoelektrik, maka material berbahar dasar semikonduktor mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Teori Maxwell tentang radiasi elektromagnetik menyatakan bahwa cahaya dapat dianggap sebagai spectrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda [6]. Ketepatan pemasangan panel surya sangat perlu diperhatikan mengingat jika sudut kemiringan yang digunakan tidak tepat, maka intensitas radiasi matahari yang diserap tidak maksimal. Kemiringan sudut panel surya ditentukan oleh garis lintang dari lokasi dimana panel surya akan dipasang [8].

Tabel 1. Posisi Kemiringan Instalasi Panel Surya

Garis Lintang	Sudut Kemiringan
0-15°	15°
15-25°	25°
25-30°	30°
30-35°	40°
35-40°	45°
40-90°	65°

Jika panel surya tidak tepat dalam pemasangannya, bisa juga daya yang diserap kurang. Karena semua itu bergantung pada intensitas radiasi matahari. Diusahakan juga agar peletakan panel surya tidak dekat terhalang bayangan

bangunan atau benda lain disekitar panel surya. Hal tersebut diharapkan agar panel surya secara maksimal menyerap sinar matahari yang masuk ke dalamnya [7].

d. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Panel Surya

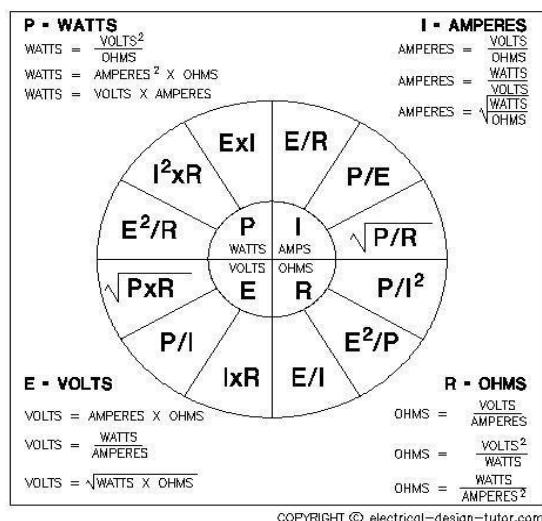
Iklim, lingkungan dan wilayah tertentu sangat mempengaruhi energi yang dihasilkan oleh panel surya. Seperti intensitas radiasi matahari, kecepatan angin dan kelembaban. Contohnya yaitu intensitas radiasi matahari di daerah perkotaan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Misalnya terhalang oleh bangunan disekitarnya, terhalang pohon dan juga kabut yang disebabkan oleh polusi [7]. Terdapat 4 faktor yang mempengaruhi sistem kerja panel surya, yaitu:

- Resistansi Beban
Beban tertinggi dapat dilihat pada saat tegangan baterai mendekati tegangan Vmp atau maximum power. Jadi jika tegangan baterai menurun atau meningkat dari Vpm efisiensi beban tersebut akan berkurang [8].
- Intensitas Cahaya Matahari
Intensitas Cahaya Matahari mempengaruhi besar arus yang didapatkan. Apabila intensitas matahari yang diserap banyak, maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Begitu juga sebaliknya, jika intensitas cahaya matahari yang diserap sedikit, maka arus yang dihasilkan kecil [8].
- Suhu Panel Surya
Suhu normal panel surya adalah 25°C. Apabila suhu panel surya (bukan suhu udara) melebihi 25°C maka effisiensi beban dan tegangan dari panel surya akan berkurang [8].
- Shading/Teduh/Bayangan
Shading/Teduh/Bayangan untuk mengurangi penggunaan daya yang harus dikeluarkan oleh panel surya. Shading merupakan salah satu atau

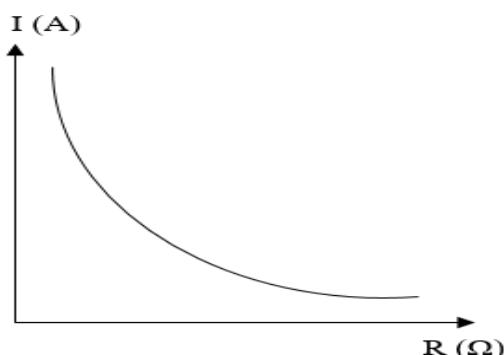
lebih sel silicon dari panel surya tertutup dari sinar matahari [8].

e. Hubungan Tegangan, Daya, Arus, dan Tahanan

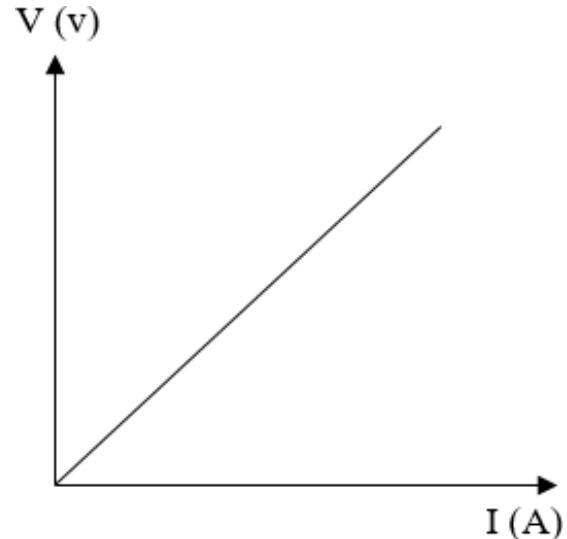
Dalam fisika, daya memiliki arti sebagai laju energi yang dihantarkan persatuan waktu. Daya dilambangkan dengan P dengan satuan watt. Arus merupakan banyaknya aliran listrik yang mengalir dalam atuan detik. Arus dalam fisika dilambangkan sebagai I dengan satuan A (ampere). Tahanan bisa disebut juga dengan beban atau resistansi memiliki arti komponen elektrik yang terdiri dari dua saluran untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua saluran sesuai dengan besar arus yang mengalir [3].



Gambar 1. Hubungan keempat besaran



Gambar 2. Grafik hubungan arus (I) dengan tahanan (R)



Gambar 3. Grafik hubungan tegangan

f. Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah proses perambatan energy panas matahari berupa gelombang elektromagnetik tanpa memerlukan zat perantara. Pancaran dari matahari ini bisa sampai ke bumi melalui proses pancaran (radiasi). Karena diantara bumi dengan matahari terdapat ruang hampa yang berarti tidak ada zat perantara. Terdapat tiga cara agar pancaran sinar radiasi matahari bisa sampai ke bumi, yaitu:

1. Radiasi langsung (*Beam/Direct Radiation*)
2. Radiasi Hambur (*Diffuse Radiation*)
3. Radiasi Total (*Global Radiation*) [3].

g. Komponen Panel Surya

Panel surya tersusun atas modul surya sebagai pembangkit listrik, inverter untuk mengkonversi sistem tegangan DC menjadi tegangan AC, *charger controller* sebagai media penyimpanan energi. PLTS sendiri dibagi menjadi dua jenis, yaitu PLTS terhubung dengan jaringan (*on-grid*) dan PLTS tidak terhubung dengan jaringan (*off-grid*) [10].

PLTS *on-grid* atau PLTS terhubung jaringan merupakan PLTS yang tujuan dibuatnya untuk mengurangi penggunaan BBM. Digunakan pada operasi siang hari

pada daerah yang sudah berlistrik. PLTS jenis ini tidak dilengkapi dengan baterai, sehingga terdapat batasan sebesar 20% dari beban yang digunakan pada siang hari [11].

PLTS *off-grid* atau PLTS tidak terhubung dengan jaringan merupakan PLTS yang sistemnya hanya disuplai oleh panel surya. Jadi energinya bergantung pada sinar matahari yang ada. Panel surya ini memerlukan baterai untuk menyimpan daya, karena pada malam hari tidak ada sinar matahari. Umumnya, PLTS *off-grid* digunakan pada daerah yang sangat terisolasi seperti sulit transportasi, sehingga diperlukan pertimbangan kondisi alam atau faktor lingkungan [11].

- **Modul Surya**

Alat ini digunakan untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Sel surya biasanya berjenis diode yang susunannya adalah P-N junction. Sel surya photovoltaic yang berbahan dasar semikonduktor jika diproses dapat menghasilkan listrik arus searah (DC) [5].



Gambar 4. Modul panel surya

Kapasitas panel surya yang tersedia sebesar 100 Wp, 120 Wp, 150 Wp, dan 200 Wp. Pemilihan kapasitas panel surya

disesuaikan dengan hasil perhitungan total beban listrik yang diperlukan. Misalnya, panel surya dengan kapasitas 100 Wp, berarti modul surya tersebut menghasilkan daya sebesar 100 Watt pada saat puncak harian radiasi matahari yang didapatkan [12].

- **Charger Controller**

Alat ini digunakan untuk mengatur arus yang searah kemudian diisikan ke baterai dan diambil dari baterai menuju beban. *Charger controller* mengatur kelebihan baterai yang terisi penuh dan kelebihan voltase dari modul surya [5].

Fungsi detail *charger controller* adalah sebagai berikut:

- Untuk mengatur arus pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.
- Membebaskan atau mengambil arus dari baterai agar baterai tidak *overcharging* dan *overvoltage*.
- Monitoring temperature baterai



Gambar 5. Charger controller

- **Inverter**

Alat ini digunakan untuk mengubah arus DC (arus searah) menjadi arus AC (arus blak-balik). Alat ini mengkonversi arus DC dari perangkat seperti baterai, panel surya menjadi arus AC. Hal-hal yang perlu diperhatikan ketika memilih *inverter*, yaitu:

- Memilih kapasitas beban watt, diusahakan memilih beban yang

- mendekati beban yang hendak digunakan
- Input DC 12 Volt atau 24 Volt
 - *Sinewave* atau *square wave output AC* [5].



Gambar 6. Inverter

• **Baterai**

Perangkat ini digunakan untuk menyimpan daya yang tidak langsung digunakan oleh beban. Tujuan adanya baterai yaitu untuk memberikan daya listrik pada sistem ketika daya tidak disediakan oleh array panel surya, dan untuk menyimpan daya yang berlebih ketika tidak digunakan oleh beban [5].



Gambar 7. Baterai

h. Perawatan dan Pemeliharaan Panel Surya

Agar panel surya tidak mudah rusak dan tahan lama penggunaannya, terdapat dua langkah perawatan dan pemeliharaannya, yaitu:

1. Pembersihan dilakukan secara berkala agar tidak mengganggu sistem kerja panel surya untuk menyerap intensitas cahaya matahari
2. Mengatur letak panel surya agar tetap terkena cahaya matahari. Tidak boleh terhalangan oleh objek lain seperti pohon, jemuran, bangunan, dan lain-lain [8].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah kebutuhan daya pemakaian listrik di Kampung Persil Nyeoran Blok K.12, Kecamatan Jatiroti, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia pada saat penggunaan malam hari (Pukul 17.00-06.00).

Tabel 2. Tabel perhitungan total kebutuhan listrik yang digunakan

No.	Nama	Daya setiap Beban (Watt)	Lama (h/hari)	Beban (Wh/hari)
1.	Lampu (7 buah)	4	13	364
2.	Kipas (2 buah)	30	8	480
3.	Kulkas	70	13	910
4.	TV tabung (2 buah)	140	2	280
Total daya beban pemakaian per hari (Wh/h)				2.034 Wh
Total daya beban pemakaian per hari + 10% (Wh/h)				2.237,4 Wh

Perhitungan total beban listrik harian:

1. Beban pemakaian lampu
= Daya x Lama pemakaian
= (7x4)watt x 13 hour
= 28 watt x 13 hour
= 364 Wh

2. Beban pemakaian kipas
 $= \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian}$
 $= (2 \times 30) \text{watt} \times 8 \text{ hour}$
 $= 60 \text{ watt} \times 8 \text{ hour}$
 $= 480 \text{ Wh}$
3. Beban pemakaian kulkas
 $= \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian}$
 $= 70 \text{ watt} \times 13 \text{ hour}$
 $= 70 \text{ watt} \times 13 \text{ hour}$
 $= 910 \text{ Wh}$
4. Beban pemakaian TV tabung
 $= \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian}$
 $= (2 \times 70) \text{watt} \times 2 \text{ hour}$
 $= 70 \text{ watt} \times 2 \text{ hour}$
 $= 140 \text{ Wh}$
5. Total beban pemakaian harian
 $364 \text{ Wh} + 4080 \text{ Wh} + 910 \text{ Wh} + 140 \text{ Wh} = 2.034 \text{ Wh}$

Kebutuhan baterai yang akan digunakan untuk panel surya sebesar 12V. Kapasitas baterai sebesar 100 Ah sebanyak 2 buah baterai. Digunakan 100 Ah sebanyak 2 buah karena, jika dihitung dari total daya yang digunakan dalam sehari sebesar 2.034Wh dibagi dengan tegangan baterai yang digunakan sebesar 12V. maka hasilnya sebesar 169,5 dan dibulatkan menjadi 2 baterai.

Jenis modul surya atau panel surya yang digunakan sebesar 150Wp sebanyak 3 buah. Hal tersebut didapatkan melalui data penyinaran matahari yang digunakan selama ± 5 jam (pukul 09.00-14.00). pada saat itu juga radiasi matahari sangat tinggi. Kemudian dari total daya yang digunakan dalam sehari sebesar 2.034 Wh dibagi dengan lama waktu penyinaran selama 5 jam didapatkan hasil sebesar 406,8 dan dibulatkan menjadi 450. Sehingga jumlah kebutuhan panel surya untuk mengaliri listrik pada rumah 450 Watt pada malam hari sebanyak 3 buah panel surya dengan kapasitas 150 Wp.

Besar daya *inverter* yang digunakan sebesar 3000W. Digunakan kapasitas 3000W karena jumlah daya yang dihasilkan sebesar 2.304 Wh. Sehingga

jumlah *inverter* harus lebih besar dari jumlah daya yang digunakan.

Charger controller ditentukan melalui besar arus maksimum yang digunakan. Apabila kapasitas panel surya yang digunakan sebesar 150Wp, besar baterai yang digunakan sebesar 100Ah. Maka *charger controller* yang akan digunakan sebesar 10A. Karena current at Pmax (IMP) hanya 5,704 A.

Tabel 3. Deskripsi bahan PLTS 450 watt

No.	Jenis Barang	Spesifikasi	Jumlah
1.	Panel surya	150Wp	3
2.	Baterai	12V, 100Ah	5
3.	Inverter	3000W	1
4.	<i>Charger controller</i>	10A	1

Rancangan PLTS untuk penerangan rumah 450 Watt menggunakan jenis PLTS *off-grid*. Tujuan dari pemasangan PLTS *off-grid* adalah untuk mengurangi biaya penggunaan BBM. Hanya dengan memanfaatkan intensitas cahaya matahari yang bersinar di siang hari, waktu yang diperlukan sekitar ± 5 jam. Sehingga pada malam harinya, energi yang sudah tersimpan oleh panel surya dapat digunakan.

Dari hasil perhitungan di atas, jika ditotal untuk pembangunan awal panel surya memanglah sangat mahal. Tetapi untuk kedepannya akan sangat bermanfaat untuk membantu meringankan beban pembayaran listrik. Tabel 4 adalah tabel biaya pembangunan PLTS untuk rumah 450 Watt.

Jika dilihat dari total biaya pembangunan PLTS untuk rumah mandiri dalam jangka waktu 10 tahun sebesar Rp 6,250.000. Besarnya biaya rata-rata perbulan selama 10 tahun sebesar Rp 52.125. Jumlah tersebut dibandingkan

dengan pembayaran listrik bulanan selisih Rp 30.000. Beban biaya listrik jika tidak menggunakan panel surya sebesar Rp 80.000-Rp 85.000. Jadi penggunaan panel surya lebih menghemat pembayaran listrik setiap bulannya. Biaya listrik dihitung sejak bulan November 2020-Maret 2021 tercantum pada Tabel 5 dan Gambar 8.

Tabel 4. Total biaya PLTS 450 watt secara mandiri

Jenis Barang	Spesifikasi	Jml	Biaya (Rp)
Panel surya	150Wp	3	3.480.000
Baterai	12V, 100Ah	2	2.000.000
Inverter	3000W	1	675.000
Charger controller	10A	1	100.000
Total investasi pembangunan PLTS per 5 Tahun			6.255.000

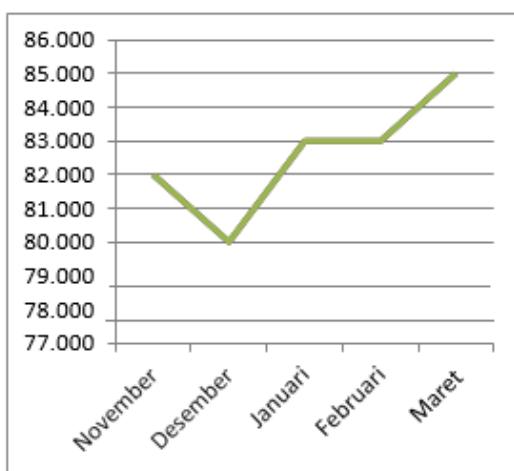
Tabel 5. Deskripsi biaya listrik pada November 2020-Maret 2021

No.	Bulan	Biaya
1.	November 2020	Rp 82.000
2.	Desember 2020	Rp 80.000
3.	Januari 2021	Rp 83.000
4.	Februari 2021	Rp 83.000
5.	Maret 2021	Rp 85.000

Biaya listrik saat menggunakan panel surya sebesar Rp 52.125 dalam jangka waktu 10 tahun. Tetapi bisa saja berubah, karena biaya listrik per kWh akan berubah sesuai dengan ketetapan pemerintah. Tabel 6 berikut adalah rancangan biaya listrik dalam kurun waktu 1 tahun dihitung dari Bulan Mei 2021.

Perhitungan pada Tabel 6 berdasarkan biaya listrik per kWh apabila terjadi kenaikan. Kisaran kenaikan listrik per kWh untuk daya 450 watt diperkirakan sekitar Rp 450 per kWh - Rp 1.000 per

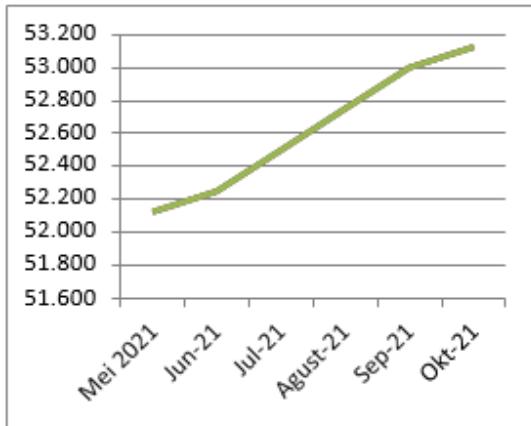
kWh. Apabila dilihat pada data daftar biaya listrik melalui PLN, mulai tahun 2017-2020 untuk daya 450 Watt tidak mengalami perubahan. Sehingga kenaikan biaya listrik tidak akan banyak dan melebihi Rp 60.000. Selain itu rancangan biaya di atas terbukti lebih hemat ±Rp 30.000



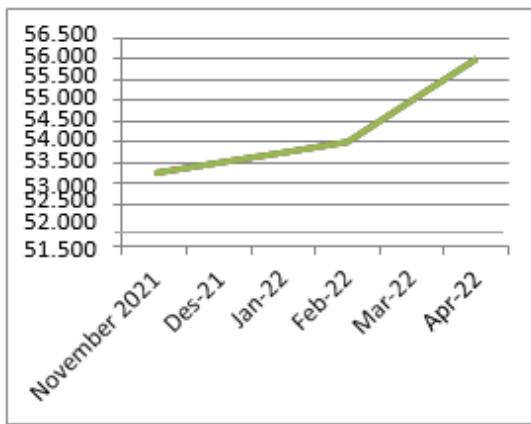
Gambar 8. Grafik perbandingan biaya listrik bulan November 2020-Maret 2021

Tabel 6. Deskripsi rancangan biaya listrik dalam kurun waktu 1 tahun kedepan

No.	Bulan	Biaya
1.	Mei 2021	52.125
2.	Juni 2021	52.250
3.	Juli 2021	52.500
4.	Agustus 2021	52.750
5.	September 2021	53.000
6.	Oktober 2021	53.125
7.	November 2021	53.250
8.	Desember 2021	53.500
9.	Januari 2022	53.750
10.	Februari 2022	54.000
11.	Maret 2022	55.000
12.	April 2021	56.000



Gambar 9. Grafik perbandingan biaya listrik bulan Mei 2021-Okttober



Gambar 10. Grafik perbandingan biaya listrik bulan November 2021-April 2022

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pendataan kebutuhan listrik yang digunakan pada malam hari di Kampung Persil Nyeoran Blok K.12, Kecamatan Jatiroti, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kapasitas panel surya yang digunakan sebesar 150Wp sebanyak 3 buah panel surya, baterai dengan kapasitas 12V 100Ah sebanyak 2 buah, inverter dengan kapasitas 3000W sebanyak 1 buah dan *charger controller* berkapasitas 10A sebanyak 1 buah.

Pembangunan PLTS untuk rumah sederhana daya 450Watt diperlukan penempatan posisi sudut yang pas agar bisa

secara maksimum menyerap energi radiasi matahari. Waktu yang digunakan mulai pukul 09.00-14.00 adalah waktu yang paling banyak pemancaran sinar radiasi matahari.

Pemanfaatan sinar radiasi matahari diharapkan bisa membantu untuk meminimalisir total pengeluaran biaya listrik setiap bulannya. Pada awal pemasangan memanglah memerlukan sangat banyak biaya. Tetapi hal tersebut dapat membantu meringankan beban biaya listrik dalam kurun waktu 10 Tahun. Tetapi tidak luput juga mengenai biaya perawatan masing-masing komponen panel surya agar alat tersebut akan tetap berfungsi dengan baik dan memberikan manfaat sesuai dengan yang diharapkan.

Perlunya lahan yang luas untuk pembangunan panel surya, dan juga tidak berdekatan dengan bangunan atau tumbuhan yang dapat menghalangi sinar matahari. Karena fungsi dari panel surya itu sendiri untuk menyerap panas matahari kemudian mengubahnya menjadi energy listrik. Pemasangan panel surya *off-grid* ini bertujuan untuk menghemat penggunaan energy listrik pada malam hari.

V. RUJUKAN

- [1] H. Kristiawan, I.N.S. Kumara. I.A.D. Giriantari. “*Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar*”. Jurnal SPEKTRUM. 4(6): 66-70. 2019
- [2] B.H. Purwoto, M.F. Alimul, I.F. Huda. “*Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif*”. Emitor: Jurnal Teknik Elektro. 18(1): 10-14. 2018.
- [3] A. Hafid, A. Zainal, H. Saddam, U. Rahmat. “*Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo*”. Jurnal LIPTEK: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika. 1(14): 6-

12. 2017.
- [4] A. Julisman, D.S. Ira, H.S.Ramadhan. “*Prototipe Pemanfaatan Panel Surya sebagai Sumber Energi pada Sistem Otomatis Atap Stadion Bola*”. KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro. 1(2): 35-42. 2017.
- [5] M. Idris. “*Rancang Panel Surya untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt*”. ELTI: Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan. 1(1): 17-22. 2019.
- [6] S.H. Assidiq, D. Irma. “*Studi Pemanfaatan Energi Matahari sebagai Sumber Energi Alternatif Terba-rukan Berbasis Sel Fotovoltaic untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana di Derah Terpencil*”. Jurnal Teknik Mesin UNISKA. 2(3):88-93. 2018.
- [7] R.Z. Fadillah, I.M. Adhyta M.B.P. Benando, Afriansyah, A.R. Fauan, M. Alzahid, S. Meredita, S. Erwin, “*Perbandingan Penggunaan Panel Surya dan Turbin Angin dalam Implementasi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Lingkungan Universitas Pertamina (Comparison of Solar Panel and Wind Turbine as New and Renewable Energy Sources in Pertamina University)*”. Jurnal Teknologi Lingkungan. 1(22): 29-37. 2021.
- [8] Z. Iqbal, D.S. Ira, Syahrizal. “*Applikasi Sistem Tenaga Surya sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air*”. KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro. 1(3): 1-8. 2018.
- [9] N. Hayati. “*Applikasi Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Alternatif*”. Abdimasku. 1(4): 43-48. 2021.
- [10] M.R. Wicaksana, I.N.S. Kumara, I.A.D. Giriantari, R. Irawati. “*Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya ROOFTOP 158 KWP pada Kantor Gubernur Bali*”. Jurnal SPEKTRUM. 3(6): 107-113. 2019.
- [11] R. Sianipar. 2014. “*Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*”. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro (JETRI). 11(2): 61-78.
- [12] L. Halim, F.N. Christian. “*Desain Sistem Pemberdayaan Energi Listrik pada Rumah Kaca Pintar dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*”. RESISTOR (elektronika kEndali TelekomunikaSI tenaga liSTrik kOmputeR). 2(1): 43- 50. 2019.

Sistem Pendingin Menggunakan Air Untuk Optimasi Kinerja Panel Surya Berbasis Arduino

Mursalim Pratama Putra¹, Rika Wahyuni Arsianti²

¹Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan

²Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Komputer, Universitas Borneo Tarakan

Jl. Amal Lama No.1 Kampus UBT, Tarakan

mursalimpratamaputra@gmail.com¹, rika.arsianti@borneo.ac.id²

Received: Maret 2021; Accepted: Mei 2021; Published: Juli 2021

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v3i1.64>

Abstrak

Salah satu energi alternatif yang paling banyak digunakan adalah sel surya. Namun sel surya hanya dapat bekerja optimal pada suhu 25°C . Ini menjadi kendala bagi negara tropis seperti Indonesia yang memiliki suhu rata-rata pada siang hari 32°C . Tujuan Penelitian ini adalah membuat sistem pendingin pada sel surya untuk menghasilkan daya optimum yang dapat diperoleh dengan penambahan sistem pendingin. Sistem pendingin yang digunakan menggunakan air untuk membasahi panel surya. Penelitian ini akan membandingkan kinerja dua buah panel surya 20 WP dengan sistem pendingin dan tidak menggunakan sistem pendingin. Air akan mengalir pada permukaan panel surya jika suhu lebih dari 35°C . Pengamatan akan dilakukan terhadap tegangan, arus dan daya sel surya untuk mengetahui kinerja sistem pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perbedaan tegangan, arus dan daya yang dihasilkan adalah sebesar 1,18V, 103,55mA dan 2210mW. Parameter yang paling berpengaruh dengan penambahan sistem pendingin adalah arus. Sehingga pengisian baterai 5.5Ah lebih cepat 1,48 jam dibandingkan tanpa menggunakan sistem pendingin. Ini menunjukkan bahwa sistem pendingin panel surya dengan air mampu meningkatkan kinerja sel surya dengan mempercepat waktu pengisian baterai.

Kata kunci: Baterai, Sel Surya, Sistem Pendingin, Radiasi

Abstract

The most widely used alternative energy is solar cells. However, solar cells can only work optimally at a temperature of 25°C . This is a problem for tropical countries like Indonesia, which has an average daytime temperature of 32°C . The purpose of this research is to make a cooling system on solar cells to produce optimum power by flowing water on the solar panels. This study will compare the performance of two 20 WP solar panels with a cooling system and without a cooling system. Water will flow on the surface of the solar panel if the temperature is more than 35°C . The Observations will record on the voltage, current and power of solar cells to determine the performance of the cooling system. The results showed that there was a difference in voltage, current and power of 1.18V, 103.55mA and 2210mW. The most influential parameter with the addition of the cooling system is the current. So that charging the 5.5Ah battery is 1.48 hours faster than without using a cooling

system. The result shows that the solar panel cooling system using water can improve the performance of solar cells by speeding up the battery charging time.

Key words: Battery, Cooling System, ,Solar Cell, Radiation

I. PENDAHULUAN

Solar sel merupakan energi terbarukan yang paling banyak digunakan untuk menggantikan energi fosil. Kinerja dari solar sel sangat berpengaruh terhadap kinerja yang dihasilkan. Panel surya akan bekerja secara optimal pada suhu 25°C . Daya yang dihasilkan akan berkurang sebesar 0,4% jika terjadi kenaikan 1°C dari suhu optimumnya dan melemah dua kali setiap kenaikan suhu 10°C [1]. Hal ini menjadi kendala bagi daerah tropis seperti Tarakan yang memiliki rata-rata suhu harian 32°C . Suhu maksimum kota Tarakan mampu mencapai 39°C . Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk membuat panel surya bekerja secara optimal.

Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem pendingin panel surya dengan air untuk memperoleh kinerja maksimal pada daerah dengan suhu yang tinggi. Solar sel akan bekerja dengan baik dan stabil dan menghasilkan suhu terbaik jika bekerja pada suhu 25°C - 35°C [2]. Negara tropis seperti Indonesia dapat menaikkan suhu permukaan panel surya karena memperoleh sinar matahari sepanjang tahun yang berbeda dengan negara 4 musim [3]. Penelitian tentang pengaruh suhu kota Pontianak terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin menyatakan bahwa terjadi pengurangan daya listrik sebesar $0,7113 \text{ W}/^{\circ}\text{C}$ [4].

Beberapa penelitian tentang sistem pendingin telah dilakukan. Penelitian tentang perolehan efisiensi daya yang dihasilkan dengan *water coolant* sebesar 14,62%, sedangkan dengan air mineral sebesar menghasilkan 13,69% dan air laut sebesar 13,62% [5]. Efisiensi panel surya

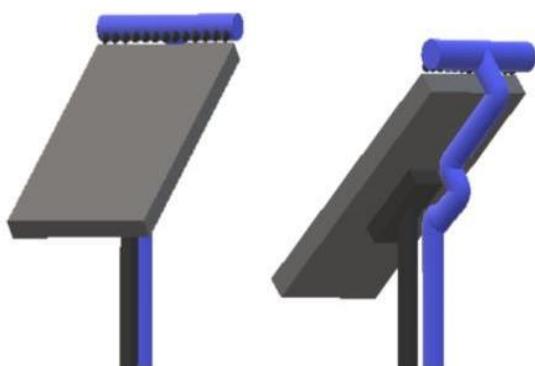
dan daya listrik yang dihasilkan terhadap sistem pendingin menggunakan air juga dilakukan dengan metode fuzzy logic [2]. Sistem pendingin kombinasi dengan menggunakan air dan *heat-sink* menyatakan bahwa efisiensi yang diperoleh sebesar 6,04% dari panel surya tanpa pendingin [6]. Sistem pendingin panel surya menggunakan *heat-sink* telah dilaksanakan dan menghasilkan perubahan efisiensi dari 12,1% menjadi 13,74% [7].

Penelitian tentang parameter panel surya yaitu monitoring tegangan dan arus secara *real-time* pada kondisi dan lingkungan tertentu [8]. Sistem pendingin panel surya dengan mengaliri air setiap 5 menit dengan durasi air mengalir selama 20 detik menghasilkan kenaikan daya panel surya sebesar 3% [9]. Penelitian tentang pengaruh intensitas matahari dengan daya panel surya telah dilaksanakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas matahari tertinggi antara jam 11:00 hingga 13:00 memiliki intensitas $98,000 - 116,200$ lux dengan daya panel surya yang dihasilkan sebesar 14,8 W [10].

II. METODE PENELITIAN

1. Desain Sistem Pendingin

Panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah monocristalline dengan panjang 0,48 meter dan lebar 0,33 meter. Selang yang digunakan berdiameter 12 mm dengan ukuran $3/8"$ dengan digunakan untuk mengalirkan air. Pipa paralon PVC $1/2"$ yang akan diletakkan pada sisi panjang panel berfungsi untuk menyebarkan air pada permukaan panel surya dengan jarak antar lubang 0,5 cm.



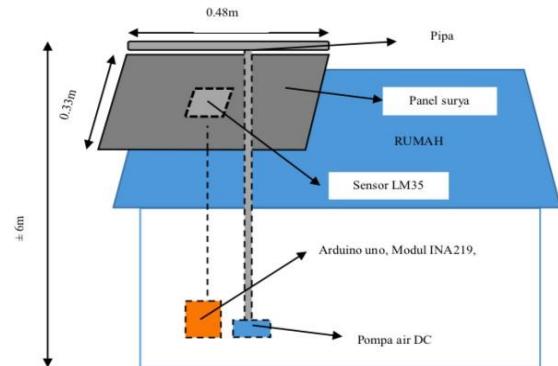
Gambar 1. Desain pengalir air pada panel surya

Gambar 1 menunjukkan sistem perancangan pengaliran air pada panel surya. Pompa DC 12 Volt akan memompa air dari wadah penyimpanan ke panel surya.

2. Perencanaan Penempatan Sensor dan Sistem Pendingin pada Panel Surya

Perancangan rangkaian alat ini dimana penempatan arduino, modul INA219 dan pompa air dc berada di dalam rumah dengan selang dan kabel menuju ke atas kemudian di sambungkan dengan pipa PVC dan sensor LM35 yang akan terhubung dengan panel surya dan sensor LM35 berada di atas atap rumah dengan berjarak kisaran ± 6 meter. Peletakan satu buah sensor LM35 berada di posisi belakang tengah panel surya dikarenakan posisi tersebut merupakan posisi titik tengah perambatan panas yang baik, dan ketika proses penyebaran air titik peletakan tersebut merupakan posisi yang baik dalam penerimaan suhu oleh sensor LM35.

Penempatan sensor dan penempatan panel surya pada atap rumah ditunjukkan pada gambar 2. Sensor LM35 digunakan untuk membaca suhu pada permukaan panel surya, modul INA 219 berfungsi untuk membaca tegangan dan arus pada output panel surya. Pompa DC berfungsi untuk mengalirkan air dari wadah air untuk dialirkan ke panel surya.



Gambar 2. Perencanaan penempatan sensor dan sistem pendingin

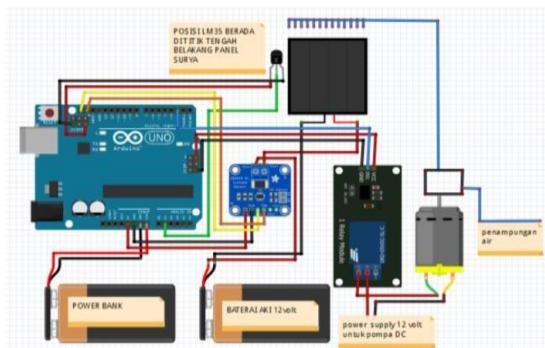
3. Perancangan Sensor dan Relay

Arduino uno memiliki 14 pin digital I/O dan 6 pin input analog. Dimana 6 pin sebagai I/O digital biasa, 6 pin sebagai I/O digital PWM, masing-masing 1 pin untuk Rx-Tx (Receiver/Transmitter) dan 1 pin untuk AREF (Analog Reference) serta pin analog A0-A5. Pin analog digunakan untuk masukan tegangan analog dan juga dapat mengenali sinyal pada rentang nilai voltase tegangan yang masuk, selain itu pada pin analog terdapat fitur yang dapat mengubah sinyal analog yang masuk menjadi nilai digital yang mudah dibaca. Berbeda dengan pin digital yang terdapat pada arduino uno, pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 volt sebagai *Low* dan 5 volt sebagai nilai *High*. Rangkaian skematis dari sistem pendingin pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.

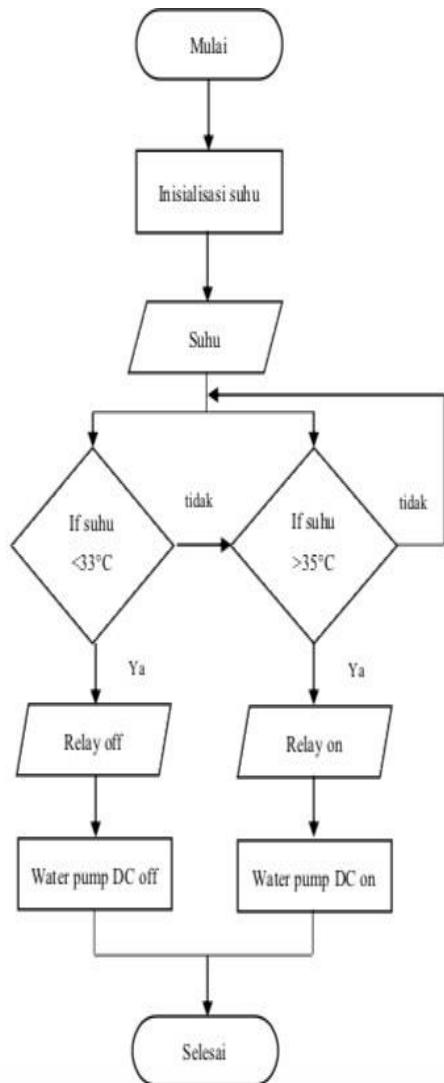
4. Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini perancangan sketch program menggunakan arduino IDE. Program dibuat untuk mengaktifkan relay untuk menyalakan dan mematikan pompa DC. Relay bekerja melalui perintah dari arduino melalui pembacaan data suhu oleh sensor LM35. Jika suhu lebih dari 35°C maka relay akan bekerja untuk mengaktifkan pompa DC dan relay akan mematikan pompa jika pembacaan suhu sebesar 33°C . Diagram alir dari perangkat

lunak sistem pendingin dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Skematik rangkaian sistem pendingin panel surya



Gambar 4. Perancangan perangkat lunak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Sensor LM35

Pengujian ini dilakukan pengujian pada sensor LM35 dengan menggunakan multimeter digital untuk mengetahui kinerja sensor. Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran melalui multimeter pada suhu 28.35°C . Hasil pengukuran menunjukkan tegangan keluaran sensor adalah 284.1 mV dimana setiap 1°C diwakili oleh tegangan sebesar 10 mV.



Gambar 5. Hasil pengukuran tegangan sensor LM35

Sensor LM 35 akan dikalibrasi dengan alat pengukur suhu lain yaitu FT-7965. Hasil dari pengukuran sensor dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pembacaan sensor LM35

Sensor ($^{\circ}\text{C}$)	FT-7965 ($^{\circ}\text{C}$)	Error (%)
1,9	1,9	0
4,9	4,9	0
9,2	9,2	0
11,2	11,2	0
25,9	25,9	0
30,3	30,3	0
49,8	49,8	0
68,4	68,4	0

Dari hasil kalibrasi sensor LM35 dengan FT-7965 yang tertera pada tabel 1

dapat terlihat bahwa sensor LM35 telah bekerja sesuai dengan *datasheet* sensor dengan *error* yang sangat kecil dibanding dengan FT-7965 sebesar 0%.

2. Pengujian Modul Relay

Pengujian ini dilakukan pengujian pengukuran tegangan saat relay dalam kondisi logika *High* dan *Low*, pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui tegangan kerja saat kontak dalam posisi NC (*Normaly Close*) dan posisi NO (*Normaly Open*).

Tegangan (Vin) yang diberikan pada relay adalah 5 VDC sesuai dengan *datasheet* relay tersebut.

Tabel 2. Pengujian Relay

Relay	Tegangan (V)
Off	0,03
On	4,88

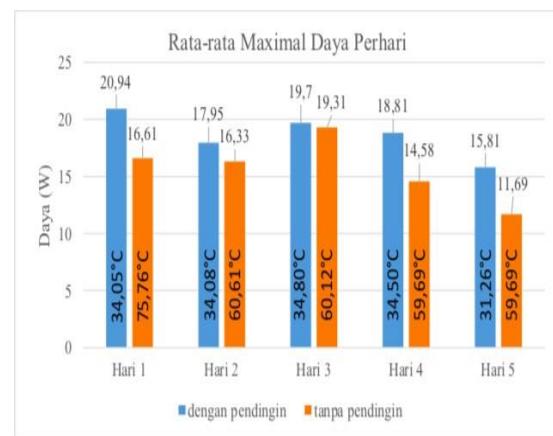
Dari data tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian pengukuran tegangan relay sesuai dengan prinsip kerja relay yaitu apabila kumparan *coil* diberi tegangan maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik *armature* sehingga dapat berpindah dari posisi NC (*Normaly Close*) menjadi posisi NO (*Normaly Open*) dan sebaliknya.

3. Perbandingan Kinerja Sistem

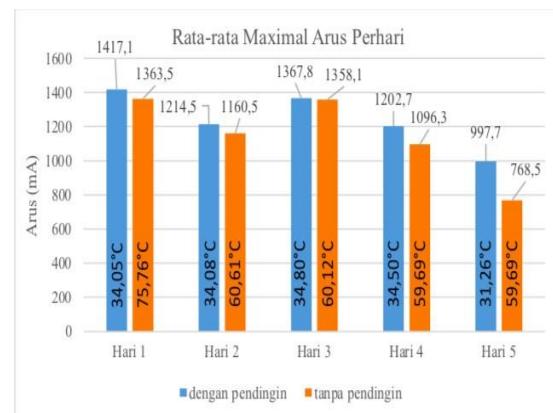
Penelitian ini akan melakukan pengujian secara eksperimen terhadap kinerja dua buah panel surya dengan sistem pendingin dan tanpa sistem pendingin. Pengambilan data dilakukan selama 5 hari dimana dua buah panel surya 20 WP akan diukur tegangan, arus, daya dan suhu.

Pada Tabel 3 dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa dari hasil penelitian efek perubahan temperatur suhu pada permukaan panel surya ketika meningkat melebihi 25°C akan mempengaruhi *fill factor* sehingga tegangan akan berkurang. Sedangkan arus

yang dihasilkan akan meningkat sesuai dengan radiasi matahari. Kuat dan lemahnya intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh pada daya keluaran sel surya.



Gambar 6. Grafik daya rata-rata



Gambar 7. Grafik arus rata-rata

Dari Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa suhu tinggi pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya sehingga memiliki perbedaan saat menggunakan pendingin dan tanpa menggunakan pendingin yaitu rata-rata $\pm 1,36$ watt dalam 5 hari pengukuran, dengan nilai rata-rata daya tertingginya yaitu sebesar 20,94 watt dengan menggunakan sistem pendingin dan nilai rata-rata daya terendahnya yaitu sebesar 15,81 watt. Perolehan daya terendah sangat dipengaruhi oleh suhu. Daya tertinggi diperoleh ketika rata-rata

suhu pada hari tersebut sebesar 34°C . Sedangkan daya terendah pada rata-rata suhu 31°C .

Gambar 7 merupakan grafik rata-rata arus keluaran yang dihasilkan oleh kedua panel surya selama 5 hari. Suhu sangat berpengaruh terhadap arus keluaran. Dari tabel 3 dapat dilihat dari perbandingan dua buah panel surya selama lima hari bahwa sistem pendingin dengan air pada penelitian ini mampu menurunkan suhu pada panel surya.

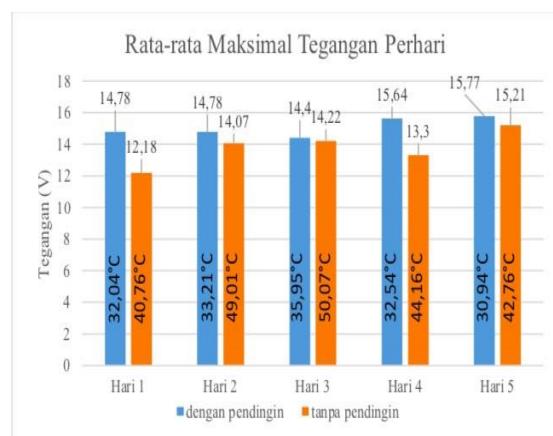
Rata-rata penurunan suhu yang diperoleh selama 5 hari percobaan menunjukkan sistem pendingin mampu

menurunkan suhu permukaan panel surya sebesar $27,56^{\circ}\text{C}$.

Suhu tinggi pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh panel surya sehingga memiliki perbedaan saat menggunakan pendingin dan tanpa menggunakan pendingin yaitu rata-rata $\pm 90,58 \text{ mA}$ dalam 5 hari pengukuran, dengan nilai rata-rata arus tertingginya yaitu sebesar $1417,1 \text{ mA}$ dengan menggunakan sistem pendingin dan nilai rata-rata arus terendahnya yaitu sebesar $768,5 \text{ mA}$ tanpa menggunakan sistem pendingin.

Tabel 3. Data hasil pengukuran kinerja sistem pendingin

Hari	Panel Surya Dengan Pendingin				Panel Surya Tanpa Pendingin			
	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Daya (W)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Daya (W)	Arus (mA)	Tegangan (V)
1	34,05	20,94	1417,10	14,78	75,76	16,61	1363,50	12,18
2	34,08	17,95	1214,50	14,78	60,61	16,33	1160,50	14,07
3	34,80	19,70	1367,80	14,40	60,12	19,31	1358,10	14,22
4	34,50	18,81	1202,70	15,64	50,29	14,58	1096,30	13,30
5	31,26	15,81	997,70	15,77	59,69	11,69	768,50	15,21



Gambar 8. Grafik tegangan rata-rata

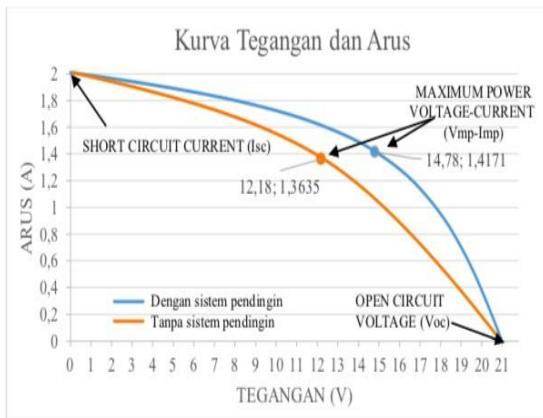
Dari Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa suhu tinggi pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh panel surya sehingga memiliki perbedaan saat menggunakan pendingin dan tanpa menggunakan pendingin yaitu rata-rata $\pm 1,278 \text{ V}$ dalam 5 hari

pengukuran, dengan nilai rata-rata tegangan tertingginya yaitu sebesar $15,77 \text{ V}$ dengan menggunakan sistem pendingin dan nilai rata-rata tegangan terendahnya yaitu sebesar $12,18 \text{ V}$ tanpa menggunakan sistem pendingin.

Gambar 9 menunjukkan kurva tegangan terhadap arus pada panel surya dengan sistem pendingin dan tanpa pendingin. Dari grafik dapat terlihat dengan jelas bahwa arus, tegangan dan daya lebih tinggi pada panel surya dengan sistem pendingin. Efisiensi daya yang dihasilkan oleh sistem pendingin yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 1.

$$n = \frac{\text{Sistem pendingin}}{\text{Tanpa pendingin}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dari persamaan 1 diperoleh efisiensi yang diperoleh dengan penambahan sistem pendingin adalah 13,64 %.



Gambar 9. Kurva tegangan dan arus

4. Pengisian Baterai

Pengujian dua buah panel surya juga dilakukan untuk pengisian baterai. Baterai yang digunakan pada penelitian ini yaitu aki Yuasa 12 V 5,5 Ah. Penelitian ini akan menyelidiki waktu yang dibutuhkan panel surya dengan dan tanpa sistem pendingin untuk pengisian baterai. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa waktu yang dibutuhkan oleh panel surya 20 WP dengan sistem pendingin adalah 9 jam. Sedangkan panel surya tanpa sistem pendingin membutuhkan waktu selama 10,5 jam.

IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian sistem pendingin menggunakan air pada panel surya berhasil menurunkan suhu rata-rata permukaan pada panel surya sebesar $27,56^{\circ}\text{C}$. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kinerja panel surya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perbedaan tegangan, arus dan daya yang dihasilkan adalah sebesar 1,18V, 103,55mA dan 2210mW.

V. RUJUKAN

- [1] M. Bachtiar. "Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System)". SMARTek 4.3. 2006.
- [2] Loegimin, M. Swatara, et al. "Sistem Pendinginan Air Untuk Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic." Jurna Integrasi. 12.1. 2020.
- [3] Subandi, S. Hani "Korelasi Suhu Dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Pada Solar Cell". 15 November 2014. Yogyakarta: Indonesia. 2014.
- [4] Khwee, K. Hie. "Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)." Jurnal Elkha 5.2, 2013.
- [5] Almanda, Deni, and D. Bhaskara. "Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut". 1.2. 2018.
- [6] S. Suherman, et al. "Water and Heat-sink Cooling System for Increasing the Solar Cell Performances." EAI Endorsed Transactions on Energy Web 7.27. 2019.
- [7] Arigan et.al. "Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Sebagai Peningkatan Kinerja Panel Surya." Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU. Vol. 3. No. 1. 2020.
- [8] M. R. Fachri. "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real-Time". Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol. 11 No. 4,

2015.

- [9] Afriandi. *Implementasi Water Cooling System Untuk Menurunkan Temperature Losses Pada Panel Surya.* Diss. Tanjungpura University.2017.
- [10] Yuliananda et al. "Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya." *JPM17:Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1.02,2. 2018.