

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS *PALM STERILIZER*
BUAH SAWIT TIPE *ELECTRIC HEATER* MENGGUNAKAN
PANEL SURYA BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Oleh:

**EDO LUIZ MINCEN SINAGA
208120018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)12/8/25

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS *PALM STERILIZER*
BUAH SAWIT TIPE *ELECTRIC HEATER* MENGGUNAKAN
PANEL SURYA BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

**Edo Luiz Mincen Sinaga
208120018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Rancang Bangun Sistem Otomatis *Palm Sterilizer* Buah Sawit
Tipe *Electric Heater* Menggunakan Panel Surya Berbasis IoT

Nama : Edo Luiz Mincen Sinaga

NPM : 208120018

Fakultas : Teknik Elektro



Disetujui

Komisi Pembimbing

Moranain Mungkin, ST, M.Si
Pembimbing



Dekan, ST, MT
Dekan



Hafid Satria, MT, M.Kom, IPM, ASEAN Eng
Ka.Prodi

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Maret 2025



Edo Luiz Mincen Sinaga

NPM. 20.812.0018

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Edo Luiz Mincen Sinaga
NPM : 208120018
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Rancang Bangun Sistem Otomatis Palm Sterilizer Buah Sawit Tipe Electric Heater Menggunakan Panel Surya Berbasis IoT". Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 13 Maret, 2025

Yang Menyatakan



(Edo Luiz Mincen Sinaga)

ABSTRAK

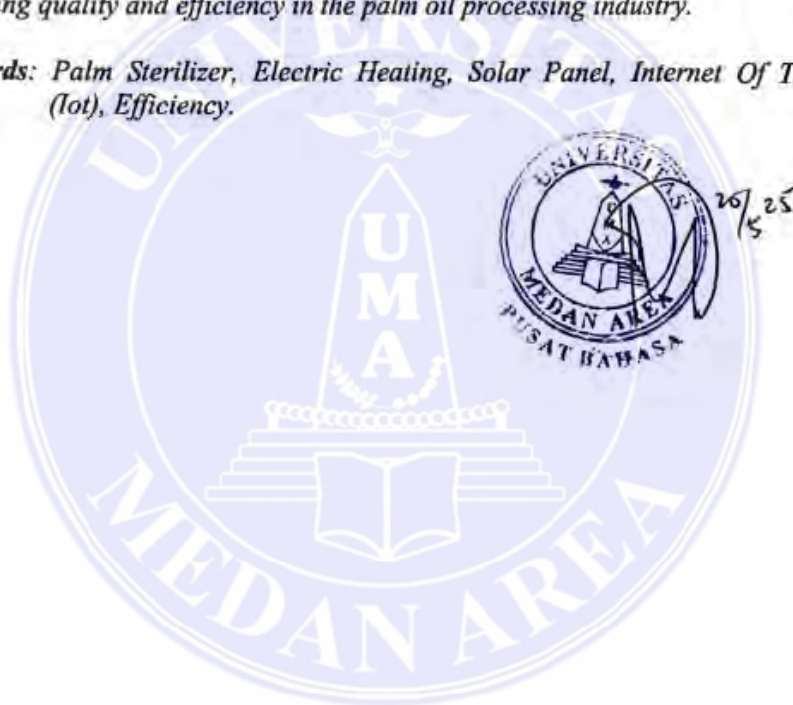
Proses sterilisasi buah sawit yang umumnya dilakukan secara manual sering kali mengakibatkan ketidakefisienan waktu dan peningkatan risiko kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatis *palm sterilizer* buah sawit dengan menggunakan pemanas listrik dan panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan mencakup perancangan prototipe sistem yang melibatkan berbagai sensor seperti sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu thermocouple tipe K, serta motor servo, dan aplikasi Blynk untuk monitoring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat meningkatkan efisiensi dengan waktu pemanasan mencapai 50°C dalam 15 detik, serta menghasilkan daya terendah pada panel surya sebesar 15.18 W pada pukul 14:00. Selain itu, efisiensi inverter tercatat antara 90% hingga 95%, dengan puncak efisiensi terjadi pada pukul 12:00. Penerapan sistem ini tidak hanya mengurangi potensi kerusakan pada buah sawit, tetapi juga memanfaatkan sumber energi terbarukan dari panel surya yang mengurangi biaya operasional hingga 20%. Dengan integrasi teknologi yang tepat, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam industri pengolahan kelapa sawit.

Kata kunci: *Palm sterilizer*, pemanas listrik, panel surya, *Internet of Things* (IoT), efisiensi.

ABSTRACT

The sterilization process of oil palm fruit, which is generally carried out manually, often causes time inefficiency and an increased risk of work accidents. This research aimed to design an automatic palm sterilizer system using electric heating and solar panels based on the Internet of Things (IoT). The method used included system prototype design involving various sensors such as the HC-SR04 ultrasonic sensor, type K thermocouple temperature sensor, servo motor, and Blynk application for monitoring. The results of the research showed that the designed system could improve efficiency by reaching a heating temperature of 50°C in 15 seconds, and producing the lowest power output of 15.18 W on the solar panel at 14:00. Moreover, the inverter efficiency ranged from 90% to 95%, with peak efficiency occurring at 12:00. The implementation of this system not only reduced potential damage to oil palm fruit but also utilized renewable energy sources from solar panels, reducing operational costs by up to 20%. With proper technology integration, this system was expected to be an effective solution for improving quality and efficiency in the palm oil processing industry.

Keywords: *Palm Sterilizer, Electric Heating, Solar Panel, Internet Of Things (IoT), Efficiency.*



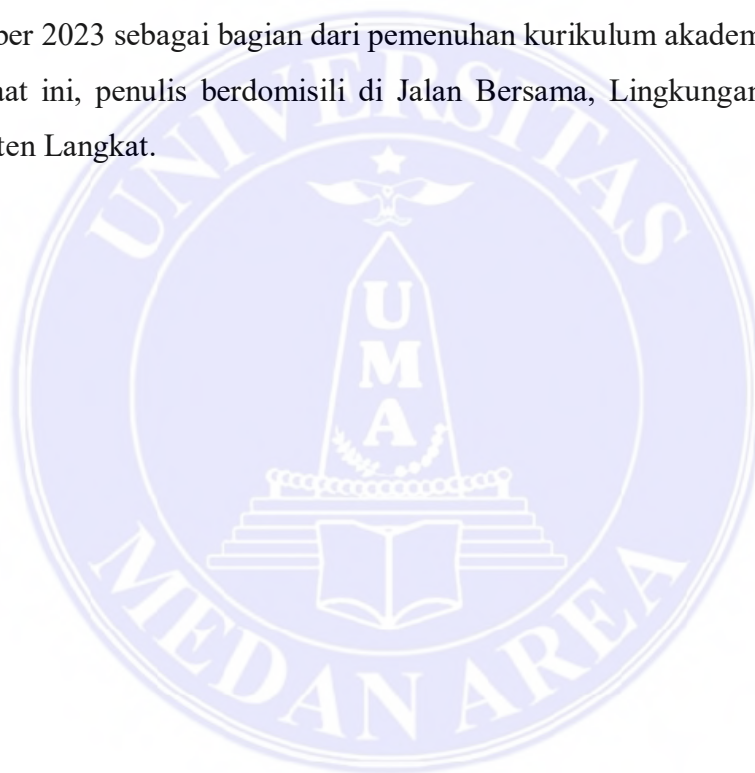
RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Edo Luiz Mincen Sinaga, lahir di Sei Sekala pada tanggal 6 Januari 2003. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Golden Op Sinaga dan Ibu Sahria Purba. Penulis merupakan anak ke-2 dari 4 bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Methodist Binjai dan melanjutkan studi di Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, sebagai mahasiswa pada tahun 2020.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis juga melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Sei Rotan pada tanggal 1 Agustus hingga 1 September 2023 sebagai bagian dari pemenuhan kurikulum akademik.

Saat ini, penulis berdomisili di Jalan Bersama, Lingkungan I, Sei Sekala. Kabupaten Langkat.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

"Rancang Bangun Sistem Otomatis Palm Sterilizer Buah Sawit Tipe Electric Heater Menggunakan Panel Surya Berbasis IoT"

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara materil, moril, maupun spiritual. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

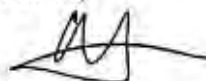
1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Golden Op Sinaga dan Ibu Sahria Purba, serta seluruh saudara penulis yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan tanpa henti.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, MT, M.Kom, IPM, ASEAN Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Medan Area, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan dimasa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan maupun masyarakat luas.

Medan, 13 Maret 2025

Penulis,



Edo Luiz Mincen Sinaga

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tandan Buah Segar (TBS)	5
2.1.1 Pengertian Tandan Buah Segar (TBS)	5
2.1.2 Proses TBS	5
2.2 <i>Palm Sterilizer</i>	7
2.3 <i>Internet of Things (IoT)</i>	9
2.4 Komponen Sensor.....	10
2.4.1 <i>Electric Heater</i> (Pemanas Listrik)	10
2.4.2 Sensor Servo Motor	11
2.4.3 Sensor Suhu <i>Thermocouple type K</i>	12
2.4.4 Relay 2 Channel.....	13
2.5 Panel Surya.....	15
2.5.1 Prinsip Kerja Panel Surya.....	16

2.5.2	Jenis Panel Surya	18
2.6	Mikrokontroller ESP8266	18
2.7	Conveyor Belt.....	19
2.8	Dinamo Motor DC.....	20
2.9	Aplikasi Android Blynk.cloud	21
2.10	Software Arduino IDE	22
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.1.1	Tempat Penelitian	24
3.1.2	Waktu Penelitian.....	24
3.2.	Alat dan Bahan	25
3.3.	Diagram Alir Penelitian	26
3.4.	Diagram Sistem Alat.....	30
3.4	Blok Diagram Penelitian.....	32
3.5.	Perancangan Wiring Komponen Hardware	33
3.6.	Perencanaan Bentuk Prototype Alat	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Hasil Pengujian Alat	38
4.2	Pengujian <i>Hardware</i> dan Software.....	39
4.2.1	Pengujian Hardware	39
4.2.2	Pengujian <i>Software</i> (Perangkat Lunak).....	60
4.3	Hasil Pengujian Kode Program	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

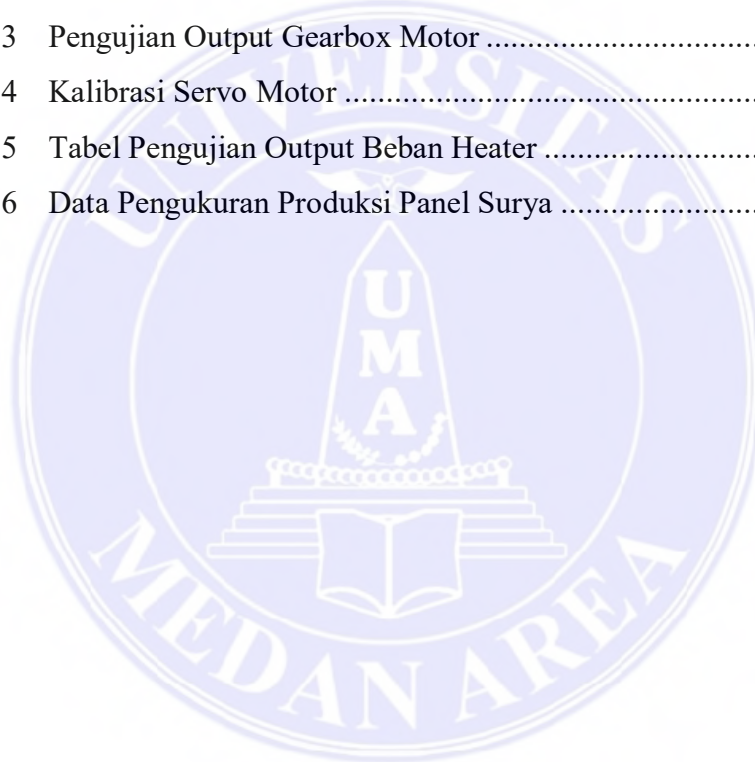
Gambar 2.1	Proses Pengolahan TBS.....	6
Gambar 2.2	<i>Sterilizer</i> Kelapa Sawit.....	8
Gambar 2.3	Beban Heater.....	10
Gambar 2.4	Sensor Servo Motor.....	12
Gambar 2.5	Sensor Thermocouple Type K.....	13
Gambar 2.6	Relay 2 Channel.....	14
Gambar 2.7	Panel Surya.....	16
Gambar 2.8	Prinsip Kerja Panel Surya.....	17
Gambar 2.9	ESP8266 Lolin.....	18
Gambar 2.10	Conveyor Belt.....	20
Gambar 2.11	Dinamo Motor DC 12 Volt.....	21
Gambar 2.12	Tampilan Antarmuka Blynk.cloud.....	22
Gambar 2.13	Arduino IDE.....	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2	Diagram Sistem Alat.....	31
Gambar 3.3	Diagram Blok Penelitian.....	32
Gambar 3.4	Wiring Motor Penggerak Conveyor Otomatis.....	34
Gambar 3.5	Wiring Sensor dan Driver Motor.....	34
Gambar 3.6	Rangkaian Seluruh Komponen yang Digunakan.....	35
Gambar 3.7	Bentuk Prototype Alat.....	35
Gambar 4.1	Bentuk Mekanis Perangkat Keras.....	38
Gambar 4.2	Pengujian Saklar (Switch) Relay 2 Channel.....	40
Gambar 4.3	Grafik Logika HIGH/LOW Relay.....	42
Gambar 4.4	Posisi Relay 2 Aktif dan Conveyor 2 Aktif.....	43
Gambar 4.5	Posisi Relay 1 Aktif dan Conveyor 1 Aktif.....	43
Gambar 4.6	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	44
Gambar 4.7	Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik.....	47
Gambar 4.8	Pengujian Output Gearbox Motor.....	48
Gambar 4.9	Motor Servo Penutup dan Pembuka Tutup Tabung.....	50
Gambar 4.10	Grafik Pemanas Beban Heater.....	54

Gambar 4.11	Pengujian Catu Daya Power Supply 12 Volt 3 Amper	55
Gambar 4.12	Pengujian Panel Surya.....	56
Gambar 4.13	Pengukuran Tegangan Panel Surya 50 WP	57
Gambar 4.14	Efisiensi Inverter	60
Gambar 4.15	Tampilan Aplikasi Blynk Menggunakan 4 Widget	62
Gambar 4.16	Tampilan Software Arduino IDE Versi 1.18.9	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Relay 2 Channel.....	15
Tabel 2.2	Jenis-jenis Panel Surya	18
Tabel 2.3	Spesifikasi Model ESP8266	19
Tabel 3.1	Waktu Kegiatan Penelitian.....	24
Tabel 3.2	Bahan dan Alat yang Dibutuhkan.....	25
Tabel 4.1	Pengujian Output Relay ON/OFF Gear Box Motor	41
Tabel 4.2	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	46
Tabel 4.3	Pengujian Output Gearbox Motor	49
Tabel 4.4	Kalibrasi Servo Motor	50
Tabel 4.5	Tabel Pengujian Output Beban Heater	53
Tabel 4.6	Data Pengukuran Produksi Panel Surya	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era revolusi industri 4.0, otomatisasi dan digitalisasi proses produksi menjadi kebutuhan utama untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan daya saing perusahaan. Salah satu sektor yang mulai menerapkan konsep ini adalah industri perkebunan kelapa sawit, terutama dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak sawit.

Dalam industri kelapa sawit sendiri, efisiensi dan otomatisasi proses produksi menjadi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan menjaga kualitas produk (Mubarok et al., 2022). Salah satu tahapan yang penting sendiri di dalam pengolahan tandan buah segar (TBS) adalah proses sterilisasinya, yakni di mana buah sawit dipanaskan pada suhu dan waktu tertentu untuk menginaktivasi enzim dan mempermudah proses lanjutan. Sterilisasi yang tidak optimal dapat menurunkan kualitas minyak sawit serta meningkatkan biaya produksi akibat penggunaan energi yang berlebih dan penurunan hasil minyak (Suhaimi Mat & Sohrab, 2021).

Saat ini, beberapa perusahaan perkebunan kelapa sawit terkemuka di Indonesia telah menggunakan sistem sterilizer untuk proses perebusan TBS. Namun, proses pemasukan dan pengeluaran buah sawit dari sterilizer masih dilakukan secara manual yang tidak hanya mengurangi efisiensi waktu, tetapi juga menimbulkan potensi risiko kecelakaan kerja dan kerusakan fisik pada buah sawit. Ketidakefisienan ini berdampak pada hilangnya waktu produktif dan peningkatan biaya operasional.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem otomatis yang dapat mengendalikan proses pemasukan dan pengeluaran buah sawit kedalam tabung sterilizer secara efisien dan aman. Penelitian ini sendiri menawarkan solusi dengan merancang prototipe sistem otomatis palm sterilizer berbasis IoT yang memanfaatkan energi dari panel surya sebagai sumber cadangan. Sistem ini dilengkapi dengan beberapa sensor untuk mengotomatisasikan setiap tahapan proses. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi tingkat kepenuhan buah sawit dalam tabung sterilizer, di mana ketinggian buah sawit diukur untuk memicu penutupan pintu secara otomatis dengan bantuan motor servo. Sensor DHT22 berfungsi memantau suhu dan kelembapan di dalam tabung untuk memastikan kondisi optimal selama pemanasan. Selain itu, dua motor digunakan untuk menggerakkan conveyor yang berfungsi mengangkut buah sawit ke dan dari sterilizer. Seluruh data parameter tersebut dimonitoring melalui aplikasi blynk yang terhubung ke dalam jaringan IoT.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengangkat judul **Rancang Bangun Sistem Otomatis Palm Sterilizer Buah Sawit Tipe Electric Heater Menggunakan Panel Surya Berbasis Iot**. Prinsip kerja alat yang dirancang adalah ketika tabung terisi penuh sesuai dengan pembacaan sensor ultrasonik, pintu bagian atas akan menutup secara otomatis dan heater akan diaktifkan untuk memulai proses pemanasan. Setelah pemanasan selesai, pintu bagian bawah akan terbuka dan conveyor akan mengangkut buah sawit ke proses pengeringan. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja, serta mengurangi potensi kerusakan pada buah sawit selama proses sterilisasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan di latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana merancang prototipe Sistem Otomatis Palm Sterilizer buah sawit tipe *electric Heater* Menggunakan Panel Surya Berbasis *Internet of Things*.
2. Bagaimana mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator ke dalam sistem untuk memantau dan mengontrol setiap tahapan proses perebusan TBS melalui aplikasi blynk berbasis *Internet of Things*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian yang dilakukan ini, yaitu dapat dilihat sebagai berikut ini:

1. Untuk merancang alat prototipe Sistem Otomatis Palm Sterilizer buah sawit tipe *electric Heater* Menggunakan Panel Surya Berbasis *Internet of Things*.
2. Untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator ke dalam sistem yang bertujuan sebagai pemantauan dan mengontrol setiap tahapan proses Perebusan TBS melalui aplikasi blynk berbasis *Internet of Things*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat lebih terfokus dan terarah, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi yang diperoleh dalam perancangan ini untuk membandingkan perebusan secara manual dengan perebusan yang dilakukan dengan system otomatis ini.

2. Terbatas dengan *software* yang digunakan untuk melakukan monitoring, penelitian ini menggunakan aplikasi blynk online yang dapat di download melalui handphone.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada perancangan prototipe sistem otomatis Palm Sterilizer buah sawit tipe electric heater berbasis panel surya dan *Internet of Things* (IoT).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menyediakan referensi bagi mahasiswa dan peneliti terkait pengembangan sistem otomatisasi berbasis IoT di sektor industri, khususnya industri pengolahan kelapa sawit.
2. Penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif dalam sistem ini dapat mengurangi konsumsi energi listrik dari sumber konvensional, sehingga lebih ramah lingkungan.
3. Memberikan solusi inovatif berupa sistem otomatisasi yang dapat meningkatkan efisiensi proses sterilisasi tandan buah segar (TBS), mengurangi risiko kecelakaan kerja dan juga tentunya menjaga kualitas minyak sawit yang dihasilkan dalam penerapan yang lebih besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tandan Buah Segar (TBS)

2.1.1 Pengertian Tandan Buah Segar (TBS)

Tandan Buah Segar (TBS) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tandan buah kelapa sawit yang baru dipanen dan belum mengalami proses pengolahan lebih lanjut (Bunthang Linggi, 2021). TBS merupakan bahan baku utama dalam industri pengolahan minyak kelapa sawit. Setiap TBS terdiri dari ratusan buah kelapa sawit yang menempel pada tandan yang berbentuk memanjang dan bercabang-cabang (Darmawan et al., 2023).

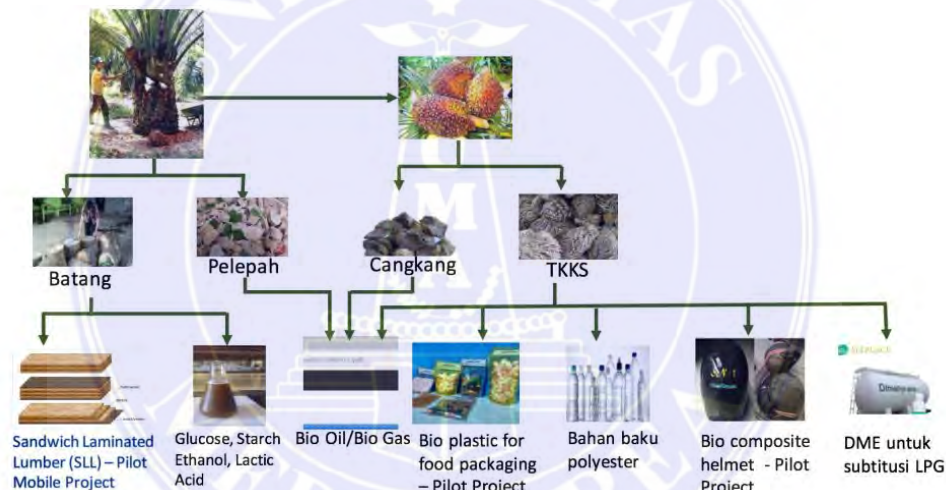
TBS sendiri terdiri dari ratusan buah kelapa sawit yang masih menempel pada tandan yang berbentuk memanjang dan bercabang-cabang. Setiap tandan bisa berisi berbagai jumlah buah tergantung pada ukuran dan kematangannya. Kondisi dan kualitas TBS memainkan peran kunci dalam menentukan hasil akhir dari proses pengolahan minyak kelapa sawit. TBS yang baik memiliki ciri-ciri tertentu yang dicari oleh produsen minyak kelapa sawit. Misalnya, buah-buah pada tandan harus matang secara optimal untuk mendapatkan hasil minyak yang maksimal (Mada, 2021). Selain itu, kebersihan dan keutuhan buah pada TBS juga sangat penting karena kualitas akhir minyak kelapa sawit akan dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang digunakan.

2.1.2 Proses TBS

TBS yang baik memiliki ciri-ciri tertentu yang dicari oleh produsen minyak kelapa sawit. Misalnya, buah-buah pada tandan harus matang secara

optimal untuk mendapatkan hasil minyak yang maksimal. Selain itu, kebersihan dan keutuhan buah pada TBS juga sangat penting karena kualitas akhir minyak kelapa sawit akan dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang digunakan.

Proses pengolahan TBS menjadi minyak kelapa sawit melibatkan serangkaian tahapan, mulai dari pemisahan buah dari tandan, penggilingan, pengolahan, hingga ekstraksi minyak. Oleh karena itu, pengelolaan TBS dengan baik sejak awal sangat penting untuk memastikan kualitas dan kuantitas minyak kelapa sawit yang dihasilkan.



Gambar 2.1: Proses Pengolahan TBS

Sumber: <https://www.bdpd.or.id>

Setelah dipanen, TBS harus segera diolah untuk mencegah penurunan kualitas minyak yang dihasilkan. Proses pengolahan TBS meliputi beberapa tahapan, antara lain: Pahan, I. (2008).

- a) **Perebusan/Sterilisasi:** TBS dipanaskan dengan uap panas pada suhu tertentu untuk menginaktivkan enzim lipase yang dapat merusak kualitas minyak.

- b) **Penyiangan:** Buah kelapa sawit dipisahkan dari tandannya menggunakan mesin penyang.
- c) **Penggilingan:** Buah kelapa sawit digiling untuk memisahkan daging buah dari cangkang dan tempurungnya.
- d) **Ekstraksi:** Daging buah yang telah digiling dipanaskan dan ditekan untuk mengekstrak minyak mentah (crude palm oil).
- e) **Pemurnian:** Minyak mentah dimurnikan melalui proses penyaringan, pemisahan, dan pemurnian lainnya untuk menghasilkan minyak sawit yang siap dikonsumsi atau diolah lebih lanjut

Proses-proses ini sangat menentukan dalam menentukan kualitas akhir minyak kelapa sawit yang dihasilkan.

2.2 Palm Sterilizer

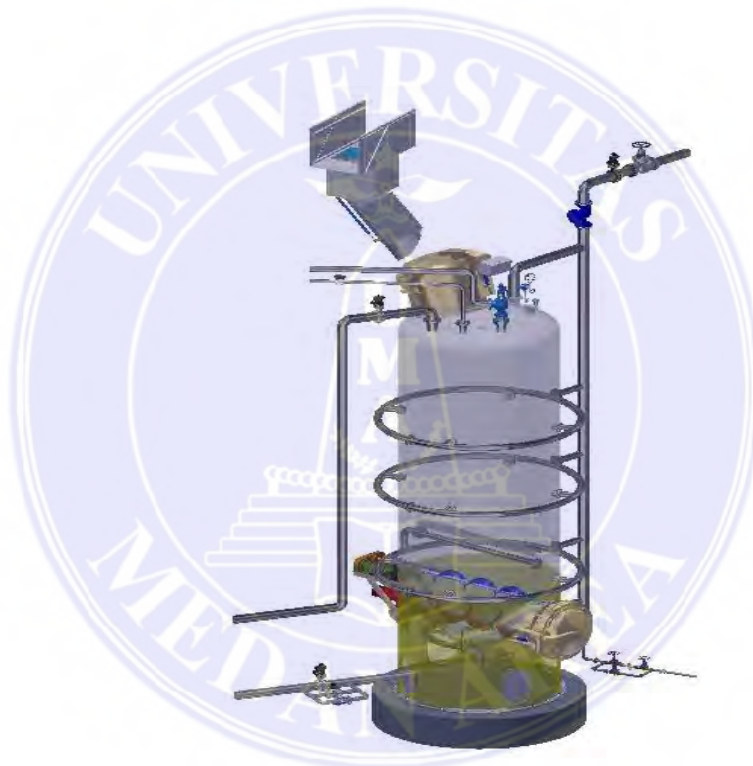
Palm Sterilizer adalah alat yang digunakan dalam industri kelapa sawit untuk melakukan proses sterilisasi atau perebusan terhadap TBS. Proses sterilisasi bertujuan untuk menginaktivasi enzim lipase yang dapat menyebabkan kerusakan pada minyak sawit. *Sterilizer* biasanya berbentuk silinder vertikal dengan pintu penutup di bagian atas dan bawah. TBS dimasukkan ke dalam *Sterilizer* dan dipanaskan dengan uap panas pada suhu sekitar 140°C selama 60-90 menit (Anggreini et al., 2023).

Terdapat beberapa jenis *Sterilizer* yang digunakan dalam industri kelapa sawit, seperti:

1. *Sterilizer* bertingkat (vertical multi-stage *Sterilizer*)
2. *Sterilizer* putar (rotary *Sterilizer*) dan,

3. *Sterilizer* kontinyu (continuous *Sterilizer*).

Pemilihan jenis *Sterilizer* yang tepat sangat bergantung pada kapasitas produksi dan kebutuhan spesifik dari pabrik pengolahan kelapa sawit. *Sterilizer* merupakan salah satu tahap kunci dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit yang memengaruhi kualitas dan kuantitas minyak yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan dan pengoperasian *Sterilizer* yang efisien sangat penting bagi keseluruhan proses produksi industri kelapa sawit.



Gambar 2.2: *Sterilizer* Kelapa Sawit

Sumber: <http://tengbot.com/model-3d-Sterilizer.html>

Pengaruh dari perebusan yang tidak sempurna dapat berdampak signifikan pada proses selanjutnya dalam pengolahan kelapa sawit. Kondisi di mana steam yang tidak memadai digunakan dapat menyebabkan buah tidak matang sepenuhnya, yang pada gilirannya mengakibatkan kesulitan dalam proses pelepasan buah dari tandan saat proses threshing (Baldani & Taali, 2020).

Perebusan dengan tekanan uap yang tepat dapat memengaruhi hasil perebusan secara signifikan. Sebagai contoh, meskipun perebusan dengan tekanan uap 3 bar selama 25 menit atau tekanan uap 1,5 bar selama 55 menit akan memberikan hasil perebusan yang serupa, namun seringkali pilihan yang diterapkan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) adalah tekanan uap 3 bar (Baldani & Taali, 2020). Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghemat waktu perebusan, meskipun diketahui bahwa terdapat batasan terkait penggunaan tekanan uap tinggi.

2.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things atau *IoT* merupakan sebuah konsep yang mengacu pada ekosistem di mana berbagai perangkat fisik, sensor, dan objek dapat terhubung ke internet serta berinteraksi satu sama lain melalui jaringan tanpa intervensi manusia secara langsung. Melalui integrasi teknologi komunikasi dan sensor, perangkat IoT dapat mengumpulkan, mengirim, dan menerima data yang kemudian diproses di server terpusat atau cloud untuk analisis dan pengambilan keputusan (Rusli, 2021). Menurut (Rachmadita et al., 2024) IoT memberikan kemampuan untuk menghubungkan dunia fisik dan digital, menciptakan peluang baru dalam berbagai sektor, termasuk industri, kesehatan, transportasi, dan pertanian.

Salah satu manfaat utama IoT dalam industri adalah kemampuannya untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses produksi secara real-time dan jarak jauh. Dengan sensor-sensor yang terhubung ke perangkat-produksi dan sistem kontrol, data dapat dikumpulkan secara terus-menerus dari berbagai titik

dalam proses produksi. Data ini kemudian dapat dianalisis secara cepat dan akurat untuk memberikan wawasan yang berharga tentang performa proses produksi.

Dengan informasi yang diperoleh dari sistem IoT, pengelola pabrik dapat memantau kondisi operasional secara langsung, mendeteksi potensi masalah dengan cepat, dan mengambil tindakan pencegahan atau korektif sesuai kebutuhan. Misalnya, jika sensor menunjukkan peningkatan suhu di sebuah mesin, sistem IoT dapat secara otomatis memberikan peringatan kepada operator atau bahkan mengatur mesin untuk mengurangi beban kerja sampai masalahnya teratasi.

2.4 Komponen Sensor

2.4.1 *Electric Heater* (Pemanas Listrik)

Pemanas listrik adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan panas dengan memanfaatkan energi listrik. Prinsip kerja pemanas ini didasarkan pada hukum Joule, yang menyatakan bahwa energi listrik dapat dikonversi menjadi energi panas saat arus listrik mengalir melalui bahan resistif. Pemanas listrik biasanya terdiri dari elemen pemanas resistif yang memancarkan panas saat dialiri listrik.



Gambar 2.3: Beban Heater
Sumber: Afra et al., dkk, 2020

Pemanas listrik dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pemanasan ruangan hingga proses industri yang memerlukan pengendalian suhu. Elemen pemanas pada perangkat ini dapat terbuat dari berbagai bahan, seperti kawat nikrom, keramik, atau elemen inframerah tergantung pada kebutuhan spesifik penggunaannya.

Pengaturan suhu pada pemanas listrik penting untuk menjaga agar suhu sesuai dengan yang diinginkan. Kontrol suhu yang baik dapat meningkatkan efisiensi energi dan memastikan operasi alat berjalan dengan stabil. Adapun jenis output kontrol dari pemanas listrik ini meliputi:

- a) Kontrol suhu manual
- b) Kontrol suhu otomatis dengan termostat
- c) Kontrol suhu berbasis sensor suhu digital
- d) Kontrol berbasis pengaturan waktu
- e) Kontrol dengan pengaturan mode ekonomi
- f) Kontrol berbasis aplikasi IoT untuk pemantauan jarak jauh
- g) Indikator on/off visual
- h) Alarm ketika suhu berlebih
- i) Kontrol proteksi overheat

2.4.2 Sensor Servo Motor

Sensor servo adalah komponen penting dalam sistem kontrol gerak yang digunakan untuk mengukur sudut atau posisi suatu objek yang berputar. Sensor ini bekerja dengan menghasilkan sinyal output yang sesuai dengan perubahan sudut atau posisi objek yang dimonitor. Sensor servo umumnya digunakan dalam

kombinasi dengan motor servo atau aktuator untuk mengontrol gerakan atau posisi suatu objek dalam sistem mekatronik (Perkasa et al., 2021).

Prinsip kerja sensor servo didasarkan pada berbagai teknologi, termasuk potensiometer, encoder optik, atau teknologi lainnya. Potensiometer adalah salah satu jenis sensor servo yang umum digunakan, yang mengukur perubahan resistansi listrik sesuai dengan perubahan sudut objek yang dimonitor. Sinyal output dari sensor servo kemudian diolah oleh sistem kontrol untuk mengontrol gerakan atau posisi objek yang terhubung.



Gambar 2.4: Sensor Servo Motor

Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id>

2.4.3 Sensor Suhu Thermocouple type K

Sensor suhu tipe K Thermocouple merupakan salah satu jenis sensor suhu yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan laboratorium. Thermocouple tipe K adalah salah satu dari beberapa jenis thermocouple yang paling umum digunakan karena memiliki rentang suhu yang luas, ketahanan yang baik terhadap korosi, serta biaya yang relatif rendah (Rahman et al., 2020).



Gambar 2.5: Sensor *Thermocouple* Type K

Sumber: <https://jogjarobotika.com/sensor-temperatur/2183-max6675-module-k-type-thermocouple.html>

Keunggulan utama dari penggunaan thermocouple tipe K adalah rentang suhu yang luas, yang berkisar dari -200°C hingga lebih dari 1250°C , membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi yang melibatkan suhu tinggi. Selain itu, thermocouple tipe K memiliki waktu respons yang cepat dan daya tahan yang baik terhadap kejutan suhu, membuatnya ideal untuk pengukuran suhu dalam proses-proses industri yang dinamis.

2.4.4 Relay 2 Channel

Relay 2 Channel adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektrik untuk mengendalikan dua perangkat berbeda secara bersamaan. Relay ini bekerja dengan memanfaatkan sinyal listrik rendah untuk mengaktifkan atau mematikan arus listrik yang lebih besar ke beban yang dikendalikan. Prinsip kerja relay melibatkan elektromagnet yang menarik atau melepaskan saklar ketika sinyal kontrol diberikan.



Gambar 2.6: Relay 2 Channel

Sumber: https://jogjarobotika.com/relay-module/291-modul-relay-2ch.html?search_query=Relay+2+Channel&results=27

Relay 2 Channel ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem otomasi, pengendalian motor, serta proyek IoT yang memerlukan kontrol perangkat listrik secara otomatis. Relay ini memiliki dua saluran yang memungkinkan pengguna untuk mengendalikan dua beban secara independen, misalnya untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan motor secara bersamaan.

Relay ini juga memiliki berbagai spesifikasi teknis yang penting untuk memastikan kompatibilitas dan kinerja sistem. Berikut adalah spesifikasi umum dari Relay 2 Channel:

Tabel 2.1: Spesifikasi Relay 2 Channel

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan	5v DC
Arus Kendali	15-20 mA
Tegangan Beban maksimum	250V AC/ 30V DC
Arus Beban Maksimum	10 A
Jenis Kontak	NO (<i>Normally Open</i>), NC (<i>Normally Closed</i>)
Waktu Penyambungan (<i>Pick-Up</i>)	10 ms
Waktu Pelepasan (<i>Release</i>)	5 ms
Isolasi Antarsaluran	Tersedia
Indikator LED	Ya
Proteksi Beban Berlebih	Tersedia

Sumber: <https://digiwarestore.com>

Relay ini dapat digunakan untuk mengendalikan peralatan rumah tangga, seperti lampu atau kipas angin, serta untuk pengendalian perangkat industri yang memerlukan pengaturan arus listrik dengan aman. Relay juga sering digunakan dalam sistem otomatisasi berbasis mikrocontroller seperti Arduino atau ESP8266, di mana perangkat ini bertindak sebagai penghubung antara sinyal logika rendah dari mikrokontroler dengan beban listrik besar.

2.5 Panel Surya

Panel Surya adalah teknologi canggih yang dirancang oleh para ilmuwan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Ilmuwan mengembangkan panel surya berdasarkan prinsip konversi energi dari sel surya menjadi energi listrik yang diatur oleh hukum kekekalan energy (Kamal, 2022).

Komponen inti dari panel surya adalah sel surya yang juga dikenal sebagai sel

fotovoltaik. Sel ini dibuat dari bahan semikonduktor yang memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap panas. Ketika sinar matahari mengenai sel surya, foton dalam sinar matahari menabrak elektron dalam bahan semikonduktor tersebut, menghasilkan aliran listrik. Proses ini berdasarkan pada prinsip efek fotovoltaik, yang merupakan fenomena di mana tegangan listrik muncul karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda dalam sistem padatan atau cairan saat menerima sinar matahari.



Gambar 2.7: Panel Surya
Sumber: Ali Muhammad Hanafiyah, 2017

2.5.1 Prinsip Kerja Panel Surya

Panel Surya bekerja berdasarkan prinsip konversi energi matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaik. Panel surya mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik melalui komponen utamanya yaitu sel surya (HERRERA VILLANUEVA, 2020). Sel surya terdiri dari beberapa komponen, yakni:

1. Foton yaitu partikel sinar matahari yang sangat kecil.

2. Lapisan Silikon yang bersifat semikonduktor dan berfungsi sebagai medium untuk pemisahan elektron.
3. Metal, Anti Reflektif, dan Strip Konduktor Metal yang memiliki fungsi sebagai penghantar listrik dan melindungi sel surya dari kerusakan serta mengoptimalkan penyerapan sinar matahari.

Proses kerja panel surya dimulai ketika foton dari sinar matahari menghantam atom semikonduktor dalam sel surya. Interaksi ini menyebabkan pemisahan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif akan bergerak bebas pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor, sementara atom yang kehilangan elektron akan meninggalkan kekosongan pada strukturnya, disebut "hole" dengan muatan positif. Interaksi antara elektron dan hole menciptakan arus listrik (Al Bahar, 2020).



Gambar 2.8: Prinsip Kerja Panel Surya
Sumber: sanspower.com

Proses ini menggunakan prinsip photovoltaic yang di mana energi foton dari radiasi cahaya matahari diubah menjadi energi listrik. Sel surya menyerap cahaya dan menciptakan pergerakan elektron antara sisi positif dan negatif, yang menghasilkan arus listrik (Quentara & Suryani, 2021).

2.5.2 Jenis Panel Surya

Panel surya terdiri dari photovoltaic yang dapat menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang yang diakibatkan karena cuaca berawan, mendung atau hujan, arus listrik yang dihasilkan juga berkurang. Pada umumnya jenis-jenis panel surya yang di gunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2: Jenis-jenis Panel Surya

No.	Jenis Panel	Spesifikasi	Bahan
1	Monokristalin	- Efisiensi 15-20% - Daya Tahan baik	Kristal Silikon Murni
2	Polikristalin (Multi Kristalin)	- Efisiensi 10-12% - Biaya Produksi rendah - Umur lebih pendek	Kristal Silikon

2.6 Mikrokontroller ESP8266

Mikrokontroller ESP8266 adalah salah satu jenis mikrokontroller yang populer dan banyak digunakan dalam berbagai proyek berbasis *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroller ini dikembangkan oleh Wemos dan memiliki berbagai fitur yang memudahkan integrasi dan pengembangan sistem elektronik yang cerdas dan terkoneksi dengan jaringan (Yahya, 2020).



Gambar 2.9: ESP8266 Lolin

Sumber: https://jogjarobotika.com/wireless-gps-xbee-module/3771-nodemcu-lolin-v3-ch340g-esp8266-esp-12e-development-board.html?search_query=ESP8266+Lolin&results=4

ESP8266 sendiri sudah didukung oleh chip ESP8266EX yang merupakan salah satu chip WiFi terintegrasi paling populer. Berikut adalah beberapa spesifikasi utama dari mikrokontroller ini:

Tabel 2.3: Spesifikasi Model ESP8266

No.	Model	Spesifikasi
1	Chipset	ESP8266EX
2	Antarmuka	WiFi 802.11 b/g/n
3	Tegangan Operasi	3.3 Volt
4	Pemrograman	Arduino IDE (mirip C/C++)
5	Memori	4MB Flash

2.7 Conveyor Belt

Pengertian conveyor merupakan konsep yang meliputi beragam mesin atau alat yang dirancang khusus untuk mengalihkan barang-barang dalam jumlah besar secara kontinu dari satu titik ke titik lainnya (Robanni, 2023). Meskipun variasi conveyor terdiri dari berbagai tipe, fungsi, dan material yang digunakan, esensi dari pengertian conveyor adalah kemampuannya dalam memfasilitasi perpindahan barang dari awal hingga akhir jalur conveyor dengan efisien dan terus-menerus. Dengan demikian, conveyor dapat dianggap sebagai tulang punggung dalam proses transportasi dan distribusi barang, memungkinkan aliran produksi yang lancar dan efektif.



Gambar 2.10: Conveyor Belt

Sumber: <https://lipro.pro/en/product/tbs/>

2.8 Dinamo Motor DC

Dinamo Motor DC (*Direct Current*) merupakan salah satu jenis motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan arus searah (Ari, 2019). Prinsip kerja dari dinamo motor DC berdasarkan pada hukum elektromagnetik Faraday, di mana sebuah konduktor yang bergerak dalam medan magnet akan menghasilkan arus listrik. Sebaliknya, dalam motor DC, arus listrik yang mengalir dalam kumparan (coil) akan menghasilkan gaya elektromagnetik yang mendorong rotor berputar. Motor ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu rotor (bagian yang berputar), stator (bagian yang diam dan memiliki medan magnet), komutator, serta sikat (brush) yang berfungsi sebagai penghubung antara sumber arus dan rotor. (Setiawan et al., 2022).

Salah satu keunggulan dari dinamo motor DC adalah kemampuannya untuk memberikan torsi yang besar pada kecepatan rendah, membuatnya sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan kontrol kecepatan dan torsi yang presisi. Hal ini menjadikan motor DC sebagai pilihan utama dalam berbagai aplikasi industri, seperti conveyor, lift, dan mesin penggerak lainnya. Selain itu, motor DC

memiliki karakteristik operasi yang relatif sederhana, memudahkan dalam perawatan dan pemeliharaan.



Gambar 2.11: Dinamo Motor DC

Sumber: https://jogjarobotika.com/motor-dc-waterair-pumpaksesori/1304-motor-dc-3-12v.html?search_query=motor+tamiya&results=2

2.9 Aplikasi android Blynk.cloud

Blynk merupakan platform pemrograman berbasis aplikasi yang dirancang khusus untuk proyek *Internet of Things* (IoT). Aplikasi ini memudahkan pengguna untuk mengontrol dan memonitor berbagai perangkat elektronik melalui ponsel pintar atau tablet. Salah satu keunggulan utama dari Blynk adalah kemudahannya dalam mengintegrasikan berbagai papan mikrokontroler, seperti Arduino, Raspberry Pi, dan Wemos D1 R1 Mini, dengan berbagai sensor dan aktuator lainnya. Melalui antarmuka yang intuitif sehingga pengguna dapat dengan mudah membuat tampilan kontrol yang sesuai dengan kebutuhan proyek IoT yang dirancang (Setiawan et al., 2022).



Gambar 2.12: Tampilan Antarmuka Blynk.cloud

Sumber: https://www.jemrf-com.translate.google/pages/interfacing-with-blynk?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs

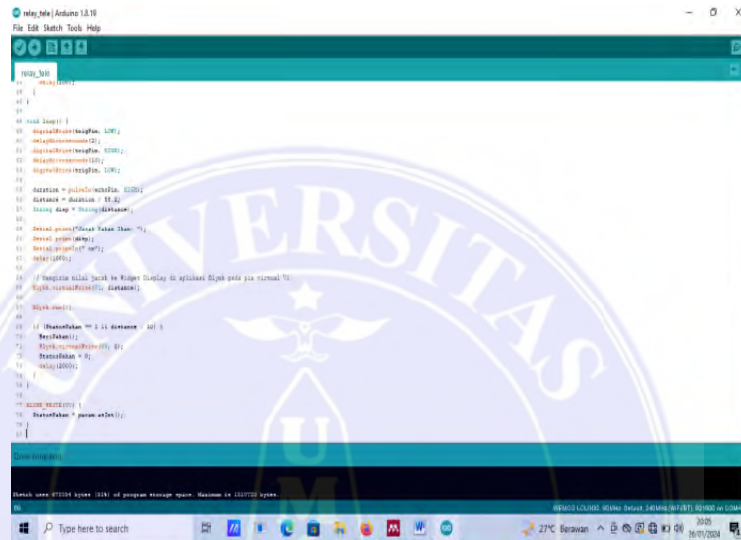
Blynk menawarkan berbagai widget yang dapat disesuaikan, seperti tombol kontrol, slider, tampilan grafik, dan banyak lagi, yang memungkinkan pengguna untuk membuat antarmuka pengguna (UI) yang interaktif dan mudah digunakan. Selain itu, Blynk juga mendukung fitur notifikasi dan pemberitahuan, memungkinkan pengguna untuk menerima informasi secara real-time tentang status dan data dari perangkat yang terhubung. Fitur ini sangat berguna dalam aplikasi seperti

- a) pemantauan cuaca,
- b) sistem keamanan,
- c) monitoring secara real-time
- d) kontrol otomatis
- e) dan lain-lain

2.10 Software Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah lingkungan pengembangan terpadu yang dirancang khusus untuk memprogram papan mikrokontroler Arduino. Dikembangkan dengan antarmuka yang sederhana dan user-friendly, Arduino IDE memudahkan pemula maupun pengembang

berpengalaman dalam mengembangkan kode program untuk berbagai proyek elektronika. Perangkat lunak ini mendukung bahasa pemrograman berbasis C/C++, yang merupakan bahasa standar untuk pemrograman papan mikrokontroler (Arjun Pratikto, 2022).



Gambar 2.13: Arduino IDE

Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Gambar-7-Tampilan-Arduino-IDE_fig1_350969750

Salah satu keunggulan utama dari Arduino IDE adalah kompatibilitasnya dengan berbagai jenis papan mikrokontroler Arduino, mulai dari Arduino Uno, Arduino Nano, hingga papan mikrokontroler berbasis ESP seperti ESP32 dan ESP8266. Arduino IDE dilengkapi dengan berbagai fitur yang mendukung proses pengembangan, seperti pemeriksa kesalahan sintaks (*syntax highlighting*), pemeriksaan kesalahan kode (*code debugging*), serta dukungan untuk pemrograman dan debugging secara *real-time*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian yang dilakukan dalam perancangan Prototype Sistem Otomatis Palm Sterilizer Buah Sawit Tipe Electric Heater Menggunakan Panel Surya Berbasis IoT ini yaitu di CV. Angkasa Mobie Tech yang berlokasi di

3.1.2 Waktu Penelitian

Proses Penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih 2 bulan dengan uraian seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1: Waktu Kegiatan Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Penyusunan Proposal												
2	Seminar Proposal												
3	Pembuatan Sistem Mekanik Alat												
4	Pemasangan Komponen rangkaian alat												
5	Melakukan Pengujian Alat												
6	Penyusunan Skripsi Bab 4-5												
7	Sidang Skripsi												

3.2. Alat dan Bahan

Dalam Perancangan alat ini, diperlukan beberapa alat dan bahan untuk merakit alat tersebut hingga dapat tercipta sesuai dengan apa yang diinginkan. Adapun alat dan bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1: Bahan dan Alat yang Dibutuhkan

a. Alat dan Bahan Mekanik

No	Alat dan Bahan	Unit	Spesifikasi
1	Conveyor	1 Unit	Belt
2	Driver Stepper Motor	1 Unit	Tegangan Input AC / DC · 1.Voltage: 24V ~ 80VAC atau 24 ~ 110VDC, arus puncak 7.2A
3	<i>Sterilizer</i> Tabung Mini	1 Unit	Ukuran diameter x
4	Servo motor	1 Unit	5 Volt, Mini 10 kg
5	Motor DC	1 Unit	5 Volt DC
6	Panel Surya	20 WP	Polycrystalin

b. Alat dan Bahan Elektrikal (Komponen Sensor)

No	Alat dan Bahan	Unit	Spesifikasi
1	ESP8266	1 Unit	Lolin V3
2	Relay 2 Channel	1 Unit	Seri ET ; Bentuk ; Jarak deteksi ; Benda yang bisa dideteksi ; Target standar (aluminium, t=1 mm)
3	Sensor Thermocouple	1 Unit	Type K
4	Heater Electric	1 Unit	30 Watt
5	Kabel Jumper	3 unit	0.5 mm
6	Adaptor	1 unit	12 Volt 3 Amper
7	Box panel	1 unit	X-7
8	Solar Charge Controller	1 unit	PWM

3.3. Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir dalam penelitian yang dilakukan ini memiliki beberapa tahapan yang sistematis dan saling berkaitan untuk menggambarkan proses pengembangan prototipe Sistem Otomatis Palm Sterilizer Buah Sawit Tipe Electric Heater Menggunakan Panel Surya Berbasis Iot. Tahapan-tahapan ini disusun secara logis untuk memastikan keberhasilan implementasi dan efektivitas sistem yang dirancang. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

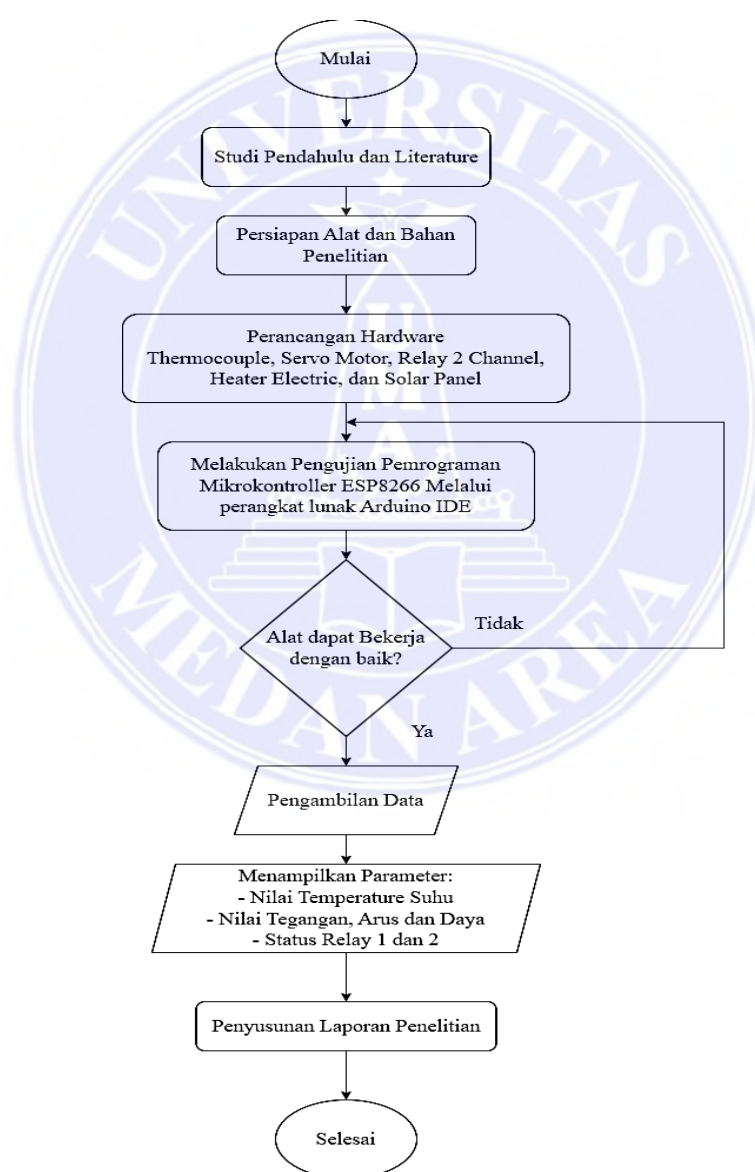
1. **Studi Pendahuluan dan Pengumpulan Literatur:** Pada tahap awal, dilakukan studi literatur untuk memahami konsep sistem otomasi, penggunaan Electric Heater untuk proses sterilisasi, serta penerapan panel surya sebagai sumber energi cadangan pada beban. Literatur yang relevan mencakup jurnal, buku, dan artikel terkait otomatisasi dalam industri kelapa sawit serta penerapan IoT untuk monitoring dan kontrol jarak jauh.

2. **Persiapan Alat dan Bahan Penelitian:** Setelah pemahaman teoritis diperoleh, peneliti menyiapkan komponen yang dibutuhkan, termasuk Electric Heater, panel surya sebagai sumber energi utama, dan berbagai sensor seperti Thermocouple, HC-SR04, servo motor, Relay 2 channel, Dinamo Motor Gearbox 2 buah, mikrokontroler ESP8266, serta perangkat keras dan lunak pendukung lainnya.
3. **Membuat Rancangan Alat Hardware Sensor:** Pada tahap ini, peneliti merancang dan merakit perangkat keras untuk sistem otomatis Palm Sterilizer Buah Sawit. Sistem ini mengintegrasikan Electric Heater sebagai komponen pemanas utama, serta panel surya sebagai sumber energi yang berkelanjutan. Sensor Thermocouple ditempatkan untuk memantau suhu dalam sterilizer secara *real-time* dan memastikan bahwa suhu optimal untuk proses sterilisasi tercapai. Selain itu, sensor HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak atau posisi buah sawit di dalam sterilizer, sementara Relay 2 channel mengontrol sistem elektrik, termasuk Electric Heater dan Dinamo Motor Gearbox yang menggerakkan conveyor belt untuk mekanisme memasukkan buah TBS ke dalam tabung sterilizer dan motor servo yang berfungsi untuk buka-tutup pintu sterilizer secara otomatis. Mikrokontroler ESP8266 bertindak sebagai pusat kontrol yang menghubungkan semua komponen dengan sistem IoT.
4. **Melakukan Pemrograman Mikrokontroler ESP8266:** Setelah perangkat keras selesai dirakit, peneliti memprogram mikrokontroler ESP8266 menggunakan Arduino IDE. Pemrograman ini mencakup logika pengaturan suhu yang dikendalikan oleh Electric Heater, kontrol motor pada Dinamo Motor Gearbox untuk membuka dan menutup pintu sterilizer, serta

pembacaan data dari sensor Thermocouple dan HC-SR04. Selain itu, pemrograman juga memastikan bahwa relay bekerja untuk mengontrol aliran listrik ke heater dan motor. Mikrokontroler dihubungkan dengan aplikasi Blynk, memungkinkan pengguna untuk memonitor dan mengontrol sistem sterilizer secara jarak jauh melalui koneksi IoT.

5. **Pengujian Alat:** Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa Electric Heater berfungsi optimal dalam mencapai dan mempertahankan suhu yang diperlukan untuk proses sterilisasi. Pengujian juga dilakukan untuk memastikan bahwa panel surya mampu menyuplai daya yang cukup untuk seluruh sistem, termasuk sensor, motor, dan heater. Jika ditemukan kekurangan dalam sistem, proses perbaikan dan penyesuaian dilakukan baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak.
6. **Menampilkan Status:** Jika alat berfungsi dengan baik, status operasional ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk. Data yang ditampilkan mencakup suhu yang diukur oleh Thermocouple, jarak buah sawit yang diukur oleh HC-SR04, serta status Relay 2 channel dan Dinamo Motor Gearbox. Informasi tentang daya yang dihasilkan oleh panel surya juga ditampilkan untuk memantau efisiensi energi sistem.
7. **Proses dan Pengiriman Data:** Data operasional dari seluruh sistem diproses oleh mikrokontroler ESP8266 dan dikirimkan ke cloud atau langsung ke aplikasi Blynk melalui jaringan IoT. Data ini mencakup parameter penting seperti suhu, posisi buah sawit, status buka-tutup pintu, dan kondisi daya dari panel surya. Pengiriman data ke cloud memungkinkan akses jarak jauh dan penyimpanan data untuk analisis lebih lanjut.

8. Tampilan Aplikasi Monitoring dan Kontrol: Pada tahap akhir, data yang telah diproses ditampilkan pada aplikasi Blynk, memungkinkan operator untuk melakukan monitoring dan kontrol secara real-time. Aplikasi ini memberikan antarmuka yang user-friendly untuk mengawasi suhu sterilizer, mengontrol buka-tutup pintu, serta memantau kondisi daya dari panel surya. Adapun gambar diagram alir penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

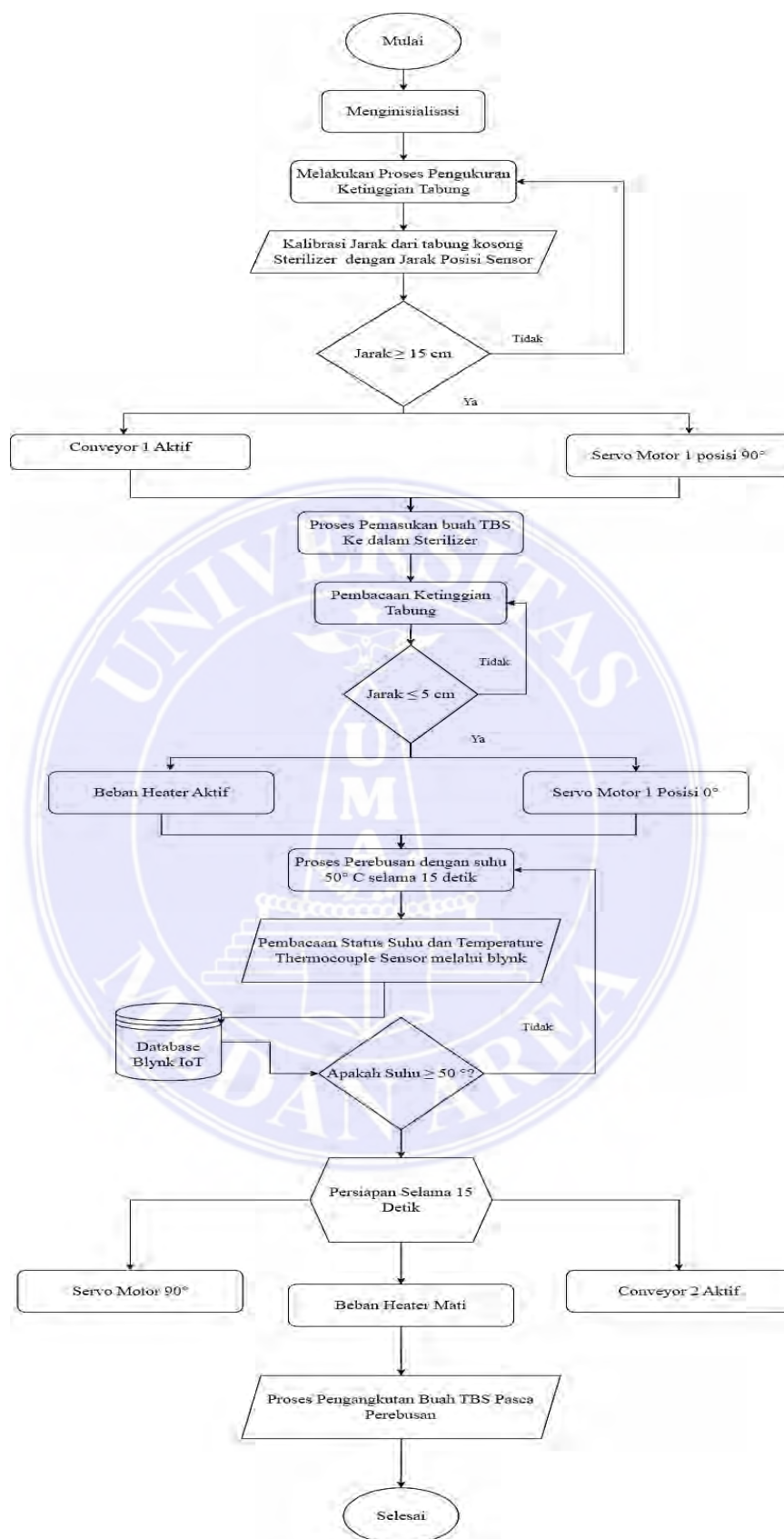


Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

3.4. Diagram Sistem Alat

Langkah Selanjutnya dalam penelitian ini yaitu menentukan diagram sistem alat saat beroperasi. Adapun Diagram Sistem alat yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

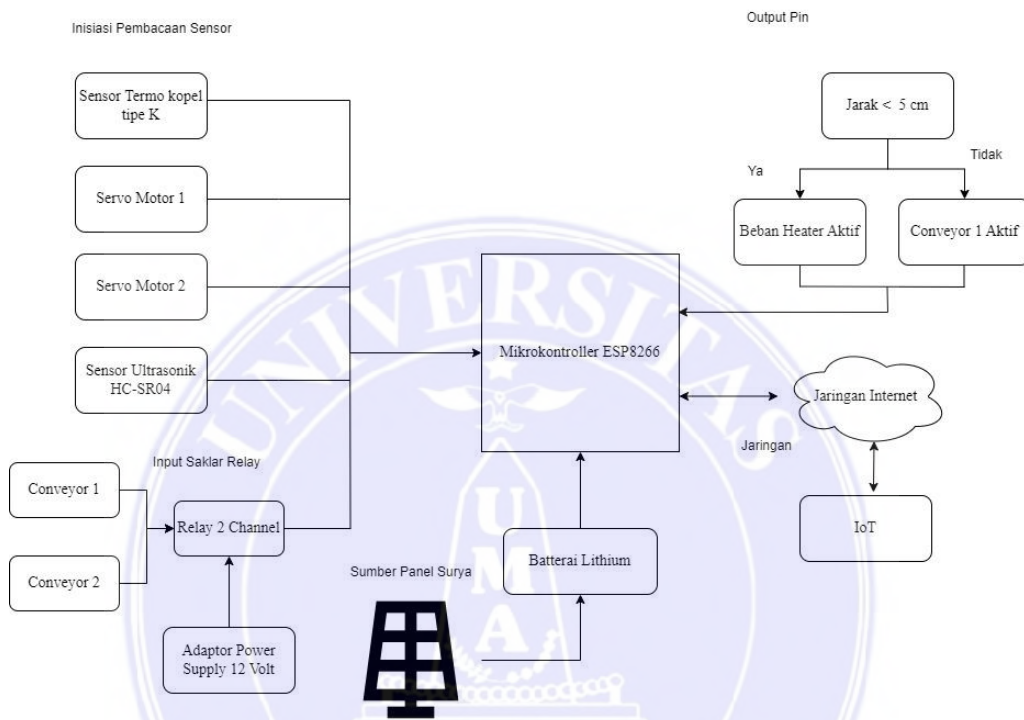
Berdasarkan gambar diagram alir di bawah ini menggambarkan proses kerja sistem otomatis untuk Palm Sterilizer Buah Sawit berbasis IoT yang menggunakan Electric Heater dan Panel Surya. Sistem dimulai dengan inisialisasi, yang dilanjutkan dengan proses pengukuran ketinggian tabung sterilizer menggunakan sensor HC-SR04. Jika jarak yang terukur dari tabung sterilizer lebih dari 15 cm, Conveyor 1 akan aktif, dan Servo Motor 1 akan memutar ke posisi 90° untuk membuka pintu sterilizer, memungkinkan proses pemasukan Tandan Buah Segar (TBS) ke dalam sterilizer. Setelah itu, ketinggian tabung diukur kembali. Jika jarak yang terukur kurang dari atau sama dengan 5 cm, Beban Heater diaktifkan dan sistem memulai proses perebusan pada suhu 50°C selama 15 detik. Selama perebusan, sensor Thermocouple membaca suhu di dalam sterilizer, dan data tersebut dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk dipantau secara real-time melalui IoT. Setelah perebusan selesai dan suhu mencapai 50°C, sistem akan masuk ke tahap persiapan selama 15 detik. Pada tahap ini, Servo Motor 1 kembali ke posisi 0°, Beban Heater mati, dan Conveyor 2 aktif untuk memindahkan buah TBS yang telah direbus keluar dari sterilizer. Proses berakhir dengan Servo Motor 1 berputar ke posisi 90° untuk menutup pintu sterilizer, dan sistem kembali ke kondisi awal untuk siap memulai siklus berikutnya.



Gambar 3.2: Diagram Sistem Alat

3.4 Blok Diagram Penelitian

Selanjutnya terdapat diagram blok dalam penelitian ini yang didesain sebagai berikut ini:



Gambar 3.3: Diagram Blok Penelitian

Blok diagram ini menggambarkan arsitektur sistem otomatis untuk Palm Sterilizer Buah Sawit berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama. Pusat dari sistem ini adalah Mikrokontroler ESP8266, yang berfungsi sebagai pusat kontrol untuk seluruh operasi. Mikrokontroler ini terhubung dengan berbagai komponen input dan output yang mengelola proses sterilizer secara otomatis.

Pada sisi input, terdapat dua sensor utama yang memberikan data ke mikrokontroler. Pertama, Sensor HC-SR04 yang berfungsi mengukur ketinggian

tabung sterilizer untuk mendeteksi jumlah Tandan Buah Segar (TBS) yang dimasukkan. Kedua, Sensor Thermocouple yang berfungsi mengukur suhu di dalam sterilizer selama proses perebusan berlangsung. Data dari sensor-sensor ini dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

Mikrokontroler ESP8266 terhubung ke jaringan WiFi, yang memungkinkannya berkomunikasi melalui IoT. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memonitor dan mengontrol proses secara jarak jauh. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat melihat data suhu sterilizer dan status operasi sistem secara real-time.

Pada sisi output, mikrokontroler mengendalikan beberapa komponen penting, termasuk Motor Servo untuk membuka dan menutup pintu sterilizer secara otomatis, dan juga Conveyor untuk menggerakkan TBS ke dalam dan keluar dari sterilizer. Sistem ini juga mengontrol Electric Heater, yang digunakan untuk memanaskan sterilizer selama proses perebusan TBS.

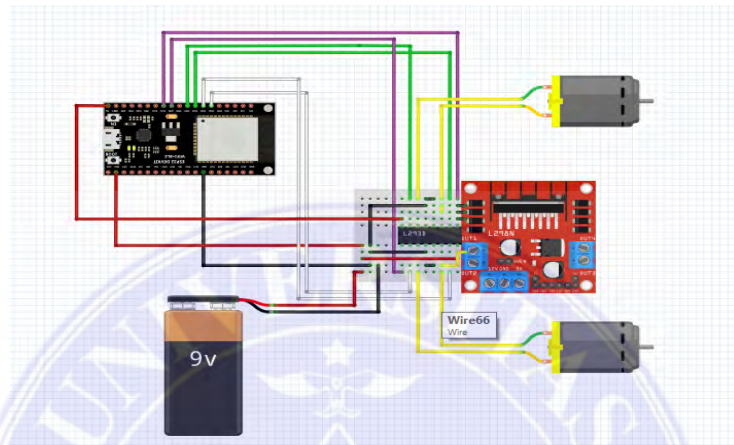
Seluruh sistem ini mendapatkan daya dari panel surya yang dikonversi menjadi energi listrik, serta Relay 2 Channel yang mengatur distribusi daya untuk setiap komponen. Arsitektur sistem ini dirancang untuk memastikan efisiensi energi dan kestabilan operasi, dengan tujuan memaksimalkan proses perebusan TBS secara otomatis.

3.5. Perancangan Wiring Komponen Hardware

Adapun Design wiring komponen hardware dalam perancangan Prototype Automatic Sterilizer Door Opening System Untuk Memasukkan Tbs Ke *Internet of Things Based Sterilizer* dalam penelitian yang akan dilakukan ini nantinya,

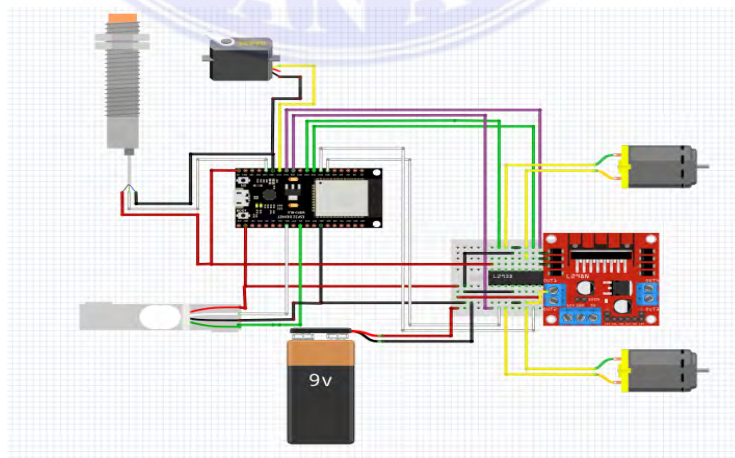
tujuannya agar memudahkan pembaca untuk memahami bentuk wiring dari komponen tersebut, yaitu sebagai berikut ini:

1. Langkah pertama, melakukan design wiring untuk bagian Motor DC pada Stepper motor untuk menggerakkan Conveyor Belt.



Gambar 3.4: Wiring Motor Penggerak Conveyor Otomatis

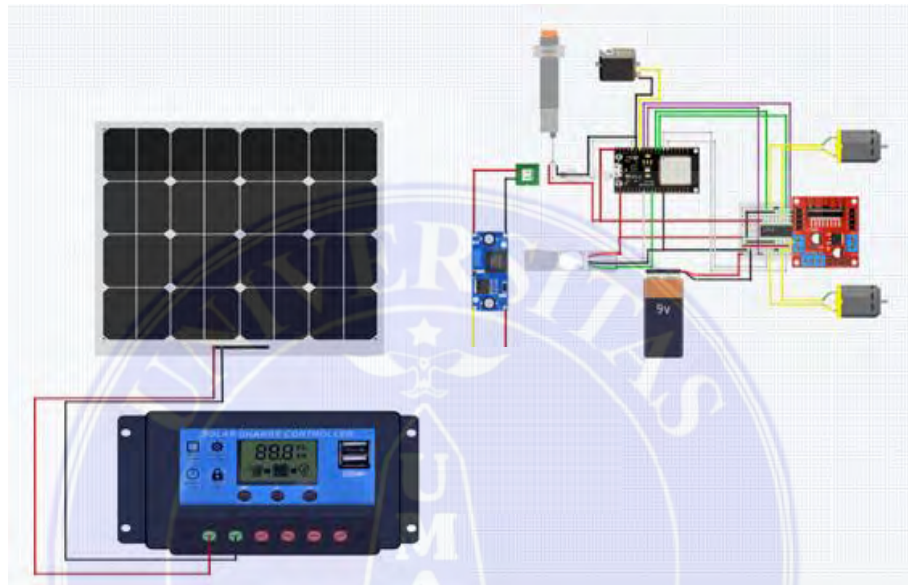
2. Tahap kedua, yaitu melakukan Wiring Komponen Sensor-sensor dan motor yang digunakan dalam perancangan ini, dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini:



Gambar 3.5: Wiring Sensor dan Driver Motor

Pada gambar diatas, terlihat bahwa komponen sensor-sensor yang digunakan terintegrasi dengan mi krokontroller ESP8266 yang nantinya akan menginisiasi pembacaan dari seluruh sensor dan motor tersebut.

3. Tahap Ketiga melak ukan design wiring seluruh komponen alat yang digunakan, dapat di lihat pada gambar 3.6 di bawah ini:



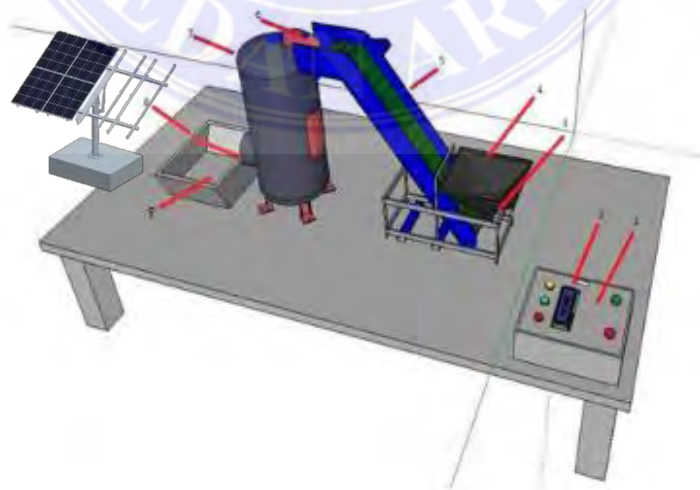
Gambar 3.6: Rangkaian Seluruh Komponen yang Digunakan

Berdasarkan gambar desain wiring di atas, terlihat konfigurasi dari setiap komponen yang digunakan dalam penelitian ini untuk sistem buka tutup pintu *Palm Sterilizer* otomatis berbasis IoT. Rangkaian ini menunjukkan integrasi beberapa sensor, yakni termasuk Sensor HC-SR04 yang berfungsi mengukur ketinggian tabung sterilizer untuk mendeteksi jumlah Tandan Buah Segar (TBS) di dalam tabung, serta Sensor Thermocouple yang bertugas mengukur suhu selama proses perebusan berlangsung. Sensor-sensor ini memastikan kontrol yang presisi terhadap kondisi di dalam sterilizer. Selain itu, terdapat Motor Servo yang berfungsi sebagai aktuator untuk mengontrol mekanisme buka tutup pintu sterilizer. Motor servo ini menerima perintah dari mikrokontroler berdasarkan

kondisi ketinggian tabung dan suhu yang terukur. Seluruh sensor dan aktuator ini terhubung ke Mikrokontroler ESP8266, yang berfungsi sebagai pusat kontrol utama dalam sistem. Mikrokontroler ini bertugas mengumpulkan data dari sensor, memprosesnya, dan memberikan perintah kepada motor servo dan conveyor sesuai dengan logika yang telah diprogram. Sumber daya untuk keseluruhan sistem ini berasal dari panel surya yang menyediakan suplai energi secara mandiri, didukung oleh Relay 2 Channel yang mengatur distribusi daya. Dengan demikian, sistem ini memiliki operasi yang efisien dan dapat berfungsi secara otonom, dengan pengawasan dan kendali jarak jauh melalui aplikasi Blynk yang terhubung ke jaringan WiFi.

3.6. Perencanaan Bentuk Prototype Alat

Berikut ini adalah ditampilkan rencana bentuk *prototype* alat yang akan dibuat yang disajikan dalam Gambar 3.7:



Gambar 3.7: Bentuk Prototype Alat

Dalam rancangan prototype alat yang ditunjukkan pada gambar di atas, peneliti merancang sistem conveyor untuk mengangkut Tandan Buah Segar (TBS) ke dalam tabung sterilizer secara otomatis. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai komponen seperti sensor, aktuator, dan pemanas untuk memastikan proses sterilisasi berjalan dengan efisien. Setelah buah sawit diangkut oleh conveyor dan tabung sterilizer telah penuh, yang diukur menggunakan sensor HC-SR04 (sensor jarak) dan sensor beban (load cell), Mikrokontroler ESP8266 akan menggerakkan Servo Motor 1 untuk menutup pintu sterilizer. Proses perebusan kemudian dimulai menggunakan heater listrik yang dipanaskan hingga suhu yang diatur berdasarkan data dari sensor thermocouple. Pemanas ini mendapatkan daya dari panel surya, menjadikan sistem ini ramah lingkungan dan mandiri dalam penggunaan energi.

Sensor beban berfungsi untuk mengukur kapasitas optimal dari buah sawit di dalam tabung sebelum perebusan dimulai. Setelah perebusan selesai, Servo Motor 2 akan membuka pintu bagian bawah sterilizer, memungkinkan buah sawit yang sudah diproses untuk keluar dan melanjutkan ke tahap berikutnya dalam sistem pemrosesan sawit. Sistem ini juga terintegrasi dengan Relay 2 Channel yang berfungsi mengontrol aliran daya ke heater dan conveyor, serta pemantauan melalui aplikasi Blynk yang memfasilitasi kendali jarak jauh dan monitoring status perangkat secara real-time. Keseluruhan operasi dijalankan dengan daya yang disuplai oleh panel surya, memastikan efisiensi energi dan keberlanjutan dalam proses produksi sawit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka peneliti memberikan kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Prototipe sistem otomatis Palm Sterilizer yang dirancang dalam penelitian ini memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak dan mengendalikan proses pemasukan serta pengeluaran TBS (Tandan Buah Segar) secara otomatis. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat membuka dan menutup pintu sterilizer dengan efisien. Ketika jarak terdeteksi kurang dari 5 cm, relay 2 aktif, dan pintu sterilizer bagian bawah terbuka untuk proses pengeluaran TBS. Sebaliknya, ketika jarak lebih dari 15 cm, relay 1 aktif, membuka pintu sterilizer bagian atas untuk memasukkan TBS baru ke dalam sterilizer. Sistem ini bekerja dengan respons waktu servo kurang dari 2 detik, dan conveyor bergerak sesuai dengan status relay.
2. Integrasi sensor, aktuator, dan sumber energi dari solar panel PVBH 50 WP menunjukkan hasil yang cukup baik dalam memantau dan mengendalikan setiap tahapan proses perebusan TBS. Sensor ultrasonik, beban pemanas heater, servo motor, dan relay berfungsi dengan baik dalam mengatur proses buka tutup pintu sterilizer, sementara data real-time dari sensor dikirim ke aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian juga menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengirimkan notifikasi otomatis ke aplikasi Blynk sesuai dengan perubahan status sensor dan kondisi operasional sterilizer,

sehingga pengguna dapat mengawasi dan mengendalikan sistem dari jarak jauh dengan lebih fleksibel dan responsif terhadap kondisi proses yang berubah.

3. Efisiensi penggunaan Panel surya PVBH 50 WP terbukti efektif dalam mendukung operasi sistem Palm Sterilizer dengan menyuplai daya yang cukup untuk menjalankan komponen utama seperti heater dan servo motor secara stabil. Berdasarkan pengukuran, tegangan panel surya tercatat antara 12.6 V hingga 13.7 V, dengan arus yang terukur antara 0.5 A hingga 1.1 A. Rentang daya yang dihasilkan berkisar antara 6.43 W hingga 15.18 W, cukup untuk memastikan kelancaran operasi sistem. Data ini menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi secara mandiri dengan panel surya sebagai sumber energi utama, menjadikannya hemat energi dan berkelanjutan.

5.2 Saran

Adapun saran yang membangun yang direkomendasikan oleh peneliti untuk peneliti-peneliti terdahulu, yaitu diuraikan sebagai berikut:

1. Peneliti sebelumnya disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan sensor ultrasonik dengan jangkauan yang lebih luas atau resolusi yang lebih tinggi, terutama untuk mengukur jarak dengan lebih akurat, terutama pada jarak yang sangat dekat atau jauh. Selain itu, untuk mengatasi keterbatasan sensor ultrasonik, bisa dipertimbangkan untuk menambahkan sensor lain, seperti sensor laser atau sensor jarak lainnya. Ini akan membantu meningkatkan ketepatan dalam mendeteksi posisi TBS (Tandan Buah Segar),

terutama pada kondisi tertentu yang bisa memengaruhi kinerja sensor ultrasonic itu sendiri.

2. Disarankan agar algoritma kontrol yang digunakan dalam sistem ini dikembangkan menjadi lebih canggih dan bisa menyesuaikan waktu respons servo motor dan relay berdasarkan data sensor secara real-time. Misalnya, algoritma seperti C4.5 bisa digunakan untuk membantu menentukan kapan dan bagaimana servo motor dan relay harus diaktifkan berdasarkan kondisi yang terdeteksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggreini, N. L., Ekawati, N., & Ichsan, H. N. (2023). Prototype Sistem Kendali Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT). *Infotekmesin*, 14(2), 257–264. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1893>
- Ari, N. (2019). *PERANCANGAN PENGONTROLAN OVERHEAD*.
- ArjunPratikto, A. (2022). Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 38–48. <https://doi.org/10.36040/alinier.v3i1.4855>
- Baldani, A. M., & Taali, T. (2020). Pecancangan Sistem Kontrol Sterilizer Vertical Kelapa Sawit Berbasis Arduino UNO. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 87. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108537>
- Bunthang Linggi, I. (2021). IDENTIFIKASI KUALITAS TBS KELAPA SAWIT TERHADAP BAHAN BAKU MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN METODE FMEA PADA PT KEMILAU INDAH NUSANTARA DI KUTAI TIMUR. *Journal Teknik Industri Agro*, 4(5).
- Darmawan, F., Suswatiningsih, T. E., & Dewi, C. W. A. (2023). Manajemen Pengadaan Bahan Baku Tandan Buah Segar (TBS) di Pabrik Kelapa Sawit (Studi Kasus di PT Katingan Indah Utama Kotawaringin Timur Kalimantan Tengah). *AGRIFITIA : Journal of Agribusiness Plantation*, 2(2), 95–109. <https://doi.org/10.55180/aft.v2i2.285>
- Haq, M. Z., Putri, M., & Ramadhan, A. (2022). Implementasi Internet Of Things Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 152–157. <https://doi.org/10.30596/rele.v4i2.9565>
- Mada, R. (2021). ANALISIS OPTIMALISASI PENGADAAN TANDAN BUAH SEGAR (TBS) SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI CRUDE PALM OIL (CPO) DAN PALM KERNEL (PK) DI PMKS SEI KANDANG PT. ASIATIC PERSADA-AMS GROUP. *Mix*, 1(3), 347–367.
- Mubarok, A. L., Sofwan, A., & Bismantolo, P. (2022). Analysis of the Work Performance of the Sterilizer of Crude Palm Oil. *EJournal UNIB*, 6(1), 39–50. Analysis of the Work Performance of the Sterilizer of Crude Palm Oil
- Perkasa, I. W. P., Hunaini, F., & Setiawidayat, S. (2021). Protoype Burner

- Control of Gas Fuel Oven Machine using Fuzzy Logic Control and Wireless Data Monitoring. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 5(1), 1–21. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v5i1.1005>
- Rachmadita, R. N., Erawati, I., & Budiawati, R. (2024). *Jurnal Cakrawala Maritim Pengenalan Sistem IoT Pada Pemanfaatan Kebutuhan Sehari-Hari*. 7(1).
- Rahman, F., Rokhmat, M., & Fathonah, I. W. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur Permukaan Sel Surya Terhadap Kapasitas Daya Keluaran. *Engineering Journal of Telkom University*, 7(2), 1–10.
- Robanni, M. A. (2023). Analisa perancangan dan pembuatan conveyor pengangkutan sampah otomatis pada kolam “Smart Garden University.” *Diss. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Rusli, S. J. (2021). Implementasi Konsep Smart Farming Berbasis Iot Dan Manfaatnya. *Jurnal Ilmu Teknik Dan Komputer*, 5(1), 233–237.
- Setiawan, D., Jaya, H., Nurarif, S., Syahputra, T., & Syahril, M. (2022). IMPLEMENTASI ESP32-CAM DAN BLYNK PADA WIFI DOOR LOCK SYSTEM MENGGUNAKAN TEKNIK DUPLEX. *JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, 5(1), 159–164. <https://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR/article/view/807>
- Suhaimi Mat, H. N., & Sohrab, H. (2021). Pengaruh Sterilisasi Buah Sawit Segar pada Produksi Minyak Sawit Murni Kaya Karotenoid. *PMC PubMed CentralCentral*, 10 (11)(2838). <https://doi.org/10.3390/foods10112838>
- Wahyu, D., Syah, A., & Dewi, R. P. (2024). *Rancang Bangun Alat Pres dan Pengisian Saripati Tahu Menggunakan Konveyor Berbasis PLC*. November 2023, 26–39.
- Yahya, H. A. Q. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Perpustakaan Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus Sdn Cibubur 05). *Jurnal Sistem Informasi Dan Sains Teknologi*, 2(2), 1–8. <https://doi.org/10.31326/sistek.v2i2.663>