

PROTOTYPE PELIPAT BAJU CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN BACKUP DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Oleh :

Yusup Maulana¹, Didik Notosudjono², Agustini Rodiah Machdi³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Jl. Pakuan, Tegallega, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16143

ABSTRAK

Aktifitas pekerjaan rumah tangga sering kali dilakukan dengan manual sehingga menguras waktu dan tenaga, salah satunya dalam hal melipat dan merapikan baju. Seiring berkembangnya inovasi untuk meringankan pekerjaan manusia baik inovasi bidang manufaktur hingga inovasi kebutuhan rumah tangga. Dalam hal ini inovasi dibidang elektronika yang banyak memberikan banyak manfaat dalam kehidupan salah satunya pekerjaan rumah tangga, yang mana pekerjaan rumah tangga cukup menyita waktu dan tenaga adalah melipat dan merapikan baju. Dari permasalahan tersebut timbul sebuah solusi untuk membantu meringankan aktifitas pekerjaan rumah tangga, maka diciptakan sebuah inovasi alat yang dirancang untuk melakukan aktifitas melipat dan merapikan baju secara otomatis menggunakan berbasis *microcontroller* dan *internet of things* yang proses kerjanya menggunakan beberapa motor servo, motor stepper, pemanas, lampu ultraviolet, dan spray pewangi. Keseluruhan sistem pada alat *prototype* ini dikontrol dengan menggunakan *microcontroller* ESP32. Pada alat prototipe pelipat baju cerdas dilengkapi dengan motor servo sebagai pelipat mekanik, *pushbutton* sebagai tombol untuk memulai pelipatan, motor stepper sebagai penggerak *conveyor* pemanas dan lampu ultraviolet, relay sebagai saklar otomatis dari sistem pelipatan. Proses waktu melipat dan merapikan baju diperoleh dengan waktu rata-rata 58,33 detik secara langsung atau pada notifikasi aplikasi telegram selama 60 detik, sedangkan perbandingan dengan melipat dan menyetraka baju secara manual dengan waktu rata-rata selama 2,36 menit. Estimasi waktu penggunaan prototipe pelipat baju cerdas dengan menggunakan PLTS sebagai *backup* daya dan baterai dalam keadaan penuh sampai kosong dapat bertahan selama 1,67 jam.

Kata kunci : PLTS, pelipat baju, ESP32, motor servo, microcontroller

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena aktifitas manusia yang terjadi saat ini adalah banyaknya sistem yang serba otomatis, secara garis besar konsep penerapannya berkonsep pada otomatisasi dalam teknologi yang mana pengoperasiannya tidak lagi memakai tenaga manusia. Seiring perkembangannya inovasi dalam bidang elektronika yang membantu meringankan aktifitas pekerjaan manusia sehari-hari seperti pekerjaan rumah tangga. Salah satu dari pekerjaan rumah tangga yang cukup menyita waktu dan menguras tenaga adalah dalam hal melipat dan merapikan baju hasil pengeringan. Selama ini aktifitas melipat dan merapikan baju dilakukan dengan cara manual dengan menggunakan tangan, akan tetapi jika jumlah baju yang dilipat banyak akan menyita waktu dan tenaga karena pekerjaan rumah tangga bukan hanya melipat dan merapikan baju saja, masih banyak pekerjaan rumah tangga yang lain untuk dikerjakan.

Dalam perkembangan teknologi yang pesat, banyak inovasi yang mempermudah pekerjaan manusia baik itu inovasi dibidang manufaktur hingga inovasi kebutuhan rumah tangga seperti

melipat dan merapikan baju yang cukup menyita waktu dan tenaga.

Pada penelitian ini mengembangkan inovasi dalam membantu pekerjaan rumah dalam hal melipat dan merapikan baju secara otomatis dengan judul “Prototipe Pelipat Baju Otomatis Berbasis Internet Of Things Dengan Backup Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya”. Pada prototipe pelipat baju ini adanya inovasi dengan sistem *internet of things* untuk informasi data yang terhubung dengan aplikasi Telegram, ESP32 sebagai *microcontroller* serta koneksi ke internet atau *Wi-Fi*, dan elemen pemanas untuk merapikan baju.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka berikut adalah batasan masalah yang diajukan sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan alat prototipe pelipat baju cerdas berbasis *internet of things* dengan modul ESP32 dengan monitoring aplikasi Telegram sebagai media untuk monitoring alat.
2. Bagaimana menentukan waktu rata-rata proses melipat dan merapikan baju.

1.3. Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari pembuatan peralatan prototipe pelipat baju cerdas ini adalah sebagai berikut :

1. Pemanfaatan prototipe pelipat baju cerdas berbasis modul ESP32 dalam kehidupan sehari-hari dapat digunakan untuk mempermudah pekerjaan dalam urusan melipat dan merapikan baju.
2. Penggunaan aplikasi Telegram sebagai media monitoring dari alat pelipat baju cerdas.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan yang diasampaikan tidak meluas pada bidang-bidang lain, maka dibutuhkan batasan masalah dalam menuliskan laporan penelitian sebagai berikut :

1. ESP32 sebagai *microcontroller* sekaligus sebagai koneksi ke internet.
2. Solar panel 10 Wp, *solar charge controller* 10 A dan baterai 12 VDC sebagai sistem yang digunakan untuk tenaga listrik.
3. Motor servo MG995 sebagai komponen utama dalam penggerak pada pelipat baju cerdas.
4. Relay 5 V sebagai saklar pengatur *belt conveyor*, motor servo, dan pemanas pada baju.

II. DASAR TEORI

2.1. Energi Terbarukan

Energi yang dapat diperbarui adalah energi yang berasal dari sumber alam yang dapat diperbaharui, seperti matahari, angin, air, dan bahan organik. Harapannya, energi terbarukan dapat menjadi sumber energi utama yang ramah lingkungan serta berkelanjutan. [4]

Potensi energi surya di Indonesia sangatlah besar dan diperkirakan melebihi 1 Tera-Watt (1.000 Giga-Watt). Sebagai negara yang terletak di kawasan khatulistiwa, Indonesia rata-rata menerima sinar matahari sebesar 4,8 kilowatt-jam per meter persegi per hari atau setara dengan 112.000 GigaWatt-peak. [5]

2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

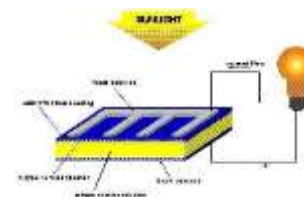
Energi surya merupakan energi dari pancaran radiasi matahari yang sampai ke bumi. Energi matahari merupakan energi yang bersih, tidak menimbulkan polusi, dan tidak akan pernah habis selama siklus alami alam semesta terus berlanjut. Penggunaan PLTS melibatkan konversi energi

sinar matahari menjadi energi listrik melalui penggunaan sel surya. Sel surya ini mengumpulkan energi dari sinar matahari dan dirancang sedemikian rupa sehingga membentuk panel surya, yang kemudian menghasilkan listrik. [5]

2.3. Panel Surya

Panel surya adalah bagian aktif yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Panel surya dilengkapi dengan bahan anti-reflektif yang mampu menyerap lebih banyak cahaya matahari, mengurangi pantulan cahaya, dan meningkatkan efisiensi konversi energi. [5]

Sel surya terdiri dari fotodiode, bagian terkecil yang dapat menghasilkan daya listrik. Ketika disinari oleh foton dari cahaya matahari, fotodiode menghasilkan energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Susunan ini digambarkan dalam Gambar 2.1 sebagai contoh dari sumber listrik sel surya. [1]



Gambar 2.1 Skema Fotovoltaik

2.4. Polycrystalline

Panel surya *polycrystalline* menggunakan kepingan silikon polikristal yang terbentuk dari potongan-potongan blok silikon. Panel surya jenis ini mampu menghasilkan sel surya dengan efisiensi sekitar 13%-16%. Bentuk dari panel surya *polycrystalline* ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut. [5]



Gambar 2.2 Polycrystalline

2.5. Solar Charge Control (SCC)

Solar Charge Control (SCC) bertugas mengatur proses pengisian dan pengosongan baterai serta mengontrol jumlah energi yang disalurkan ke baterai. Selain itu, SCC juga memantau dan mengatur kondisi *overcharging* (saat baterai telah terisi penuh) dan *overvoltage* (saat tegangan melebihi batas aman) karena hal tersebut dapat merusak baterai. Panel surya dengan tegangan

output antara 16 hingga 21 Volt umumnya digunakan dalam *solar module* 12 Volt. Oleh karena itu, tanpa penggunaan SCC baterai 12 Volt berisiko mengalami kerusakan akibat *over-charging* dan tegangan yang tidak stabil. Bentuk *Solar Charge Control (SCC)* ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut : [6]



Gambar 2.3 Solar Charge Controller (SCC)

2.6. Baterai

Kapasitas baterai diukur dalam satuan *Ampere hour (Ah)*, yang mengacu pada berapa lama baterai dapat memberikan arus tertentu sebelum habis. Pemilihan kapasitas baterai didasarkan pada berapa banyak energi listrik yang akan digunakan dalam satu kali penggunaan. Bentuk fisik dari baterai ditampilkan dalam gambar 2.4 berikut. [5]



Gambar 2.4 Baterai

2.7. ESP32

ESP32 adalah modul mikrokontroler terintegrasi yang menawarkan fitur lengkap. Ini adalah pengembangan dari modul ESP8266 atau yang lebih dikenal sebagai NodeMCU,. Modul ini dilengkapi dengan dua CPU, masing-masing beroperasi pada kecepatan 80 MHz dan 160 MHz. Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan seperti konektivitas WiFi, ADC, DAC, I2C, I2S, SPI, dan UART, yang memperluas kemungkinan penggunaan dalam berbagai aplikasi. Bentuk dari ESP32 dapat ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut. [7]



Gambar 2.5 ESP32

2.8. Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian elektronika yang memiliki kemampuan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC) dengan tegangan 220V atau 110V dan

frekuensi sekitar 50 Hz atau 60 Hz. Bentuk dari inverter dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut. [8]



Gambar 2.6 Inverter

2.9. Elemen Pemanas

Elemen pemanas (*electrical heating element*) merupakan komponen penting dalam setrika ataupun pemanas listrik karena akan menimbulkan energi panas. *Heater* tidak memerlukan api untuk memanaskan suatu material atau benda tetapi dengan induksi yang diperoleh dari arus AC yang mengalir melalui kumparan tembaga. Bentuk dari elemen pemanas ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut. [2]



Gambar 2.7 Elemen Pemanas

2.10. Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang dapat merubah energi listrik menjadi energi gerak atau kinetik. Terdapat dua bagian utama motor DC, yaitu *stator* (bagian yang diam) dan *rotor* (bagian yang berputar). Bentuk dan simbol dari motor DC ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Simbol Dan Bentuk Motor DC

2.11. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor yang dilengkapi dengan sirkuit yang dapat diprogram dan dikendalikan dengan mikrokontroler. Motor servo mampu beroperasi dalam dua arah, yaitu maju (*forward*) dan mundur (*reverse*). Struktur motor servo terdiri dari motor DC, satu set roda gigi (*gearset*), rangkaian kontrol, dan potensiometer. [1] [9]

Bentuk dari motor servo MG995 dapat ditunjukkan pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Motor Servo

2.12. Motor Stepper

Motor stepper adalah jenis motor DC yang bergerak secara bertahap atau langkah demi langkah, dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi tergantung pada spesifikasinya. Setiap langkah motor stepper mampu berputar dalam satuan sudut tertentu, seperti 0.75, 0.9, atau 1.8 derajat. Semakin kecil sudut per langkahnya, semakin presisi gerakan motor stepper tersebut. [10]

Motor stepper merupakan salah satu jenis motor yang bekerja berdasarkan pulsa yang diberikan. Putaran motor stepper dapat dikontrol dengan mengatur jumlah pulsa yang diberikan. Bentuk dari motor stepper dapat ditunjukkan pada gambar 2.10 berikut. [11]



Gambar 2.10 Motor Stepper

2.13. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah teknologi layar digital yang memperlihatkan citra pada sebuah permukaan untuk menampilkan data, baik berupa karakter, huruf, angka, maupun grafik, dengan menggunakan sinar pada kristal cair dan filter berwarna. Struktur molekul polar dari kristal cair tersebut diapit oleh dua elektroda yang transparan. LCD memiliki beragam aplikasi dalam perancangan sistem, termasuk untuk menampilkan waktu dan tanggal. Bentuk dari LCD dapat ditunjukkan pada gambar 2.11 berikut. [12]



Gambar 2.11 LCD 20x4

2.14. I2C (Inter-Integrated Circuit)

I2C adalah protokol yang digunakan dalam bus komputer serial multi-master untuk komunikasi antar perangkat dengan kecepatan rendah. Penggunaan I2C pada LCD membantu mengurangi

jumlah pin yang dibutuhkan untuk terhubung ke Arduino Uno. Bus I2C hanya memerlukan 2 jalur, yang dikenal sebagai Jalur SDA untuk data dan Jalur SCL untuk Clock. Bentuk dari I2C dapat ditunjukkan pada gambar 2.12 berikut. [13]



Gambar 2.12 Inter-Integrated Circuit (I2C)

2.15. Lampu Ultraviolet

Sinar ultraviolet dikenal sebagai salah satu sinar dengan daya radiasi yang dapat membunuh mikroorganisme. Rentang panjang gelombang sinar ultraviolet berkisar antara 4nm hingga 400nm, dengan panjang gelombang 365nm memiliki efisiensi tertinggi dalam pengendalian mikroorganisme karena efek letalnya terhadap pertumbuhan sel-sel mikroorganisme. Oleh karena itu, radiasi sinar ultraviolet sering digunakan di tempat-tempat yang memerlukan kondisi aseptik seperti laboratorium, Bentuk dari lampu ultraviolet dapat ditunjukkan pada gambar 2.13 berikut. [14]



Gambar 2.13 Lampu Ultraviolet

2.16. Relay

Relay adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar (switch), dengan prinsip kerja yang menggunakan elektromagnetisme untuk menggerakkan kontak switch. Bentuk dari relay dapat ditunjukkan pada gambar 2.14 berikut. [1]



Gambar 2.14 Relay

2.17. MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB adalah sebuah perangkat saklar otomatis yang berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban berlebih (overload) dan hubung singkat arus listrik (short circuit atau korsleting), perangkat ini dirancang sebagai pemutus ketika terjadi sebuah hubung singkat atau beban berlebih. Bentuk dari MCB dapat ditunjukkan pada gambar 2.15 berikut. [15]



Gambar 2.15 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

2.18. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat dapat mentransfer data tanpa perlu keterlibatan langsung manusia, melainkan menggunakan internet sebagai mediumnya. Dengan kata lain, dalam IoT, manusia tidak perlu secara langsung mengontrol perangkat atau objek tersebut, melainkan dapat mengontrolnya dari jarak jauh melalui internet. [16]

2.19. Modul Stepdown XL4005

Modul DC *Stepdown* dikenal sebagai *converter buck* merupakan modul daya DC ke DC yang berfungsi untuk mengurangi tegangan dari input menjadi output yang lebih rendah. Bentuk dari modul *step down* XL4005 dapat ditunjukkan pada gambar 2.16 berikut. [13]



Gambar 2.16 *Modul Stepdown XL4005*

2.20. Power Supply

Power Supply atau biasa disebut juga sebagai catu daya adalah suatu perangkat listrik yang dapat menyalurkan energi listrik ke perangkat listrik atau elektronik lainnya, *power supply* merupakan sirkuit yang dikhususkan untuk mengubah arus AC menjadi arus DC. Bentuk dari *power supply* dapat ditunjukkan pada gambar 2.17 berikut [17]



Gambar 2.17 *Power Supply 220 VAC to 12 VDC*

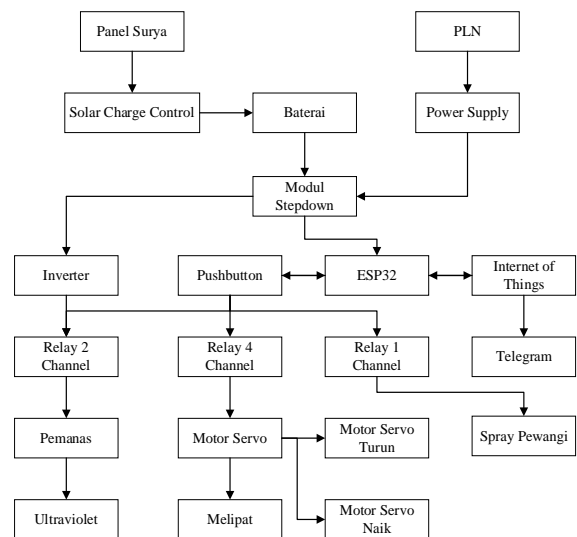
III. PERANCANGAN ALAT DAN PEMROGRAMAN

3.1. Perancangan Prototipe Pelipat Baju Cerdas

Perancangan dari prototipe pelipat baju cerdas ini secara garis besar menggunakan *microcontroller* ESP32. Pada tahap perancangan ini terbagi

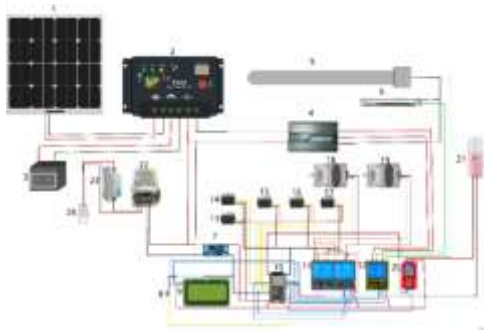
menjadi dua bagian yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Pada perancangan *hardware* dimulai dengan pemilihan *unit control* yang sesuai dengan kebutuhan. Perancangan prototipe pelipat baju cerdas ini dimulai dari membuat *system control* dengan menggunakan *microcontroller* ESP32 yang berfungsi sebagai pengolah data dan pengontrol dari keseluruhan sistem.

Kemudian dilanjutkan dengan membuat rangkaian dari panel surya 10 Wp ke baterai 12V 7,5A sebagai *backup* daya listrik yang terhubung dengan *solar charge controller* yang memberikan energi listrik menuju input ke ESP32 yang dihubungkan dengan *stepdown* tegangan. Kemudian menghubungkan pin motor servo ke ESP32 yang sudah ditentukan, motor servo berfungsi sebagai penggerak pada pelipat pada prototipe pelipat baju, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.

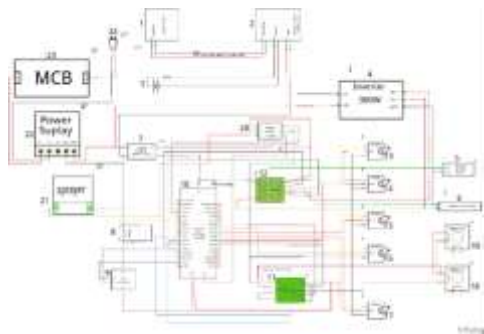


Gambar 3.1 Diagram Perencanaan Alat

Pada perancangan alat secara keseluruhan, alat ini menggunakan panel surya sebagai sumber *backup* energi listrik yang nantinya disimpan pada baterai dan baterai akan menyalurkan ke inverter dan *stepdown* tegangan. Pada inverter nantinya arus searah (DC) akan diubah menjadi arus bolak-balik (AC) untuk kebutuhan pemanas dan lampu ultraviolet, sedangkan pada *stepdown* tegangan akan dialirkan pada ESP32 dan komponen lainnya yang menggunakan arus searah (DC) pada alat ini. Rangkaian dan skematik dari perancangan alat ini secara keseluruhan dapat dilihat seperti gambar 3.2 dan gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.2 Rangkaian Keseluruhan Prototipe Pelipat Baju

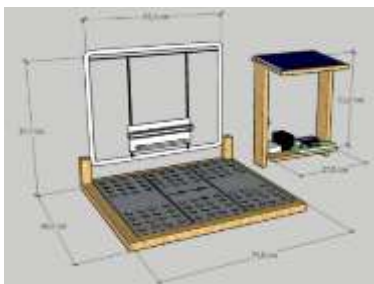


Gambar 3.3 Skematik Perancangan Keseluruhan

Perancangan prototipe pelipat baju merupakan rancangan dari keseluruhan komponen serta sudah berbentuk prototipe dan bisa disimulasikan. Perancangan ini mencakup keseluruhan komponen serta rangka dan merupakan bentuk dari prototipe pelipat baju ini dapat dilihat dari gambar 3.4 dan 3.5 berikut.



Gambar 3.4 Prototipe Alat Tampak Depan



Gambar 3.5 Prototipe Alat Tampak Samping

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Analisa Sumber Pengisian Baterai Dari Panel Surya

Pengujian ini dilakukan pada sumber tegangan dan arus listrik yang dihasilkan panel surya untuk mengisi daya pada baterai. Pengisian baterai ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan, arus, dan daya untuk pengisian baterai jenis VRLA ini dengan spesifikasi baterai 12V 7,5Ah menggunakan solar panel 10Wp. Dari hasil pengukuran yang menggunakan multimeter yang dilakukan percobaan selama 7 (tujuh) hari, dengan perharinya dilakukan pengukuran sebanyak 6 (enam) kali.

Berikut dilampirkan grafik hasil pengujian selama 7 hari seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Grafik Pengujian PLTS selama 7 Hari

Pada gambar 4.1 tersebut adalah hasil pengukuran PLTS yang dilakukan dapat dilihat grafik hasil pengukuran dimana nilai rata-rata tertinggi didapat hari ke-2 (dua) dengan daya sebesar 9,68 Watt. Dan nilai rata-rata terendah yang diserap oleh PLTS di hari ke-4 (empat) sebesar 4,81 Watt saja hal ini dikarenakan pada hari pengukuran cuaca berubah-ubah sehingga pancaran sinar matahari tidak maksimal.

4.2. Analisa Penggunaan Baterai

Penentuan energi listrik yang akan disuplai bertujuan untuk mengetahui jumlah daya yang diperlukan sesuai dengan jumlah beban yang ada pada prototipe pelipat baju cerdas dengan waktu menyesuaikan waktu penggunaan. Diketahui data beban yang digunakan pada saat pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Beban Pada Alat

| Komponen | Beban (W) | Waktu (jam) | Energi (Wh) |
|-------------------|-----------|-------------|--------------|
| Elemen pemanas | 25 | 1 | 25 |
| Lampu ultraviolet | 10 | 1 | 10 |
| Motor servo x 5 | 5,4 x 5 | 1 | 27 |
| Motor stepper x 2 | 1,8 x 2 | 1 | 3,6 |
| ESP32 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| LCD Display | 1 | 1 | 1 |
| Total | | | 67 Wh |

Berdasarkan evaluasi beban yang digunakan pada tabel 4.1 maka dibutuhkan sebuah baterai untuk

memberikan daya terhadap beban sebesar 67 W. Untuk mengetahui berapa kapasitas baterai yang akan digunakan untuk menghidupkan beban yang terpasang seperti ditunjukkan pada tabel 4.1 dengan diasumsikan penggunaan beban selama 1 jam penggunaan dengan total kebutuhan energi sebesar 67 Wh diperlukan mencari muatan baterai dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{\text{baterai}} (\text{Ah}) = \frac{\text{energi}}{\text{Vap (tegangan baterai)}}$$

$$Q_{\text{baterai}} (\text{Ah}) = \frac{67}{12}$$

$$Q_{\text{baterai}} (\text{Ah}) = 5,58 \text{ Ah}$$

Dari hasil persamaan tersebut diperoleh muatan baterai untuk mensuplai beban sebesar 5,58 Ah pada penggunaan. Baterai yang sesuai untuk kebutuhan tersebut digunakan baterai berjenis VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) dengan spesifikasi tegangan 12 VDC dan kapasitas 7,5 Ah, untuk mengetahui berapa daya pada baterai yang digunakan sesuai spesifikasi maka digunakan persamaan berikut.

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \times 7,5$$

$$P = 90 \text{ Watt}$$

Hasil persamaan tersebut didapatkan daya pada baterai sebesar 90 Watt.

4.3. Analisa Pengujian Baterai

Untuk menentukan kapasitas baterai perlu diperhitungkan dan direncanakan waktu otonomi yang dimiliki oleh baterai. Waktu otonomi merupakan waktu atau keadaan dimana baterai mampu menyuplai daya listrik ke sistem pada saat tidak ada cahaya matahari, yang umumnya digunakan 2 hari. Baterai tidak akan dikosongkan sampai habis 100%, tingkat pengurasan baterai atau biasa disebut dengan istilah DOD (*Deep Of Discharge*) yang biasanya dipakai 80%. Untuk menentukan kapasitas baterai yang digunakan sebagai persamaan berikut.

$$\text{Kapasitas} (\text{Ah}) = Q_{\text{baterai}} \frac{\text{otonomi}}{\text{tingkat pengosongan}}$$

$$\text{Kapasitas} (\text{Ah}) = 5,58 \text{ Ah} \frac{48 \text{ jam}}{0,8}$$

$$\text{Kapasitas} (\text{Ah}) = 334,8 \text{ Ah}$$

Lama waktu yang dilakukan untuk mengisi daya pada baterai memiliki beberapa faktor, diantaranya yaitu dari kapasitas baterai yang digunakan. Dengan menggunakan kapasitas baterai 7,5 Ah dengan efisiensi 80% dan spesifikasi panel surya yang digunakan yaitu mampu menghasilkan arus maksimum sebesar 0,58 A. Maka untuk mengetahui estimasi waktu yang akan dibutuhkan

untuk mengisi daya baterai dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus panel surya}}$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{7,5 \text{ Ah}}{80\% \times 0,58 \text{ A}}$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = 16,30 \text{ jam}$$

Lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya pada baterai dengan kapasitas sebesar 7,5 Ah adalah 16,30 jam.

Untuk mengetahui estimasi waktu yang akan dibutuhkan untuk menghidupkan beban dari kondisi baterai dalam keadaan penuh sampai kosong dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = \frac{\text{Kapasitas baterai} \times \text{Tegangan baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Total beban}}$$

$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = \frac{7,5 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}}{80\% \times 67 \text{ W}}$$

$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = 1,67 \text{ jam}$$

Maka hasil dari persamaan diatas bahwa baterai dengan kapasitas sebesar 7,5 Ah 12 VDC yang dipasang beban sebesar 67 Watt, maka baterai tersebut dapat bertahan dari baterai dalam kondisi terisi penuh sampai baterai dalam keadaan kosong dapat bertahan selama 1,67 jam.

4.4. Analisa Modul Surya

Dalam pemakaian sumber utama yang disuplai dari baterai dengan menggunakan panel surya, maka harus diketahui berapa kebutuhan panel surya yang akan digunakan pada perancangan prototipe pelipat baju agar daya yang dihasilkan panel surya dapat secara optimal disalurkan pada baterai serta beban yang digunakan. Spesifikasi modul surya yang digunakan mempunyai jenis *polycrystalline* dengan spesifikasi panel surya 10 Wp, intensitas radiasi 1000W/m², dengan radiasi total rata-rata bulanan diasumsikan sebesar 4760 Wh/m², dengan menghitung rata-rata lama radiasi penyinaran pada panel surya yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Lama waktu radiasi (tr)} = \frac{\text{radiasi total harian} (\frac{\text{Wh}}{\text{m}^2})}{\text{intensitas radiasi modul surya} (\frac{\text{W}}{\text{m}^2})}$$

$$\text{Lama waktu radiasi (tr)} = \frac{4760 (\frac{\text{Wh}}{\text{m}^2})}{1000 (\frac{\text{W}}{\text{m}^2})}$$

$$\text{Lama waktu radiasi (tr)} = 4,76$$

Agar mengetahui kebutuhan dari jumlah panel surya yang akan digunakan dengan rata-rata lama radiasi yang diketahui, dengan spesifikasi panel surya 10WP maka setiap modul panel surya mampu menyuplai energi listrik rata-rata dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$E_{\text{modul}} = P_N \times t_r$$

$$E_{\text{modul}} = 10 \text{ Wp} \times 4,76 \text{ jam}$$

$$E_{\text{modul}} = 47,6 \text{ Wh perharinya}$$

Dapat diasumsikan untuk waktu yang diperlukan oleh sistem untuk regenerasi baterai (pengisian baterai tanpa beban) adalah satu hari, maka banyaknya modul yang digunakan untuk mensuplai kebutuhan beban sebesar 67 Wh perhari dengan waktu otonomi (waktu dimana beban dapat dipenuhi dengan baterai saja, tanpa input matahari, dengan kondisi baterai dalam keadaan terisi penuh) 2 hari dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jumlah modul (N)} = \frac{E_{\text{total kebutuhan}}}{E_{\text{modul}} \times \text{regenerasi}}$$

$$\text{Jumlah modul (N)} = \frac{67 \times 2}{47,6 \times 1}$$

$$\text{Jumlah modul (N)} = \frac{134}{47,6}$$

$$\text{Jumlah modul (N)} = 2,81 \approx 3$$

Maka untuk memenuhi kebutuhan total beban yang terpasang maka modul panel surya dengan kapasitas 10 Wp yang dibutuhkan untuk mensuplai beban harian pada alat prototipe pelipat baju menggunakan 3 buah panel surya masing-masing 10Wp.

4.5. Analisa Nilai Ekonomis

Dalam pemakaian PLTS sebagai sumber *backup* energi listrik dan beban yang terpasang pada alat maka perlu dihitung berapa jumlah nilai ekonomis selama penggunaan, diasumsikan penggunaan alat pelipat baju selama satu jam penggunaan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Biaya} = \text{total daya beban} \times \text{harga per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 67 \text{ Wh} \times \text{Rp. 1.352,00}$$

$$\text{Biaya} = 0,067 \text{ kWh} \times \text{Rp. 1.352,00}$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. 90,58 rupiah selama satu jam penggunaan}$$

Dari persamaan diatas maka pelipatan baju menggunakan alat prototipe pelipat baju memiliki pengeluaran biaya sebesar Rp.90,584 pada penggunaan selama satu jam sebagai *backup* daya dari listrik rumah atau PLN.

4.6. Analisa Motor Stepper

Pada motor stepper dengan *step angle* 1.8 dengan nilai *step per revolution* 200, untuk menentukan RPM maka dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\text{kecepatan motor stepper} = \frac{\text{nilai pulsa motor stepper}}{\text{motor stepper per revolusi}}$$

$$\text{kecepatan motor stepper} = \frac{200}{200}$$

$$\text{kecepatan motor stepper} = 1 \text{ step perdetik}$$

Untuk mengetahui jumlah putaran perdetik dapat menggunakan persamaan berikut.

$$1 \text{ putaran} = \text{step} \times \text{second}$$

$$1 \text{ putaran} = 4 \times 1$$

$$1 \text{ putaran} = 4 \text{ second} \text{ (1 putaran membutuhkan 4 second)}$$

Untuk menentukan RPM pada motor stepper dengan diketahui 1 menit = 60 *second*, maka dalam 60 *second* (1 menit) jumlah putaran motor sebanyak (kecepatan motor stepper) menggunakan persamaan berikut.

$$\text{RPM} = \frac{\text{second}}{\text{jumlah putaran}}$$

$$\text{RPM} = \frac{60}{4}$$

$$\text{RPM} = 15 \text{ RPM}$$

4.7. Analisa Motor Servo

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari motor servo ketika menerima data dari ESP32 motor servo kiri akan melipat lalu kembali ke posisi awal, kemudian diteruskan motor servo kanan, dan diteruskan kembali oleh motor servo bawah. Hasil pengujian motor servo pelipatan ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Pengujian Motor Servo Pelipatan

| Pengujian Servo | Sudut (Derajat) | Delay (s) |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|
| Motor Servo Kiri | | |
| Kondisi awal | 0 | 0,8 |
| Ketika kondisi melipat | 120 | 1 |
| Kembali ke kondisi awal | 0 | 0,8 |
| Motor Servo Kanan | | |
| Kondisi awal | 0 | 0,8 |
| Ketika kondisi melipat | 120 | 1 |
| Kembali ke kondisi awal | 0 | 0,8 |
| Motor Servo Bawah | | |
| Kondisi awal | 0 | 0,8 |
| Ketika kondisi melipat | 120 | 1 |
| Kembali ke kondisi awal | 0 | 0,8 |
| Rata-rata | | 0,8 |
| Motor Servo Naik dan Turun | | |
| Kondisi awal | 90 | 1,6 |
| Ketika kondisi turun | 0 | 22,1 |
| Kembali ke kondisi awal | 90 | 1,6 |
| Rata-rata | | 8,4 |

Dari hasil pengujian motor servo pada tabel 4.2 merupakan hasil dari pengukuran *delay* motor servo saat melakukan pelipatan dan didapatkan hasil rata-rata dari motor pelipat sebesar 0.8 detik, kemudian untuk motor servo naik turun didapatkan hasil rata-rata sebesar 8,4 detik. Motor servo akan bekerja apabila dialiri listrik sebesar 4.8 – 7.2 V.

4.8. Analisa Pengujian Pelipatan Baju

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan waktu langsung dengan waktu notifikasi di aplikasi Telegram dan percobaan pengujian dengan beberapa jenis baju berbeda yang dilipat seperti baju kaos lengan pendek, kaos

lengan panjang, kemeja lengan pendek, dan kemeja lengan panjang. Perbandingan waktu dan hasil percobaan pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Perbandingan waktu dan Pengujian Pelipatan Baju

| Jenis pakaian | Rata-rata Waktu Melipat | Total Percobaan | Percobaan Berhasil | Percobaan Gagal |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Kaos Lengan Pendek | 57,57 detik | 5 | 5 | 0 |
| Kaos Lengan Panjang | 59,51 detik | 5 | 5 | 0 |
| Kemeja Lengan Pendek | 58,55 detik | 5 | 5 | 0 |
| Kemeja Lengan Panjang | 57,72 detik | 5 | 5 | 0 |
| Rata-rata | 58,33 detik | | | |

Hasil dari tabel 4.7 diatas pelipat baju cerdas memiliki waktu rata-rata selama 58,33 detik, sedangkan pelipatan dengan cara manual dengan waktu rata-rata selama 2,36 menit. Pada hasil pengujian pelipatan manual menggunakan setrika seperti yang tertera pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Pengujian melipat dan merapikan secara manual.

| Pengujian Melipat Dan Merapikan Secara Manual | Waktu |
|---|------------|
| Percobaan ke-1 | 2.44 menit |
| Percobaan ke-2 | 2.37 menit |
| Percobaan ke-3 | 2.27 menit |
| Percobaan ke-4 | 2.33 menit |
| Percobaan ke-5 | 2.39 menit |
| Rata-rata | 2.36 menit |

4.9. Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan merupakan pengujian yang dilakukan dengan cara mengoperasikan alat secara keseluruhan sebagaimana dengan fungsinya yaitu melipat dan merapikan baju secara otomatis, dengan memulai dari menekan *push button* pada kotak panel. Bentuk tombol perintah *push button* dapat ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 *Push Button* Untuk Menjalankan Perintah

Gambar 4.2 tersebut merupakan perintah yang akan menjalankan alat pelipat baju yang terkoneksi pada aplikasi telegram sebagai monitoring dan menampilkan penunjuk waktu mulai dari setiap pelipatan yang dilakukan. Untuk notifikasi mulai pada aplikasi telegram dapat ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Monitoring Waktu Pelipatan Pada Aplikasi Telegram

Motor akan menurunkan pemanas dan lampu ultraviolet untuk memanaskan mengurangi kusutan pada baju sekaligus mensterilkan baju dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.



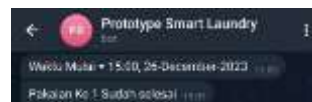
Gambar 4.4 Mensterilkan Baju

Setelah proses mensterilkan selesai, maka selanjutnya proses pelipatan yang ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Proses Pelipatan Baju

Kemudian setelah proses melipat selesai akan muncul notifikasi pada aplikasi telegram. Untuk tampilan dari pemberitahuan melalui aplikasi telegram ditunjukkan pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Monitoring Melalui Aplikasi Telegram

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada alat yang telah diuji dan didata pada BAB IV maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Dengan spesifikasi modul surya yang digunakan memiliki jenis *Polycrystalline* dengan spesifikasi $P_{max} = 10 \text{ Wp}$, $V_{mp} = 17,5 \text{ Volt}$, $I_{mp} = 0,64 \text{ Ampere}$, intensitas radiasi 1.000 W/m^2 , temperatur nominal = 25°C dengan jumlah satu buah dapat mencharge baterai dengan kapasitas 12 VDC 7,5 Ah (DOD 80%) dari keadaan kosong sampai penuh membutuhkan waktu sekitar 16,30 jam.
2. Estimasi waktu yang akan dibutuhkan untuk menghidupkan beban dari kondisi baterai dalam keadaan penuh sampai kosong maka

baterai tersebut dapat bertahan selama 1,67 jam.

3. Nilai pengukuran pada pelipat baju terdiri dari 3 (tiga) motor servo mendapat nilai rata-rata *delay* 0,8 detik dan pada 2 (dua) motor servo penurun dan penaik pemanas memiliki nilai rata-rata 8,4 detik dengan hasil tersebut maka motor servo berjalan baik.
4. Nilai rata-rata waktu melipat dan merapikan baju secara otomatis sebesar 58,33 detik secara langsung atau pada nilai monitoring aplikasi telegram sebesar 60 detik.
5. Dari hasil pengujian perbandingan waktu antara melipat dan merapikan secara otomatis dan manual didapatkan waktu selama 58,33 detik dengan menggunakan alat prototipe pelipat baju lebih cepat dibandingkan dengan cara manual menggunakan setrika yaitu dengan waktu rata-rata selama 2,36 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hardiansyah, D. Notosudjono dan A. R. Machdi, Rancang Bangun Pelipat Baju Otomatis Berbasis Arduino UNO Dengan Suplay Daya PLTS, Bogor: Universitas Pakuan, 2022.
- [2] R. Purwanto, Semi Automatic Foldron (Folding and Ironing) Machine, Batam: Universitas Internasional Batam, 2020.
- [3] Y. Setiawan, "Rancang Bangun Hardware Mesin Pelipat Baju Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO Dengan Memanfaatkan Website sebagai Sistem Monitoring", Tegal: Politeknik Harapan Bersama, 2021.
- [4] T. Artiningrum dan J. Havianto, "Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari", Bandung: Universitas Winaya Mukti, 2019.
- [5] D. Notosudjono dan F. Adzikri, Teknologi Energi Terbarukan, Bogor: Unpak Press, 2018.
- [6] T. Haryanto, H. Charles dan H. Pranoto, "Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch", Jakarta: Universitas Mercu Buana, 2021.
- [7] K. Y. Maulana, "Apa Itu ESP32, Salah Satu Modul Wi-Fi Poppuler," Anak Teknik Indonesia, 30 Desember 2022. [Online]. Available: <https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/apa-itu-esp32-salah-satu-modul-wi-fi-poppuler>. [Diakses 10 Oktober 2023].
- [8] T. A. Saputra, "Pengertian Dan Prinsip Kerja Inverter," Anak Teknik Indonesia, 18 September 2023. [Online]. Available: <https://www.anakteknik.co.id/taufikjr22/articles/pengertian-dan-prinsip-kerja-inverter>. [Diakses 1 Desember 2023].
- [9] I. W. A. W. Kusuma dan S. Santoso, "Analisa Performa Motor Hy-2750b, Motor Mg995, Motor Ds3225mg, dan Motor 24h2a4428 sebagai Penggerak Portable Continuous Passive Motion (CPM)," 2016.
- [10] A. Mujadin dan D. Astharini, "Uji Kinerja Modul Pelatihan Motor Penunjang Mata Kuliah Mekatronika," 2016.
- [11] A. Nugroho, Rancang Bangun Alat Pemanggang Sate Berbasis Arduino, Ponorogo, 2021.
- [12] S. Warjono, A. Wisaksono, A. Misbahur, D. Amalia dan M. H. Mubarak, "Alat Ukur Elektronik Pemakaian Air," vol. 13, pp. 87-88, 2017.
- [13] M. I. Saputra, Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukuran Kecepatan Kendaraan Bermotor Menggunakan Sensor Efek Hall Seri A-1302 Berbasis Arduino Mega2560, Lampung: Universitas Lampung, 2020.
- [14] F. Z. Ramdhani, D. Riyanto dan Desriyanti, "Sterilisasi Peralatan Makan Secara Elektronik Menggunakan Radiasi Sinar Ultraviolet," vol. 4, p. 71, 2020.
- [15] I. O. Sagita, "Anak Teknik Indo," 10 Agustus 2022. [Online]. Available: https://www.anakteknik.co.id/ish_sagita/articles/bagaimana-cara-kerja-mcb-

[*beserta-fungsinya-di-instalasi-listrik.*](#)

[Diakses 02 Juni 2024].

- [16] M. Buku Ajar Teknologi Internet (Internet of Things), Banjarmasin: CV. Pena Persada, 2021.
- [17] S. Sandi, “Elektronikaspot,” 14 11 2014. [Online]. Available: <https://www.elektronikaspot.com/2014/11/penyearahan-gelombang-penuh.html>. [Diakses 25 Mei 2024].
- [18] D. Notosudjono, H. Samaulah, M. H. Nopriansyah dan B. D. Ramadhon, “Solar Power Plant Tracker Upgrade and MPPT Control with Internet of Things”.
- [19] M. Y. Mustopa, Rancang Bangun Smart Cleaning Tandon Air Berbasis Internet of Things (IoT), Bogor: Universitas Pakuan, 2020.

PENULIS



- 1) **Yusup Maulana, S.T.**, alumni (2024) Program Studi Teknik Elektro - Fakultas Teknik - Universitas Pakuan Bogor. Email : maulanayusup99@gmail.com
- 2) **Prof. Dr. rer. pol. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng.**, Dosen Pembimbing I Program Studi Teknik Elektro - Fakultas Teknik - Universitas Pakuan Bogor.
- 3) **Agustini Rodiah Machdi, S.T., M.T.**, Dosen Pembimbing II Program Studi Teknik - Elektro Fakultas Teknik - Universitas Pakuan Bogor.