

Rancang bangun simulasi alat pengering menggunakan metode *in store* dengan panel surya sebagai sumber energi.

I Kadek Agus Cahaya Aditya^{1*}, I Kadek Ervan Hadi W², Achmad Wibolo³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364, Indonesia

*Corresponding Author: aguscahaya293@gmail.com

Abstrak

Pengering model *instore* adalah jenis pengering yang dikembangkan oleh Kementerian Pertanian untuk pengeringan pascapanen bawang merah. Model alat pengering ini sangat tergantung dengan kondisi cuaca, karena memerlukan sinar matahari sebagai sumber panas. Pada penelitian ini dilakukan perancangan terhadap model alat pengering type *instore* hybrid efek rumah kaca (ERK) dengan pemanas dengan sumber energi dari panel surya dan pengontrolan terhadap suhu ruang pengering menggunakan Arduino. Perancangan alat pengering dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu, desain alat pengering berdasarkan kajian kebutuhan energi panas, dan perancangan solar panel sistem lengkap dengan kontrol terhadap suhu pada ruangan pengering. Dari hasil penelitian didapatkan rancangan alat pengering dengan ukuran p x l x t = 40cm x 30cm x 37cm dengan menggunakan 4 buah lampu pijar 80 W sebagai sumber panas untuk pengeringan. Sistem pengontrolan suhu mempunyai 4 AC Light dimmer PWM Module yang di hubungkan ke Arduino Mega 2560 pada pin 4,5,6, dan 7 sebagai input PWM, pin 2 sebagai pin Z-C serta pin 1 VCC dan GND. Rancangan dari solar panel sebagai sumber energi listrik dari alat pengering bawang merah memiliki ketinggian 133cm dan memiliki lebar pada rangka bawah 61cm Panjang 100cm dan Panjang dari rangka atas 149cm lebar 61cm.

Kata Kunci: perancangan, pengering bawang, *instore hybrid*, efek rumah kaca, solar panel

Abstract: The *instore* dryer is a type of dryer developed by the Ministry of Agriculture for post-harvest drying of shallots. This dryer model is very dependent on weather conditions, because it requires sunlight as a heat source. In this research, the design of the *instore* hybrid type greenhouse effect (ERK) dryer model with a heater with an energy source from a solar panel and controlling the temperature of the drying room using Arduino is carried out. The design of the dryer is carried out in 2 stages, namely, the design of the dryer based on the study of heat energy needs, and the design of a complete solar panel system with control of the temperature in the drying room. From the results of the study, it was found that the design of the dryer with a size of p x l x t = 40cm x 30cm x 37cm using 4 80 W incandescent lamps as a heat source for drying. The temperature control system has 4 AC Light dimmer PWM Modules which are connected to Arduino Mega 2560 on pins 4,5,6, and 7 as PWM inputs, pin 2 as Z-C pin and pin 1 VCC and GND. The design of the solar panel as a source of electrical energy from the shallot dryer has a height of 133cm and a width of 61cm on the bottom frame, 100cm in length and 149cm in length on the top frame with a width of 61cm.

Keywords: design, shallot dryer, *instore hybrid*, greenhouse effect, solar panels.

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

1. Pendahuluan

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditi unggulan tanaman hortikultura di Bali dengan total luas lahan sekitar 1315 Ha, dan produksi mencapai 246.679 kuintal.[1]. Bawang merah merupakan produk hidup berbentuk umbi lapis, dan memiliki sifat mudah sekali mengalami kerusakan. Ada tiga proses pemanenan yang harus diperhatikan: pelayuan dan pengeringan, pembersihan dan sortasi, dan penyimpanan. Tujuan dari prosedur pengeringan adalah untuk mengurangi jumlah air pada bawang merah yang baru dipanen. Pada umumnya petani masih menggunakan cara tradisional yaitu menaburkan bawang merah di jalan aspal, di pekarangan, dan digantung di samping rumah untuk memanfaatkan panas matahari. Waktu pengerjaan cara seperti ini yang mengandalkan panas matahari dan angin alami biasanya antara 7-9 hari. Apabila pengeringan tidak optimal, hal ini bisa menyebabkan bawang merah menjadibusuk dan bertunas. [2].

Rumah pengering hybrid merupakan perangkat yang dikemas dengan fitur yang memudahkan petani dalam melakukan proses pengeringan bawang merah. Mirip dengan *instore* yang dikembangkan Kementerian Pertanian. *Instore drying*, yaitu alat pengering yang dibuat oleh Kementerian Pertanian dengan menampilkan suhu ruangannya merupakan sebuah solusi pengeringan terhadap bawang merah. [3]. Kekurangan dari model ini adalah sangat tergantung dengan adanya sinar matahari. Beberapa model pengering efek rumah kaca juga telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan analisis pemanfaatan energi panas pada pengeringan bawang merah. [4,5].

Solar cell atau panel surya fotovoltaik, adalah perangkat listrik yang mengubah energicahaya langsung menjadi listrik dengan efek fotovoltaik, yang merupakan fenomena fisika dan kimia. Aplikasi penggunaan solar cell untuk pembangkitan energi listrik yang ramah lingkungan sekarang ini sudah cukup banyak. Hal ini dikarenakan ketersediaan energi matahari yang tidak terbatas. Pengoperasian sel fotovoltaik (PV) membutuhkan 3 kondisi dasar, yaitu:

1. Penyerapan cahaya, menghasilkan lubang electron pasangan atau eksak.
2. Pemisahan pembawa muatan dari jenis yang berlawanan.
3. Ekstraksi terpisah dari pembawa tersebut ke eksternal sirkuit. [6]

Beberapa penelitian terkait aplikasi *solar cell* sebagai sumber energi alternatif pada berbagai bidang telah banyak dilakukan, diantaranya sebagai sumber energi listrik untuk pertamanan. [7], dan aplikasi solar cell pada *hydroponic drip system*. [8]. Dari hasil penelitian mereka dengan berbagai jenis aplikasi penggunaan solar cell dan jenis solar cell yang berbeda, dapat diketahui bahwa potensi solar cell sebagai sumber energi listrik sangat besar dan memberidampak ekonomis pengurangan penggunaan energilistrik PLN.

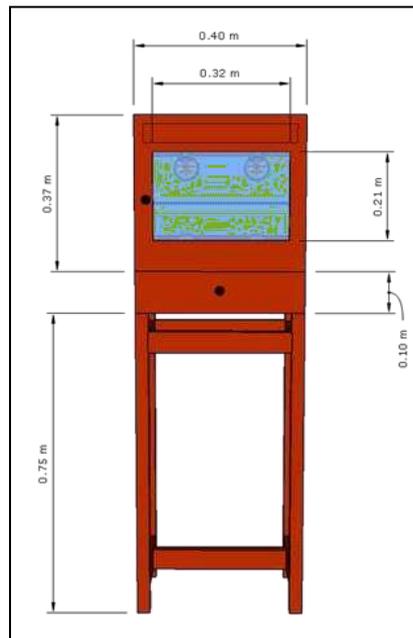
Berangkat dari hal tersebut di atas, maka pada penelitian ini dilakukan sebuah perancangan untuk membuat sebuah model alat pengering bawang type *instore* dengan memanfaatkan efek rumah kaca dan hybrid pemanas listrik dengan sumber energi dari *solar cell*. Hal ini dapat memecahkan permasalahan ketergantungan terhadap cuaca/sinar matahari sebagai media pengeringan.

2. Metode

Perancangan alat pengering model *instore* dengan hybrid efek rumah kaca dan panel surya sebagai sumber energi listrik dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu, desain alat pengering berdasarkan kajian kebutuhan energi panas, dan perancangan solar panel sistem lengkap dengan kontrol terhadap suhu pada ruangan pengering.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap pertama dari penelitian ini adalah membuat desain dari model alat pengering bawang *instore* hybrid ERK yang akan dibuat. Proses desain disesuaikan dengan kapasitas pengering yang direncanakan yaitu sebanyak 1 Kilogram bawang untuk sekali proses. Gambar rancangan dari alat pengering bawang merah menggunakan metode *instore* dengan panel surya sebagai sumber energi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Desain alat pengering bawang model instore hybrid ERK

3.1 Perhitungan ruang pengering

Perhitungan diperlukan dalam membuat rancang bangun alat pengering bawang merah menggunakan model *instore* dengan panel surya sebagai sumber energi agar perencanaan sesuai dengan hasil yang didapat alat pengering memiliki ukuran box pengering 0,40m × 0,30m dan memiliki ketebalan kaca 5mm. Berikut merupakan perhitungan luas sisi-sisi alat pengering:[9]

Perpindahan Konveksi:

$$q = hA\Delta T$$

$$q'' = h\Delta T$$

$$q'' = \Delta T / RT \quad (1)$$

Konduktivitas Termal:

$$Rk = L/kA \quad (2)$$

Keterangan :

q = laju perpindahan panas (W atau J/s)

q'' = fluks kalor (W atau J/s)

R = tahanan termal (°C/W)

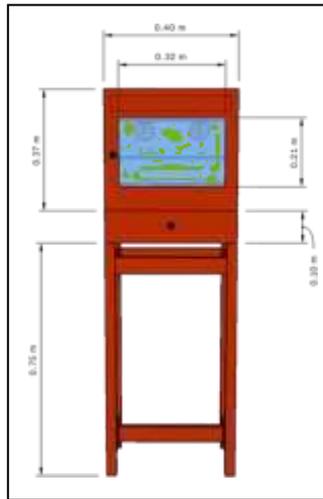
L = tebal bahan (m)

A = luas permukaan (m²)

K = konduktivitas termal (W/m°C)

3.1.1. Sisi depan

Sisi depan alat pengering adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Sisi depan alat pengering

Perhitungan luas Box Pengering tampak depan:

Panjang × tinggi = 0,40 m × 0,37 m

Luas Total box pengering = 0,40m × 0,37 m = 0,14 m²

Perhitungan luas kaca dinding:

Panjang × tinggi = 0,32 m × 0,21 m

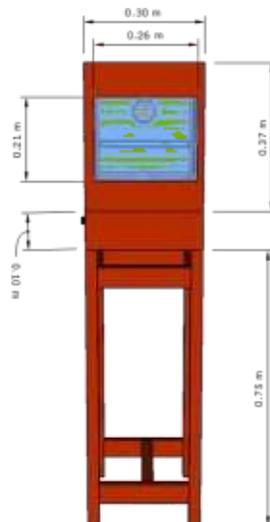
Luas Total dinding kaca = 0,32 m × 0,21 m = 0,06 m²

$$R_k \text{ Kaca} = \frac{L}{kA} = \frac{0,005 \text{ m}}{0,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} \times 0,06 \text{ m}^2} = \frac{0,005 \text{ m}}{0,054 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}} = 0,092 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_k \text{ Kayu} = \frac{L}{kA} = \frac{0,03 \text{ m}}{0,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} \times 0,14 \text{ m}^2} = \frac{0,03 \text{ m}}{0,028 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}} = 1,07 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$q'' = \frac{\Delta T}{R_t} = \frac{(T_o - T_i)^{\circ}\text{C}}{1,16 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{W}}} = \frac{40}{1,16} = 34,4 \text{ Watt}$$

3.1.2. Sisi kiri



Gambar 3 Sisi samping kiri alat pengering

Perhitungan luas Box Pengering tampak samping:

$$\text{Panjang} \times \text{tinggi} = 0,3\text{m} \times 0,37\text{m}$$

$$\text{Luas Total} = (P \times t) = 0,30\text{m} \times 0,37\text{m} = 0,11\text{m}^2$$

Perhitungan Luas dinding kaca tampak samping:

$$\text{Panjang} \times \text{tinggi} = 0,26\text{m} \times 0,21\text{m}$$

$$\text{Luas Total} = (P \times t) = 0,26\text{m} \times 0,21\text{m} = 0,054\text{m}^2$$

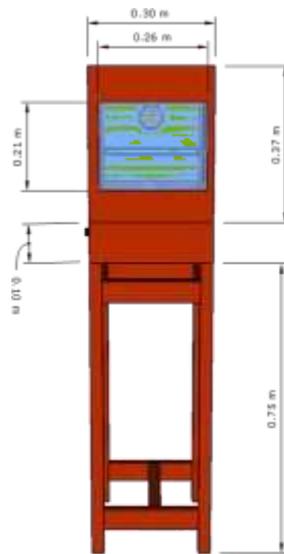
$$R_k \text{ Kaca} = \frac{L}{kA} = \frac{0,005\text{m}}{0,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 0,054\text{m}^2} = \frac{0,005\text{m}}{0,048 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}} = 0,10 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$R_k \text{ Kayu} = \frac{L}{kA} = \frac{0,03\text{m}}{0,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 0,11\text{m}^2} = \frac{0,03\text{m}}{0,022 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}} = 1,36 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$R_t = 0,10 + 1,36 = 1,46 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$q'' = \frac{\Delta T}{R_t} = \frac{(T_o - T_i)^\circ\text{C}}{1,46 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}} = \frac{40}{1,46} = 27,3\text{Watt}$$

3.13. Sisi kanan



Gambar 4 Sisi samping kanan alat pengering

Perhitungan luas Box Pengering tampak samping:

$$\text{Panjang} \times \text{tinggi} = 0,30\text{m} \times 0,37\text{m}$$

$$\text{Luas Total} = (P \times t) = 0,30\text{m} \times 0,37\text{m} = 0,11\text{m}^2$$

Perhitungan Luas dinding kaca tampak samping:

$$\text{Panjang} \times \text{tinggi} = 0,26\text{m} \times 0,21\text{m}$$

$$\text{Luas Total} = (P \times t) = 0,26\text{m} \times 0,21\text{m} = 0,054\text{m}^2$$

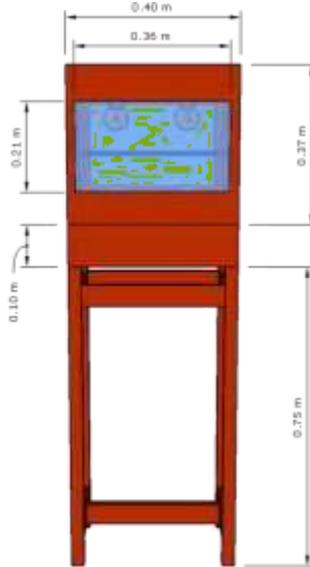
$$R_k \text{ Kaca} = \frac{L}{kA} = \frac{0,005\text{m}}{0,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 0,054\text{m}^2} = \frac{0,005\text{m}}{0,048 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}} = 0,10 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$R_k \text{ Kayu} = \frac{L}{kA} = \frac{0,03\text{m}}{0,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 0,11\text{m}^2} = \frac{0,03\text{m}}{0,022 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}} = 1,36 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$R_t = 0,10 + 1,36 = 1,46 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$q'' = \frac{\Delta T}{R_t} = \frac{(T_o - T_i)^\circ\text{C}}{1,46^\circ\text{C}/\text{W}} = \frac{40}{1,46} = 27,3\text{Watt}$$

3.1.4 Sisi belakang



Gambar 5 Sisibelakang alat pengering

Perhitungan luas Box Pengering tampak belakang:

Panjang × tinggi = 0,40m × 0,37m

Luas Total = (P × t) = 0,40m × 0,37m = 0,14m²

Perhitungan luas dinding kaca belakang:

Panjang × tinggi = 0,36m × 0,21m

Luas Total = (P × t) = 0,36m × 0,21m = 0,075m²

$$R_k \text{ Kaca} = \frac{L}{kA} = \frac{0,005\text{m}}{0,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 0,075\text{m}^2} = \frac{0,005\text{m}}{0,0675 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}} = 0,074^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$R_k \text{ Kayu} = \frac{L}{kA} = \frac{0,03\text{m}}{0,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 0,14\text{m}^2} = \frac{0,03\text{m}}{0,028 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}} = 1,07^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$R_t = 0,074 + 1,07 = 1,14^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$q'' = \frac{\Delta T}{R_t} = \frac{(T_o - T_i)^\circ\text{C}}{1,14^\circ\text{C}/\text{W}} = \frac{40}{1,14} = 35\text{Watt}$$

3.1.5. Fluks Total

$q''_{\text{total}} = \text{sisi depan} + \text{sisi samping kiri} + \text{sisi samping kanan} + \text{sisi belakang}$

$$q''_{\text{total}} = 34,4 + 27,3 + 27,3 + 35 = 124\text{Watt.}$$

Jika $Q = W$, maka daya listrik yang dibutuhkan dalam ruang pengering adalah 124Watt. Lampu pijar atau elemen pemanas yang digunakan pada ruang pengering adalah 80W.

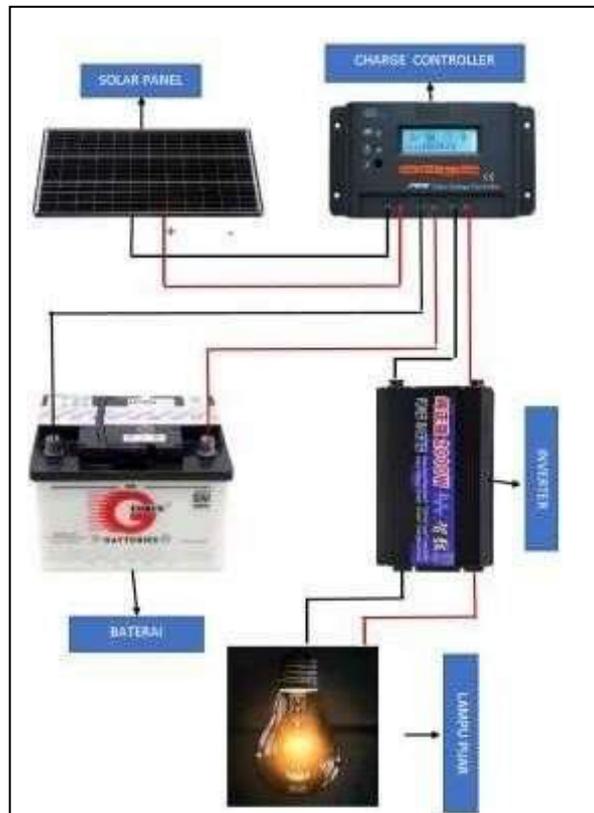
3.2 Perancangan solarpanel dan controlsuhu dengan arduino

Dalam perancangan ini terdapat solar panel yang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi baru terbarukan yang kemudian di hubungkan ke *charge controller* bertujuan untuk mengatur pengisian arus searah dari panel surya ke baterai dan mengatur penyaluran arus dari baterai ke peralatan listrik (beban).[10]

Baterai berperan penting dalam perancangan ini untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh solar panel yang di hubungkan ke *charge controller* yang dimana *charge controller* ini di hubungkan ke baterai yang digunakan

untuk mengalami proses siklus pengisian (charging) dan pengosongan (discharging) tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari.

Charge controller menerapkan teknologi *pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban atau ke inverter yang dimana penghubungan ini bertujuan untuk mengubah arus searah (*direct current*, DC) menjadi arus bolak-balik (*alternating current*, AC) setelah menjadi arus bolak-balik atau arus AC yang kemudian nantinya akan di hubungkan ke beban. Rangkaian seluruh komponen dapat dilihat pada gambar 6.



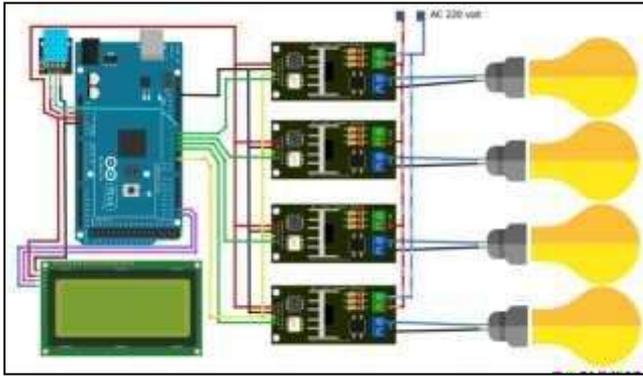
Gambar 6 Rancangan solar panel system

Untuk mendapatkan suhu ruangan yang konsisten yaitu 40°C , diperlukan pengontrolan yang dirancang menggunakan perangkat Arduino. Dalam perancangan ini Terdapat 1 sensor DHT22 yang di hubungkan ke Arduino Mega 2560 dimana PIN 2 dari Sensor DHT22 ialah Data yang di hubungkan ke pin analog Arduino Mega 2560 dari A1. Kemudian untuk pin 1 di Sensor DHT22 ialah VCC yang di hubungkan langsung ke tegangan 5V, dan kemudian pin 4 yang berada di SensorDHT22 di hubungkan ke pin GND Arduino mega2560.

Didalam rumah pengering hibrida untuk sistem pengontrolan suhu mempunyai 4 AC Light dimmer PWM Module yang di hubungkan ke Arduino Mega 2560 pada pin 4,5,6, dan 7 sebagai input PWM, pin 2 sebagai pin Z-C serta pin 1 VCC dan GND.

Lampu pijar yang di gunakan sebanyak 4 buah dengan daya 80W yang berfungsi sebagai pemanas. masing-masing lampu pijar di hubungkan langsung ke tiap-tiap AC Light Dimmer Controller Module. masing masing AC Light Dimmer Controller Module mempunyai pin load yang di hubungkan masing-masing lampu pijar dan pin AC in yang di hubungkan ke listrik AC 220V.

Menampilkan nilai suhu dalam ruang pengering hibrida dapat menggunakan LCD 20x4. pada pin LCD 20x4 pin VCC langsung di hubungkan pada pin 5V di Arduino Mega



Gambar 7 Wiring Kelistrikan Arduino Mega 2560

Dari hasil perancangan terhadap ruang pengering dan juga solar panel system dan sistem kontrol Arduino, maka didapat rancangan final seperti pada gambar 8 berikut:



Gambar 8 Rancangan alat pengering bawang merah hybrid ERk dengan panel surya sebagai sumber energi alternatif

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan rancangan alat pengering bawang dengan metode *in store* menggunakan sumber daya dari panel surya dengan hasil sebagai berikut:

1. Hasil dari perancangan alat pengering bawang merah memiliki ukuran $p \times l \times t = 40 \times 30 \times 37$ cm dengan menggunakan 4 buah lampu pijar dengan daya 80W sebagai sumber panas untuk pengeringan.
2. Rancangan dari solar panel sebagai sumber energi listrik dari alat pengering bawang merah memiliki ketinggian 133cmdan memiliki lebar pada rangka bawah 61cm Panjang 100cmdan Panjang dari rangka atas 149cm lebar 61cm.
3. Sistem pengontrolan suhu mempunyai 4 AC Light dimmer PWM Module yang di hubungkan ke Arduino Mega 2560 pada pin 4,5,6, dan 7 sebagai input PWM, pin 2 sebagai pin Z-Cserta pin 1VCC dan GND.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada seluruh staf Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali atas segala bantuannya selama penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] BPS Provinsi Bali, 2021. “Provinsi Bali dalam angka” <https://bali.bps.go.id>.
- [2] Tahiru, Devid Deny, dkk., 2019, “Karakteristik Performansi Suhu Ruang Pengereng Hibrida Pada Proses Pengerengan Bawang Merah”, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 8, no.2.
- [3] Balitbang Kementerian Pertanian, 2015.
- [4] Zamharir, Sukmawaty, Asih Priyati, 2016, “Analisis Pemanfaatan Energi Panas Pada Pengerengan Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Dengan Menggunakan Alat Pengereng Efek Rumah Kaca (ERK)”, Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol.4, No. 2.
- [5] Islami, Amalia, Murad, Asih P., 2017, “Karakteristik Pengerengan Bawang Merah (*Alium Ascalonicum*. L) Menggunakan Alat Pengereng ERK (Greenhouse)”, Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol.5, No.1.
- [6] Bagher, AM., Mirzaei Mahmoud Abadi Vahid, Mirhabibi Mohsen, 2015, “Types of Solar Cells and Application”, American Journal of Optics and Photonics, vol. 3(5): 94-113.
- [7] Kango, Riklan, Hadiyanto, Suhaedi, Ihsan, 2021, “Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Fasilitas Bangku Taman Ruang Terbuka Hijau”, Literasi: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat, Vol.1, No.1.
- [8] Nabila Huwaida K, dkk., 2020, “Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic Drip System”, Electrices, Vol. 2, No. 2.
- [9] Incropera, Frank.P, David P. Dewitt, 2011, “Fundamentals of Heat and Mass Transfer Seventh Edition” John Wiley & Son, New York.
- [10] Arduino.com, 2016. “Arduino Mega” <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>.