

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK PENGERINGAN DAN PENYIMPANAN ALLIUM ASCALONICUM L. (BAWANG MERAH)

Heri Haryanto^{*}, Irma Saraswati, Ceri Ahendyarti dan Abdul rahman
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia
Email: Heri.haryanto@untirta.ac.id

Abstrak

Saat ini Bawang merah merupakan kebutuhan pokok dari masyarakat dan industrin pangan, tetapi terkadang mengalami kendala/krisis akibat persediaan dan kebutuhan pasar tidak seimbang dan menyebabkan harga yang fluktuatif. Pembuatan sebuah alat pengeringan dan penyimpanan dengan sistem *monitoring* temperatur dan kelembaban serta pengaplikasian *thermo electric cooler* (TEC) diharapkan dapat membantu dan mempercepat dalam penanganan bawang merah. TEC dapat menghasilkan suhu panas dan dingin, kemudian diaplikasikan menjadi alat pemanas ruangan dan pendingin ruangan yang bekerja secara bersamaan. Pemanas ruangan berfungsi sebagai media pengeringan bawang merah yang bekerja pada *set point* temperatur 37oC dan kelembaban 30-35% RH. Pendingin ruangan berfungsi sebagai media penyimpanan dan pengawetan bawang merah yang bekerja pada *set point* temperatur 25oC dan kelembaban 70% RH. Proses pengujian dilakukan dengan melihat seberapa besar pengaruh sistem yang dibangun terhadap bawang merah. Hasil pengujian alat terhadap bawang merah pada proses pengeringan selama 2 hari bawang merah mengalami penyusutan massa 2,6%. Kemudian pada proses penyimpanan selama 10 hari bawang merah mengalami penyusutan massa 8,6% serta kondisi bawang merah masih terlihat *fresh*. Sedangkan pada proses konvensional saat pengeringan bawang merah dengan penjemuran selama 3 hari bawang merah mengalami penyusutan massa sebesar 11,3%. Pada proses penyimpanan pada ruangan biasa selama 10 hari dengan kondisi temperatur 29oC dan kelembaban 68% RH bawang merah mengalami penyusutan massa 12,2% dan terjadi pembusukan pada umbi bawang merah.

Kata kunci: Bawang Merah, Thermo Electric Cooler, TEC, Temperatur,Kelembaban

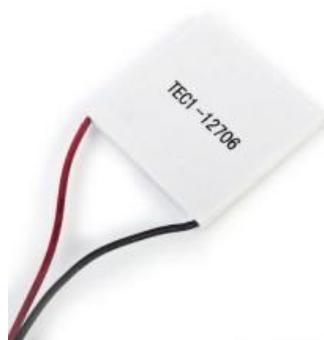
PENDAHULUAN

Bawang merah, merupakan komoditas penting bagi kebutuhan aneka masakan khas Indonesia dan kegunaan lainnya yang luas pemanfaatannya. Kebutuhan yang terus-menerus ini perlu diimbangi dengan persediaannya. Tetapi bahan ini mengalami susut bobot mencapai 25-40% saat pengeringan dan 17% selama penyimpanan. Setiap proses yang dilalui bawang merah ini akan selalu mengalami susut bobot dan kerusakan seperti tumbuhnya tunas dan terjadinya pembusukan, sehingga diperlukan penanganan khusus untuk menekan besar kerugian ini. Dalam penelitian ini akan dibuat alat pendingin dan pemanas dengan memanfaatkan sisi dingin dan sisi panas *Thermo Electric Cooler* (TEC). Untuk memaksimalkan *Thermo Electric Cooler* (TEC) maka pada sistem pendingin ini dilakukan pendinginan menggunakan kipas (fan) sebagai alat bantu sebagai blower heatsink dan coldsink. Pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suhu dingin yang optimal pada sistem pendingin dan pemanas.

LANDASAN TEORI

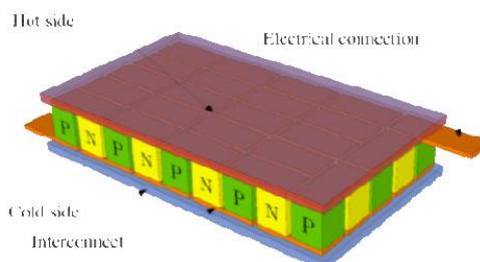
Thermo Electric Cooler (TEC) / Sel Peltier

Elemen peltier atau pendingin termoelektrik (*thermo electric cooler*) adalah alat yang dapat menimbulkan perbedaan suhu antara kedua sisinya jika dialiri arus listrik searah pada kedua kutub materialnya, dalam hal ini semikonduktor [7,8].



Gambar 1 Elemen peltier TEC [7]

Dalam hal refrigerasi, keuntungan utama dari elemen peltier adalah tidak adanya bagian yang bergerak atau cairan yang bersirkulasi, dan ukurannya kecil serta bentuknya mudah direkayasa. Sedangkan kekurangannya terletak pada faktor efisiensi daya yang rendah dan biaya perancangan sistem masih relatif mahal. Namun, kini banyak peneliti yang sedang mencoba mengembangkan elemen peltier yang murah dan efisien.[8]



Gambar 2. Struktur elemen peltier [8]

Gambar 3 menunjukkan elemen peltier tersusun atas serangkaian dua tipe semikonduktor (tipe p dan tipe n) yang dihubungkan secara seri. Pada setiap sambungan antara dua tipe semikonduktor tersebut dihubungkan dengan konduktor yang terbuat dari tembaga. Interkoneksi konduktor tersebut diletakan masing-masing dibagian atas dan dibagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian atas ditujukan untuk membuang kalor dan konduktor bagian bawah ditujukan untuk menyerap kalor. Pada kedua bagian interkoneksi ditempelkan plat terbuat dari keramik. Pelat ini bertujuan untuk memusatkan kalor yang berasal dari konduktor.[8]

Elemen peltier yang sedang mengalirkan arus listrik dan menimbulkan perbedaan suhu pada kedua interkoneksi. Pada interkoneksi yang dialiri arus dari arah semikonduktor tipe n ke tipe p akan menyerap kalor atau dengan kata lain menjadi dingin. Sedangkan, interkoneksi yang dialiri arus dari arah semikonduktor tipe p ke tipe n akan membuang/mendisipasi kalor atau dengan kata lain menjadi panas. Interkoneksi antara semikonduktor pada elemen peltier terbuat dari konduktor yang menyebabkan arus dapat mengalir dalam kedua arah, berbeda dengan dioda yang interkoneksinya (depletion layer) hanya membuat arus mengalir dalam satu arah.[8]

Tabel 1 Performance specifications [9]

Hot side temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	43	49
Delta Tmax (°C)	66	75
I_{max} (Amp)	5.3	5.3
V_{max} (Volts)	14.2	16.2
Module resistance (Ohms)	2.40	2.75

Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik, apalagi digandeng dengan kemampuan mikrokontroler. Produk dengan kualitas terbaik, respon pembacaan yang cepat, dan kemampuan anti-interference, dengan harga yang terjangkau.[5]



Gambar 4. DHT11

DHT11 menggunakan teknik Digital Signal Acquisition dan teknologi penginderaan suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keandalan tinggi dan stabilitas jangka panjang yang baik. Sensor ini mencakup komponen pengukuran kelembaban resistif dan komponen pengukuran suhu NTC yang terhubung pada mikrokontroler 8 bit sehingga menawarkan kualitas yang baik, respon cepat dan kemampuan anti gangguan.[6]

DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu suhu atau kelembaban, maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. Ukurannya yang kecil, dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.[5]

Tabel 2 Spesifikasi DHT11 [6].

Item	Measurement range	Humidity accuracy	Resolution	package
DHT11	20-90%RH 0-50°C	± 5%RH ± 2°C	1	4 pin single row

METODELOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini membahas tentang rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban untuk pengeringan dan penyimpanan allium ascalonicum l. (bawang merah). Objek penelitian ini menggunakan bawang merah dengan harapan dapat bermanfaat bagi masyarakat. Karena membuat bawang merah memiliki daya simpan lebih lama dan lebih baik. Alat pendingin dan pemanas ini akan menggunakan *Thermo Electric Cooler* (TEC) sebagai komponen utamanya. TEC memiliki kemampuan efek perbedaan suhu yang dapat menghasilkan suhu dingin dan suhu panas disisi-sisinya sehingga peneliti memiliki gagasan dalam menggunakan kemampuan tersebut. Alat pendingin akan membuat bawang merah

memiliki daya simpan jauh lebih lama dan lebih baik dibanding dengan proses penyimpanan tradisional. Alat pemanas dapat membantu pengeringan bawang merah dalam proses curing yang biasanya dilakukan diawal panen.

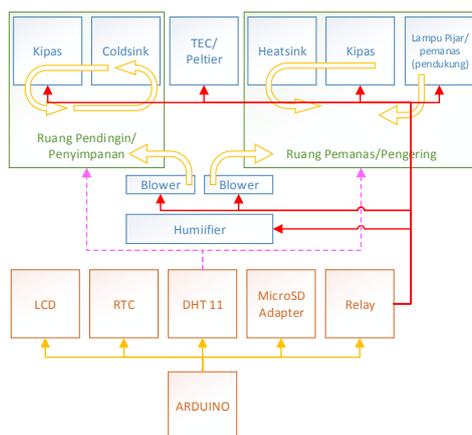
Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen berupa *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak) untuk mendukung perancangan sistem pada penelitian. Instrumen *hardware* yang digunakan pada penelitian ini ada 2 macam, yaitu *hardware* dengan kelistrikan dan *hardware* pendukung. *Hardware* dengan kelistrikan terdiri dari *thermo electric cooler* (TEC) , *heatsink* (sisi bagian panas), *coldsink* (sisi bagian dingin), *blower* (kipas), *power supply*, *thermal paste*, *humidifier* (pengkabut), arduino, sensor DHT11, LCD, RTC, *microSD adapter*, *relay*, dan *power supply*. Dan *hardware* pendukung terdiri dari papan triplek, *styrofoam*, *aluminium foil*, rangka kulkas, multimeter, termometer digital. Sedangkan pada instrumen *software* hanya terdiri dari program arduino akan menjalankan program pemantauan suhu dan kelembaban pada masing-masing ruangan (pendingin dan pemanas) yang akan terpantau lewat LCD 16x2 dibagian depan alat dan akan tersimpan juga pada *microSD* data-data suhu, kelembaban dan waktu. Serta arduino akan mengendalikan dan menjaga suhu dan kelembabannya.

Perancangan Sistem

Pada perancangan alat pendingin dan pemanas ruangan yang akan digunakan untuk media penyimpanan dan pengeringan bawang merah ini menggunakan sebanyak 8 buah *thermo electric cooler* pada saat penelitian. Konsep kinerja pendinginan dari efek peltier yang dihasilkan *thermo electric cooler* adalah penyerapan panas pada bagian sisi *thermo electric cooler* (TEC) yang kemudian panas ini akan dikeluarkan pada sisi *thermo electric cooler* (TEC) lainnya lagi sehingga seperti proses perpindahan panas dari satu sisi ke sisi lain.

perancangan alat ini, untuk system pendinginan terjadi ketika *thermo electric cooler* yang dibantu *coldsink* akan menyerap panas sehingga akan terjadi penurunan suhu pada *coldsink*. *Coldsink* yang menjadi dingin akan dibantu kipas untuk menurunkan suhu ruangan karena mensirkulasikan hasil penurunan suhu pada *thermo electric cooler* (TEC) dan *coldsink* serta membantu dalam penyerapan panas menuju *coldsink* dan *thermo electric cooler* (TEC). Pada sisi lainnya *thermo electric cooler* (TEC) akan menjadi panas, dan panas ini harus dilepaskan agar proses pendinginan dapat bekerja baik. *Heatsink* digunakan untuk membantu pelepasan panas dari *thermo electric cooler* (TEC). Semakin baik panas yang dapat dilepaskan akan semakin baik juga kinerja pendinginan pada sisi sebelumnya. Kipas akan membantu *heatsink* yang menyerap dan melepaskan panas dari *thermo electric cooler* (TEC). Panas yang dilepaskan *heatsink* akan dialihkan ke atas menuju ruang pemanas. Pengeringan bawang merah memanfaatkan akan panas dari *heatsink* sehingga lebih efisien. Selain itu terapat humidifier yang akan menghasilkan kabut yang akan ditujukan untuk menjaga kelembaban pada alat pendingin dan pemanas ini. Dengan pengkabutan yang dilakukan humidifier dimana kabut yang dihasilkan adalah titik-titik uap air. Sehingga titik-titik air pada kabut ini akan dialirkan pada ruangan pendingin atau pemanas yang sedang membutuhkan kelembaban. Perancangan kinerja sistem pendingin dan pemanas alat dapat dilihat dengan blok diagram gambar 5.



Gambar 5 Block Diagram Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor DHT11

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik dan telah terkalibrasi dengan benar. Pengujian dilakukan dengan melihat respon pembacaan sensor terhadap perubahan suhu dan kelembaban yang terjadi disekitar sensor. Pengambilan data dilakukan setiap 1 menit sekali selama 10 menit. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan dan menyesuaikan data pengukuran suhu dan kelembaban yang diperoleh dari sensor DHT11 terhadap *HUMIDITY LOGGER* HIOKI LR5001. Serta untuk mengetahui persen kesalahan yang terjadi pada sensor DHT11. Berikut ini adalah hasil pengujian sensor DHT11 untuk pengukuran suhu dan kelembaban yang dibandingkan dengan pembacaan *Humidity logger*.



Gambar 6 Humidity logger HIOKI LR5001

Dari semua hasil pengujian sensor DHT11 menunjukkan bahwa pengukuran sensor terhadap suhu dan kelembaban memiliki eror yang cukup kecil tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan *Humidity logger* HIOKI LR5001. Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT11 yang digunakan pada sistem ini telah terkalibrasi dan dapat digunakan untuk proses monitoring suhu dan kelembaban di dalam ruangan alat pengeringan dan penyimpanan bawang merah

No	Sensor 2		Sensor 3		Sensor 4		Sensor 5		Sensor 6	
	Temperature (°C)	Humidity (%)								
1	31,5	70,5	30,5	72,5	30,5	72,5	28,5	70,5	28,5	70,5
2	31,5	70,5	30,5	72,5	31,5	71,5	28,5	69,5	28,5	70,5
3	30,5	70,5	30,5	72,5	30,5	72,5	28,5	69,5	28,5	70,5
4	29,5	70,5	30,5	72,5	31,5	71,5	28,5	69,5	28,5	70,5
5	31,5	68,5	30,5	72,5	31,5	71,5	28,5	70,5	28,5	70,5
6	31,5	69,5	31,5	70,5	31,5	70,5	28,5	70,5	28,5	70,5
7	30,5	70,5	30,5	72,5	31,5	71,5	28,5	70,5	28,5	70,5
8	31,5	69,5	30,5	71,5	31,5	70,5	28,5	69,5	28,5	70,5
9	31,5	68,5	30,5	72,5	31,5	70,5	28,5	69,5	28,5	70,5
10	31,5	69,5	31,5	71,5	31,5	70,5	28,5	70,5	28,5	70,5
Error (%)	2,17	2,37	1,22	0,72	1,97	1,19	1,72	0,71	1,72	1,28

Gambar 7. Gambar Tabel pengujian Sensor Temperatur dan Humidity

Pengujian TEC

Pengujian TEC ini perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja efek perbedaan suhu TEC. Pengukuran dilakukan dengan data suhu pada coldsink, heatsink maupun ruangan. Pengujian TEC menggunakan 8 buah TEC dengan beberapa percobaan. Kemampuan TEC dapat dipengaruhi oleh beberapa macam seperti cara merangkai rangkaian TEC (seri, paralel, dan campuran), cara menyusun TEC (casecade/tumpuk), kemampuan pelepasan panas TEC, dan kondisi suhu diluar TEC. Berikut beberapa percobaan untuk mengetahui kemampuan TEC. Pengujian terhadap penurunan suhu pada TEC serta besar arus yang mengalir setelah TEC disupply dengan tegangan 12V. Berikut ini hasil dari pengukuran penurunan suhu pada coldsink dan arus TEC. Selanjutnya percobaan pengukuran pada suhu ruangan pendingin dan pemanas. Pada pengukuran ini TEC dikombinsai dengan 2-2-2-2. Berikut perubahan suhu selama 10 menit tercatat pada tabel 3 . Dalam waktu 10 menit pada ruang pendingin diperoleh suhu sebesar 25,5°C dan ruang pemanas memperoleh suhu 31,5 °C. Suhu ± 25 °C adalah suhu yang dapat diperoleh pada ruangan tersebut yang dihasilkan TEC untuk digunakan sebagai media penyimpanan bawang merah. Tetapi suhu tersebut dapat berubah naik ataupun turun bergantung pada kondisi suhu diluar. Jika suhu diluar cukup tinggi semisal siang hari maka suhu ± 25 °C akan sulit diperoleh walau masih dapat tercapai, tetapi ketika menjelang malam hari suhu ruangan dapat lebih rendah sehingga lebih dingin.

Tabel 3 Pengukuran suhu pada pendingin dan pemanas oleh TEC

Waktu	Suhu Pendingin °C	Suhu Pemanas °C
0	27,2	27,3
1	26,9	27,9
2	26,4	28,7
3	26,2	29,5
4	25,9	29,9
5	25,9	30,5
6	25,6	30,8
7	25,6	30,9
8	25,5	31,1
9	25,6	31,4
10	25,5	31,5

Sedangkan suhu pada ruang pemanas memperoleh 31,5 °C. Suhu tersebut serupa dengan suhu pada siang hari dimana proses pengeringan bawang merah secara tradisional dilakukan. Jika pada suhu tersebut digunakan sebagai media pengeringan bawang merah walaupun suhu panasnya masih cukup hanya berpengaruh pada lama waktu proses pengeringan bawang merah. Karena suhu terik matahari siang hari dapat mencapai 35 °C dan pada alat dryer menggunakan suhu 39 °C. Suhu pada alat pemanas yang dihasilkan TEC masih kurang dan belum mencapai suhu seperti pada alat dryer. Sehingga pemanas ini membutuhkan panas tambahan untuk menaikkan suhunya. Penggunaan panas pada lampu pijar diharapkan dapat menaikkan suhu pada ruangan alat pemanas. Sedangkan penentuan penggunaan lampu pijar dapat ditentukan dengan percobaan pada beberapa lampu pijar.

Pengujian Alat

Pengujian pada penelitian ini menggunakan bawang merah sebagai objek. Sebanyak 3 kg bawang merah disiapkan dan dibagi menjadi 6 bagian sehingga tiap bagian terdiri dari ½ kg bawang merah. Bawang merah tersebut akan dipisahkan pada wadah-wadah terpisah, sehingga dapat diletakan pada 3 posisi berbeda yaitu pada alat pemanas, alat pendingin dan diluar alat (tanpa alat). Selain itu pada tiap posisi penempatan terdapat perbedaan kondisi yaitu bawang merah yang sudah terkupas dan bawang merah yang belum terkupas kulitnya.



Gambar 8 Persiapan dan pemisahan bawang merah

Pengujian pada penelitian ini dimulai pada tanggal 21 juli 2019 dan akan diperiksa tiap 3 hari dengan melihat dan mencatat pengaruh pada bawang merah selama pengujian seperti warna, bentuk, berat, suhu, dan kelembaban. Dari data-data pengujian dan pengamatan tersebut dikumpulkan menjadi satu sehingga terbentuk data sebagai berikut.

Tabel 4. Pengukuran penyusutan berat bawang merah

Kondisi	Berat (selisih) gram					
	21 juli	24 juli	27 juli	30 juli	2 agustus	Total Susut
Pemanas						
Bawang kupas	440	363 (-77)	341 (-22)	324 (-17)	311 (-13)	-129
Bawang utuh	498	481 (-43)	468 (-13)	454 (-14)	443 (-11)	55
Pendingin						
Bawang kupas	451	397 (-54)	382 (-15)	368 (-14)	352 (-16)	-99
Bawang utuh	481	468 (-13)	461 (-7)	451 (-10)	440 (-11)	-41
Tanpa alat						
Bawang kupas	409	345 (-64)	325 (-20)	311 (-14)	298 (-13)	-111
Bawang utuh	447	436 (-11)	425 (-11)	416 (-9)	405 (-11)	-42

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada penelitian telah diperoleh kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini berhasil mengaplikasikan kemampuan efek peltier dari *thermo electric cooler* dalam menghasilkan perbedaan temperature panas dan dingin, pada sisi dingin TEC digunakan pada ruang pendingin atau *cooler* sebagai ruang pendingin dan media pengawetan, sedangkan pada sisi panas TEC digunakan pada ruang pemanas atau *dryer* sebagai ruang pemanas dan media pengeringan.
2. Penggunaan 8 buah TEC 12706 yang disusun secara kombinasi dengan rangkaian tersebut cukup mudah dan cepat dalam menurunkan temperatur ruangan serta temperatur pula cukup stabil dan daya yang digunakan TEC sebesar 72,31 W.
3. Perbandingan kondisi bawang merah setelah penyimpanan, pada penggunaan *cooler* hasil bawang merah terlihat warna lebih cerah, penyusutannya lebih kecil hanya 43 gram sedangkan dengan tanpa *cooler* atau cara konvensional mengalami penyusutan 61 gram serta terjadi pembusukan 2 umbi bawang merah.
4. Perbandingan proses pasca panen bawang merah menggunakan *dryer* lebih cepat tercapai, dan penyusutannya pun lebih sedikit yaitu 40 gram dibandingkan dengan proses menggunakan cara penjemuran konvensional mengalami penyusutan sebesar 73 gram.
5. Kondisi *cooler* berada pada 25° C dan 70%, sedangkan pada *dryer* berada pada 37°C dan 35%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Komar. Nur, S. Rakhmadiono, Kurnia. Lina "Teknik Penyimpanan Bawang Merah Pasca Panen Di Jawa Timur" Teknologi Pertanian
- [2] eBookPangan.com "Khasiat Dan Pengolahan Bawang (Teori Dan Praktek)" 2006
- [3] Mutia. A Khairun, Purwanto. Y Aris, Pujantoro. Litik "Perubahan Kualitas Bawang Merah (*allium Ascalonicum L.*) Selama Penyimpanan Pada Tingkat Kadar Air dan Suhu yang Berbeda" Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Institut Pertanian Bogor
- [4] Adiptya. Muhammad Yan Eka, Wibawanto. Hari "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8" Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang Adiptya. Muhammad Yan Eka, Wibawanto. Hari "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8" Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang

- [5] Santosa. Nurhadi Budi “Mengenal Thermo-Electric (Peltier)” Widyaiswara PPPPTK BOE Malang
- [6] Umboh R, Wuwung. JO, Kendek Allo. E “Perancangan Alat Pendinginan Portabel menggunakan Elemen Peltier” Jurusan teknik elektro UNSRAT
- [7] Umboh R, Wuwung. JO, Kendek Allo. E “Perancangan Alat Pendinginan Portabel menggunakan Elemen Peltier” Jurusan teknik elektro UNSRAT
- [8] Ahsani. Munib, Prijo Budijono. Agung “Rancang Bangun Pendingin Ruangan Portable dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada Thermo Electric Cooler (TEC)” Jurusan teknik mesin. Universitas Negeri Surabaya. 2015
- [9] Akhmal. M, Aziz. Azridjal “Pengaruh Jumlah Cascade dan Input Daya Terhadap Temperatur Thermoelectric Cooling Box Portable” Jurusan teknik mesin. Universitas Riau
- [10] Wijaya. Alexander, Soenoko. Rudy, Wahyudi. Slamet “Pengaruh Rangkaian Seri-Paralel Sel Peltier dan Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik yang Dihasilkan Sel Peltier” Jurusan teknik mesin. Universitas Brawijaya
- [11] Tulak. Aden “Teg dengan 7 Termoelektrik Rangkaian Seri Untuk Charger Handphone” Program Studi Teknik Mesin Fakultas Saint dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. 2013.