



## PROTOTYPE SISTEM PENDINGIN LARUTAN NUTRISI PEMBIBITAN PADA HIDROPONIK BERBASIS *TERMOELECTRIC COOLER* (TEC)

Asep Nusantara Trilaksono<sup>1</sup>, \*Rasional Sitepu<sup>2</sup>, Widya Andyardja<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya ; Jl. Kalijudan no.37 Surabaya, 60114,

Telp : 031-3891264, Fax : 031-3891267

\*e-mail : [rasional@ukwms.ac.id](mailto:rasional@ukwms.ac.id)

### ABSTRAK

Menjaga suhu nutris sangat diperlukan dalam proses pembibitan pada tanaman hidroponik untuk menghasilkan bibit yang baik. Suhu yang sesuai untuk pembibitan adalah suhu rendah dibawah suhu 30°C agar kadar oksigen terlarut dalam cairan nutrisi tidak berkurang karena suhu yang tinggi. Pada umumnya suhu yang diperlukan adalah berkisar antara 18 hingga 33°C. Pada saat ini carayang sering digunakan untuk melakukan pembibitan hidroponik adalah dengan menggunakan aerator untuk menjaga suhu nutrisi agar tidak terlalu tinggi dan box Styrofoam sebagai bahan untuk wadah nutrisi pada saat pembibitan. Pada tugas akhir ini akan dibuat alat untuk mendinginkan suhu nutrisi pada saat pembibitan agar tetap di suhu yang rendah dengan memodifikasi box untuk pembibitan dengan menambahkan peltier. Dimana suhu yang diinginkan dapat diatur dengan mikrokontroler untuk suhu pendinginan yang diinginkan menyesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Diharapkan hasil dari penelitian dapat membantu untuk menghasilka bibit tanaman hidroponok yang baik sebelum dipindahkan pada media untuk pertumbuhan.

**Kata kunci:** pembibitan, suhu, peltier mikrokontroller

### I. Pendahuluan

Pembibitan merupakan salah satu proses yang penting dalam penanaman tanaman hidroponik. Dalam pembibitan salah satu factor yang menentukan hasil pembibitan yang baik adalah suhu yang tepat. Secara umum suhu yang diperlukan untuk melakukan pembibitan adalah berkisar antara 18°C hingga 33°C. suhu yang rendah digunakan agar oksigen terlarut dalam nutrisi tidak berkurang karena penguapan pada suhu lebih dari 30°C.

Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut akan dilakukan modifikasi pada media pembibitan hidroponik dengan melakukan pemasangan termoelektrik cooler. Termoelektrik digunakan untuk menurunkan suhu pada wadah nutrisi. Suhu tersebut dapat pula diatur dengan menggunakan mikrokontoler agar bisa menyesuaikan dengan jenis tanaman yang akan di tanam.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem membuat suatu sistem pendinginan nutrisi pada akar tumbuhan hidroponik menggunakan Termoelektrik Cooler (TEC)”.

### II. Landasan Teori

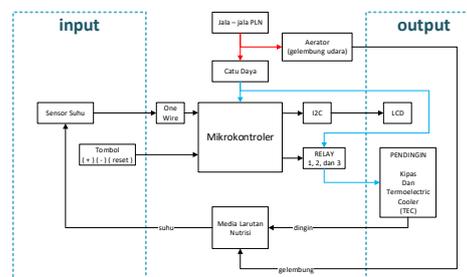
#### a. Sistem secara keseluruhan

Sistem secara keseluruhan terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian elektronika untuk sistem kontrolnya dan bagian pendinginannya. Diagram blok sistem kontrol dari alat dapat dilihat pada gambar 1

Dari diagram blok diagram dapat dilihat bahwa catu daya akan mendapat input dari jala-jala listrik PLN 220VAC. Catu daya akan menghasilkan tegangan +12V untuk men-supply rangkaian *driver relay*, mikrokontroler dan sensor. Selain itu tegangan 220VAC juga men-supply aerator.

Sensor DS18B20 digunakan untuk mendeteksi suhu dalam larutan nutrisi. Sensor akan mengirim data hasil pembacaan sebagai inputan ke mikrokontroler dalam bentuk input sinyal digital.

Proses selanjutnya, mikrokontroler akan memproses sinyal inputan DS18B20 dengan membandingkan data yang diterima terhadap set suhu untuk menyalakan dan mematikan pendingin. Besar kecilnya suhu akan ditampilkan pada LCD sehingga dapat dipantau.

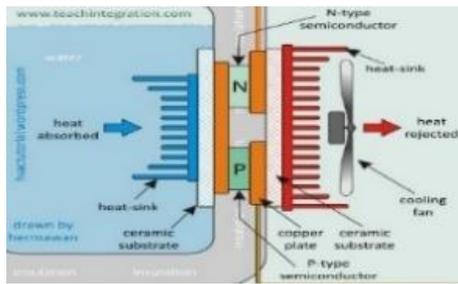


Gambar 1 diagram blok alat

#### b. Perancangan sistem pendingin

Sistem pendingin terdiri dari peltier, heatsink, dan kipas yang dikombinasikan

menjadi satu untuk digunakan menurunkan suhu pada larutan nutrisi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 rangkaian pendingin

Untuk menentukan banyaknya peltier yang dibutuhkan perhitungan kalor yang harus dibuang dari sistem hidroponik. Sistem hidroponik tertutup yang digunakan membutuhkan 16 liter air dengan suhu air maksimal 30°C. dengan asumsi suhu awal larutan mencapai 33°C maka jumlah kalor (Q) yang harus dikeluarkan dari sistem hidroponik tersebut sebesar:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

$$Q = 16kg \times 4200joule/kg^{\circ}C \times (33 - 30)^{\circ}C$$

$$Q = 201600 joule$$

Untuk membuang kalori sebesar 2016.000 joule diset waktu selama setengah jam. Dengan demikian daya yang dibutuhkan adalah sebagai:

$$daya = \left(\frac{Q}{t}\right)$$

$$daya = \left(\frac{201600joule}{1800s}\right)$$

$$daya = 112 joule/s = 112watt$$

Daya peltier yang diperlukan untuk merealisasikan alat ini adalah sebagai berikut:

$$daya peltier = 12V \times 3A$$

$$daya peltier = 36watt$$

Jumlah peltier yang diperlukan untuk merealisasikan alat ini adalah sebagai berikut:

$$jumlah peltier = \frac{daya yang dibutuhkan}{daya peltier}$$

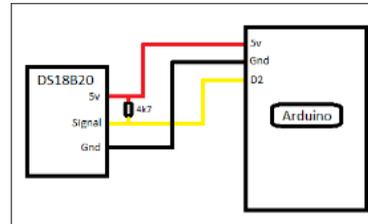
$$jumlah peltier = \frac{112watt}{36watt} \approx 3.1 \approx 4 \text{ buah peltier}$$

c. Power Supply Switching

Rangkaian *power supply* berfungsi sebagai sumber tegangan yang digunakan untuk mensuplai rangkaian-rangkaian lain agar dapat bekerja. Pada sistem ini *power supply* digunakan untuk mensuplai rangkaian sensor, mikrokontroler serta rangkaian *driver*. Untuk mensuplai rangkaian mikrokontroler, peltier, dan kipas dibutuhkan output tegangan sebesar 12V. Dan menggunakan output 5V dari mikrokontroler.

d. Rangkaian Sensor DS18B20

Rangkaian sensor DS18B20 yang digunakan dengan rangkaian *onewire* yang kemudian outputnya berupa data digitan dari pembacaan suhu. Data digital tersebut kemudian akan dimasukkan dalam pin digital dalam seperti pada gambar 3 adalah gambaran untuk rangkaian sensor DS18B20.



Gambar 3 rangkaian DS18B20

e. Rangkaian Mikrokontroler

Arduino yang berguna sebagai pengontrol utama dalam sistem ini yang memproses semua input yang didapat dari sensor dan mengendalikan beberapa jenis output. Pada keseluruhan sistem ini terhitung jumlah pin input output yang dibutuhkan adalah 9 pin. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328p.

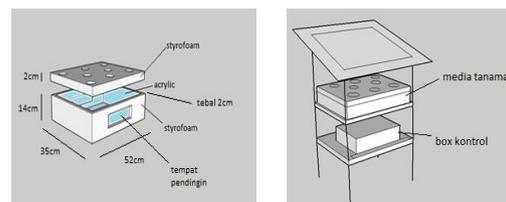
f. Rangkaian Driver

Sistem ini membutuhkan kemampuan untuk dapat mengontrol komponen pendingin secara otomatis. Oleh karena itu sistem ini menggunakan rangkaian *driver* untuk menyalakan kipas dan peltier secara otomatis berdasarkan inputan suhu yang diterima dari mikrokontroler.

Pada sistem ini menggunakan rangkaian driver 3 *channel*, yang tersusun atas 3 buah relay yang dapat digunakan untuk mengontrol 3 *channel* yang berbeda.

g. Perancangan Dimensi Media Tanam

Agar mendapat hasil yang maksimal terdapat beberapa referensi penelitian yang menjadi pedoman dalam penyusunan rancang bangun dari alat ini. Dengan berdasar dari beberapa referensi, maka dirancanglah media tanam hidroponik statis secara konvensional dengan penambahan beberapa modifikasi dan penyempurnaan dalam pengaturan suhu nutrisi seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Media hidroponik

Tabel 1 Spesifikasi Rancang Bangun Konstruksi Alat

Dimensi Wadah Acrylic(panjang x lebar x tinggi)	47.5cm x 30cm x 13cm
Kapasitas air	47.5cm x 30cm x 11cm = 15,6L ≈ 16L
Diameter lubang tanam	5cm
Jarak antar lubang tanam	15cm

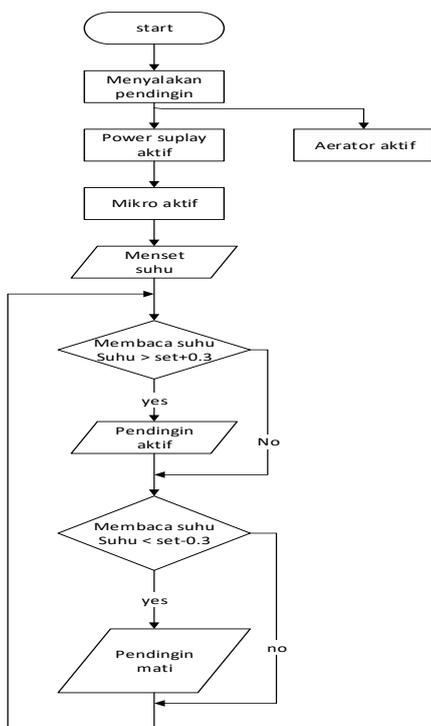
h. Alur Sistem Automasi

Alur kerja sistem automasi pendinginan nutrisi berdasarkan nilai suhu pada hidroponik statis dapat dilihat pada gambar 5..

Sebelum menjalankan sistem automasi, operator harus memastikan pada penampungan bawah campuran larutan nutrisi yang hendak didinginkan telah siap. Kemudian sistem siap untuk dijalankan.

Proses alur kerja alat bermula dari inialisasi LCD, pin i/o dan beberapa variable yang dibutuhkan dalam pemrograman. Dilanjutkan dengan pembacaan sensor DS18B20 yang masuk sebagai inputan Digital internal mikrokontroler. Hasil pembacaan tersebut akan diproses oleh mikroposeosor untuk mengetahui nilai suhunya. Yang kemudian, hasil akhirnya dibandingkan dengan batas nilai yang ditentukan 20 hingga 30 derajat celsius.

Jika nilai suhunya sudah memenuhi suhu yang disetting maka pendinginan akan dihentikan. Tetapi jika hasil pembacaan nilai suhu diatas range yang diinginkan, maka sistem akan menyakan pendingin hingga memenuhi range pendinginan.



Gambar 5 Alur kerja sistem automasi

III. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan membahas tentang pengukuran serta pengujian alat pendingin nutrisi hidroponik dengan sensor suhu DS18B20. Pengujian dan pengukuran yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut:

a. Pengukuran sensor DS18B20

Pengukuran suhu dilakukan dengan memasukkan sensor suhu DS18B20 kedalam gelas yang berisikan air yang sudah dipanaskan dan kemudian diturunkan suhunya untuk diperoleh beberapa sampel penurunan suhu dari 40 °C hingga 20 °C. Berikut merupakan hasil pengukuran suhu air dengan sensor suhu DS18B20 dan termometer digital dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian sensor DS18B20

Termometer (°C)	Sensor DS18B20(°C)	Persen ERROR (%)
20.80	20.56	1.15
25.60	25.50	0.39
30.00	30.56	1.87
35.60	35.19	1.15
40.40	40.31	0.22
%error rata -rata =		0.95

Dari table 4.1Perbandingan thermometer dan sensor DS18B20 memiliki error rata -ratanya sebesar 0.95% sehingga baik untuk digunakan sebagai sensor.

b. Pengukuran daya

Pengukuran pengukuran daya dilakukan pada input AC pada power supply switchingdan output dari supply switching tersebut. PadaSub bab ini membahas mengenai besarnya konsumsi daya yang dibutuhkan pada saat sistem berada pada kondisi stand by(menyalakan mikrokontroler dan aeratot aktif) dan saat beban (peltier dan kipas) aktif.



Gambar 6 Pengukuran wattmeter

Tabel 3. variasi beban alat

Kondisi Sistem	Besar Daya (Watt)
Standby	7,0 W
Semua beban aktif AC	214,8 W
Semua beban aktif DC (peltier dan kipas)	191,0 W

Dari hasil pengukuran di atas Tabel 3 dapat diketahui bahwa konsumsi daya yang diperlukan untuk mendinginkan adalah sebesar 214.8 Watt pada saat semua beban diaktif. Dan untuk daya pendinginannya pada TEC dan kipas membutuhkan daya sebesar 191,0 Watt. Jika alat dalam kondisi standby atau pendingin tidak aktif maka beban yang dibutuhkan adalah sebesar 7Watt. Dengan demikian konsumsi energi yang diperlukan pada media pembibitan hidroponik selama tujuh hari dapat dihitung dengan persamaan energi E(kWh) sebagai berikut:

$$E(kWh) = \frac{P(\text{Watt}) \times t(\text{jam})}{1000}$$

$$E = \frac{214,8\text{watt} \times (24\text{jam} \times 7\text{hari})}{1000} = 36,08 \text{ kWh}$$

c. Pengukuran Suhu Pendingin

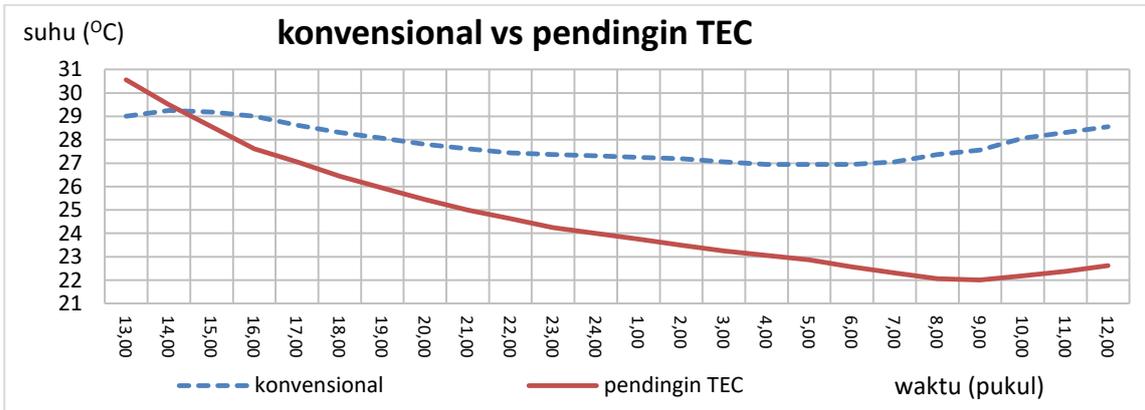
Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil data tiap satu jam pada saat pendingin dinyalakan yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan suhu larutan antara sistem pendingin TEC dan konvensional aerasi (dengan gelembung udara) dapat dilihat pada Tabel 4. Pengukuran diambil dalam waktu 24 jam dan dimulai pada jam yang sama.



Gambar 7 Konvensional (kiri) dan sistem pendingin TEC (kanan)

Tabel 4 Perbandingan suhu dengan sistem pendingin TEC dan konvensional pada

Jam	Suhu sistem konvensional aerasi (°C)	Suhu sistem Pendingin TEC (°C)
13.00	29.00	30.56
14.00	29.25	29.50
15.00	29.19	28.56
16.00	29.00	27.62
17.00	28.62	27.06
18.00	28.31	26.44
19.00	28.06	25.94
20.00	27.81	25.44
21.00	27.62	25.00
22.00	27.44	24.62
23.00	27.37	24.25
24.00	27.31	24.00
01.00	27.25	23.75
02.00	27.19	23.50
03.00	27.06	23.25
04.00	26.94	23.06
05.00	26.94	22.87
06.00	26.94	22.56
07.00	27.06	22.31
08.00	27.37	22.06
09.00	27.56	22.00
10.00	28.06	22.19
11.00	28.31	22.37
12.00	28.56	22.62



Gambar 8 Grafik Perbandingan suhu dengan sistem pendingin TEC dan konvensional

Gambar 8 merupakan grafik hasil perbandingan suhu air yang didinginkan dengan metode pendingin TEC dan metode konvensional dengan aerasi. Dari Gambar 4.6 dapat ditunjukkan bahwa perbedaan suhu yang dihasilkan sekitar 5 °C, di mana suhu terendah yang diperoleh pada metode konvensional berkisar pada 27 °C dan pada metode pendingin TEC berkisar pada 22 °C.

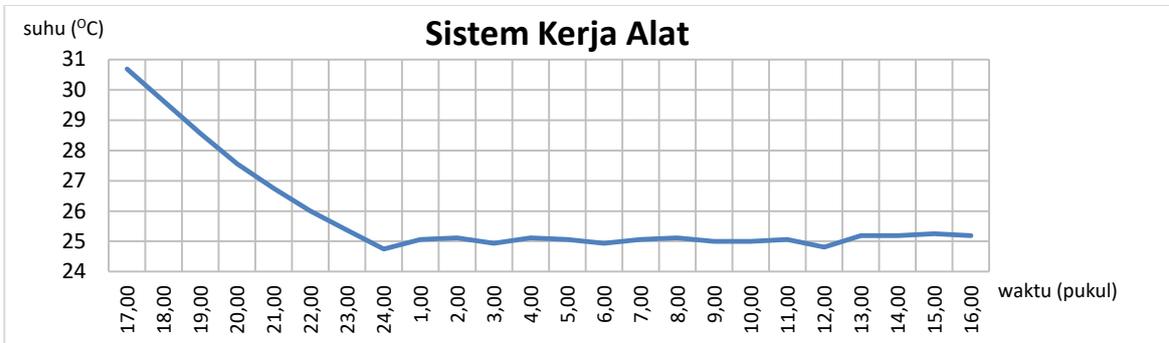
d. Pengujian sistem kerja alat

Pengujian sistem kerja alat bertujuan untuk mengetahui jalannya alat saat digunakan. Pendinginan larutan nutrisi dilakukan dengan menggunakan suhu set 25°C. Berikut hasil pengukuran suhu tiap jamnya dapat dilihat pada tabel 5.

Table 5. Pengujian Sistem Kerja Alat

Jam pengukuran	Suhu (°C)	Kondisi pendingin
17.00	30.69	ON
18.00	29.62	ON
19.00	28.56	ON
20.00	27.56	ON
21.00	26.75	ON
22.00	26.00	ON
23.00	25.37	ON
24.00	24.75	ON
01.00	25.06	OFF
02.00	25.12	OFF

03.00	24.94	ON
04.00	25.12	OFF
05.00	25.06	ON
06.00	24.94	ON
07.00	25.06	OFF
08.00	25.12	OFF
09.00	25.00	ON
10.00	25.00	ON
11.00	25.06	OFF
12.00	24.81	ON
13.00	25.19	OFF
14.00	25.19	OFF
15.00	25.25	OFF
16.00	25.19	ON



Gambar 9 grafik suhu air pada suhu 25°C

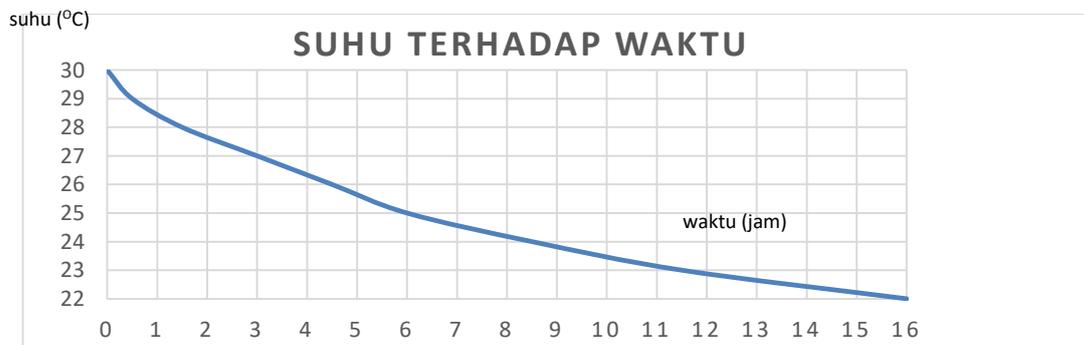
Gambar 9 merupakan grafik pengukuran sistem pendingin yang diset pada suhu 25°C. Dapat dilihat bahwa alat dapat bekerja dan menjaga suhu stabil sesuai dengan suhu yang ditentukan dari tabel 4.4 juga dapat dilihat kondisi alat untuk menjaga suhu sesuai dengan set yang ditentukan.

e. Pengujian Sistem Kerja Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang diperlukan oleh alat untuk melakukan pendinginan. Hasil pengaturan tersebut dapat dilihat pada layar LCD yang telah disediakan. Kemudian alat akan melakukan pendinginan dari suhu 30°C hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 6.

Table 6 Durasi pendinginan

Set suhu (°C)	Durasi penurunan suhu(Jam)
30	Suhu awal
29	0.5
28	1.5
27	3
26	4.5
25	6
24	8.5
23	11.5
22	16



Gambar 10 pengukuran waktu pendinginan

Gambar 10 merupakan merupakan grafik pengukuran waktu pendinginan. Dapat dilihat bahwa semakin rendah suhu yang ditentukan maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tersebut.

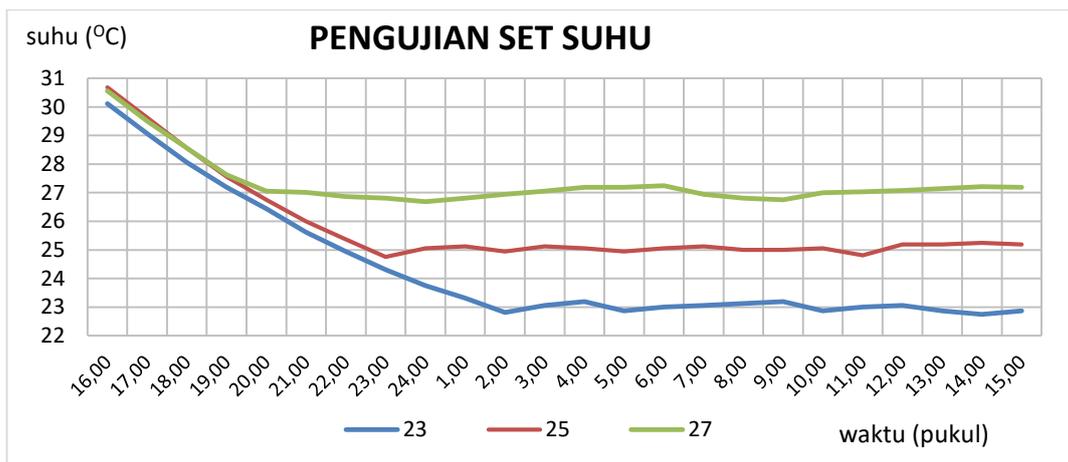
f. Pengujian sistem pada set suhu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa sistem otomatis pada alat dapat digunakan digunakan untuk menjaga kondisi suhu pada larutan nutrisi sesuai dengan set suhu yang telah di tentukan. Dimana alat akan menjaga suhu dengan rentang suhu  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$  dari suhu yang telah diset pada alat dapat dilihat pada tabel 7.

Table 7Set pada suhu 27°C, 25°C, dan 23°C

Jam pengukuran	Suhu ( 27°C)	Suhu (25°C)	Suhu ( 23°C)
16.00	30.56	30.69	30.12
17.00	29.50	29.62	29.06
18.00	28.56	28.56	28.06
19.00	27.62	27.56	27.19
20.00	27.06	26.75	26.44
21.00	27.01	26.00	25.62
22.00	26.87	25.37	24.94

23.00	26.81	24.75	24.31
24.00	26.69	25.06	23.75
01.00	26.81	25.12	23.31
02.00	26.94	24.94	22.81
03.00	27.06	25.12	23.06
04.00	27.19	25.06	23.19
05.00	27.19	24.94	22.87
06.00	27.25	25.06	23.00
07.00	26.94	25.12	23.06
08.00	26.81	25.00	23.12
09.00	26.75	25.00	23.19
10.00	27.00	25.06	22.87
11.00	27.03	24.81	23.00
12.00	27.08	25.19	23.06
13.00	27.15	25.19	22.87
14.00	27.21	25.25	22.75
15.00	27.19	25.19	22.87



Gambar 11 pengukuran dengan setsuhu

Dari gambar 11 merupakan grafik pengukuran suhu dengan set yang telah ditentukan. Dapat dilihat bahwa alat dapat menjaga suhu larutan sesuai set suhu.

**IV. Kesimpulan**

Pada bab ini akan disimpulkan beberapa hal yang dapat diambil dari pengukuran, serta pengujian pada sistem pendingin larutan nutrisi pada hidroponik statis.

1. Sistem pendingin berbasis Termoelectric cooler telah dapat direalisasikan.

2. Durasi untuk mencapai set suhu lebih lama jika dibandingkan dengan pendingin Freon.
3. Daya yang dibutuhkan oleh sistem pendingin TEC yang dirancang sebesar 214.8watt. Maka jika digunakan untuk proses pembibitan hidroponik selama tujuh hari dengan set suhu 20OC membutuhkan energi sebesar 36.08 kWh.
4. Suhu yang dihasilkan oleh sistem pendingin TEC bisa lebih rendah dibandingkan dengan pendingin nutrisi berbasis gelembung namun daya listrik pendingin TEC lebih besar.

#### Daftar pustaka

1. Putra, Darma. 2017. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembaban Tanah Rumah Kaca Pada Budidaya Tanaman Cabe Menggunakan Metoda Fuzzy". Jurusan Teknik Elektro Program Studi D4 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Padang
2. Anjeliza, Rispa Yeusy dkk. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau Pada Berbagai Desain Hidroponik. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
3. Nurhadi Budi Santosa, 2014, "Termoelektik peltier", <http://www.vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menutuama/listrik-electro/1292-mengenal-thermo-electric-peltier>, diakses tanggal 2 februari 2018.
4. Rabia Edra, 2015, "rumus kalor", <http://rumusrumus.com/rumus-kalor/>, diakses tanggal 15 Januari 2018.
5. Syukri Mahdi dkk. 2016. Prototipe Pengukuran Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Dalam Satu Hunian Berbasis Arduino Uno R3 Dan Gsm Shield Sim900. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
6. Wibowo Hary. 2008. Studi Banding Konduktifitas Panas Antara Gabus (Styrofoam) Dengan Sekam Padi. Jurnal Jurusan Teknik Mesin, FTI, IST AKPRIND Yogyakarta. "[http://repository.akprind.ac.id/sites/files/conference-paper/2008/wibowo\\_20119.pdf](http://repository.akprind.ac.id/sites/files/conference-paper/2008/wibowo_20119.pdf)"