

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKNIK PENYIRAMAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO

Chairil Ardin¹, Andra Pratama Karsal¹, Tan Suryani Sollar², Maryantho Masarrang²

¹⁾ Mahasiswa Teknik Elektro, ²⁾ Dosen Teknik Elektro

Program Studi SI Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

E-Mail : *chairil.ardin95@gmail.com*

E-Mail : *andra.pratama22@gmail.com*

ABSTRACT

Hydroponics is a planting technology that utilizes water without using soil as a growing medium by emphasizing the fulfillment of nutritional needs for plants, the temperature of plant nutrients and watering techniques used. This research aims to design a system to control NFT (Nutrient Film Technique), DFT (Deep Flow Technique) and Ebb and Flow techniques and control the temperature of nutrients water and monitor nutritional water requirements. The result of the research shows that the design of hydroponic plant watering system has been developed. In the Ebb and Flow hydroponics system the process of administering the nutrient solution using a timer while the water temperature of the nutrients is kept optimum 18°C to 28°C using DS18B20 temperature sensor and chiller. While monitoring water level nutrition using water level sensors and GSM module. The GSM module sends a message when the water level of the nutrient reaches a certain level in the reservoir and the alarm will give notice of buzzer when the nutrient water is at low level.

Keywords: Control system of hydroponic plant watering technique, Water Level Sensor, Temperature Sensor DS18B20, Chiller.

I. PENDAHULUAN

Kondisi lingkungan di perkotaan semakin tidak memungkinkan untuk melakukan kegiatan tani konvensional, yang membutuhkan area menanam di atas permukaan tanah yang cukup luas. Peristiwa tersebut memicu kegiatan urban farming terjadi, tapi metode penanamannya selektif disebabkan penyesuaian dengan kondisi lingkungan di daerah perkotaan. Metode penanaman pada urban farming adalah metode penanaman modern yang tidak menggunakan tanah (soilless) sebagai media tanam dan ramah lingkungan misalnya hidroponik yang menggunakan air sebagai media tanam.

Terdapat beberapa macam teknik penyiraman tanaman hidroponik, tergantung jenis tanaman yang ingin di tanam. Setiap jenis teknik penyiraman tanaman hidroponik memiliki prinsip dan kerja yang berbeda, sehingga mengharuskan petani hidroponik merubah perangkat hardware untuk setiap jenis tanaman yang berbeda. Hal ini tentunya relatif mahal dari segi waktu maupun biaya, apalagi sistem yang digunakan masih manual.

Selain masalah tersebut masalah lain yang biasa dijumpai dalam bercocok tanam hidroponik adalah suhu air nutrisi tanaman yang terlalu panas sehingga menyebabkan tanaman akan kehilangan banyak energi serta kebutuhan air nutrisi pada bak penampungan yang tidak terkontrol sehingga akan membuat tanaman mudah kekurangan nutrisi.

Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan suatu alat yang dapat melakukan fungsi untuk mengontrol beberapa teknik penyiram tanaman hidroponik . Dalam hal ini penulis akan mengontrol tiga teknik penyiraman tanaman hidroponik yaitu NFT (Nutrient Film Technique), DFT (Deep Flow Technique) dan Ebb and Flow.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Hidroponik

Hidroponik merupakan budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah (soilless). Hidroponik berasal dari kata "Hydroponic", yang di dalam bahasa Yunani terbagi menjadi dua kata, yaitu hydro dan ponous. Hydro berarti air dan ponous berarti

kerja. Sesuai arti tersebut, maka bertanam secara hidroponik merupakan teknologi bercocok tanam yang menggunakan air, nutrisi, dan oksigen.

Pada budidaya hidroponik, semua kebutuhan nutrisi diupayakan tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman. Selain nutrisi tanaman, suhu larutan nutrisi yang ideal juga sangat penting dalam hidroponik. Tanaman membutuhkan suhu larutan nutrisi hidroponik di atas 18°C dan dibawah 28°C. Suhu larutan nutrisi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tingkat oksigen terlarut menurun. Bahkan, jika suhu larutan cukup panas, oksigen terlarut bisa hilang sama sekali. Selain itu, suhu tinggi pada larutan nutrisi secara signifikan dapat menghambat pertumbuhan tanaman [1].

Jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan teknik hidroponik adalah jenis sayuran (baik daun dan buah, seperti bayam, pakcoy, sawi, kangkung, tomat, cabai, paprika), jenis tanaman bunga, tanaman buah; seperti melon, strawberry, bahkan sampai dengan tanaman obat untuk keluarga; seperti binahong, pegagan, sendok-sendokan.. Ada beberapa jenis teknik dalam penyiraman hidroponik yaitu:

a. NFT (Nutrient Film Technique)

Cara bercocok tanam hidroponik dengan teknik NFT adalah dengan menempatkan akar tanaman pada aliran nutrisi yang dangkal sehingga tidak terendam sepenuhnya. Dengan begitu, maka tanaman akan memperoleh nutrisi berupa nutrisi dan oksigen secara optimal.

b. DFT (Deep Flow Technique)

DFT atau Deep Flow Technique memiliki prinsip yang hampir sama dengan NFT perbedaannya hanya pada kedalaman air nutrisi, pada hidroponik DFT air yang dialirkan dalam pipa lebih dalam, sekitar 5cm, ½ atau ¼ bagian pipa. Artinya ada air yang tergenang dalam pipa tidak seperti NFT yang semua air nutrisinya selalu mengalir, tidak tergenang. Output aliran nutrisi DFT dibuat agak tinggi, jadi air nutrisi baru akan mengalir sampai batas output nya.

c. Pasang Surut (Ebb & Flow)

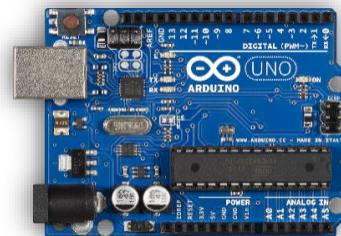
Teknik pasang surut merupakan cara bercocok tanam hidroponik yang menganut sistem kerja dengan membanjiri wadah

penampung berisikan tanaman dengan air yang mengandung unsur hara atau nutrisi selama periode waktu tertentu antara 5 menit sampai 15 menit tergantung jenis tanaman dan usia tanaman [2]. Kemudian, air nutrisi yang dialirkan tersebut akan kembali ke tempat penampungan air nutrisi, dan proses akan berlangsung terus-menerus secara berulang.

2.2. Arduino Uno

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat open source, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-*support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB [3].



Gambar 1. Arduino Uno

2.3. Modul RTC DS3231

DS3231 adalah sebuah IC (*Integrated Circuit*) jenis RTC (*Real Time Clock*) yang biasa digunakan untuk aplikasi *timer* pada peralatan-peralatan elektronik, khususnya mikrokontroler/ mikroprosesor.



Gambar 2. Modul RTC DS3231

DS3231 membutuhkan sebuah kristal 32768 Hz untuk *clock*, $V_{cc} : 5V$, $v_{bat} : 3$ volt, dan dua buah resistor *pull-up* pada output SDA & SCL yang terhubung dengan mikrokontroler. Pin v_{bat} digunakan untuk menyuplai tegangan pada saat tegangan dari v_{cc} tidak ada, sehingga IC ini masih dapat bekerja pada saat tidak ada tegangan dari v_{cc} karena v_{bat} menggunakan tegangan dari baterai jam/cmos 3 volt [4].

2.4. Sensor Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda atau lingkungan. Sensor suhu adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu DS18B20 beroperasi dalam kisaran $-55^{\circ}C$ sampai $125^{\circ}C$, dan memiliki tingkat keakuratan $\pm 0,5^{\circ}C$ dalam kisaran $-10^{\circ}C$ sampai $85^{\circ}C$.



Gambar 3. Sensor suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 (terlihat pada gambar 2.3.), ini merupakan sensor suhu dengan kemampuan tahan air sehingga cocok digunakan untuk mengukur suhu pada air. Karena output data dari sensor DS18B20 merupakan data digital, sehingga tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika digunakan untuk jarak yang jauh [5].

2.5. Pendingin Thermo-Electric(TEC)

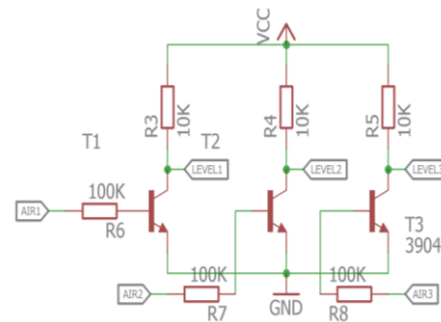
Pendingin *Thermo-Electric* (TEC), juga sering disebut pendingin Peltier atau pompa panas solid-state yang memanfaatkan efek peltier untuk memindahkan panas. Saat TEC / Peltier dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lain, biasanya menghasilkan perbedaan panas sekitar $40^{\circ}C$ - $70^{\circ}C$ dalam perangkat yang *high-end* dapat digunakan untuk mentransfer panas dari satu tempat ke tempat yang lain.



Gambar 4. Bentuk Peltier (TEC)

2.6. Sensor Level Air

Sensor level air atau *water level sensor* adalah alat yang digunakan untuk memberikan signal kepada alarm atau *automation panel* bahwa permukaan air telah mencapai level tertentu. Rangkaian sensor level air menggunakan transistor sebagai komponen utama untuk menjalankan fungsinya, lebih jelasnya dapat dilihat pada rangkaian sensor level air berikut :



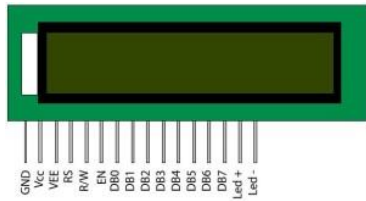
Gambar 5. Rangkaian *water level sensor*

2.7. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Modul LCD dengan tampilan 16x2 baris yang terdiri dari dua bagian. Bagian pertama merupakan *panel LCD* sebagai media penampil informasi berbentuk huruf maupun angka. LCD ini dapat menampung dua baris, dimana masing-masing baris dapat menampung 16 karakter. Bagian kedua merupakan sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler, yang ditempelkan di balik *panel LCD*. Bagian ini berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi LCD dengan mikrokontroler



Gambar 6. Fisik LCD 16x2



Gambar 7. Konfigurasi Pin LCD

2.8. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [6].

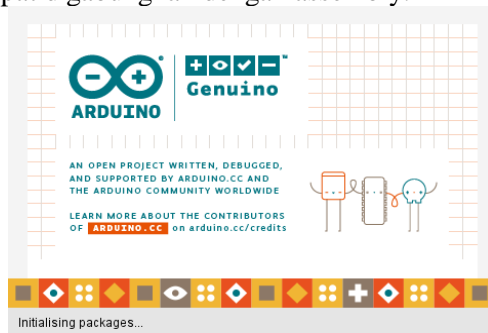


Gambar 8. Modul relay

2.9. Arduino IDE

Sebuah perangkat lunak yang memudahkan kita mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial.

Arduino IDE ini bisa dijalankan di komputer dengan berbagai macam platform karena didukung atau berbasis Java. Source program yang kita buat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly.



Gambar 9. Tampilan awal arduino IDE

2.10. Buzzer

Buzzer listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *buzzer* yang merupakan sebuah perangkat *audio* ini sering digunakan pada rangkaian anti maling, *alarm* pada jam tangan, bel rumah, peringatan mundur pada truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya.



Gambar 10. Buzzer

2.11. Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* di sini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.



Gambar 11. Push button

III. METODE PENELITIAN

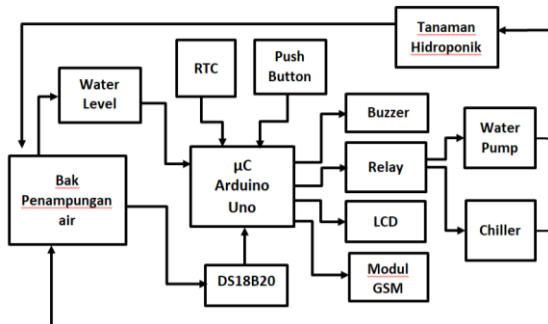
Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif berbasis eksperimen, di mana penulis membuat sebuah alat yang dapat berfungsi sebagai kontrol penyiraman tanaman hidroponik berbasis arduino. Setelah itu, penulis melakukan percobaan, pengujian, dan pengamatan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.

a. Alat dan Bahan

Penelitian dilaksanakan di Sekretariat dan Lab Riset Robotech Tadulako Universitas Tadulako pada bulan Desember 2017

sampai dengan bulan April 2018. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri komponen elektronika (resistor, kapasitor, transistor, dll), catu daya, kabel, pipa paralon, mikrokontroler Arduino Uno, sensor suhu DS18B20, water pump, sensor level air, modul GSM, modul RTC DS3231, *Chiller* (Pendingin), LCD 2x16, push button, buzzer, modul Relay.

3.2. Blok Diagram Perancangan Alat



Gambar 12. Blok Diagram Perancangan Alat

3.3. Perancangan Perangkat

a. Perancangan Perangkat Keras

Adapun perangkat keras yang disiapkan dalam perancangan dari sistem kontrol teknik penyiraman tanaman hidroponik berbasis arduino yaitu:

- Rangkaian minimum sistem Arduino Uno
- Sensor suhu (DS18b20)
- Rangkaian sensor level air
- Modul relay
- LCD (Liquid Crystal Display)
- Modul RTC (Real-Time Clock)
- Modul GSM

b. Perancangan Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang disiapkan dalam perancangan sistem pada penelitian ini yaitu perancangan program dengan Arduino IDE pada Arduino Uno.

3.4. Pengujian hardware dan software

Proses pengujian hardware dan software merupakan proses akhir dari perancangan penelitian ini. Pengujian hardware dan software dilakukan secara bertahap diawali dengan pengujian kinerja masing-masing hardware. Pengujian hardware dilakukan dengan cara mengukur dan mengamati perubahan keluaran rangkaian berdasarkan masukan yang diberikan. Selanjutnya

dilanjutkan dengan pengujian software. Pengujian software dimulai dengan pengujian konektifitas port I/O setelah perangkat dapat terhubung dengan baik, dilakukan pemrograman.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Power Supply

Untuk memastikan nilai tegangan *supply* yang tepat maka diukur besaran-besaran listrik pada *power supply* yang digunakan, pengukuran yang dilakukan antara lain adalah pengukuran tegangan input dan tegangan output pada *power supply*, tegangan input dan tegangan output rangkaian pembagi tegangan dengan IC regulator 7805 dan 7809 serta tegangan output step down DC.

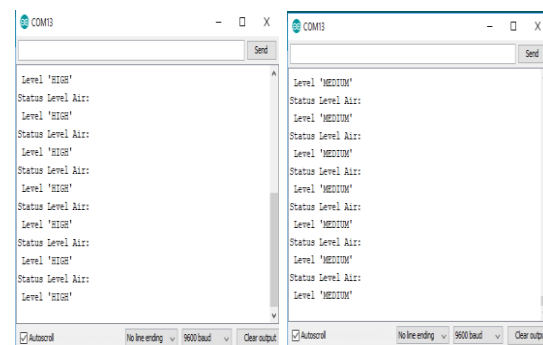
Tabel 1. Pengukuran power supply

Titik Pengukuran	Tegangan
Input	220 VAC
Output ke mikrokontroler	9 VDC
Input ke pembagi tegangan	12 VDC
Output dari pembagi tegangan	5 VDC dan 9 VDC
Output step down DC	3.9 VDC

4.2. Pengujian Rangkaian Sensor Water Level

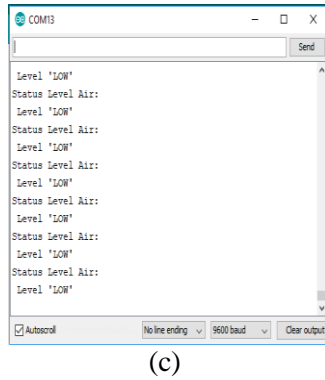
Pengujian rangkaian sensor water level dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian water level sensor dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan alat pada sistem kontrol teknik penyiraman tanaman hidroponik.

Untuk mengetahui rangkaian sensor water level berfungsi dengan baik, dapat dilihat melalui tampilan serial monitor pada software arduino IDE sebagai berikut.



(a)

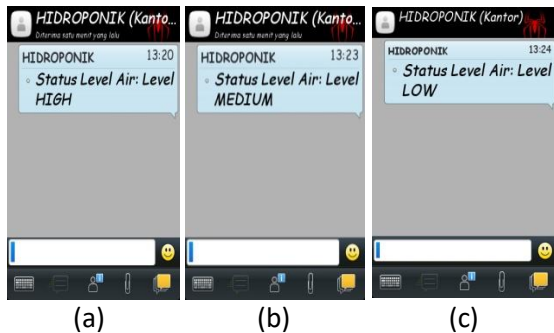
(b)



Gambar 13. Tampilan serial monitor (a)level high, (b) level medium, (c) level low.

4.3. Pengujian Modul GSM

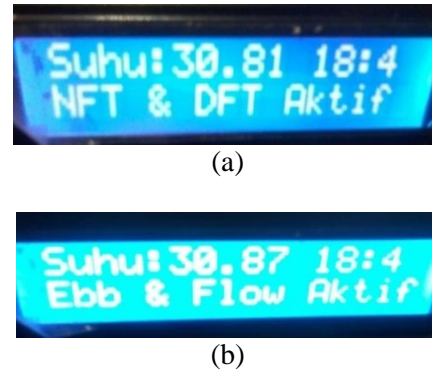
Pengujian Modul GSM dilakukan dengan cara menghubungkan terminal data ke arduino pada pin 2 dan 3 sedangkan terminal VCC beserta GND dihubungkan ke step down DC. Modul GSM berfungsi dengan baik ketika modul GSM dapat mengirim sms ke nomor yang telah diinputkan pada program di software arduino IDE pada saat sensor water level mendeteksi level tertentu pada bak penampungan. Seperti pada gambar berikut.



Gambar 14. Tampilan SMS (a) status level air high (b) status level air medium (c) status level air low

4.4. Pengujian Modul Push Button dan Real Time Clock (RTC)

Terdapat dua pilihan tombol mode penyiraman, yaitu tombol “NFT & DFT” dan “Ebb and Flow”, dengan menekan tombol “NFT & DFT” maka pilihan mode siram tersebut akan berganti, menjadi “NFT & DFT Aktif” dan apabila menekan tombol “Ebb and Flow” maka pilihan mode siram tersebut akan berganti, menjadi “EBB & FLOW Aktif” seperti tampilan LCD berikut:



Gambar 15. Tampilan LCD (a)NFT & DFT aktif (b) Ebb and Flow aktif

Ketika tombol NFT & DFT di tekan maka water pump akan aktif untuk melakukan penyiraman tanaman dengan teknik NFT (Nutrient Film Technique) dan DFT (Deep Flow Technique). Ketika tombol Ebb and Flow ditekan maka water pump akan aktif selama 15 menit dengan mengambil data waktu real time dari RTC.

4.5. Pengujian Sensor Suhu dan Chiller

Pengujian terhadap sensor suhu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor, untuk pembandingan pembacaan nilai sensor suhu digunakan termometer air, sedangkan pengujian chiller dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan chiller untuk mendinginkan air pada bak penampungan dengan volume air 20 liter untuk mencapai suhu optimum.

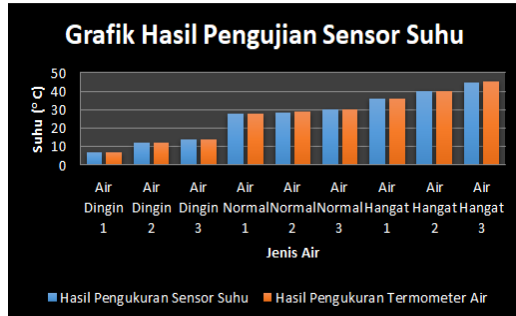
Tabel 2. Hasil pengujian sensor suhu

Jenis Cairan		Hasil Pengukuran Sensor Suhu	Hasil Pengukuran Termometer Air	Kesalahan	Kesalahan ²
Air Dingin	1	7,13 ° C	7° C	0,13	0,0169
	2	12,13 ° C	12° C	0,13	0,0169
	3	14,06 ° C	14° C	0,06	0,0036
Air Normal	1	27,94 ° C	28° C	-0,06	0,0036
	2	28,56 ° C	29° C	-0,44	0,1936
	3	29,94 ° C	30° C	-0,06	0,0036
Air Hangat	1	36,06 ° C	36° C	0,06	0,0036
	2	40,06 ° C	40° C	0,06	0,0036
	3	44,94 ° C	45° C	-0,06	0,0036

$$MSE = \frac{\sum Kesalahan^2}{n}$$

Nilai MSE (*Mean Square Error*) pada pengukuran suhu air menggunakan sensor

suhu dengan pembandingan termometer air adalah 0,02767, nilai ini sudah cukup baik karena nilai yang didapat sudah mendekati nol sehingga sensor suhu dianggap memiliki keakuratan yang cukup baik.



Gambar 16. Grafik hasil pengujian sensor suhu

Tabel 17. Hasil pengujian Chiller

No.	Menit Ke-	Suhu Air Nutrisi (°C)
1.	0	28.00
2.	30	26.12
3.	60	25.94
4.	90	25.44
5.	120	25.06
6.	150	24.75
7.	180	24.50
8.	210	24.19
9.	240	24.00

Dari data diatas dapat dilihat bahwa.suhu air nutrisi dapat didinginkan oleh chiller dari suhu 28°C sampai suhu 24°C dalam kurun waktu 240 menit dengan volume air nutrisi pada bak penampungan sebanyak 20 liter.

4.6. Pengujian Penyiraman Tanaman

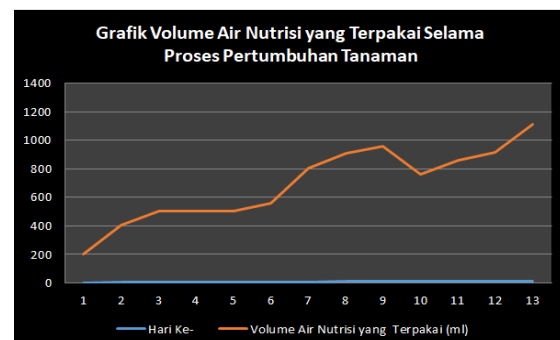
Pengujian penyiraman tanaman dilakukan untuk mengamati pertumbuhan tanaman pada sistem hardware yang telah dibuat sesuai dengan teknik penyiraman yang telah ditentukan serta mengamati volume air nutrisi pada bak penampungan selama proses pertumbuhan tanaman. Berikut ini merupakan tabel volume air nutrisi yang terpakai selama proses pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Volume air nutrisi yang terpakai selama proses pertumbuhan tanaman.

Hari Ke-	Tanggal	Volume Air Nutrisi yang Terpakai (ml)
1	16-03-2018	200
2	17-03-2018	400
3	18-03-2018	500
4	19-03-2018	500
5	20-03-2018	500
6	21-03-2018	550
7	22-03-2018	800
8	23-03-2018	900
9	24-03-2018	950
10	25-03-2018	750
11	26-03-2018	850
12	27-03-2018	900
13	28-03-2018	1100

Data dari tabel tersebut diambil selama 13 hari pada tanaman kangkung dengan mengamati volume air nutrisi pada bak penampungan. Rata-rata jumlah konsumsi air nutrisi tanaman selama proses pertumbuhan tanaman semakin hari semakin besar yang dipengaruhi oleh daya serap tanaman dan suhu lingkungan sekitar. Jumlah konsumsi air nutrisi tanaman kangkung selama 13 hari masa pertumbuhan adalah sebesar 8.900ml atau 8,9L air nutrisi. Dengan rata-rata konsumsi air nutrisi perhari sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{rata - rata konsumsi air nutrisi} &= \frac{\sum \text{Volume air nutrisi yang terpakai}}{\sum \text{hari pertumbuhan tanaman}} \\ &= \frac{8.900}{13} = 685\text{ml} \end{aligned}$$



Gambar 18. Grafik volume air nutrisi yang terpakai selama proses pertumbuhan tanaman.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan semua proses yang telah direncanakan di dalam pembuatan penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil membuat suatu sistem kontrol teknik penyiraman tanaman hidroponik NFT, DFT dan *Ebb and Flow* menggunakan komponen-komponen berupa *board* Arduino Uno, modul RTC, sensor suhu anti air DS18B20, sensor water level, dan komponen pendukung lainnya. Mulai dari tahap perancangan pada Microsoft Office Visio dan Proteus, pembuatan mekanik menggunakan pipa paralon dan kaca mika, pembuatan rangkaian elektronika hingga tahap pemrograman menggunakan Arduino Uno IDE.
2. Pengaturan suhu air pada alat sistem kontrol teknik penyiraman tanaman hidroponik memanfaatkan sensor suhu sebagai pendeteksi suhu air dan *chiller* sebagai pendingin air pada saat suhu air melebihi suhu optimum. Setelah diuji pada penelitian ini, nilai MSE sensor suhu adalah 0,02767. Nilai tersebut tergolong kecil sehingga disimpulkan bahwa sensor suhu memiliki keakuratan yang cukup baik.
3. Alat dapat mengirimkan sms pada saat level air mencapai level tertentu pada bak penampungan serta memberikan *alarm* pemberitahuan berupa bunyi *buzzer* ketika air pada bak penampungan mencapai level low.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahmat, P. 2015. Bertanam Hidroponik Gak Pake Masalah. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- [2] Djuandi, F. 2011. Pengenalan Arduino, www.tobuku.com, diakses: 2018
- [3] Syariefa, E. et al. 2014. Hidroponik Praktis. Trubus Swadaya, Depok.
- [4] Balea, F. 2012. Apa itu Satu RTC, <http://ferballcompany.blogspot.co.id/2012/04/apa-itu-satu-rtc.html>, diakses: 2018.
- [5] Wardana, K. 2016. Tutorial Menggunakan Sensor Suhu DS18B20 pada Arduino, <https://tutorkeren.com/artikel/tutorial-menggunakan-sensor-suhu-ds18b20-pada-arduino.htm>, diakses: 2018.
- [6] Muiz, S. 2016. Panduan Menggunakan Relay Arduino, <http://www.simuiz.com/2016/12/panduan-menggunakan-relay-arduino.html>, diakses: 2018.