

Smart Hidroponik Sistem Rakit Apung Mengontrol pH (*Potential Hydrogen*) Tanaman Pakcoy Secara Otomatis

Firman Agung Prawira*, Gigih Priyandoko, Diky Siswanto

Teknik Elektro, Universitas Widyagama, Malang, Indonesia

*firman.mlg2000@gmail.com

Abstrak— Sistem rakit apung adalah salah satu sistem hidroponik yang paling mudah di buat, sistem rakit apung memiliki masalah yang cukup kompleks dikarenakan air yang tenang dan tidak mengalami sirkulasi air yang membuat kandungan pH menjadi turun. Pada penelitian ini, rancangan kontrol pH otomatis pada sistem hidroponik rakit apung bertujuan untuk membantu meminimalisir penurunan pH. Dengan metode *close loop* alat dapat bekerja secara otomatis terus menerus, dan bantuan IoT petani hidroponik dapat mengontrol pH dari jarak jauh. Hasil pembacaan dari sensor pH telah berhasil di tampilkan dalam *smartphone* dan dapat dikontrol dari jarak jauh menggunakan Blynk IoT dengan ke akurasian *error* $\pm 1,65\%$. Pengujian kontrol otomatis lebih efisien dan cepat dengan penstabilan pH dalam kurun waktu ± 1 menit untuk menuju *setpoint* yang diinginkan tanaman pakcoy. Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa tanaman tidak boleh berada di pH yang rendah, dan pengendalian pH otomatis ini sangat efektif untuk membuat pH menjadi stabil.

Kata Kunci—IoT, Kontrol Otomatis, Pakcoy, pH, Sistem Rakit Apung.

DOI: 10.22441/jte2023.v14i3.007

I. PENDAHULUAN

Di zaman ini banyak orang – orang makan makanan yang kurang sehat seperti *junkfood* dan makanan instan lainnya. Kurang nya makan sayur membuat orang kekurangan kebutuhan vitamin dan mineral. Tanaman Pakcoy adalah salah satu sayuran yang bisa memberikan kebutuhan vitamin A,C,K serta mengandung kalsium, potasium dan zat besi, dan yang paling penting dari tanaman pakcoy ini [1]. bisa membantu melawan inflamasi dan mencegah kanker Pakcoy tanaman yang sering ditemukan pada pertanian hidroponik. Hidroponik adalah salah satu metode dalam budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan media tanah dengan menekankan pada pemenuhan nutrisi (unsur hara) pada tanaman [2]. Hidroponik menghasilkan sistem pertanian yang baik dan efisien, karena panen melimpah dengan energi seminimal mungkin untuk produksi secara terus menerus sepanjang tahun [3].

Salah satu faktor terpenting dalam menanam tanaman hidroponik adalah kualitas pH air. pH (*Potential Hydrogen*) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat ukuran pH bisa diukur dari 0 – 14 semakin rendah pH maka semakin asam dan sebaliknya jika semakin tinggi pH maka semakin basa larutan tersebut. Tanaman hidroponik menyerap nutrisi yang diperlukan untuk

pertumbuhannya melalui akar dalam bentuk yang sudah larut dalam air. Sehingga pH dalam air akan menentukan kualitas nutrisi yang terkandung didalamnya. pH untuk tanaman berbeda-beda, pada umumnya tanaman membutuhkan pH dari 5,5 sampai 7 [4].

Arduino Uno adalah sistem mikrokontroler pada sebuah modul berbasis ATmega328P. Sistem Mikrokontroler ini memiliki komponen utama IC 1 (yang berisi CPU, RAM dan ROM), 14 pin I/O (6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin untuk input analog, sebuah kristal 16 MHz, konektor USB yang berfungsi untuk memberi daya listrik ke board dan untuk memuat program dari komputer ke modul, *power jack*, ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) Header yang memungkinkan *user* untuk memrogram sistem secara langsung tanpa melalui bootloader, dan tombol reset. Arduino sebagai modul mikrokontroler yang dapat di koneksikan pada sensor – sensor salah satunya sensor pH sebagai pendeteksi kadar pH dalam air [5].

Internet of thing (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Dengan adanya teknologi *Internet of Things* ini proses kerja sebuah sistem dapat dilakukan semangkin luas, jarak jangkauannya juga semangkin luas, proses pengolahan data dan analisis data terhadap sebuah sistem juga semangkin bagus. Teknologi IoT ini benar-benar mendukung kerja sistem sebagai suatu kesatuan meliputi komponen/elemen dalam hal memudahkan proses aliran informasi data. Sistem pada penelitian ini mengabungkan tiga bagian penting, yaitu mekanik, *hardware* (elektronik) dan algoritma kontrol, dimana ketiga bagian tersebut saling berinteraksi dan tidak dapat dipisahkan dalam satu kesatuan sistem [6].

Dari beberapa uraian diatas dikembangkannya perancangan suatu alat yang dapat mengontrol pH (*Potential Hydrogen*) air pada hidroponik tanaman pakcoy secara otomatis dan dapat mempertahankan kandungan pH dengan optimal menggunakan Arduino dan IoT.

II. PENELITIAN TERKAIT

Derajat kemutakhiran bahan yang diacu dengan melihat proporsi 10 tahun terakhir dan mengacu pustaka primer (jurnal nasional, internasional atau konferensi internasional) [2, 3]. Permasalahan dan tujuan, serta kegunaan penelitian ditulis secara naratif dalam paragraf-paragraf, tidak perlu diberi subjudul khusus. Demikian pula definisi operasional, apabila dirasa perlu, juga ditulis naratif [4].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sistem kendali Close Loop

Sistem Kendali merupakan proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu range tertentu atau dijaga kestabilannya. Sistem kendali terdiri dari input atau set point yang menyatakan kondisi terkini dari lingkungan atau respon sistem, *output* yang merupakan keluaran atau respon sistem aktual, dan plant yaitu object yang dikendalikan.

Pengontrol *On-Off* merupakan salah satu jenis aksi pengendalian yang banyak digunakan pada kontrol otomatis di industri karena kontrol ini sederhana dan relatif murah. Terdapat dua aspek penting yang harus di pertimbangkan pada pengontrol *On-Off*. Pertama adalah frekuensi osilasi respon yang berpengaruh pada ketahanan komponen aktuator. Kedua adalah amplitudo osilasi respon yang mempengaruhi besar rugi – rugi energi pada respon sistem kendali keseluruhan. Pengendali *On-Off* adalah pengendali yang berubah secara bergantian antara dua kondisi. Secara matematis pengendali *On-Off* diungkapkan sebagai berikut :

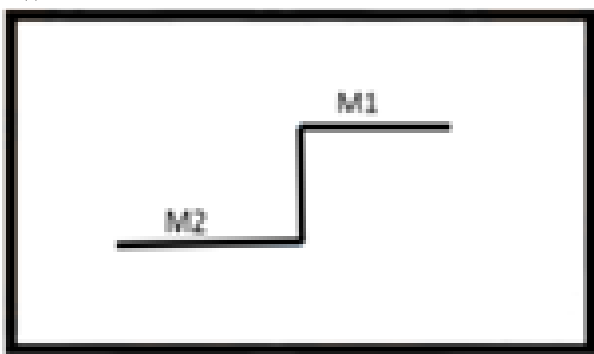
$$m(t) = M1 \text{ jika } e(t) < 0$$

$$= M2 \text{ jika } e(t) > 0$$
(1)

$M1$ = range maksimum dari $m(t)$ (*ON*)

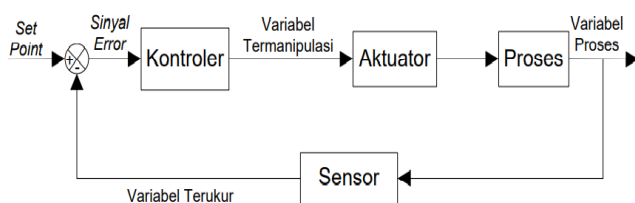
$M2$ = range minimum dari $m(t)$ (*OFF*)

$e(t)$ = error



Gambar 1. Kurva pengendali *on-off*

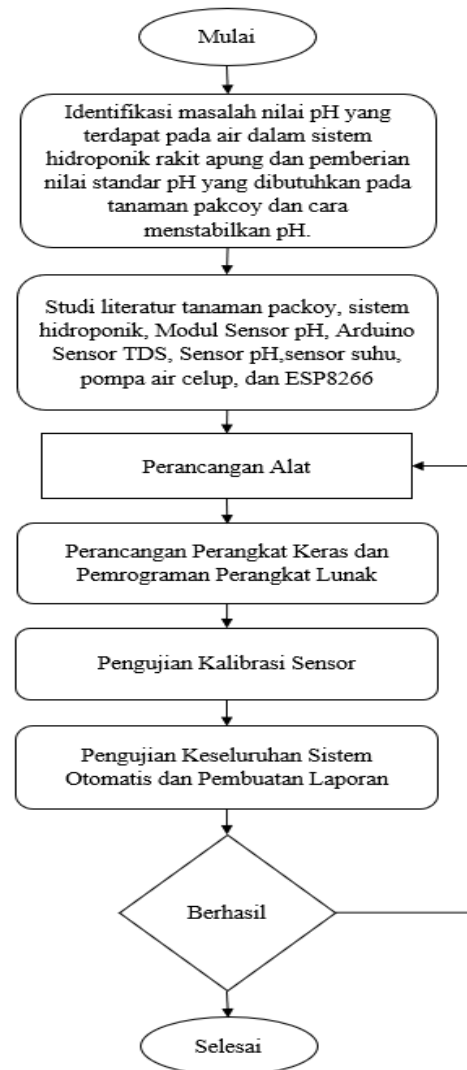
Berikut adalah blok diagram sistem kendali *close loop* pada Gambar 2, *Setpoint* sebagai masukan untuk memberikan informasi terhadap sensor untuk dikontrol, jika *setpoint* tidak sesuai dengan yang diinginkan maka aktuator akan bergerak untuk memenuhi target *setpoint* tersebut [7].



Gambar 2. Blok diagram sistem kendali *close loop*

B. Perancangan Sistem

Dalam metode penelitian ini merupakan mulai proses awal hingga akhir untuk smart hidroponik sistem rakit apung mengontrol pH secara otomatis. Pembahasan akan dilakukan pada setiap blok flowchart alur penelitian seperti Gambar 3.

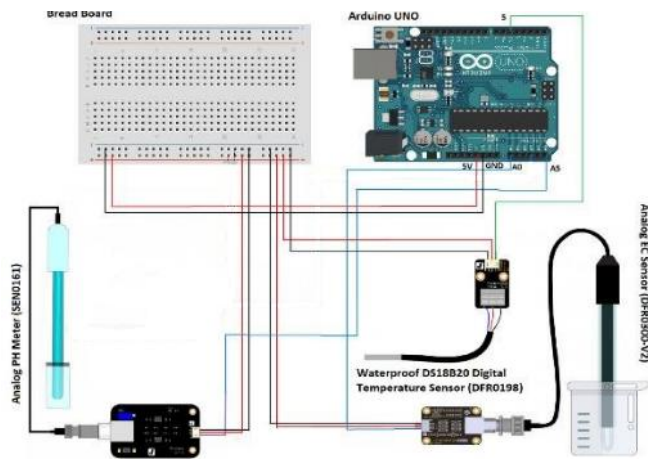


Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Rancangan pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu rancangan perangkat keras (*Hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*Software*). Rancangan perangkat lunak meliputi perancangan kontrol pH dengan mengacu pada sensor pH air, dan implementasi dalam program dengan menggunakan kompiler pada Arduino IDE. Lalu untuk perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian elektronik, sensor dan alat penunjang lainnya yang berfungsi sebagai alat pada proses mengatur pH air secara otomatis pada tanaman pakcoy.

Perangkat keras (*Hardware*)

Pemasangan *Hardware*, yang dibutuhkan untuk perancangan kontrol pH dengan Arduino. Berikut adalah hasil rangkaian arduino untuk sensor pH, TDS sensor (EC), dan Temperatur sensor.



Gambar 4. Rangkaian pemasangan hardware

Spesifikasi ini adalah uraian dari alat atau komponen yang akan dibuat dengan menjabarkan sifat-sifat komponen. Adapun spesifikasi yang ditentukan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Alat

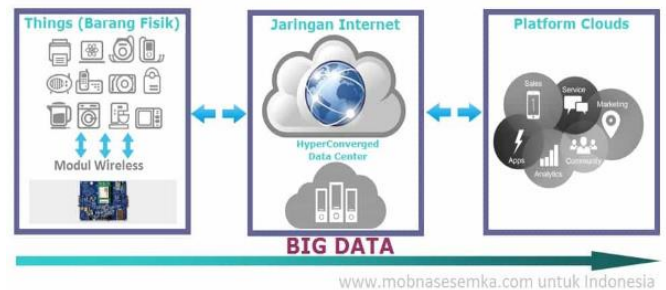
Perangkat	Keterangan
Arduino Uno	Alat untuk pemrograman sensor, lcd, dan lainnya.
Analog pH Sensor (SEN0161)	Sensor pembaca pH air
TDS Sensor	Sensor Pembaca PPM (<i>Part Per Million</i>)
LCD	Alat untuk menampilkan kadar pH, TDS, dan Suhu
Temperatur Sensor (DS18B20)	Sensor Suhu
Relay	Sebagai kontrol Pump
Tabung Larutan pH	Sebagai Supply pH up dan pH down
Nodemcu ESP8266	Sebagai Penghubung alat dengan android melalui aplikasi blynk IoT
Power Supply	Sumber Input tegangan
Aerator	Sebagai Pengurai Larutan dalam air
Pompa Air Celup	Sebagai pompa larutan pH
Perangkat Sarana/ prasarana Media Tanam	Sebagai Alat Media tanam
Smartphone (Blynk IoT)	Sebagai <i>input setpoint</i> kontrol pH

Perangkat lunak (Software)

Perancangan program perangkat lunak di program menggunakan Arduino IDE. Program akan dibagi menjadi beberapa bagian untuk setiap fungsi tertentu. Aplikasi IoT yang digunakan sebagai kontrol *setpoint* dari jarak jauh yaitu Blynk IoT. Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk memprogram board IDE yang merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudah nya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan Arduino yang dapat di download secara gratis di website resminya. Dari software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut wiring dan untuk membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah.

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-

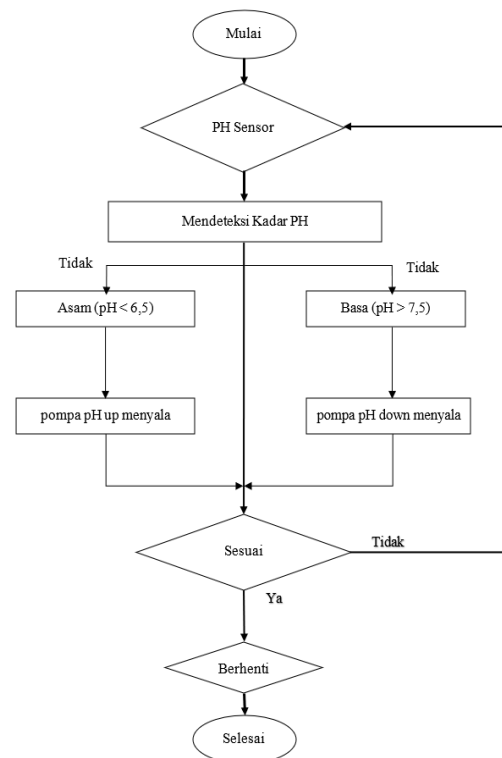
menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan *Router Wireless* seperti di rumah anda, dan *Cloud Data Center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base. Konsep IoT bisa dijelaskan pada Gambar 5 [6].



Gambar 5. 3 Elemen utama IoT

C. Sistematisa Kerja Alat

Tahapan awal yang dilakukan pada perancangan sistem kontrol ini adalah membuat sistem otomatis untuk menstabilkan kadar pH yang berada dalam bak hidroponik dengan menggunakan Arduino Uno R3 dan ESP8266. Pemasangan Arduino bertujuan untuk memasukkan input yaitu pH sensor, temperatur sensor dan TDS sensor.



Gambar 6. Diagram alur cara kerja kontrol pH otomatis

Sedangkan pemasangan ESP8266 sebagai kontrol input setpoint pH yang akan di atur nilainya. Sebelum itu akan diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada kerusakan pada komponen dan error pada sistem program. Dengan menggunakan rangkaian pada prototype. Pengujian ini bertujuan untuk menguji fungsi-fungsi pada rancangan yang telah dibuat.

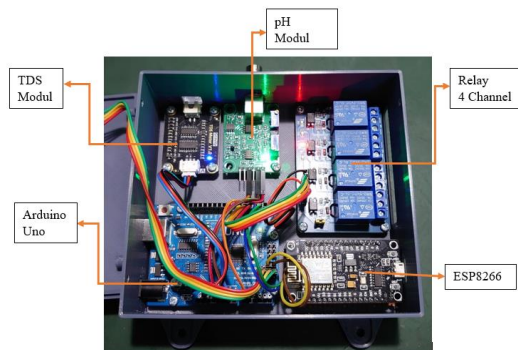
Arduino dan ESP8266 akan diprogram menggunakan Arduino IDE. Blynk IoT diprogram melalui ESP8266 berfungsi membuat tampilan nilai pH, TDS dan temperatur dengan cara membuat widget pada website Blynk IoT. Berikut diagram alur cara kerja Smart pH Sensor terhadap pH tinggi ataupun rendah.

D. Pengambilan Data Sampel

Pengambilan data adalah proses untuk mengambil data secara aktual. Data yang diambil merupakan nilai dari sensor pH dan nilai setpoint terhadap perubahan waktu atau disebut timeseries. Proses pengambilan data ini dengan cara menghubungkan Arduino dengan Blynk IoT berdasarkan diagram blok yang telah dibuat. Waktu sampling akan sangat mempengaruhi ketelitian data yang diambil. Data yang diambil adalah perbandingan perubahan pH antara tidak menggunakan sistem otomatis dengan yang menggunakan sistem otomatis.

E. Perancangan Alat

Dari hasil perancangan alat yang telah dibahas berikut hasil dari rancangan alat yang telah dibuat :



Gambar 7. Perancangan modul arduino, ESP8266, modul sensor dan relay 4 channel

Arduino Uno sebagai komponen utama dari seluruh operasional mengontrol komponen lain agar bisa bekerja dengan optimal. Arduino di program untuk dapat membaca pH sensor melalui komponen pH modul, TDS sensor atau PPM (Part Per Million) melalui TDS modul, Relay 4 channel untuk penggerak pompa larutan pH up dan pH down, dan ESP8266 untuk koneksi internet penghubung ke aplikasi blynk IoT pada smartphone.

F. Proses Pemrograman Arduino

Pada Arduino Uno, program dibagi menjadi beberapa bagian yaitu kontrol utama, tampilan LCD, sensor, kontrol pompa, koneksi Arduino ke ESP. Berikut adalah fungsi-fungsi program arduino :

1. Kontrol utama

Fungsi dari kontrol utama adalah untuk menghubungkan semua fungsi tampilan LCD, kontrol pompa, koneksi arduino dan sensor.

```
void setup()
```

```

//memanggil semua fungsi tampilan lcd,
kontrol pompa, sensor.
{
  Terminal_Init();
  Display_Init(); //fungsi tampilan lcd
  Pump_Init();    //fungsi kontrol
pompa
  Sensor_Init(); //fungsi sensor
  ESPComm_Init(); //fungsi koneksi ESP
  WaitForESP();
}

```

2. Kontrol pH

Fungsi dari coding kontrol pH adalah sebagai mengatur setpoint dan toleransi pH. Untuk setpoint yang di tetapkan pada tanaman pakcoy adalah pH 7, dan toleransi 0.5. Jika pH melebihi 7.5 atau kurang dari 6.5 maka kontrol pompa akan otomatis aktif untuk memenuhi pH setpoint.

```

#define CONTROL_INTERVAL 20000 //
Default : 10000 'Pembacaan Sensor
setiap 20 detik
#define CONTROL_PH_GAIN 100

uint32_t control_timer;
float control_ph_setpoint;
//'kontrol pH setpoint
float control_ph_tolerance;
//'kontrol pH toleransi
float control_ph_error;
//'kontrol pH error
Control_PH_SetPoint(7.0);
// 'SetpointpH
Control_PH_SetTolerance(0.5);
//'ToleransipH

```

3. Kontrol Pompa

Setelah memberikan program pada logika diatas, maka untuk pompa sendiri akan diberi fungsi program sebagai sistem kendali *Close Loop*. Cara kerja fungsi kontrol pompa jika pH air terlalu tinggi/basa maka arduino akan memberi sinyal kepada pompa pH down untuk menyala, begitu juga sebaliknya jika pH air terlalu rendah/asam maka pompa pH up akan menyala.

```

#define PUMP_PH_TIME_MAX 5000
//'Waktu Pompa pH Maksimum 5 Detik

void Pump_Handler(){
  if(millis() - pump_ph_timer >=
  pump_ph_time && pump_ph_active){
    Pump_PH_Stop();
  }
}

bool Pump_PH_Up_GetState(){
  return !digitalRead(PUMP_PH_UP);
}

bool Pump_PH_Down_GetState(){
  return !digitalRead(PUMP_PH_DOWN);
}

```

4. Tampilan LCD

Fungsi dari program tampilan LCD sebagai tampilan informasi terkait pH, ppm (*Part Per Million*), dan temperatur suhu.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//Library LCD
#define DISPLAY_UPDATE_INTERVAL 250
//tampilan update setiap 2,5 detik
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
uint32_t display_timer;
void Display_Init()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("Sistem Kontrol");
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print("Hidroponik");
  delay(1500);
  lcd.clear();
  pinMode(13, OUTPUT);
}
```

5. Sensor

Program ini berfungsi sebagai *settings* kalibrasi sensor pH, TDS dan Temperatur sebagai input.

```
#include <GravityTDS.h> //Library TDS
Sensor
#include <OneWire.h> //Library
Temperatur Sensor
#include <DallasTemperature.h>
#include "Pins.h"

#define SENS_TDS_SAMPLE_INTERVAL 503
//TDS Sensor Sampling Interval (ms)
#define SENS_TDS_FILTER_KF 8
//TDS Sensor Filter Koefisien
#define SENS_PH_SAMPLE_INTERVAL 308
//PH Sensor Sampling Interval (ms)
#define SENS_PH_FILTER_KF 10
//PH Sensor Filter Koefisien
#define SENS_TEMP_SAMPLE_INTERVAL 1007
//Temp. Sensor Sampling Interval (ms)
#define SENS_TEMP_FILTER_KF 3
// Temp. Sensor Filter Koefisien

#define SENS_PH_CAL_VALUE 0.045
// pH Sensor Kalibrasi Value (Scale
Factor)
#define SENS_PH_OFFSET_VALUE 150.0
// pH Sensor Offset Value
```

6. Koneksi Arduino ke ESP8266

Fungsi dari *coding* ini adalah untuk koneksi Arduino ke ESP8266 agar dapat di aplikasikan ke Blynk IoT di *smartphone*.

```
#include <SoftwareSerial.h>
//Library ESP8266
#include "Pins.h"
#define ESPCOMM_TRANSMISSION_INTERVAL
1000 //Transmisi interval 1 detik
SoftwareSerial espSerial(ESP_TX_PIN,
ESP_RX_PIN);
uint32_t espComm_timer;
bool espComm_isConnected;
void ESPComm_Init()
{
  espSerial.begin(9600);
  espSerial.println();
}
void ESPComm_Handler(){
  if(millis() - espComm_timer >=
  ESPCOMM_TRANSMISSION_INTERVAL){
    espSerial.print(":");
    espSerial.print(Sens_PH_GetValue());
    espSerial.print(",");
    espSerial.print(Control_PH_GetSetPoint(
));
    espSerial.print(",");
    espSerial.print(Sens_TDS_GetValue());
    espSerial.print(",");
    espSerial.print(Sens_Temp_GetValue());
    espSerial.println();
    espComm_timer = millis();
  }
```

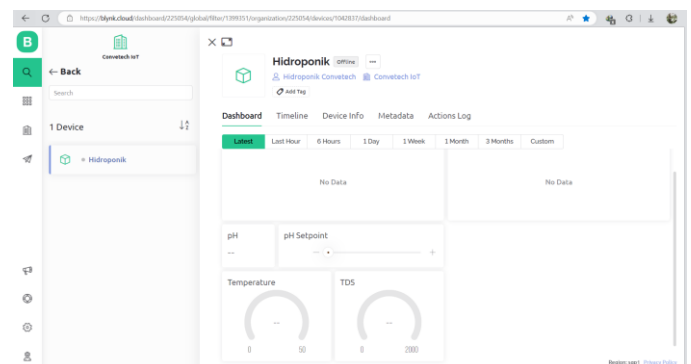
G. Proses Koneksi Blynk IoT

Langkah pertama adalah membuat akun pada *website* www.blynk.cloud.com. Akun tersebut bisa diakses dengan nama email dan *password* dibawah ini :

Nama Email : hidroponik.121222.ct@gmail.com

Password : Hidroponik.121222

Dari akun tersebut sudah di sediakan *template* tampilan *widget* yang digunakan seperti pada contoh Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan *widget* pada *website* blynk IoT.

Setelah membuat *widget* pada *website* blynk *cloud*, selanjutnya membuat *widget* pada *smartphone*. *Widget* pada *smartphone* blynk harus sama dengan *widget* pada *website* blynk. Hubungkan alamat pin setiap *widget* dengan yang ada diprogram ESP. Berikut tampilan *widget* pada blynk *smartphone* pada Gambar 9.

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Pengujian Kalibrasi pH Sensor

Kalibrasi adalah proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi sensor pH sangat dibutuhkan agar nilai ukur sensor sesuai. Pengujian sensor dengan cara kalibrasi pH sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter menggunakan larutan buffer dengan variasi pH 2,0, pH 6,0 dan pH 8,0. Hasil kalibrasi pH sensor dengan pH meter dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Hasil kalibrasi sensor pH

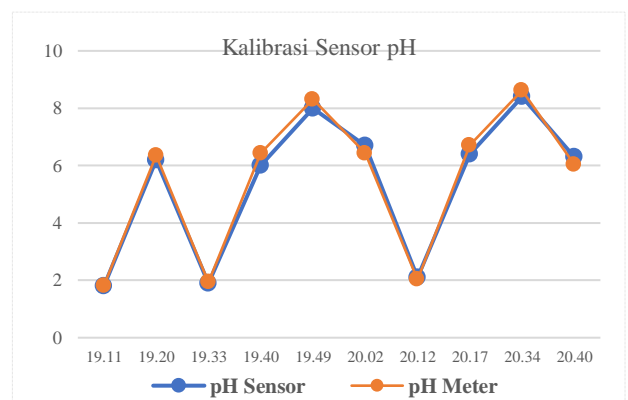
No.	Waktu	pH Sensor	pH Meter	Toleransi Error
1	19.11	1,8	1,82	1,0%
2	19.20	6,2	6,36	3,0%
3	19.33	1,9	1,94	2,0%
4	19.40	6	6,43	7,0%
5	19.49	8	8,31	4,0%
6	20.02	6,7	6,43	-4,0%
7	20.12	2,1	2,03	-3,0%
8	20.17	6,4	6,71	5,0%
9	20.34	8,4	8,62	3,0%
10	20.40	6,3	6,04	-4,0%
Hasil		5,38	5,47	1,65%

Dari hasil kalibrasi pH sensor diatas perhitungan toleransi error menggunakan persamaan (2) sebagai berikut.

$$\%Error = \frac{(\text{Nilai pH Meter} - \text{Nilai Sensor pH})}{\text{Nilai pH meter}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\frac{5,47 - 5,38}{5,47} \times 100\% = 1,65 \%$$

Hasil selisih nilai toleransi error kalibrasi sensor pH dengan pH meter dapat di lihat pada Gambar 11.



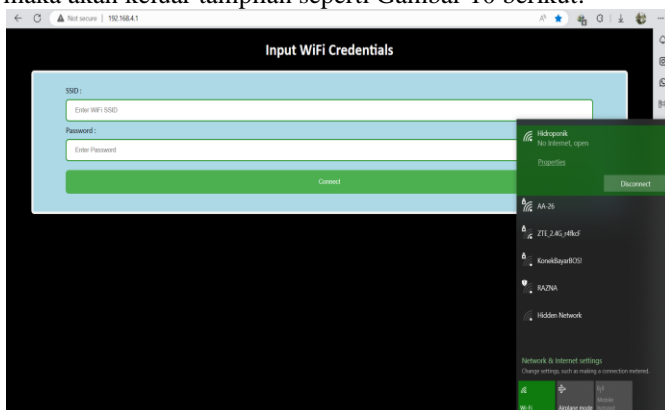
Gambar 11. Hasil kalibrasi sensor pH

Berikut pengukuran kalibrasi dengan larutan buffer dengan mencelupkan pH meter dan pH sensor pada Gambar 12. dan tampilan nilai sensor pH dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 9. Tampilan widget pada blynk smartphone

Untuk menghubungkan akses ke dalam blynk smartphone modul ESP harus dikoneksikan ke dalam smartphone menggunakan alamat website IP address : <http://192.168.4.1/> maka akan keluar tampilan seperti Gambar 10 berikut:

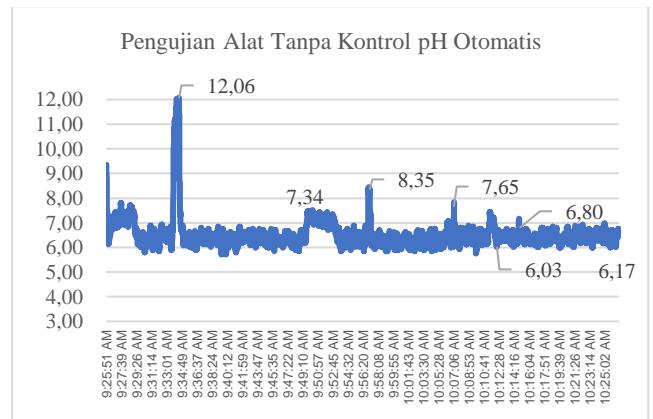


Gambar 10. Tampilan login WiFi/hotspot koneksi ke dalam blynk smartphone

Nyalakan alat terlebih dahulu lalu hubungkan WiFi ESP melalui laptop/PC ke hotspot smartphone tersebut yang bernama "Hidroponik", masukan SSID (Nama User Hotspot) dan password hotspot pada smartphone. Blynk pada smartphone akan terhubung dengan alat tersebut



Gambar 12. Pengukuran sensor pH dan pH meter, Gambar 13. Tampilan nilai pH pada LCD



Gambar 14. Pengujian alat tanpa kontrol pH otomatis

B. Pengujian pH Sensor Tanpa Kendali Otomatis

Setelah dilakukan kalibrasi sensor, maka tahap selanjutnya adalah tes alat dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Hal yang dilakukan adalah perbandingan data pengukuran pH antara tidak menggunakan kontrol otomatis dengan menggunakan kontrol otomatis. Data yang diambil berdasarkan rentan waktu selama 1 jam, pH yang berubah apakah bisa stabil atau tidak jika kita beri alat otomatis penstabil pH. Pengambilan data dari sensor pH akan di konversikan ke dalam microsoft excel melalui aplikasi PLX DAQ. Berikut hasil pengujian sensor pH tidak menggunakan alat kontrol pH otomatis (tidak menggunakan kontrol pompa penstabil pH) dengan *setpoint* yang dibutuhkan tanaman pakcoy adalah pH range 6,5 – 7,5, ppm range 1000-1300 dan suhu normal 26°C - 29 °C.

Tabel 4. Hasil pengujian alat tanpa kontrol pH otomatis

Waktu	pH
9:30:44 AM	7,16
9:35:45 AM	7,1
9:40:47 AM	6,33
9:30:44 AM	6,37
9:35:45 AM	6,53
9:40:47 AM	6,66
10:00:54 AM	6,38
10:05:55 AM	6,27
10:10:57 AM	6,48
10:15:59 AM	6,52
10:21:01 AM	6,37
10:26:02 AM	6,46
10:26:43 AM	6,41

Dari hasil pengujian Tabel 4 rata – rata data aktual yang di ambil setiap ±5-10 menit pH dari waktu ke waktu mengalami penurunan dari pH 7,16 turun menjadi 6,41. Hasil perubahan pH bisa dilihat pada Gambar 14.

C. Pengujian pH Sensor Tanpa Kendali Otomatis

Pengujian kedua sensor pH dilakukan dengan menggunakan alat kontrol pH otomatis dengan menambahkan pompa otomatis penambah larutan cairan pH up dan pH down. *Setpoint* nilai pH masih tetap sama pH range 6,5 – 7,5, ppm range 1000-1300 dan suhu normal 26°C - 29°C. Pengujian dilakukan secara langsung pada Gambar 15.



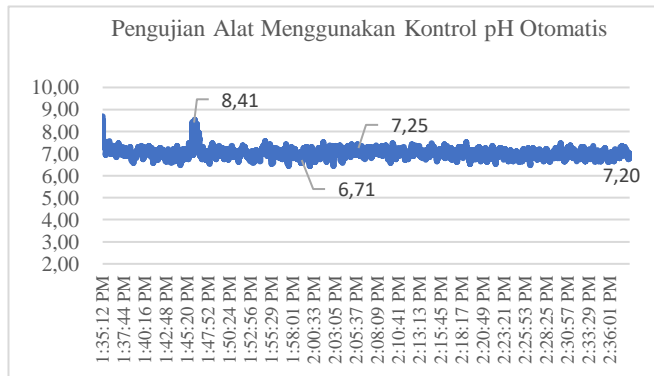
Gambar 15. Pengujian alat dengan kontrol otomatis

Berikut hasil pengujian alat dengan menggunakan kontrol otomatis pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian alat dengan kontrol otomatis

Waktu	pH
1:39:57 PM	7,46
1:44:05 PM	6,99
1:49:06 PM	7,1
1:54:07 PM	6,98
1:59:08 PM	7
2:04:09 PM	6,99
2:09:10 PM	7,1
2:14:11 PM	7,05
1:35:12 PM	7,04
2:24:13 PM	6,97
2:29:13 PM	6,92
2:31:52 PM	6,97
2:36:53 PM	6,93
2:38:24 PM	7,02

Dengan menggunakan kontrol otomatis pH menjadi lebih stabil di angka 6,92 – 7,46. Hasil pengujian kestabilan pH dengan menggunakan kontrol pH otomatis dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian menggunakan kontrol pH otomatis

D. Pengujian kontrol otomatis pada tanaman pakcoy pada pH tinggi (pH 9)

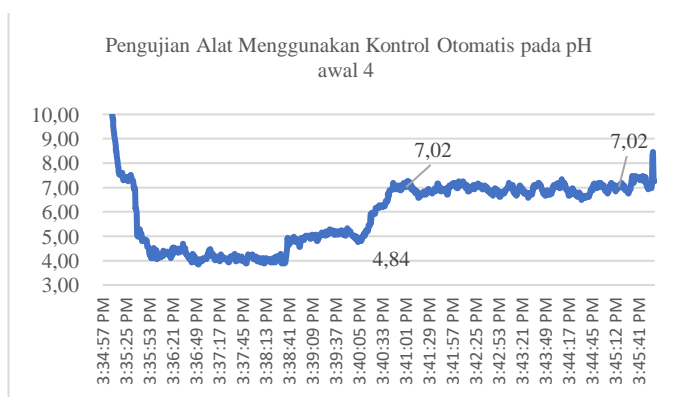
Pengujian ketiga menggunakan kontrol otomatis pada kondisi pH pada tanaman pakcoy diberi nilai tinggi pH 9. Beberapa pengujian dilakukan sebagai menentukan hasil :

1. Berapa cepat kontrol otomatis akan menstabilkan pH tanaman pakcoy kembali ke pH 7?
2. Apa yang terjadi kepada tanaman jika tanaman pakcoy memiliki pH terlalu tinggi?

Pengujian dilakukan dengan memberikan tanaman pakcoy larutan pH 9 selama 12 jam, lalu diberi kontrol otomatis pH sebagai penstabil pH air menjadi pH 7. Berikut hasil pengujian yang dilakukan jika pH tanaman pakcoy awal di nilai 9 pada Tabel 6 dan Gambar 17.

Tabel 6. Pengujian kontrol pH otomatis pada pH 9

Waktu	pH
4:39:57 PM	9,29
4:44:05 PM	8,99
4:49:06 PM	7,52
4:54:07 PM	6,98
4:59:08 PM	7
5:04:08 PM	6,99



Gambar 17. Pengujian kontrol pH otomatis pada pH awal 9

Dari hasil pengujian kontrol otomatis pada pH awal 9 kecepatan penurunan pH dari 9 menuju pH 7 adalah ± 1 menit. Cara kerja penstabilan pH adalah dengan cara sensor pH mendeteksi bahwa pH melebihi toleransi *setpoint* yang diberikan yaitu 7.5 maka pompa otomatis bekerja memberikan larutan pH down menyala. Kesimpulan yang di dapat jika tanaman pakcoy diberi pH lebih tinggi membuat daun pada tanaman pakcoy menjadi lebih keras. Dengan di stabilkannya pH tanaman pakcoy dapat mengembalikan kerasnya daun menjadi subur kembali. Berikut hasil tanaman pakcoy pada pH tinggi pada Gambar 18.



Gambar 18. Tanaman pakcoy pada pH 9

E. Pengujian kontrol otomatis tanaman pakcoy pada pH rendah (pH 4)

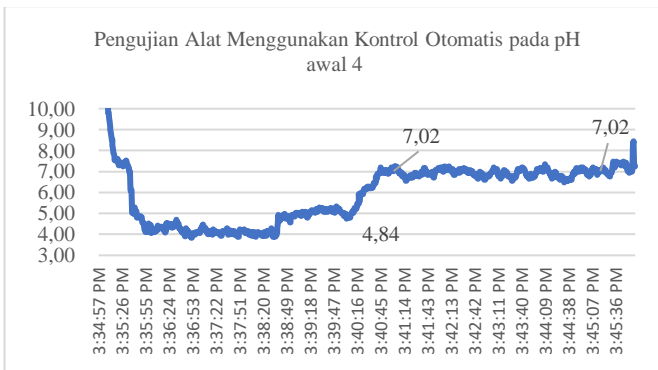
Pengujian keempat menggunakan kontrol otomatis pada kondisi pH tanaman pakcoy diberi nilai rendah pH 4. Beberapa pengujian dilakukan sebagai menentukan hasil :

1. Berapa cepat kontrol otomatis akan menstabilkan pH tanaman pakcoy kembali ke pH 7 ?
2. Apa yang terjadi kepada tanaman jika tanaman pakcoy memiliki pH terlalu rendah?

Pengujian dilakukan dengan memberikan tanaman pakcoy larutan pH 4 selama 6 jam, lalu diberi kontrol otomatis pH sebagai penstabil pH air menjadi pH 7. Berikut hasil pengujian yang dilakukan jika pH tanaman pakcoy awal di nilai 4 pada Tabel 7. dan Gambar 19.

Tabel 7. Pengujian kontrol pH otomatis pada pH 4

Waktu	pH
3:38:00 PM	5,48
3:39:53 PM	4,69
3:41:38 PM	6,31
3:43:14 PM	6,96
3:44:55 PM	6,89
3:45:46 PM	7,14



Gambar 19. Penguujian kontrol pH otomatis pada pH

Dari hasil pengujian kontrol otomatis pada pH awal 4 kecepatan kenaikan pH dari 4 menuju pH 7 adalah $\pm 2 - 3$ menit. Cara kerja penstabilan pH adalah dengan cara sensor pH mendeteksi bahwa pH kurang dari toleransi *setpoint* yang diberikan yaitu 6.5 maka pompa otomatis bekerja memberikan larutan pH up menyala. Kondisi tanaman pakcoy diberi pH lebih rendah dari 7 membuat daun pada tanaman pakcoy menjadi layu dan mati. Kontrol pH otomatis membantu mencegah terjadinya penurunan pH agar dapat stabil di pH 7. Berikut hasil tanaman pakcoy pada pH tinggi pada Gambar 20.



Gambar 20. Tanaman pakcoy pada pH 4

V. KESIMPULAN

Dengan adanya kontrol pH otomatis, pH air pada hidroponik tanaman pakcoy dengan sistem rakit apung bisa

menjadi lebih stabil dan memudahkan para petani hidroponik pakcoy bisa mengontrol tanaman pakcoy dari jarak jauh menggunakan Blynk IoT yang di aplikasi kan melalui media *smartphone* melalui jaringan internet/WiFi. Jika keadaan pH air tidak sesuai dengan pH tanaman pakcoy maka kontrol otomatis bisa menstabilkan dengan cepat ± 1 menit. Dan bisa mencegah pH air tidak rendah, pH air rendah menyebabkan air menjadi asam dan bisa membuat tanaman layu dan mati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini, rekan-rekan dosen Teknik Elektro Universitas Widyagama serta ucapan terima kasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. T. Bachrens, *Eating Clean Makan Sehat Itu Mudah*. Jakarta: Kawan Pustaka, 2019.
- [2] U. Prastio, *Penan Sayuran Hidroponik Setiap Hari*. Jakarta: AgroMedia, 2015.
- [3] G. Rasul, "Managing the food, water, and energy nexus for achieving the Sustainable Development Goals in South Asia," *Environ. Dev.*, vol. 18, no. December 2015, pp. 14–25, 2016, doi: 10.1016/j.envdev.2015.12.001.
- [4] D. Pancawati and A. Yulianto, "Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur Ph Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, p. 278, 2016, doi: 10.25077/jnte.v5n2.284.2016.
- [5] I. A. Rozaq and Y. N. D. Setyaningsih, "Karakterisasi dan kalibrasi sensor ph menggunakan arduino uno 12," *Prosiding SENDI_U*, pp. 244–247, 2018.
- [6] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [7] F. Rahmah, F. Hidayanti, and M. Innah, "Penerapan Smart Sensor untuk Kendali pH dan Level Larutan Nutrisi pada Sistem Hidroponik Tanaman Pakcoy," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 5, p. 527, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019651738.
- [8] A. W. Dani, "Optimalisasi Pertumbuhan Pada Sayuran Hidroponik Nutrient Film Technique Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.2020.v11i1.001>.
- [9] A. D. Purwanto, F. Supegina, and T. M. Kadarina, "Sistem Kontrol Dan Monitor Suplai Nutrisi Hidroponik Sistem Deep Flow Technique (DFT) Berbasis Arduino NodeMCU Dan Aplikasi Android," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 3, 2019, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v10i3.002>.
- [10] J. Andika, E. Permana, and S. Attamimi, "Perancangan Sistem Otomatisasi dan Monitoring Perangkat Perawatan Tanaman Hias Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 2, pp. 100–100, May 2022, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i2.007>.