

# PENGEMBANGAN SERTA IMPLEMENTASI PENERAPAN TEKNOLOGI INTERNET OF THING PADA BUDIDAYA TANAMAN HIDROPONIK SEBAGAI LANGKAH UKUR NILAI KELAYAKAN NUTRISI PADA TANAMAN

Deden Komaludin

Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Tinggi Teknologi Bandung  
dedenkomaludin@sttbandung.ac.id

## Abstrak

Hidroponik merupakan teknik bertanam modern, dibalik teknik modern ada sisi efektifitas bahkan dampak merugikan yang besar jika tidak diikuti oleh kontrol yang baik. Penulis mencoba mengembangkan penelitian sebelumnya atas nama peneliti dimana dalam pengembangan kali ini akan mengimplementasikan penambahan tiga modul yang terdiri dari sensor TDS , pH meter dan SIM800L sebagai notifikasi SMS. Pengembangan ini diharapkan dapat menghasilkan data penelitian berupa nilai nutrisi hidroponik yang baik dan layak konsumsi pada tanaman pakcoy dengan pengelolaan dan pengaturan nutrisi atas suhu dan pH meter.

Hasil ini dapat dibuktikan dengan hasil penelitian yang diharapkan , dimana dengan teknik pengaturan dan monitoring hidroponik dari hasil pengembangan , dihasilkan nilai nutrisi membutuhkan pergantian cairan nutrisi rentang 3 hingga 4 hari untuk menghasilkan tanaman layak konsumsi dan bernutrisi baik. Dikarenakan dengan pengontrolan yang baik selama 3-4 hari nilai nutrisi menunjukkan kestabilan kandungan nutrisi sesuai referensi.

Kata Kunci : Hidroponik, TDS, pH Meter, Nutrisi.

## Abstract

*Hydroponics is a modern planting technique, behind modern techniques there is a side of effectiveness even a large adverse impact if not followed by good control. The author tried to develop a previous study on behalf of researchers where in development this time will implement the addition of three modules consisting of TDS sensors, pH meters and SIM800L as SMS notifications. This development is expected to produce research data in the form of good hydroponic nutrient value and feasible consumption in pakcoy plants with the management and regulation of nutrients over temperature and pH meters.*

*This result can be proven by the results of the expected research, whereby by hydroponic regulation and monitoring techniques from the development results, the resulting nutritional value requires a change of nutrient fluids ranging from 3 to 4 days to produce plants worthy of consumption and good nutrition. Due to good control for 3-4 days the nutritional value shows the stability of the nutritional content according to reference.*

*Keywords : Hidroponics, TDS, pH Meters, Nutrients*

## I. PENDAHULUAN

Dalam Penulisan Sebelumnya, penulis pernah melakukan Kajian dan Penerapan Sederhana perangkat IoT dalam budi daya tanaman hidroponik, agar diketahui tingkat efisiensi biaya perawatan pada budidaya tanaman hidroponik[1]. Artikel kali ini penulis mencoba mengembangkan serta melakukan implementasi lebih baik , selain langkah efisiensi biaya perawatan, juga guna menilai tingkat akurasi ketepatan sistem nutrisi serta kebutuhan faktor suhu udara serta kelembaban tanaman hidroponik tetap terjaga. Langkah ini disinyalir dapat meningkatkan kualitas tanaman yang lebih baik dikarenakan sesuai aturan dan perawatan secara terkendali menggunakan teknik auto control dan auto monitor.

Selama kurun waktu kurang lebih 2 tahun terakhir jika menelaah dari hasil uji penerapan menunjukkan adanya peningkatan efisiensi biaya, namun permasalahan muncul ketika sebuah tanaman hidroponik tersebut apakah sudah sesuai karakter tanaman sehat atau layak konsumsi , atau bahkan apakah tanaman tersebut nilai gizi nutrisinya sudah optimal atau belum.

Menindaklanjuti dari permasalahan tersebut penulis mencoba mengembangkan serta menambah beberapa perangkat sensor untuk mendeteksi nilai akurasi kelembaban , suhu , pH meter serta kadar nutrisi juga EC Sensor yang dipasang pada sistem hidroponik. Dan terkoneksi ke sistem Internet dan notifikasi, sehingga dapat terpantau nilai-nilai parameter yang diuji. Notifikasi dalam hal ini adalah dengan menggunakan notifikasi melalui SMS, dikarenakan teknik notifikasi ini lebih cepat memberikan informasi dibanding dengan melalui media sosial, yang sebelumnya sudah pernah di coba.

Diharapkan dengan teknik menambah perangkat sensor dan notifikasi lewat SMS dapat di jaga nilai nutrisi, kelembaban dan suhu di sekitar tanaman agar saat panen , tanaman hidroponik berbagai macam jenisnya bisa terjaga nilai kualitas kandungan nutrisi terbaiknya dan layak konsumsi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Kebutuhan Nutrisi dan Batas PPM Tanaman Hidroponik

Unsur nutrisi (makanan) yang diperlukan oleh tanaman bermacam-macam. Beberapa diantaranya mungkin sudah ada dalam air penyiram, tetapi beberapa unsur tertentu harus selalu kita berikan secara berkala, karena unsur itu tidak terkandung dalam air penyiram biasa. Unsur tersebut diantaranya: Nitrogen, Phospor, Kalium, Kalsium,

Magnesium, Belerang, Besi, Mangan, Seng, Bor, Tembaga, dan Molybden. Unsur tersebut bukan hanya harus dibubuhkan secara berkala begitu saja, tetapi juga dipertahankan kepekatannya yang tepat, sesuai kebutuhan. Diperlukan 2 macam larutan pekatan (pekatan A dan pekatan B), karena larutan besi yang akan dipakai segera mengendap jika dicampur langsung dengan bahan kimia yang lain. Besi harus dilarutkan dahulu dalam Kalsium Nitrat, baru kemudian dapat dicampur dengan larutan bahan lain tanpa menimbulkan endapan. Berikut merupakan konsentrasi unsur hara yang dibutuhkan pada tanaman Hidroponik, [2]

TABEL 1  
KONSENTRASI UNSUR HARA

Unsur Hara	Simbol	Konsentrasi (ppm)
<b>• Makro:</b>		
Nitrogen	N	70-250
Phosphorus	P	15-80
Kalium	K	150-400
Calcium	Ca	70-200
Magnesium	Mg	15-80
Sulfur	S	20-200
<b>• Mikro:</b>		
Ferrum	Fe	0,8-6,0
Manganese	Mn	0,5-2,0
Cuprum	Cu	0,05-0,30
Zincum	Zn	0,1-0,5
Boron	B	0,1-0,6
Molybdenum	Mo	0,05-0,15

Sumber: Meramu Pupuk Hidroponik, Ir.Yos Sutiyoso

Jika kekurangan nutrisi, tanaman juga dapat menunjukkan gejala penyakit. Penyebabnya terkadang dapat berupa pemberian makanan yang berlebihan kepekatannya. Pemberian nutrisi yang terlalu pekat juga dapat menyebabkan tanaman langsung mati. Berikut merupakan daftar gejala yang dapat mempengaruhi tumbuhnya tanaman dan cara mengatasinya:

TABEL 2  
GEJALA YANG DAPAT MEMPENGARUHI TUMBUH TANAMAN DAN PENYEBABNYA

NO.	Gejala yang tampak	Penyebab Penyakit
1.	Daun tanaman layu.	Nikotin berasal dari asap rokok.
2.	Daun layu dan ditambah dengan pengeringan dan warna coklat.	Kekurangan air penyiraman.
3.	Daun layu dan ditambah gejala warna coklat, tidak kering.	Terlalu banyak air penyiraman.
4.	Pertumbuhan yang lambat. Daun pucat, tidak hijau berseri-seri lagi warnanya. Dalam keadaan parah, daun mulai berubah hijau muda atau kuning. Daun paling bawah yang terlebih dahulu menderita.	Kekurangan Nitrogen.
5.	Warna daun berubah lebih tua, tetapi tidak merata. Ada bercak yang tidak hijau dimana-mana. Daun juga dapat berubah menjadi abu-abu. Akar tidak tumbuh sempurna.	Kekurangan Fosfor.
6.	Daun paling bawah berubah warna menjadi coklat dengan bercak-bercak lebih gelap. Dalam keadaan parah, warna daun lebih kuning, mengering dan kering.	Kekurangan Kalium.
7.	Daun tumbuh tidak normal. Kerdil, kering dan gelap. Pertumbuhan tanaman keseluruhan terhambat. Akar tidak sempurna.	Kekurangan Kalsium
8.	Daun kuning dan berbercak-bercak coklat atau putih, sedang urat-urat daun tetap hijau.	Kekurangan Magnesium
9.	Daun kuning dan tinggal uratnya saja yang masih hijau, ditambah keriput ujungnya.	Kekurangan Besi
10.	Tunas tidak mau tumbuh. Daun berbercak-bercak.	Kekurangan Mangan
11.	Urat daun menjadi kuning. Bagian daun yang terdekat dengan cabang gelap sekali.	Kekurangan Belerang
12.	Daun kering, Ujungnya coklat.	Kekurangan Borium.
13.	Pertumbuhan Berhenti.	Kekurangan Seng.
14.	Daun Cepat coklat, kering dan gugur.	Larutan makanan terlalu pekat
15.	Batang dan daun tumbuh lambat, meskipun nutrisi sudah tercukupi. Akar tanaman berdesak-desakan terlalu rapat.	Wadah pot ( pot bagian luar ) terlalu kecil.

Sumber : Meramu Pupuk Hidroponik (Ir.Yos Sutiono)

## 2. Penambahan dan Pengembangan Sensor ( pH Meter, TDS, Sensor Suhu pada Air) dan SIM800L

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang

ukurannya relatif kecil dan aktif. Elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan. Skema elektrode pH meter akan mengukur potensial listrik antara Merkuri Klorid (HgCl) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan di dalam gelas elektroda serta petensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang equivalent yang lainnya untuk menetapkan nilai pH. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan unsur natrium.

Pemeliharaan pH meter harus dirawat secara berkala untuk menjaga umur pakai dari alat tersebut Pemeliharaannya meliputi :

1. Penggantian bateray dilakukan jika pada layer muncul tulisan low battery.
2. Pembersihan elektroda bisa dilakukan berkala setiap minimal 1 minggu sekali. Pembersihannya menggunakan larutan HCl 0.1 N (encer) dengan cara direndam selama 30 menit kemudian dibersihkan dengan air.
3. Ketika tidak dipakai, elektroda utama bagian gelembung gelasnya harus selalu berada pada keadaan lembab. Oleh karena itu, penyimpanan elektroda disarankan selalu direndam dengan menggunakan air DA. Penyimpanan pada posisi keringakan menyebabkan membran gelas yang terdapat pada gelembung elektroda akan mudah rusak dan pembacaannya tidak akurat.
4. Ketika disimpan, pH meter tidak boleh berada pada suhu ruangan yang panas karena akan menyebabkan sensor suhu pada alat cepat rusak.

Faktor yang mempengaruhi pH meter

1. Suhu
2. Kebersihan pH meter
3. Ketelitian
4. Kelembaban
5. Temperatur Sensor

Sementara Electrical Conductivity (EC) didefinisikan sebagai kemampuan menghantarkan listrik, dalam hal ini yang menghantarkan adalah larutan. Larutan yang dapat menghantarkan listrik disebut larutan electrolyte. Dalam air, ionlah yang menghantarkan listrik dari satu ke lainnya. Berarti semakin besar dan conductivitynya lebih besar. Sebuah sistem conductivity meter tersusun atas dua elektrode, yang dirangkaikan dengan sumber tegangan serta sebuah ampere meter. Elektrodeelektrode tersebut diatur sehingga memiliki jarak tertentu antara keduanya (biasanya 1 cm). Pada saat pengukuran, kedua elektrode ini dicelupkan ke dalam sampel larutan dan diberi tegangan dengan besar tertentu. Nilai arus listrik yang dibaca oleh ampere meter, digunakan lebih lanjut untuk menghitung nilai konduktivitas listrik larutan. EC merupakan kebalikan dari resistivity. Satuan dari EC adalah Siemens/cm atau yang lebih sering dipakai mS/cm atau  $\mu\text{s/cm}$ . Dalam larutan electrolyte terdapat ion positif, yang mempunyai muatan listrik positif dan ion negatif, yang mempunyai muatan listrik negatif. Apabila dalam larutan tersebut dimasukkan dua elektrode yang diletakkan saling berlawanan dan kemudian diberi tegangan, maka ion-ion dalam larutan tersebut akan bergerak menuju elektrode yang bermuatan kebalikann dari muatan ion tersebut.

Maka persamaan conductivitynya adalah:

$$EC = \frac{1}{resistansi} \times \frac{lenght(L)}{Area (A)} \dots\dots\dots(1)$$

Karena jarak dan luasnya selalu tetap, maka lenght/area disebut juga sebagai cell constant (K).

Persamaan dari EC dapat juga menjadi:

$$EC = \frac{1}{E} \times \frac{lenght(L)}{Area (A)} \dots\dots\dots(2)$$

Karena E yang berasal dari sumber tegangan tetap konstan, maka nilai EC dapat dicari dengan cara mengukur besar arus (I). Dalam kenyataannya ion-ion tidak bergerak lurus, tetapi beberapa ion berputar sehingga cell constan tidak dapat diukur dengan mistar. Maka untuk menentukan cell constan digunakan larutan standart yang sudah diketahui conductivitynya. Yang paling banyak dipakai sebagai larutan standart adalah larutan KCl. Tabel dari larutan KCl adalah sebagai berikut:

TABEL 3  
 LARUTAN KCL

Conductivity (mS/cm)	Grams of KCL/liter of solution
111,34	74,2460
12,86	7,4365
1,409	0,7440
0,147	0,0744

Sumber: [www.dfrobot.com/wiki/index.php/Analog\\_EC\\_Meter\\_SKU:DFR0300](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Analog_EC_Meter_SKU:DFR0300)

3. Web Server dan Platform Internet of Things ( thingspeak.com)

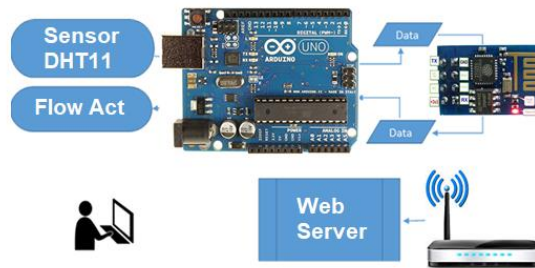
Web Server adalah sebuah layanan internet yang telah disediakan oleh komputer. Dalam memasukkan web yang telah dirancang dalam internet, maka terlebih dahulu memiliki ruangan dalam internet dan ruangan inilah disediakan oleh server. Web server juga merupakan sebuah perangkat komputer yang digunakan untuk mengakses segala jenis file yang terdapat pada halaman web melalui HTTP/HTTPS dengan menggunakan aplikasi atau program tertentu (dikenal dengan nama web browser) dan mengirimkan kembali hasil permintaannya dalam bentuk halaman – halaman web yang berbentuk dokumen HTML. Pada penelitian ini web server yang digunakan adalah Thingspeak. ThingSpeak adalah platform open source Internet of Things (IOT) aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari hal menggunakan protokol HTTP melalui Internet atau melalui Local Area Network.

ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi sensor logging, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan update status ". ThingSpeak awalnya diluncurkan oleh ioBridge pada tahun 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi IOT. ThingSpeak telah terintegrasi dukungan dari numerik komputasi perangkat lunak MATLAB dari MathWorks. Memungkinkan ThingSpeak pengguna untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan Matlab tanpa memerlukan pembelian lisensi Matlab dari MathWorks. [5]

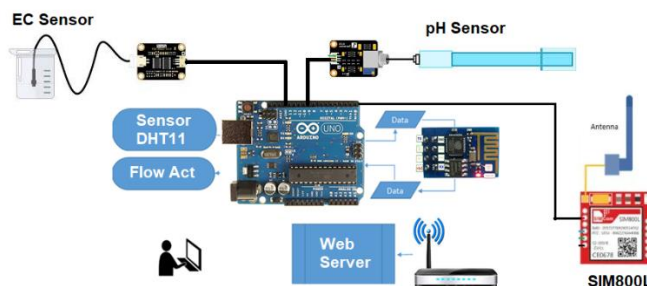
III. PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

Dalam proses perancangan peneliti membagi 3 tahap yaitu perancangan untuk Sistem Monitoring yang meliputi perancangan beberapa sensor yang di tanam pada sistem dengan karakteristik berbeda beda sesuai kebutuhan. Dimana terdiri dari sensor yang tersedia sebelumnya adalah ( Sensor Suhu dan Kelembaban di Luar Tanaman Hiddroponik) dengan penambahan Sensor ( pH Meter dan EC Sensor ). Tahap kedua adalah perancangan untuk Sistem Controlling yang meliputi perancangan beberapa aktuator terdiri dari aktuator yang tersedia sebelumnya adalah ( Flow Control ) dengan Penambahan Notifikasi SMS modul SIM 800i. Dan tahap terakhir adalah perancangan web server dan web service, dengan mengintegrasikan platform Internet Of Things pada laman <http://thingspeak.com>.

1. Sistem yang berjalan dan Pengembangan

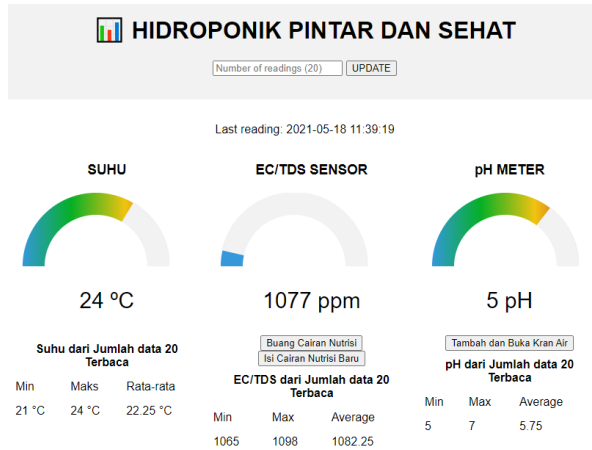


Gambar 1. Sistem Berjalan Sebelum Pengembangan



Gambar 2. Sistem Berjalan Setelah Pengembangan

2. User Interface Internet Of Things



Gambar 3. UI (User Interface) Web Server

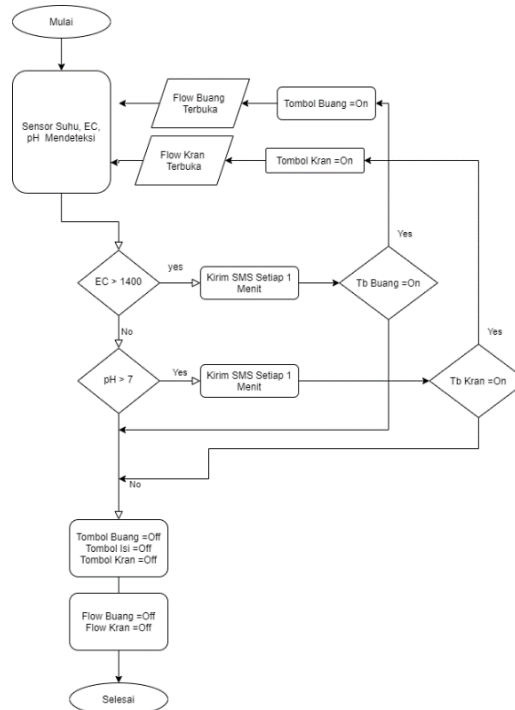
3. Proses Kerja

Secara menyeluruh untuk proses kerja sistem meliputi proses bagaimana suatu tanaman dipantau parameter-parameter yang terjadi secara simultan sehingga proses monitoring terhadap nutrisi ,suhu cairan nutrisi nilai ph air dapat di kendalikan baik secara online ataupun offline. Berikut alur proses kerja digambarkan dengan flow diagram berdasarkan tabel referensi.

TABEL 4  
 BATAS AMAN KANDUNGAN PH DAN PPM

Tabel pH dan PPM untuk Sayuran Daun		
Nama Sayuran	pH	PPM
Artichoke	6.5 - 7.5	560 - 1260
Asparagus	6.0 - 6.8	980 - 1200
Bawang Pre	6.5 - 7.0	980 - 1260
Bayam	6.0 - 7.0	1260 - 1610
Brokoli	6.0 - 6.8	1960 - 2450
Brussell Kecambah	6.5	1750 - 2100
Endive	5.5	1400 - 1680
Kailan	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kangkung	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kubis	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Kubis Bunga	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Pakcoy	7.0	1050 - 1400
Sawi Manis	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Sawi Pahit	6.0 - 6.5	840 - 1680
Seledri	6.5	1260 - 1680
Selada	6.0 - 7.0	560 - 840
Silverbeet	6.0 - 7.0	1260 - 1610

Sumber : hidroponikpedia.com

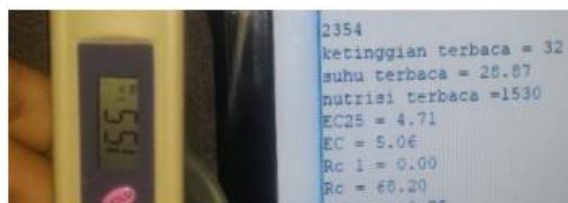


Gambar 3. Flow Sistem Pengembangan

Berdasarkan tabel diatas maka proses kerja sesuai flow diagram adalah dimulai dari kondisi pertama adalah mempersiapkan 3 sensor utama yaitu Sensor Suhu , EC atau TDS dan pH Meter. Perlu dipahami flow diagram ini merupakan lanjutan dari flow diagram pada penelitian pada artikel sebelumnya dimana sistem yang tidak tergambar dalam flow diagram kali ini berada pada diagram pada penelitian sebelumnya. Sehingga proses kerja hanya meliputi sesuai kebutuhan topik dimulai dari pendeteksian 3 sensor (suhu air, EC/TDS dan pH Meter) ketika nilai EC meningkat melebihi standar pada tabel referensi maka akan melakukan pengiriman notifikasi SMS dan akan berulang hingga user atau pengguna melakukan aksi untuk membuang cairan nutrisi baik melalui Online atau Offline. Sebagai jenis objek tanaman yang di uji peneliti menggunakan jenis pakcoy dimana memiliki batas ambang ppm nutrisi antara 1050 hingga 1400 sehingga jika melebihi 1400 maka notifikasi akan terkirim. Begitu pula dengan sensor ph jika melebihi 7 ph maka akan mengirim notifikasi sms. Dan jika user melakukan aksi baik pembuangan dan pembukaan air kran maka , sistem akan mendeteksi hingga batas ambang sistem aman.

1. Hasil Proses

Hasil proses dilakukan selama kurang lebih empat hari secara paralel , untuk mendeteksi cairan nutrisi baik suhu atau elektroda conductivity dan nilai pH nutrisi maka di peroleh hasil berikut,



Gambar 4. Perbandingan Uji Ec / Tds Alat Dan Sistem

TABEL 5  
PENGUJIAN MENAIKKAN NILAI TDS

No	Waktu (detik)	Nilai (ppm)
1	5	524,84
2	15	749,13
3	25	998,03
4	35	1174,11*
5	45	1135,17*
6	55	1164,01*
7	65	1154,86*

TABEL 6  
PENGUJIAN MENURUNKAN NILAI TDS

No	Waktu (detik)	Nilai (ppm)
1	5	1931,41
2	15	1715,32
3	25	1528,73
4	35	1374,08
5	45	1097,31*
6	55	1068,3*
7	65	1076,86*

TABEL 7  
PENGUJIAN MENAIKKAN NILAI PH

No	Waktu (detik)	Nilai (PH)
1	5	3,32
2	15	4,77
3	25	5,69*
4	35	5,84*
5	45	6,02*
6	55	6,18*
7	65	5,97*

TABEL 8  
PENGUJIAN MENURUNKAN NILAI PH

No	Waktu (detik)	Nilai (PH)
1	5	9,72
2	15	8,14
3	25	6,87
4	35	5,43
5	45	6,38*
6	55	6,42*
7	65	6,29*

TABEL 9  
HASIL UJI PENGARUH SUHU TERHADAP NUTRISI PADA SENSOR TDS DAN PH METER

Hari Ke	Waktu	Suhu (°C)	TDS (ppm)	PH Meter (pH)
1	04.10 (AM)	17	800	5,2
	13.08 (PM)	32	843	5,3
2	05.10 (AM)	18	892	5,4
	12.23 (PM)	30	967	5,6
3	05.28 (AM)	20	1003	5,5
	11.07 (PM)	33	1096	5,9
4	05.30 (AM)	20	1265	6,2
	12.43 (PM)	31	1367	6,6

#### IV. KESIMPULAN

Implementasi dan pengujian berjalan selama empat hari dapat disimpulkan beberapa hal hasil penelitian ini yaitu, Kandungan Nutrisi pada campuran Nutrisi MIX A dan B , menunjukkan signifikan perubahan pada hari ke tiga hingga ke empat, diikuti pengaruh suhu dalam nutrisi naik saat perubahan terjadi, saat suhu dalam nutrisi turun kembali nilai nutrisi akan bertahan pada keadaan terakhir. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nutrisi tiap campuran memiliki ketahanan tersendiri dan terpengaruh pada suhu air pada cairan nutrisi dan Kandungan pH pun mengalami perubahan pH terhadap suhu air nutrisi hal ini suhu memiliki pengaruh besar terhadap keanikan kadar pH pada air nutrisi, namun tidak signifikan seperti pendeteksian nilai EC /TDS. Kenaikan pH terbilang relatif naik di hari ke tiga dan empat dengan penambahan 0,1 hingga 0,2. Bahkan kerap jika turun suhu pada suhu antara 17 dan 18 derajat akan mengikuti penurunan 0,1 hingga 0,2 ppm. Ini beraarti nilai pH dapat menyusut kembali dengan perlambatan akibat pengaruh suhu kembali turun. Dengan waktu atau lamanya stabil nilai pH kurang lebih 3 x 24 Jam.

#### REFERENSI

- [1] Deden Komaludin, "Penerapan Teknologi Internet of Thing (IoT) pada bisnis budidaya tanaman Hidroponik sebagai langkah efisiensi biaya perawatan", FRIMA 2018, ISSN 2614 – 6681, STT Texmaco Subang, Tahun 2018.
- [2] <http://hidroponikpedia.com/tabel-ppm-dan-ph-nutrisi-hidroponik/>
- [3] R. Zamora, Wildian, and Harmadi, "Perancangan Alat Ukur TDS ( Total Dissolved Solids ) Air dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time," J. Sains dan Teknol., vol. VII, no. 1, pp. 11–15, 2015.
- [4] A. W. Wicaksono, E. R. Widasari, and F. Utamingrum, "Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring pH pada Tanaman.
- [5] Yodi Setiawan, "Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik", TESLA, VOL. 20 NO. 2 OKTOBER 2018