

# Pengembangan Sistem Kendali Kuantitas Air pada Tanaman Hidroponik Berbasis *Internet of Things (IoT)*

**Ubaidillah Umar, Dimas Adiputra**

Teknik Komputer  
Fakultas Teknik Elektro  
Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Jalan Ketintang No. 156 Surabaya, (+6231) 8280800  
[ubaidillahumar@ittelkom-sby.ac.id](mailto:ubaidillahumar@ittelkom-sby.ac.id)  
[adimas@ittelkom-sby.ac.id](mailto:adimas@ittelkom-sby.ac.id)

**Helmy Widyantara**

Teknologi Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Industri  
Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Jalan Ketintang No. 156 Surabaya, (+6231) 8280800  
[helmywid@ittelkom-sby.ac.id](mailto:helmywid@ittelkom-sby.ac.id)

Diterima : 17 November 2020. Disetujui : 25 November 2020. Dipublikasikan : 3 Desember 2020.

*Abstract - Along with the development of urban areas that continue to develop resulting in a land that was previously used to grow various kinds of vegetables continues to experience narrowing and even converted into building houses. The hydroponic system can be an effective method for growing vegetables without the availability of land. However, the implementation of this system still makes it difficult for hydroponic farmers who must at all times control water needs that are running out so quickly. This factor is caused by the evaporation process and amount of water needed by kale plants to carry out the process of photosynthesis as well as growth. The purpose of this research is to design a hydroponic system for cultivating water spinach using Water Level Control (WLC) to describe the distribution of air supply for hydroponics with air levels controlled by the system. This control system uses the Arduino as a mini computer to read the system, the HC-SR04 Ultrasonic sensor as a water level reader, 2 water pumps to fill and remove water. The results show that the plants can grow well in a hydroponic system with a controlled air level 25cm from the surface of the air reservoir.*

*Keywords: hydroponics, water level, ultrasonic sensor, water reservoir, distribution control.*

**Abstrak--** Seiring dengan pembangunan perkotaan yang terus berkembang mengakibatkan lahan-lahan yang sebelumnya digunakan untuk menanam berbagai macam sayuran terus mengalami penyempitan dan bahkan beralih fungsi menjadi bangunan rumah. Sistem Hidroponik dapat menjadi salah satu metode yang efektif untuk menanam sayuran tanpa ketersediaan lahan tanah. Namun, dalam pelaksanaannya sistem ini masih menyulitkan para petani hidroponik yang setiap saat harus mengontrol kebutuhan air yang begitu cepat habis. Faktor ini disebabkan oleh adanya proses penguapan, sekaligus banyaknya kebutuhan air yang diperlukan tumbuhan kangkung untuk melakukan proses fotosintesis sekaligus pertumbuhan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem hidroponik untuk budidaya tanaman kangkung, menggunakan *Water Level Control (WLC)* untuk menggambarkan distribusi penyediaan sumber air bagi hidroponik dengan level air yang terkontrol oleh sistem. Sistem kontrol ini menggunakan Arduino sebagai komputer mini untuk mengatur kerja sistem, sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai pembaca tingkat air, 2 pompa air untuk mengisi dan mengeluarkan kelebihan air. Hasilnya menunjukkan tanaman kangkung dapat tumbuh dengan baik pada sistem hidroponik dengan level air terkontrol 25 cm dari permukaan wadah penampungan air.

**Kata kunci:** hidroponik, level air, sensor ultrasonik, wadah penampung air, distribution control.

## I. PENDAHULUAN

Pengembangan industri di daerah perkotaan memicu berbagai permasalahan. Salah satunya adalah peralihan fungsi dari lahan pertanian menjadi lahan pembangunan rumah dan bangunan-bangunan penting

[1], [2]. Peralihan ini menyebabkan berkurangnya lahan bagi petani konvensional untuk bercocok tanam, sehingga produksi bidang pangan menjadi berkurang. Seperti yang ditulis oleh Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura bahwa pada produksi kol/kubis di Indonesia mengalami penurunan 27,22%,

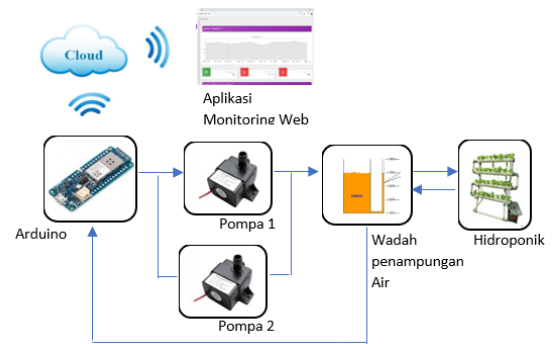
sayur bayam mengalami penurunan 2,44%, dan kentang mengalami penurunan 9,16% di tahun 2018 [3], [4]. Hal ini membuktikan bahwa produksi pangan dalam hal ini adalah sayuran mengalami penurunan dari tahun 2014 hingga 2018.

Dalam menangani permasalahan di atas, masyarakat saat ini beralih menggunakan teknik hidroponik. Hidroponik berasal dari kata *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti kerja. Jadi, hidroponik dapat berarti teknik pengerjaan bercocok tanaman dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Sistem pertanian menggunakan hidroponik dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan secara efektif dan efisien [5], [6]. Namun, proses pemeliharaan tanaman menggunakan teknik ini masih di rasa menyulitkan para petani [7]-[9]. Mereka setiap saat masih harus memantau ketersediaan air, nutrisi dalam tanaman tetap stabil setiap waktu [10]-[12]. Sehingga, hal ini membuat kebanyakan para petani kewalahan dalam mengatur waktu untuk proses penanaman lainnya setiap hari. Apalagi, proses evaporasi (penguapan) yang terjadi pada air di dalam tanaman berkurang begitu cepat, akibat dari adanya terik sinar matahari [13]-[15].

Berangkat dari permasalahan tersebut, penelitian ini memberikan inovasi pengembangan teknologi dalam hidroponik menggunakan sensor level air berbasis Arduino Uno sebagai *controlling* dalam pemeliharaan tanaman [16]-[18]. *Mikrocontroller* tersebut dapat membaca apabila level air dan nutrisi yang diperlukan kurang, maupun cukup dalam sebuah medium penanaman [19], [20]. Sehingga, para petani tidak perlu khawatir apabila dalam proses penanaman ini dilakukan dengan jarak jauh, atau pengecekan yang tidak selalu berkala, sebab kebutuhan yang diperlukan telah terkontrol oleh sensor pendeteksi volume air tersebut.

## II. METODE PENELITIAN

Untuk pemantauan dan kontrol sistem level air digunakan satu paket media tanam sayuran berbasis hidroponik yang terdiri dari pompa aquarium 1800, ember nutrisi 20 liter, net pot hidrot (40 buah) sebagai media tanam hidroponik. Kemudian untuk sensor level air, komunikasi dan sistem kontrol menggunakan Arduino sebagai komputer mini untuk mengatur kerja sistem, sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai pembaca tingkat air, 2 pompa air untuk mengisi dan mengeluarkan kelebihan air.



Gambar 1. Rancangan Sistem

Untuk kontrol level air, diusulkan rancangan sistem seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai komputer mini untuk mengatur *volume* air melalui 2 pompa air dengan cara mengisi dan mengeluarkan kelebihan air berdasarkan hasil bacaan sensor Ultrasonik HC-SR04.

### A. Water Level Control System (WLCS)

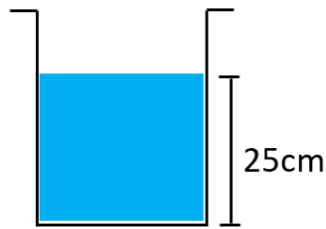
*Water level control system* terdiri pompa aquarium 1800, bak buah nutrisi 26 liter, dan net pot hidroponik sebagai media tanam sayuran kangkung. Kemudian untuk sensor level air, komunikasi dan sistem kontrol kami menggunakan Arduino, sensor Ultrasonik dan 2 buah pompa air. Pada sistem Hidroponik memiliki data sensor level air yang kemudian dikomunikasikan ke sistem kontrol melalui *Layer Communication System*.

Ketinggian level air di dalam wadah penampungan air hidroponik dihitung menggunakan rumus (1),

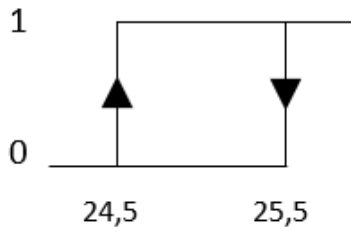
$$ta = tb - ts \quad (1)$$

dengan  $ta$  adalah tinggi air,  $tb$  adalah tinggi bak keseluruhan, dan  $ts$  adalah jarak permukaan air dengan sensor di bibir bak. Karena area penampang bak tidak berubah, maka untuk mempertahankan volume air cukup dengan memperhatikan tinggi air saja. Disini  $ta$  ditentukan pada ketinggian 25 cm dari dasar wadah penampungan air seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Untuk menjaga ketinggian air sebesar 25 cm dengan cara kendali 2 pompa untuk menambah dan mengurangi air menggunakan metode *two positions control* di mana pompa 1 sistemnya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Ketinggian Air yang Diharapkan

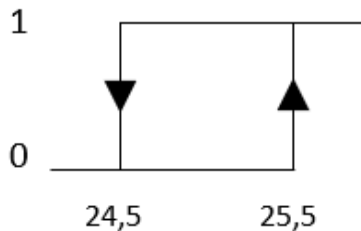


Gambar 3. Cara Kendali Pompa 1

Posisi 1 merupakan posisi dimana pompa 1 menyala sedangkan posisi 0 merupakan kondisi dimana posisi pompa mati sehingga ketinggian air kurang dari 24,5 cm maka pompa menyala sampai ketinggian air 24,5 cm, maka diperoleh persamaan (2).

$$\text{Signal} = 1 : t \geq 24,5; 0 : t \leq 25,5 \quad (2)$$

Sedangkan untuk menjaga agar ketinggian air di dalam bak penampungan air hidroponik tidak lebih dari 25 cm dari dasar tempat penampungan air kami menggunakan metode *two position* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Cara Kendali Pompa 2

Pompa 2 akan menyala untuk mengeluarkan kelebihan air di dalam bak penampungan air hidroponik ketika air lebih dari 25,5 cm dan pompa akan mati ketika ketinggian air dibawah 24,5 cm dengan menggunakan persamaan (3).

$$\text{Signal} = 1 : t \geq 25,5; 0 : t \leq 24,5 \quad (3)$$

dengan metode ini kondisi air akan dikendalikan berada di angka 25 cm dari dasar bak penampungan air

dengan mengisi jika *volume* air kurang dari 25 cm oleh pompa 1 dan akan mengurangi jika pengisian air oleh pompa 2 ketika kondisi air di dalam penampungan air lebih dari 25,5 cm dari dasar bak penampungan.

### B. Communication System (CS)

Bagian sistem ini digunakan untuk mentransmisikan sinyal data dari sensor level air melalui sensor Ultrasonik ke sistem kontrol berbasis Arduino yang kemudian data akan ditampilkan secara *realtime* ke *user* melalui sistem *monitoring* berbasis web.

Gambar 5 merupakan rangkaian yang digunakan dalam mentransmisikan data sensor berupa data level air di dalam bak penampungan air Hidroponik dan juga status *on/off* pompa utama, pompa 1 dan pompa 2 ke sistem *monitoring* web melalui sinyal wifi. Proses transmisi dilakukan terus menerus secara *realtime* sesuai dengan kondisi air di dalam bak penampungan air Hidroponik.



Gambar 5. Rangkaian Communication System (CS)

Untuk transmisi data dari sensor ke sistem *monitoring* web kami menggunakan akses internet modem 4G LTE dengan kecepatan *downlink* hingga 150 Mbps dan *uplink* hingga 51 Mbps. Transmisi dari sensor ke sistem *monitoring* web ini dilakukan secara *realtime* dengan menampilkan data baik berupa grafik maupun tabel di *layer monitoring system*.

### C. Layer Monitoring System

Informasi yang diperoleh dari *Communication System* ditampilkan ke *user* berbasis web dengan menggunakan pemrograman PHP. Informasi yang ditampilkan yaitu grafik perubahan level air hidroponik dari waktu ke waktu kemudian terdapat juga informasi terkait status pompa utama, pompa 1 dan pompa 2 yang di-update setiap waktu. Informasi akan ditampilkan secara *realtime* dalam bentuk grafik maupun tabel terkait kondisi level air dari waktu ke

waktu untuk memudahkan *user* dalam menyimpulkan informasi yang diperoleh.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian sistem kendali kuantitas air pada tanaman Hidroponik ini melalui 2 fase pengujian yaitu fase pengujian dimana sistem hidroponik dalam mengendalikan *volume* air di dalam bak penampungan air dilakukan secara manual dan fase dimana pengendalian level air dikendalikan oleh sistem *IoT*.

Sistem kendali yang dilakukan secara manual dilakukan dengan cara mengukur menggunakan penggaris besi untuk melihat level air yang kemudian dicatat setiap harinya sedangkan pengujian kendali level air yang dilakukan secara otomatis menggunakan sistem *IoT* dengan hasil data pengukuran ditampilkan ke petani dalam bentuk grafik dan tabel melalui aplikasi *Monitoring* berbasis Website secara *realtime*.

#### A. Pengukuran Kondisi Level Air Tanpa Sistem Pengendali Level Air

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang dilakukan secara manual dengan cara mengukur menggunakan penggaris besi setiap harinya untuk memantau kondisi level air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Agar kondisi air di dalam bak penampungan air hidroponik tetap terjaga, dilakukan pengisian secara manual sampai batas level air yang diinginkan ketika air mulai berkurang.

#### B. Kondisi Level Air Setelah Implementasi Sistem

Pada tahap dilakukan implementasi sistem kendali kondisi air di dalam bak penampungan air berbasis *IoT* pada tanaman Hidroponik yang salah satu tujuannya untuk mengetahui level air di dalam Bak Penampungan air setiap harinya setiap jam 7 Pagi.

Dalam melakukan pengendalian Level air berbasis *IoT*, pengisian dan pengurangan kelebihan air dilakukan secara otomatis dan secara *realtime* yang kemudian hasil pengambilan data dapat dimonitor oleh petani melalui aplikasi berbasis Web. Gambar 7 merupakan rangkaian perangkat sensor kendali level air secara keseluruhan.

Rangkaian ini terdiri dari Arduino sebagai komputer mini untuk mengatur kerja sistem, sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai pembaca tingkat level air di dalam Bak Penampungan air Hidroponik dan juga terdapat 2 pompa air yang digunakan untuk mengisi dan mengeluarkan kelebihan air Ketika pengisian oleh pompa 1 berlebih sehingga kondisi air akan senantiasa

stabil di level yang ditentukan yaitu di angka 25cm dari dasar bak penampungan air hidroponik.



Gambar 6. Pengukuran Secara Manual



Gambar 7. Rangkaian Sensor



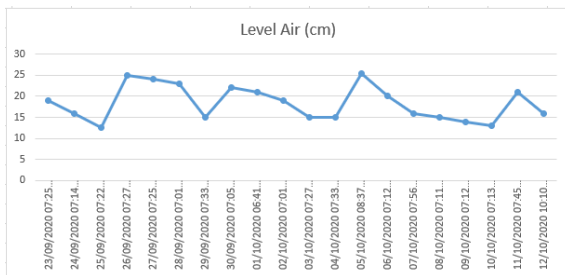
Gambar 8. Sistem Kendali yang Sudah Diimplementasikan



Gambar 8 merupakan hasil implementasi rangkaian sistem *IoT* pada tanaman hidroponik. Pada perangkat tanaman hidroponik dilengkapi dengan tempat bak penampungan air dimana bak penampungan air ini dilakukan pengukuran dan kendali yang dilakukan baik secara manual maupun dilakukan secara otomatis menggunakan sistem kendali berbasis *IoT*.

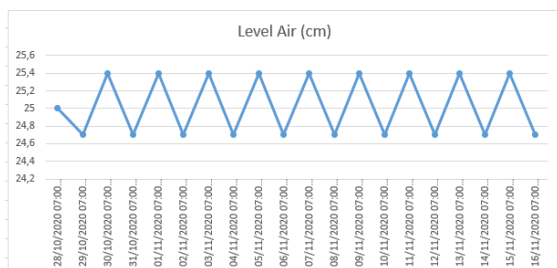
C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem pengendali level air dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengendalian level air yang dilakukan secara manual dengan hasil pengambilan level air secara otomatis dengan menggunakan pengendalian air berbasis *IoT*. Gambar 7 merupakan data hasil pengukuran yang dilakukan secara manual selama 20 hari.



Gambar 9. Hasil Pengukuran Secara Manual

Pengambilan data dilakukan setiap hari pada pagi hari sekitar jam 7 Pagi dengan menggunakan penggaris besi. Gambar 9 merupakan gambar hasil pengambilan data dari sistem kendali level air berbasis *IoT* terkait kondisi level air di bak penampungan air hidroponik yang dikirim secara *realtime* ke sistem *monitoring* Web melalui *Communication System (CS)* setiap jam 7 Pagi.



Gambar 10. Sistem Kendali yang Sudah Berhasil Dibuat dan Diimplementasikan

Kemudian Tabel I merupakan hasil pengambilan data yang dilakukan secara manual di mana berdasarkan hasil pengambilan data, ditampilkan data level air setiap pagi selama 20 hari pengukuran

terlihat pada tanggal 26 September 2020 pengisian air dilakukan ketika kondisi level air di angka 12,4 cm dari dasar bak penampungan air, kemudian pada tanggal 30 september 2020 dilakukan pengisian air ketika kondisi air di angka 15 cm, kemudian dilakukan pengisian ulang lagi pada tanggal 5 dan 11 November ketika kondisi air di angka 15 cm dan 13 cm.

TABEL I. DATA LEVEL AIR DENGAN SISTEM MANUAL

No	Tanggal / Jam	Level Air (cm)
1	23/09/2020 07:25	19
2	24/09/2020 07:14	16
3	25/09/2020 07:22	12,5
<b>4</b>	<b>26/09/2020 07:27</b>	<b>25</b>
5	27/09/2020 07:25	24
6	28/09/2020 07:01	23
7	29/09/2020 07:33	15
<b>8</b>	<b>30/09/2020 07:05</b>	<b>22</b>
9	01/10/2020 06:41	21
10	02/10/2020 07:01	19
11	03/10/2020 07:27	15
12	04/10/2020 07:33	15
<b>13</b>	<b>05/10/2020 08:37</b>	<b>25,5</b>
14	06/10/2020 07:12	20
15	07/10/2020 07:56	16
16	08/10/2020 07:11	15
17	09/10/2020 07:12	14
18	10/10/2020 07:13	13
<b>19</b>	<b>11/10/2020 07:45</b>	<b>21</b>
20	12/10/2020 10:10	16

Tabel II menunjukkan data hasil pengambilan data setelah sistem kendali level air berbasis *IoT* pada bak penampungan air diimplementasikan. Berdasarkan hasil pengambilan data yang diperoleh, dapat dilihat data dari hari ke hari cenderung stabil pada angka 24,7 cm sampai 25,4 cm.

TABEL II. DATA LEVEL AIR MELALUI SISTEM KENDALI *IOT*

No	Tanggal / Jam	Level Air (cm)
1	28/10/2020 07:00	25
2	29/10/2020 07:00	24,7
3	30/10/2020 07:00	25,4
<b>4</b>	<b>31/10/2020 07:00</b>	<b>24,7</b>
5	01/11/2020 07:00	25,4
6	02/11/2020 07:00	24,7
7	03/11/2020 07:00	25,4
<b>8</b>	<b>04/11/2020 07:00</b>	<b>24,7</b>
9	05/11/2020 07:00	25,4
10	06/11/2020 07:00	24,7

No	Tanggal / Jam	Level Air (cm)
11	07/11/2020 07:00	25,4
12	08/11/2020 07:00	24,7
13	09/11/2020 07:00	25,4
14	10/11/2020 07:00	24,7
15	11/11/2020 07:00	25,4
16	12/11/2020 07:00	24,7
17	13/11/2020 07:00	25,4
18	14/11/2020 07:00	24,7
19	15/11/2020 07:00	25,4
20	16/11/2020 07:00	24,7

Berdasarkan data ini terlihat kondisi penurunan volume air dari hari ke hari semakin tidak menentu sehingga membuat petani kesulitan untuk menjaga agar volume tetap stabil di angka 25 cm dari dasar bak penampungan air.

#### D. Analisa Hasil Uji Coba

Analisa dilakukan dari hasil pengambilan data yang dilakukan secara manual dan hasil pengambilan data yang dilakukan secara otomatis menggunakan sistem IoT. Berdasarkan Hasil pengujian, Ketika sistem pengendalian level air dilakukan secara manual hasil data yang diperoleh menunjukkan perubahan grafik yang tidak teratur dari hari kehari. Hal ini diakibatkan oleh ketidak teraturan petani dalam menambah air ketika kondisi air di dalam bak penampungan air berkurang kemudian mengurangi level air ketika pengisian air berlebih dari batas yang seharusnya.

Penambahan air akan sering dilakukan seiring dengan semakin besarnya tanaman hidroponik yang mengakibatkan air semakin berkurang dengan cepat setiap harinya. Yang mengakibatkan kondisi level di dalam bak penampungan Hidroponik cenderung tidak sama antara hari pertama dengan hari-hari berikutnya. Selain faktor semakin tumbuh tanaman, ketidak teraturan pengurangan level air di dalam bak penampungan air juga diakibatkan oleh cuaca dimana ketika cuaca panas mengakibatkan air di dalam bak penampungan air menguap dan terbuang ke udara yang mengakibatkan konsumsi air yang semakin banyak dari hari ke hari.

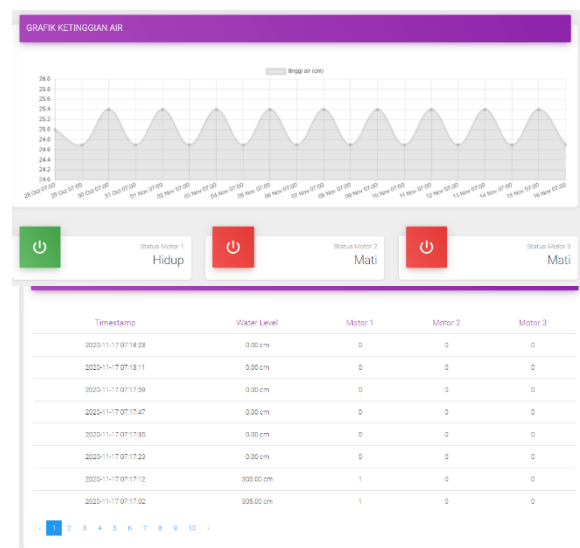
Perubahan level air di dalam bak air hidroponik melalui sistem kendali IoT kondisinya stabil disekitar angka 25 cm, yaitu di sekitar angka 24,7 cm dan di angka 25,4 cm dari dasar bak penampungan air yang mengalami pengurangan dan penambahan level air secara terus menerus dari waktu ke waktu secara otomatis oleh sistem.

Angka ini sesuai dengan level air yang sudah ditentukan di dalam program untuk menjaga ketinggian air sebesar 25 cm dengan cara kendali 2 pompa dengan menambah dan mengurangi air menggunakan metode *two positions control* untuk mengendalikan kondisi level air tetap stabil di angka 25cm dari wadah penampungan air Hidroponik.

Berdasarkan hasil pengambilan data secara manual dan dari hasil *monitoring* berbasis web di atas terlihat grafik data pada hasil pengambilan data secara manual tidak stabil hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya dari petani yang tidak setiap hari secara mengisi air ketika terjadi pengurangan air di dalam bak penampungan air yang mengakibatkan grafik cenderung tidak stabil. Hal ini berbeda ketika diimplementasikan sistem kendali berbasis IoT dimana penambahan dan pengurangan level air di dalam bak penampungan air dilakukan secara otomatis ketika terjadi pengurangan maupun penambahan dari level air yang sudah ditentukan sehingga grafik perubahan lebih stabil dan teratur.

#### E. Aplikasi Monitoring Level Air

Gambar 11 merupakan tampilan Aplikasi *monitoring* Level air secara *realtime* untuk melakukan pemantauan terhadap kondisi air di dalam bak penampungan air. Pada halaman aplikasi *monitoring*, akan menampilkan grafik dan tabel pengurangan atau penambahan air baik sebelum pompa menyala maupun ketika pompa menyala.



Gambar 11. Aplikasi Monitoring Level Air Berbasis Web

Dengan aplikasi ini petani Hidroponik akan mudah dalam memantau kondisi air di dalam bak penampungan air hidroponik apakah kondisi air dalam kondisi baik yaitu volume airnya mencukupi atau kondisi air di dalam penampungan air dalam kondisi kurang untuk mengecek kondisi sistem yang sedang berjalan sehingga dengan sistem ini petani dapat *monitoring* baik kondisi volume air maupun kondisi pompa dan kondisi sensor.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap tumbuh tanaman hidroponik, tanaman kangkung dapat tumbuh dengan baik pada sistem hidroponik dengan level air terkontrol 25 cm dari permukaan wadah penampungan air, di mana nutrisi dalam air yang tetap terjaga membuat tanaman tumbuh dengan baik.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan sistem yang dapat membantu para petani atau pemilik lahan hidroponik dalam *monitoring* pemeliharaan secara modern dengan *IoT (Internet of Things)*. Hasil membuktikan bahwa pemeliharaan kuantitas air terhadap tanaman kangkung menggunakan sensor air, terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Uno sangat memudahkan. Air secara otomatis ditambahkan ketika air dibawah ambang batas 24,5 cm yang ditentukan dan akan mengeluarkan air Ketika air melebihi ketinggian sebesar 25,5 cm sehingga petani tidak perlu menambahkan air secara manual setiap harinya untuk memenuhi nutrisi air hidroponik.

Dari inovasi ini, diperoleh data kondisi air secara *realtime* dengan pantauan melalui website yang telah dibuat. Menjaga *volume* air berdasarkan kendali tinggi air juga membuka peluang untuk mengendalikan banyaknya nutrisi dalam air hidroponik. Efek dari rasio nutrisi dan air yg tetap terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik juga menarik untuk diteliti kemudian.

#### REFERENSI

- [1] Prasetyo A, Nurhasan U, Lazuardi G. Implementasi *IoT* pada Sistem *Monitoring* dan Pengendali Sirkulasi Air Tanaman Hidroponik. *Jurnal Informatika Polinema*. 2018; 5(1).
- [2] Persoalan ini masih dihadapi petani Indonesia. 2018. [Online]. Tersedia: <https://ekonomi.kompas.com/read/2018/08/02/154900926/5-persoalan-ini-masih-dihadapi-petani-indonesia>. [Diakses: 26 November 2020].
- [3] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2018. [Online]. Tersedia :<https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>. [Diakses: 26 November 2020]
- [4] Dharma I.P.L, Tansa S, Nasibu IZ. Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM800I Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik*. 2019.
- [5] Putra.Y.H, Triyanto.D, Suhardi. Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik Berbasis Website. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Unitan*. 2018; 6(3):128-138.
- [6] Ardiansah I, Putri S.H, Wibawa A.Y, Rahmah DM. Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah. *Ultimatics*. 2018.
- [7] Komaludin D. Prototype *Monitoring* Suhu Tanaman Hidroponik Teknologi *IoT* (Internet Of Things). *Jurnal TrendTech*. 2018.
- [8] Umamaheswari, S, Preethi, A, Pravin, E, Dhanusha, R. *Integrating Scheduled Hydroponic System*. Proc IEEE International Conference on Advances in Computer Applications. 2016.
- [9] Crisnapati, PN, Wardana, I, Aryanto, I, Hermawan, A. *Hydroponic Management and Monitoring System for an IOT Based NFT Farm Using Web Technology*. Proc 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM). 2017.
- [10] Rifai A, Sembiring S, Farissi A, Karo D.G.K. Perancangan Sistem Pengatur Electrical Conductivity (EC) Air Menggunakan Kendali Logika Fuzzy. *Jurnal Informatik Edisi ke-16*. 2020.
- [11] Desnanjaya I.G.M.N, Sastrawan I.G.P, Pranata I.W.D. Sistem peringatan ketinggian air dan kendali TEMUKU (Pintu Air) untuk irigasi sawah. *Jurnal RESISTOR*. 2020.
- [12] Ratnawati, Silma. Sistem Kendali Penyiram Tanaman Menggunakan Propeller Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Inspiration 2017*; 7:2.
- [13] Hari Y, Kurnia Y.A, Budijanto A. *Pengembangan Sistem Kendali Cerdas dan Monitoring pada budidaya buah tomat*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V 2017. 2017.
- [14] Tajrie A.M, Sumaryo S, Ekaputri C. Sistem Kendali Penyiraman dan Pencahayaan tanaman otomatis pada smart greenhouse menggunakan logika Fuzzy. *e-Proceeding of Engineering*. 2017.
- [15] Purwasih R, Evahelda, Agustina F, Pranoto S.Y. Pemanfaatan lahan pekarangan untuk budi daya sayuran secara hidroponik di kecamatan sungailiat, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2019.
- [16] Delya B, Tusi A, Lanya B, Zulkarnain I. Rancang Bangun sistem control penyiram tanaman berdasarkan Sensor Soil Moisture dengan menggunakan Arduino. *Jurnal Explore It*. 2019.
- [17] S. Mufida Elly. Otomatisasi Irigasi Sawah Menggunakan Sensor Elektroda Level Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*. 2017.
- [18] Mardiana Y, Riska. Implementasi Dan Analisis Arduino Dalam Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Aplikasi Android. *Jurnal Pseudocode*. 2020.
- [19] Pamungkas R.H.S, Riskiono S.D, Arya Y. Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Sayuran berbasis Arduino dengan sensor kelembaban tanah, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*. 2020.
- [20] Umar U, Rasyid.M.U.H.A, Sukaridhoto S. Distributed Database Semantic Integration of Wireless Sensor Network to Access the Environmental Monitoring System. *International Journal of Engineering and Technology Innovation*. 2018; 8(3):157- 172.