

Internet of Things-Based Hydroponic System Monitoring Design

Perancangan Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things

Fabiola B. Assa, Arthur M. Rumagit, Meicsy E. I. Najooan

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia
fabiolablesyassa@gmail.com, arthur_rumagit@unsrat.ac.id, meicsynajooan@unsrat.ac.id

Received: 09 June 2021; revised: 15 March 2022; accepted: 30 March 2022

Abstract — How to plan tis a problem that until now still cannot be resolved. Planting crops now is very influential for farmers in today's life, because they have less technique and land to plant. One way to grow plantswel is to measure the quality of Ph and nutrients in hydroponic system. To monitor the hydroponic system manually is not very effective, so in this study a hydroponic monitoring system wa designed, wich can provide real time information, using a Ph meter sensor to measure the wet acid level of a solution, a TDS meter sensor to measure the ttal weight of all solids dissolved in a volume of water, a DHT22 sensor to measure the surrounding air and the signal out on the data pin, a sensor pin (ultra sonic HC04) to measure the distance of an object, and using ESP32 as a microcontroller. The final result of the tool made is that the tool will detect if a nutrient is present. The sensor readings in real time are then sent via the wifi module into the internet of things OVoRD (Online Value Of Real Time Data) platform and displayed web form. This system has the potential to be used as a hydroponic monitoing system

Keywords — Monitoring Systems; Sensors; IoT Platform; Air Quality

Abstrak — Cara menanam merupakan permasalahan yang sampai sekarang masih belum bisa terselesaikan. Penanaman tanaman sekarang sangat berpengaruh bagi para petani di kehidupan sekarang, karena memiliki teknik dan lahan yang kurang untuk menanam. Salah satu upayah untuk menanam tanaman dengan bagus yaitu mengukur kualitas ph dan nutrisi dalam sistem hidroponik. Untuk memonitoring sistem hidroponik dengan cara manual sangatlah tidak efektif maka dalam penelitian ini dirancang sebuah monitoring sistem hidroponik, yang dapat memberikan informasi secara *real time*, menggunakan sensor Ph meter untuk mengukur tingkat asam basah suatu larutan, Sensor TDS meter untuk mengukur berat total semua padatan yang dilarutkan dalam sejumlah volume air, Sensor DHT22 untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinya pada pin data, Sensor pin (ultra sonic HC04) untuk mengukur jarak suatu objek, dan menggunakan ESP32 sebagai mikrokotroler. Hasil akhir alat yang di buat yaitu alat akan mendeteksi jika suatu nutrisi. Hasil bacaan sensor secara *real time* kemudian di kirim melalui modul *wifi* ke dalam platform Internet of Things OVoRD (*Online Value of Real Time Data*) dan di tampilkan dalam bentuk *web* yang mudah dibaca. Sistem ini berpotensi untuk digunakan sebagai sistem pemantau hidroponik.

Kata kunci — Sistem Monitoring; Sensor; Platform IoT; Kualitas Udara

I. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman.[1]

Menurut penanggung jawab Visitor Plot Sandis W.Prasetya, SP, kelebihan *system* hidroponik adalah penggunaan lahan lebih efisien, lingkungan maupun pemberian nutrisi pupuk dapat di atur, tanpa media tanah, tidak ada gulma, tidak ada resiko penanaman terus-menerus sepanjang tahun, kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi, lebih bersih, bebas dari racun pestisida, penggunaan pupuk dan air lebih efisien, periode tanam lebih pendek. Sedangkan kekurangannya yaitu membutuhkan modal relative besar pada saat awal pelaksanaan.[2]

Bertanam Hidroponik yaitu terbukti bahwa ramah lingkungan di karenakan tidak menggunakan peptisida atau obat hama yang dapat mengakibatkan kerusakan dalam menanam. Tanaman hidroponik tidak merusak tanah di karenakan tidak menggunakan media tanah, dan juga tidak membutuhkan tempat yang luas.Dari sini muncul teknik bertanam dengan menggunakan air yang kita sebut hidroponik, di mana yang ditekankan adalah pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman. Yaitu menggunakan sistem NFT (Teknik Film Nutrien) Sistem NFT ini adalah cara yang paling populer dalam istilah hidroponik. Sistem NFT ini secara terus menerus mengalirkan nutrisi yang terlarut dalam air tanpa menggunakan timer untuk pompanya. Nutrisi ini mengalir ke dalam selokan melewati akar-akar tumbuhan dan kemudian kembali ke penampungan udara begitu seterusnya.[3]

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian tugas akhir ini akan merancang monitoring sistem hidroponik berbasis *Internet of Things*.

A. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh R Doni, 2020, "Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis *IoT*" "Penelitian ini membahas menggunakan sistem Nodemci ESP8266, dan monitoring ini dikhususkan untuk para petani. [4]

Penelitian yang dilakukan oleh Elsi Desvia Astuti, 2021, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”. Penelitian ini membahas tentang membangun rancang sistem Hidroponik.[5]

Penelitian yang dilakukan oleh Lindu Pamungkas, 2021, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik NFT (*NUTRIENT FILM TECHNIQUE*) Berbasis *IoT*”. Penelitian ini membahas tentang rancang bangun sistem Hidroponik NFT.[6]

Penelitian ini dilakukan oleh Rafif Dwiputra, 2021, “Perancangan Sistem Kendali dan Pemantauan Tanaman Hidroponik Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”. Penelitian ini membahas tentang Merancang sistem kendali dan Pemantauan pada tanaman Hidroponik.[7]

Penelitian ini dilakukan oleh Imam Fathurrahman, 2021, “Penerapan Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”. Penelitian ini membahas tentang Penerapan sistem Hidroponik.[8]

Penelitian yang dilakukan oleh Reza Nandika dan Elita Amrina, 2021, “Sistem Hidroponik Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”. Penelitian ini membahas tentang Sistem Hidroponik.[9]

Prahenusa Wahyu Ciptadi, R. Hafid Hardyanto, (2018), Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino.[10]

B. Internet of Things

Internet of things adalah sebuah konsep di mana sebuah objek tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data lewat melalui jaringan dan tanpa adanya interaksi dari manusia kemanusia ataupun dari manusia ke perangkat.

IoT mulai berkembang pesat sejak ketersediaan teknologi nirkabel, microelectromechanical system (MEMS), dan tentusaja internet. Internet of Things juga keringkali diidentifikasi dengan *RFID* sebagai metode komunikasi.

Sejarah berkembangnya *Internet Of Things* yaitu pada awal tahun 1989, kemudian pada tahun 1990 seorang peneliti bernama John Romkey membuat suatu perangkat yang tidak kalah tergolong canggih, perangkatnya adalah pemanggang roti yang bisa dinyalakan atau juga dimatikan lewat internet. Kemudian pada tahun 1994 seseorang bernama Steve mann menciptakan *WearCam*. Kemudian pada tahun 1997-nya si Paul Saffo menjelaskan secara singkat mengenai penemuannya tentang teknologi sensor dan masa depannya nanti. Kemudian pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton membuat konsep *Internet Of Things*. Di tahun 1999 di temukan mesin yang sistemnya berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)* secara global. Penemuan inilah yang jadi awal kepopuleran dari konsep *IoT*. Lalu di tahun 2000 brand ternama LG mengumumkan rencananya untuk membuat dan merilis teknologi *IoT* yaitu lemari pintar. Kemudian di tahun 2003 *FRID* yang sebelumnya telah di sebutkan mulai di temukan pada posisi penting dalam masa pengembangan

teknologi di Amerika melalui *Savi*.

IoT kembali terkenal di tahun 2005, yaitu pada saat media-media ternama semacam *The Guardian* dan *Boston Globe* mulai mengutip banyak sekali dari artikel ilmiah dan proses pengembangan *IoT*. Hingga pada tahun 2008 berbagai macam perusahaan setuju untuk meluncurkan IPSO untuk memasarkan penggunaan IP dalam jaringan yang bertujuan mengaktifkan *IoT* itu sendiri.

C. Sensor dan Perangkat Pendukung

Sensor adalah bagian dari sistem perangkat input ke mikrokontroler dan mengubah sinyal kemudian memberikan output yang dapat dipahami. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian saat melakukan suatu aktivitas seperti pengukuran dan pengendalian. Pada perancangan sistem ini ada beberapa sensor yang digunakan. (lihat gambar 1 sampai gambar 4)

D. Ovoid

Platform ovoid adalah suatu sistem yang menangani masalah manajemen perangkat IoT hingga memvisualisasikan suatu kumpulan data.

II. METODE

A. Konsep Perancangan Alat

Dalam penelitian perancangan monitoring sistem hidroponik berbasis IoT ini, menggunakan dua unsur utama, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Konsep dasar ini menjadi pedoman untuk merancang sesuatu, dimana konsep itu sendiri terdapat langkah-langkah dan petunjuk yang menunjang dalam desain.

Masukkan tersebut merupakan sensor, sensor-sensor ini digunakan untuk memonitoring kualitas udara dalam ruangan. Sensor ini di hubungkan ke mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan kabel *jumper*.

Setelah mikrokontroler ESP32 membaca masukkan data dari sensor, kemudian data di kirim ke *server/platform* IoT melalui modul *WiFi* ESP32 untuk diolah. Kemudian data yang di terima di tampilkan ke dalam halaman *platform* sehingga data dapat di lihat oleh pengguna. Pengiriman hasil dari pembacaan sensor dalam mikrokontroler dikirim kedalam *platform* OVoRD melalui modul *WiFi*. *Platform* ini menyediakan fasilitas penyimpanan untuk setiap data dari perangkat-perangkat IoT (*Things*) yang terhubung dan bisa dengan mudah menghapus ataupun menambahkan data dari masing-masing perangkat menggunakan fitur *Device Manager*, data dari perangkat bisa secara langsung di tampilkan pada dashboard yang bisa di bangun tanpa beban pengkodean dengan fitur *Dashboard Builder*, data itu juga bisa diproses atau diolah sebelum di tampilkan dengan fitur *Rule Engine* yang memungkinkan pengguna membangun suatu aturan khusus secara visual. Pada *Platform* OVoRD yang akan dibuat nantinya berisi data *real* dari sensor, yang nanti nilainya akan ditampilkan dalam angka yang mudah dipahami. (lihat gambar 6)

B. Desain Perancangan Website

Berikut ini adalah gambaran design dari dashboard *User Interface (UI) Experience* perancangan monitoring sistem hidroponik berbasis IoT, yang akan menggunakan *platform* IoT OVoRD. Desain perancangan *website* yang dibuat, dimana untuk menampilkan grafik suatu sistem. Dibagian *tools* yang ada pada *website* menampilkan suhu, kelembapan, TDS Meter, Ph meter, dan Water Level *secara real time*. (lihat gambar 7)



Gambar 1. TDS Meter



Gambar 2. Sensor suhu dan Kelembapan (DHT22)



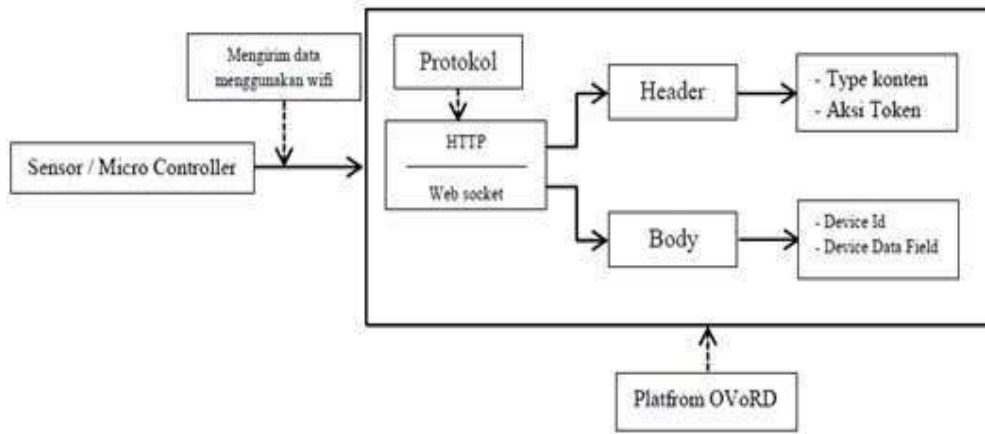
Gambar 3. Sensor PH Meter



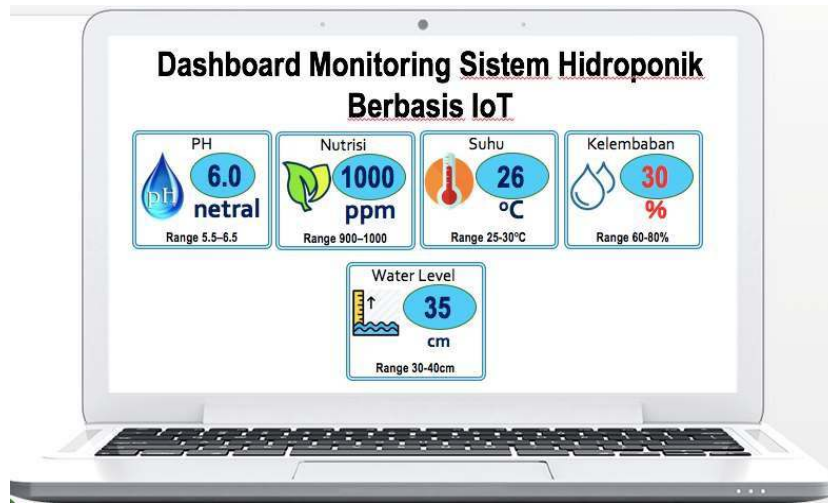
Gambar 4. Sensor Water Level



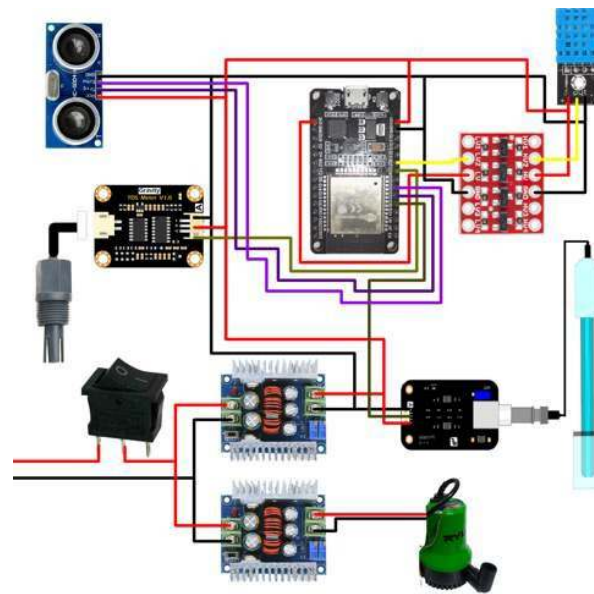
Gambar 5. Mikrokontroler ESP32



Gambar 6. Diagram blok pengiriman data pada platform ovord



Gambar 7. Contoh rancangan dashboard web



Gambar 8. Desain dan rangkaian komponen

C. Desain Perangkat Keras

Perancangan monitoring sistem hidroponik ini menggunakan beberapa perangkat dan komponen berupa, mikrokontroler ESP32, sensor Suhu dan Kelembapan (DHT22), Sensor TDS Meter, Sensor PH Meter, dan sensor Water. Pada bagian ini menjelaskan rangkaian dari komponen sensor-sensor tersebut terhubung ke dalam mikrokontroler ESP32, kemudian untuk pengiriman data menggunakan modul *WiFi* yang dimiliki ESP32. (lihat gambar 8)

Sistem pengkabelan dari sistem monitoring kualitas udara ini terhubung dengan suplai listrik tegangan DC yang berasal dari baterai yang terhubung dengan *regulator step up/down* untuk memberikan suplai tegangan pada rangkaian.

D. Flowchart

Sistem ini menggunakan alat berbasis *microcontroller* yang telah dilengkapi sensor Suhu dan kelembapan, Sensor TDS Meter, Sensor Ph Meter, dan sensor Water Level. Alat ini akan dipasang di titik tertentu dan akan menerima data dari sensor serta mengirimkan data tersebut setiap 10 detik ke *server/platform*.

Data yang dikirimkan ke *server* akan disimpan dalam *OVORD* dan akan diolah hasil perhitungannya kemudian ditampilkan ke dalam bentuk tampilan angka yang mudah dipahami. (lihat gambar 9)

TABEL I
PERSYARATAN KIMIA

1.	<i>Pakchoi</i>	1050-1400	7,0	40-60
2.	<i>Sawi</i>	1050-1400	5,5-6,5	40-60
3.	<i>Seledri</i>	1260-1680	6,5	120-150
4.	<i>Selada</i>	560-840	6,0-7,0	65-90
5.	<i>Strawberry</i>	1260-1540	6,0	120

TABEL II
HASIL PENGUJIAN ALAT

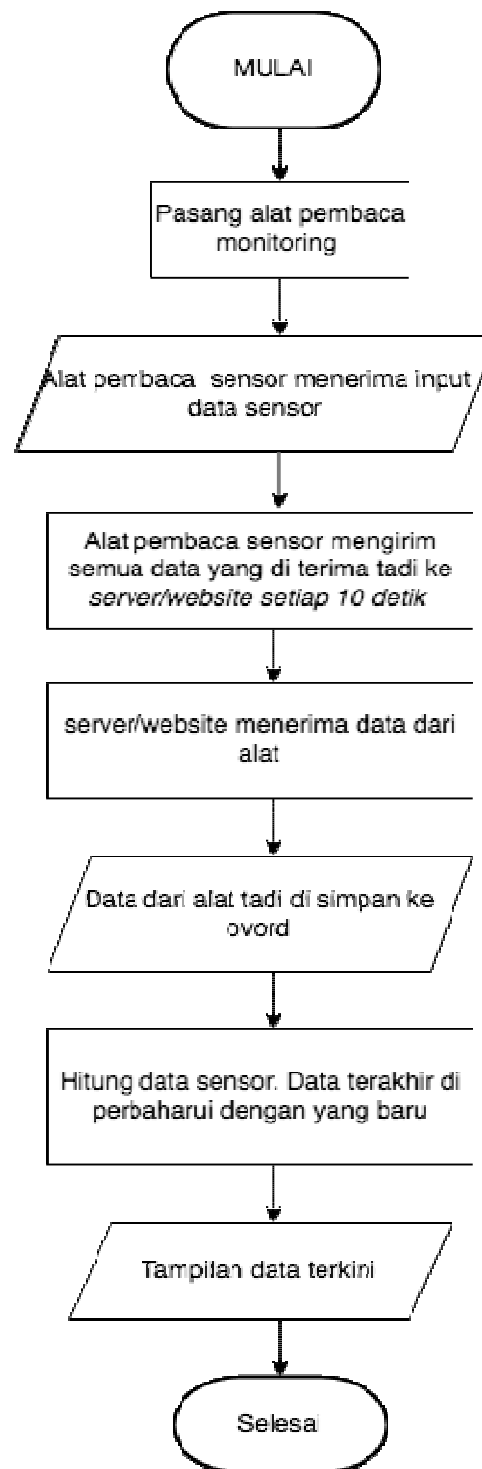
Waktu	Suhu	Kelembapan	PH	TDS	Water Level
2:55	29,70°	80,70 RH	3,81 Ph	232,92 ppm	2484 cm
2:56	29.80°	80,30 RH	6,89 Ph	539,34 ppm	2479 cm
2:57	29,90°	79,80 RH	7,02 Ph	513,11 ppm	2453 cm
2:58	30,00°	79,40 RH	6,98 Ph	534,84	2448 cm

TABEL IV
HASIL SELISI PENGUJIAN ALAT

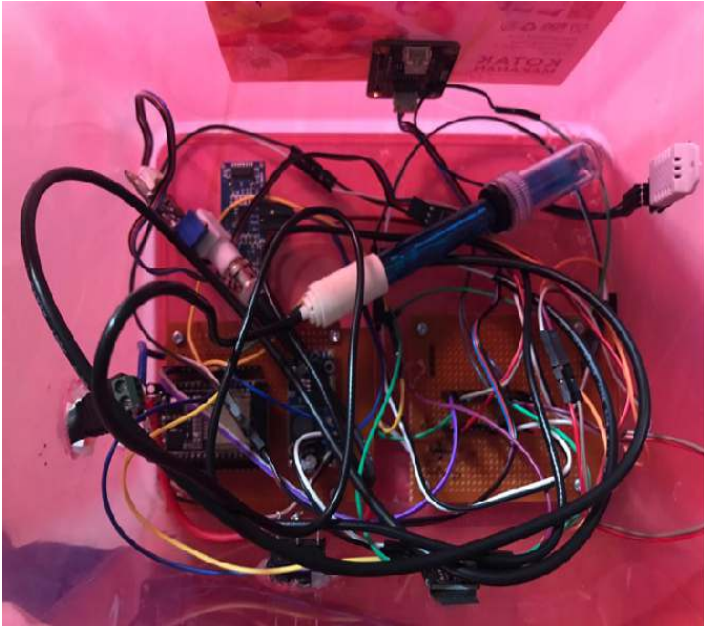
Waktu	Selisi	Erro
2:55	2831,13	283131
2:56	313,533	31353,3
2:57	308,283	30828,3
2:58	309,922	30992,2
2:59	312,831	31283,1
Rata-Rata		407587,9

TABEL V
DATA BERAT TANAMAN PAKCOY

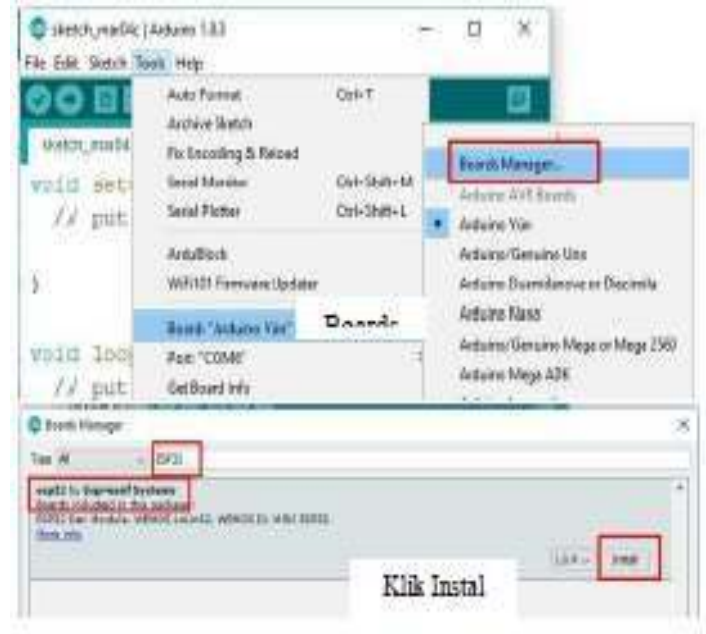
Data berat tanaman pakcoy (gram) setelah di panen						
Kemiringan	Posis	Talang 1	9%	Talang 2	Talang 1	6%
						Talang 2
	1	50		80	70	90
	2	50		50	100	100
	3	50		50	100	110
	4	70		60	70	30
	5	70		60	70	90
	6	100		50	100	50
	Jumlah setiap talang	390		350	510	470
	Jumlah tiap kemiringan		740			980
	Total				1720	



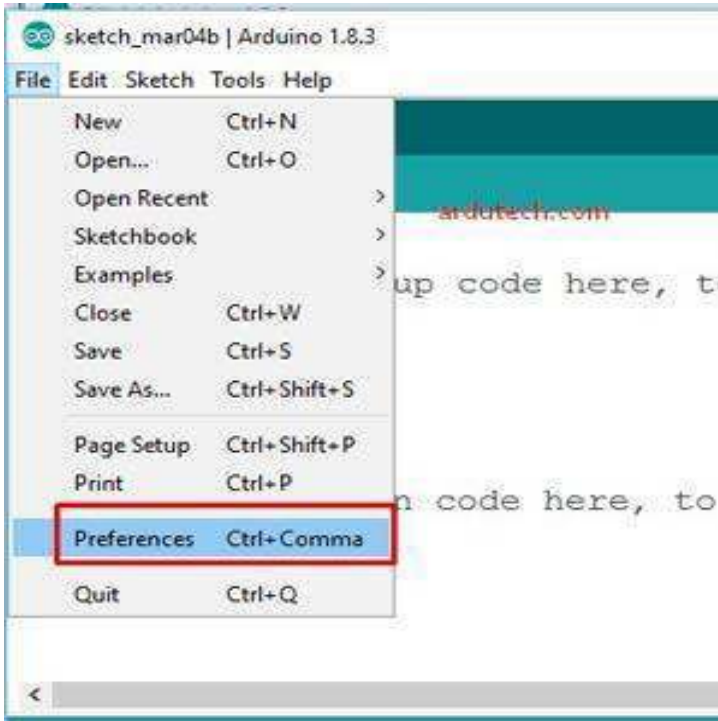
Gambar 9 Flowchart



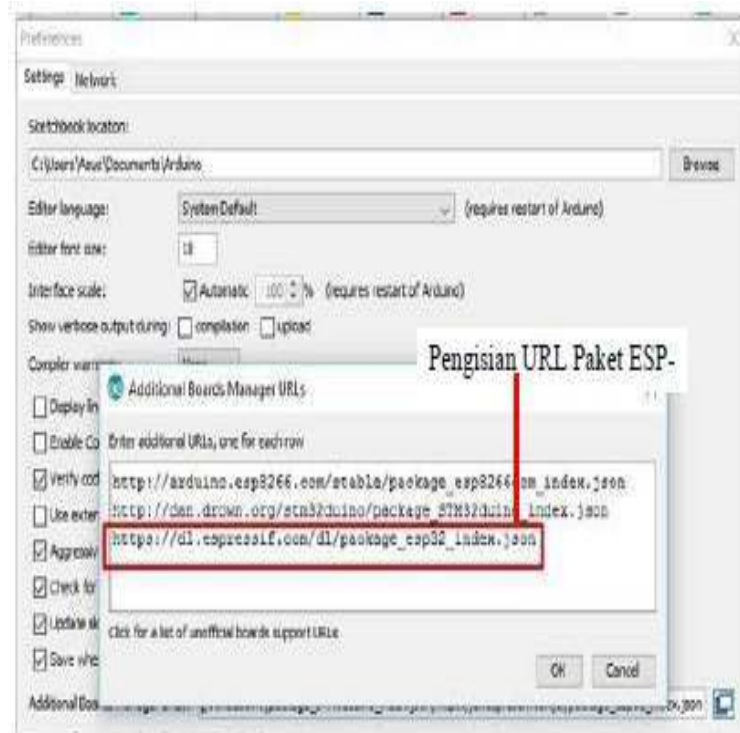
Gambar 10. Implementasi perangkat keras



Gambar 13. Proses memasukkan package ESP32



Gambar 11. Tampilan jendela Preferences pada Arduino IDE



Gambar 12. Instalasi ESP32

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Hidroponik

Sistem Nutrient Film Technique (NFT) adalah suatu metode budidaya tanaman dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, nutrisi dan oksigen. Sistem ini menggunakan listrik sebagai penggerak pompa agar dapat dengan mudah mensirkulasi nutrisi ke seluruh akar tanaman.

B. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terdiri dari keseluruhan pembuatan perangkat keras sistem. Sistem monitoring kualitas udara ini menggunakan perangkat keras sebagai berikut, ESP32 Development Kit sebagai board yang digunakan merancang aplikasi IoT dan mengirim via WiFi, Sensor TDS Meter sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur padatan (mineral garam atau logam) yang terlarut dalam sejumlah volume air. Sensor Ph Meter sebagai sensor yang digunakan untuk PH (kadar keasaman atau alkalinitas) ataupun basa dari suatu larutan. Sensor Suhu dan kelembapan sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pin data. Sensor Water Level sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian permukaan air.

C. Implementasi Perangkat Lunak

Sistem monitoring sistem hidroponik ini menggunakan perangkat lunak berupa, Microsoft Windows 10x64 sebagai sistem operasi dan Arduino IDE sebagai implementasi pemrograman.

Sistem monitoring sistem hidroponik ini juga menggunakan perangkat keras *microcontroller* ESP32 sebagai pusat dari proses data dari setiap data yang diterima melalui *port input* tiap-tiap sensor. Data dari sensor kemudian diolah sesuai *range* pengukuran dari *datasheet* tiap-tiap sensor atau disebut dengan proses kalibrasi.

Pada sistem monitoring sistem hidroponik, sistem pengirim data secara WiFi menggunakan ESP32 Devkit yang memerlukan pemasangan *firmware* ESP32 pada Arduino IDE. (lihat gambar 13)

Modul ESP32 biasanya sudah terisi *firmware default* yang mendukung set intruksi *AT Command*. Ada banyak cara untuk memprogram ESP32, beberapa diantaranya adalah, ESP-IDF (*IoT Development Framework*), Menggunakan Arduino – ESP32, *MicroPython* dan *Mongoose OS*.

Adapun tampilan jendela *Preferences* pada Arduino IDE untuk menginstal board ESP32 pada Arduino IDE, dalam hal ini sistem monitoring kualitas udara menggunakan sistem pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE. (lihat gambar 12)

Proses memasukkan *package* ESP32 dilakukan pada kolom “*Additonal Boards Manager URLs:*” diisikan dengan: https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json. Jika sebelumnya sudah ada link lain seperti esp8266, maka perlu memisahkan link URL ESP32 di bagian bawah atau dapat juga memisahkan dengan tanda koma. (lihat gambar 12)

Setelah mengisi *link URL* untuk paket ESP32, kemudian memastikan adanya koneksi internet pada pc/laptop yang digunakan untuk proses instalasi ESP32. Kemudian pada menu *Tools > Board > Board Manager...*, mencari ESP32 pada kolom pencarian kemudian klik “*Install*” untuk proses instalasi ESP32. (lihat gambar 11)

Setelah proses instalasi ESP32, maka dilakukan proses instalasi pada *driver USB* yang digunakan ESP32 dengan Arduino IDE yang akan dipakai untuk membuat program sekaligus meng-*upload* ke ESP32.

D. Persyaratan Kimia

Persyaratan kimia menentukan jumlah ph,tds dan masa panen dari setiap tanaman hidroponik. (lihat tabel II)

E. Data Berat Tanaman Hidroponik

Data berat tanaman hidroponik di ambil dari hasil panen tanaman yang di tanam, tanaman yang di pai kaitu tanaman pokcay. (lihat tabe III)

F. Hasil Pengujian Alat

Hasil pengujian alat sistem hidroponik yang telah di ukur menggunakan sensor ph, TDS, DHT22, dan sensor water level. Data menunjukkan adanya data dengan output sensor. (lihat tabel II)

G. Hasil Selisi Data-data sensor

merupakan hasil pengujian nilai sistem hidroponik yang telah di ukur menggunakan alat penguji kalibrasi setiap sensor.

Data menunjukkan adanya selisi antara alat penguji output sensor.

$$\text{Error} = \frac{\text{HASIL NILAI SELISIH}}{\text{NILAI 10 DETIK DATA KELUAR}} \times 100 \quad (1)$$

Berdasarkan rumus (1), hasil perhitungan yang di peroleh adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{2831,13}{10} \times 100 \\ &= 2831,113 \times 100 \\ &= 28211,3 \end{aligned}$$

H. Tampilan Dashboard

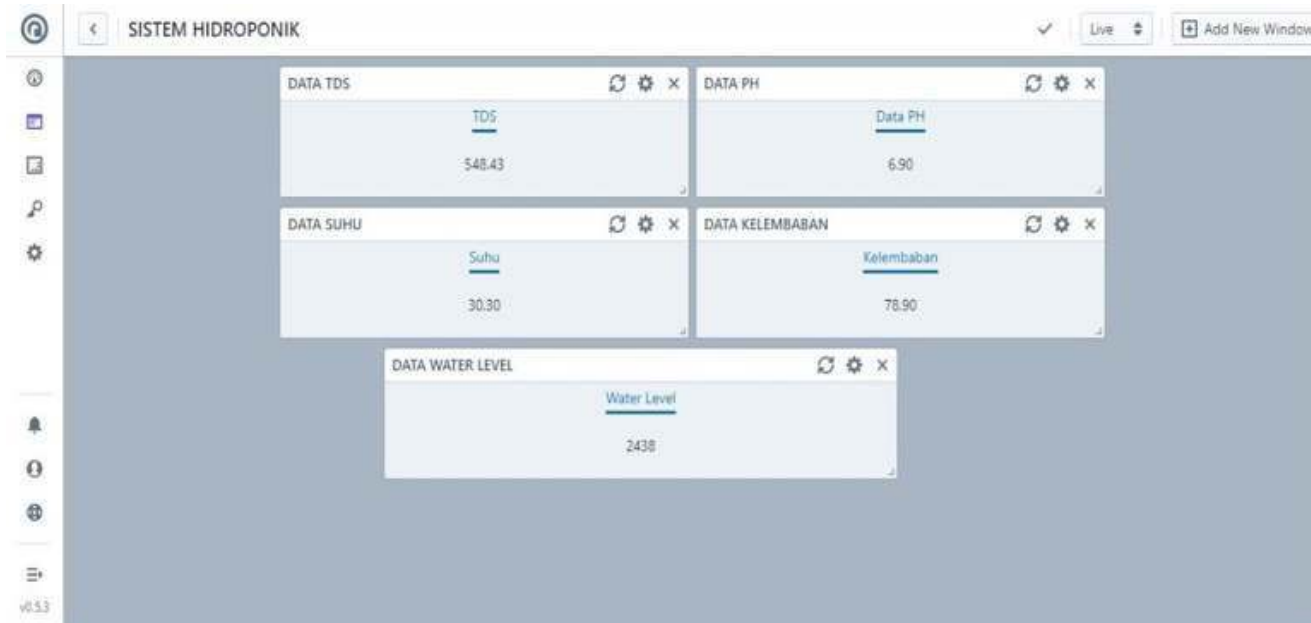
Tampilan OVoRD yang menampilkan output Sistem Hidroponik, Sensor DHT22 (derajat), PH (Ph), TDS (ppm), Water Level (cm) secara real time. (lihat gambar 14)

I. Tampilan Fields OVoRD

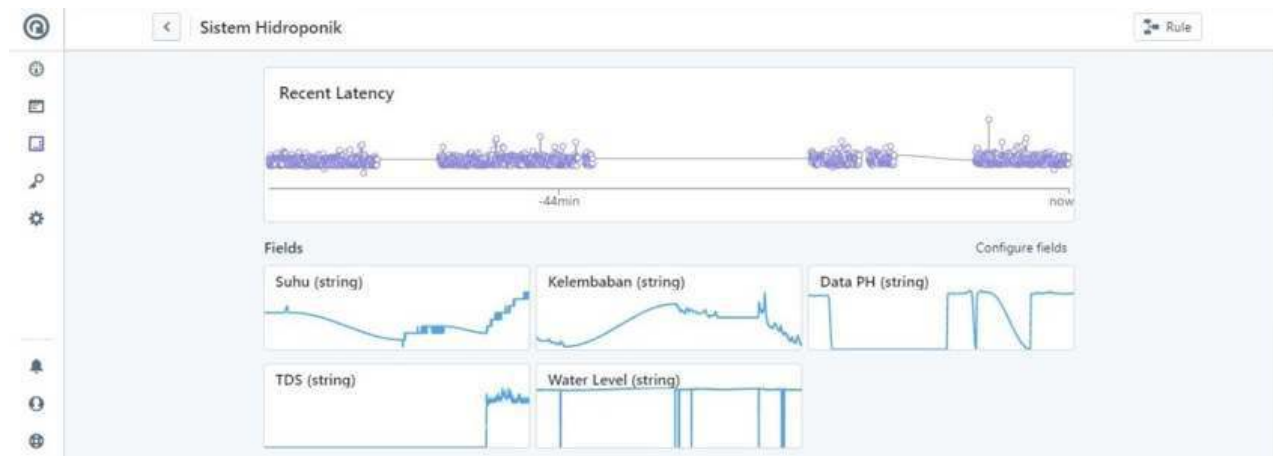
Merupakan tampilan fields OVoRD berupa grafik setiap sensor data yang diterima dan di olah secara *real time* (lihat gambar 15)

J. Tampilan Timestamp OVoRD

Merupakan database yang dimiliki OVoRD untuk menyimpan data yang diterima. Data pada *timestamp* tersimpan secara *real time* dan data yang tersimpan selama beberapa bulan, minggu, beberapa hari ataupun sekarang dapat dilihat. (lihat gambar 16)



Gambar 14. Tampilan Dashboard OVoRD



Gambar 15. Tampilan fields OVoRD



Gambar 16 Tampilan Timestamp OVoRD

III. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari tugas akhir ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa Perancangan Monitoring Suistem Hidroponik berbasis IoT berhasil melakukan pengiriman Data sistem hidroponik ke *Platform* OVoRD dan data yang terkirim ditampilkan dalam bentuk angka dan grafik dalam *platform* OVoRD.

B. Saran

Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis IoT yang telah dibuat bisa dibuat menggunakan software lain yang lebih bagus dalam grafik dan tampilan Pada penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat dikembangkan di luar lainnya yang ada di Sulawesi Utara bahkan di Indonesia

TENTANG PENULIS



Fabiola Blessy Assa (M'76–SM'81–F'87) penulis adalah anak pertama dalam keluarga Assa-Pangemanan. Penulis lahir di Tomohon pada tanggal 27 Juni 1999. Penulis menempuh pendidikan pertama di sekolah Taman Kanak-kanak GMIM Imanuel Walian pada tahun 2004 sampai 2005, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar GMIM 5 Tomohon pada tahun 2006 sampai 2011, setelah itu masuk ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Tomohon pada tahun 2011 sampai dengan 2014, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas 1 Tomohon tahun 2014 hingga lulus tahun 2017. Di tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Informatika di Jurusan Teknik.

IV KUTIPAN

- [1] "FATMAHIDROPONIK RSUP FATMAWATI," *rsupfatmawati.id*. <http://rsupfatmawati.id/home/konten/93#:~:text=Hidroponik> adalah budi daya menanam, adalah budi daya tanaman air.
- [2] "Hidroponik, Solusi Pertanian Lahan Sempit," *pertanian.go.id*. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3186>.
- [3] M. S. DR. SUSILAWATI, *DASAR-DASAR BERTANAM SECARA HIDROPONIK*. Palembang: Universitas Sriwijaya 2019 Kampus Unsri Palembang, 2019.
- [4] R. Doni and M. Rahman, "Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 516–522, 2020, [Online]. Available: <http://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jsakti/article/view/243>.
- [5] E. D. Astuti, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Elsi Desvia Astuti*, 2019, [Online]. Available: <https://eprints.uny.ac.id/64870/1/COVER.pdf>.
- [6] L. Pamungkas, P. Rahardjo, I. G. Agung, and P. Raka, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft (Nurtient Film Tehcnique) Berbasis Iot," vol. 8, no. 2, pp. 9–17, 2021.
- [7] R. Dwiputra, R. E. Saputra, and C. Setianingsih, "Perancangan Sistem Kendali Dan Pemantauan Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things," *e-proceeding Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 2016–2023, 2021.
- [8] I. Fathurrahman, M. Saiful, and L. M. Samsu, "Penerapan Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT)," *ABSYARA J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 283–290, 2021, doi: 10.29408/ab.v2i2.4219.
- [9] E. A. Reza Nandika, "Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things," *unrika*, vol. 4, 2021, [Online]. Available: <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/sigmateknika/article/view/3253/pdf>.
- [10] P. W. Ciptadi and R. H. Hardyanto, "Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android," vol. 7, no. 2, pp. 29–40, 2018.