

Sistem Fertigasi Pintar Berasaskan Prinsip Venturi

Mohd Faizal Mohamed Nor*, Muhammad Sukri Baharudin, Muhammad Fikri Mohd Arif

Department of Electrical Engineering, Centre for Diploma Studies,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA.

*Pengarang Utama: mohdfaizal@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2024.05.01.042>

Info Artikel

Serahan: 1 September 2023

Diterima: 10 Disember 2023

Dalam Talian: 31 Januari 2024

Keywords

Venturi, Fertigation, ESP32

Abstract

Fertigation systems are widely used in modern planting systems, where a mixture of fertilizer is given directly to the crops during irrigation. Instead of implementing a standard fertigation technique, that requires pre-preparing a mixture of fertilizer, the venturi principle is utilized for mixing the fertilizer with water during irrigation. So, the farmer uses less fertilizer and also lowers the cost of getting started. The electrical conductivity (EC) of the irrigation mixture is monitored on a smart dashboard to ensure that the crops are getting the appropriate nutrition. A prototype is built based on ESP32 microcontroller and DHT11 sensor is used to measure ambient temperature and humidity and EC Sensor from DFRobot is used to measure liquid. A smart fertigation system based on venturi principle is built and the irrigation given into crops based on the required EC. Besides, the user able to monitor the EC of irrigation mixture and surrounding parameter through smart dashboard based on Blynk.

Abstrak

Sistem fertigasi biasa digunakan di dalam sistem penanaman moden di mana pembajaan diberi terus kepada tanaman semasa penyiraman pokok tanaman. Berbanding dengan sistem fertigasi moden dimana bancuhan baja perlu disediakan terlebih dahulu, aplikasi venturi digunakan untuk mencampurkan baja secara terus dengan air sewaktu penyiraman. Oleh demikian, petani dapat menjimatkan keperluan baja disamping dapat mengurangkan kos permulaan penanaman. Untuk memastikan tanaman mendapat nutrisi secukupnya, kadar kekonduksian elektrik bagi sebatian siraman di pantau melalui paparan pemuka pintar yang dibina. Prototaip dibina berdasarkan mikro pengawal ESP32 dan menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan sekeliling dan sensor EC dari DFRobot untuk mengukur nilai kekonduksian elektrik. Sebuah prototaip fertigasi berdasarkan aplikasi venturi telah dibina dan keputudan menunjukkan kadar pengairan diberi kepada tanaman berdasarkan kadar EC yang diperlukan. Selain itu, pengguna dapat memantau kadar EC diberi dan parameter sekeliling melalui paparan muka pintar berdasarkan Blynk.

Kata Kunci

Venturi, Fertigasi, ESP32

1. Pendahuluan

Keperluan nutrien bagi tanaman secara signifikan mempengaruhi pengeluaran hasil tanaman, tetapi kecekapan penggunaan baja semakin menurun. Sistem fertigasi diaplikasikan dengan mencampur baja organik ke dalam sistem pengairan. Hal ini membolehkan penghantaran air dan nutrien secara serentak dan bersepadu kepada tanaman. Oleh sebab ini, pengairan titis adalah yang paling sesuai dengan fertigasi kerana ia boleh meningkatkan kecekapan penggunaan air dan nutrien dalam pengeluaran tanaman. Walau bagaimanapun, isipadu tanah yang dibasahi menjadi terhad melalui sistem pengairan titis. Oleh itu, baja perlu diberikan secara kerap dan pada masa sama dengan jumlah kecil untuk memastikan bekalan nutrien yang mencukupi kepada tanaman. Kejayaan sistem fertigasi bergantung kepada penggunaan sistem pengairan yang berkualiti baik dan memenuhi keperluan tanaman [1].

Keberkesanan fertigasi bergantung pada reka bentuk sistem pengairan, kerana sistem pengairan yang buruk akan mengakibatkan penghantaran nutrien yang tidak seragam. Kekurangan air berkualiti dapat menyumbat pemancar oleh keran Kalsium dan Magnesium yang terdapat di dalam air boleh bertindak balas dengan baja. Kesukaran utama yang menyukarkan adalah kos yang tinggi dan kekurangan informasi mengenai keperluan tanaman, waktu pengairan, dan fertigasi.

Walaupun bagaimanapun, sistem fertigasi mempunyai kelebihan yang banyak. Antaranya, Ketersediaan nutrien tinggi kerana kelembapan tanah berhampiran zon akar tanaman. Seterusnya, kemungkinan kehilangan nutrien melalui pencucian adalah minimum dan sekitar 10% berbanding 40-55% dalam sistem tradisional, yang seterusnya membantu meminimumkan pencemaran alam sekitar. Ia juga mengurangkan hakisan tanah kerana tanaman ditanam dalam bekas polibeg [1].

1.1 Sistem Fertigasi

Pertanian ialah pengeluaran makanan dan barangan melalui perladangan, penternakan dan perhutanan. Dengan penanaman dan penternakan mewujudkan lebih makanan dan seterusnya membolehkan pembangunan masyarakat lebih padat. Namun petani mempunyai masalah dengan memperluaskan tanaman oleh kerana masih menggunakan pembancuhan dan pembuatan baja mengikut nisbah secara manual. Kesannya, pembuatan baja yang tidak sempurna, penggunaan tenaga yang banyak, pembaziran air dan baja. Bagi menangani masalah tersebut, sistem fertigasi ini dapat menyelesaikan semua masalah yang dihadapi oleh para petani [2].

Sistem fertigasi adalah sebuah teknologi terkini yang terbukti dapat memberikan kesan yang baik terhadap sektor pertanian melalui pertumbuhan tumbuhan tanaman yang pesat. Fertigasi merujuk kepada dua perkataan iaitu 'fertilizer' dan 'irrigation'. Teknologi ini menggunakan kaedah pembancuhan baja dan air secara serentak dan disalurkan kepada tumbuhan

Namun, sistem fertigasi yang biasa mempunyai kelemahan dengan pembancuhan baja secara tidak tepat dan teratur oleh pembancuhan baja dilakukan secara manual oleh petani. Dengan itu, projek sistem fertigasi pintar berasaskan venturi ini merupakan peningkatannya kepada sistem fertigasi yang lama juga dapat menambah baik kelemahan yang sedia ada. Sistem fertigasi berasaskan venturi menggunakan injektor venturi dalam proses pembancuhan baja. Baja A dan B akan disedut oleh injektor venturi dan dibancuh bersama dengan air seterusnya disalurkan kepada tumbuhan tanaman. Jadi, tiada lagi kaedah pembancuhan manual sekaligus dapat meningkatkan ketepatan nisbah baja dan tanpa memerlukan tenaga manusia. Teknologi dapat dikawal secara automatik oleh pengguna. Projek ini juga dapat memaparkan parameter yang perlu diberi perhatian untuk pertumbuhan tanaman.

1.2 Aplikasi Sistem Fertigasi

Teknologi fertigasi digunakan untuk menghantar baja ke dalam sistem pengairan dari tangki utama. Biasanya, ia dilakukan dengan penyuntik dan injap untuk mengawal tekanan air. Kebanyakan sistem fertigasi dilengkapi dengan sensor untuk mengukur tahap pH dan kekonduksian elektrik. Dengan cara ini, kadar baja yang diperlukan boleh ditentukan, dan penyuntik sistem pengairan fertigasi boleh ditetapkan dengan sewajarnya. Terdapat beberapa jenis sistem fertigasi, dibezakan oleh saiz dan skala, pendekatan pengurusan, dan strategi aplikasi [3], [4], [5].

2. Bahan dan Metodologi

Venturi adalah alat yang digunakan untuk meningkatkan tekanan udara dalam sistem fertigasi, yang memungkinkan air dan nutrisi untuk disalurkan dengan lebih efisien ke tanaman. Dalam bab ini, akan dijelaskan secara terperinci tentang jenis venturi yang digunakan, cara pemasangan, konfigurasi sistem fertigasi, serta analisis hasil dari proses fertigasi venturi yang dilakukan. Dalam bab ini juga akan diuraikan tentang langkah pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan hasil dari sistem fertigasi berasaskan venturi, seperti pengukuran nilai kelembapan tanah, suhu air, suhu persekitaran dan kelembapan udara. Secara keseluruhan, bab

ini akan memberikan maklumat yang diperlukan untuk memahami cara kerja dan keuntungan dari sistem fertigasi berasaskan venturi melalui kaedah IoT.

2.1 Bahan

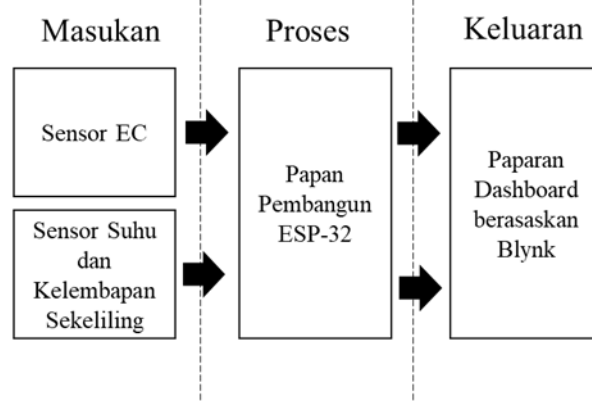
Bahan dan peralatan untuk membina sebuah sistem fertigasi berasaskan venturi adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1 di bawah.

Jadual 1 Bahan dan Peralatan

No	Bahan	No	Bahan
1	Tangki air 70 liter	14	Copper KC Nipple
2	Tangki Air 18 liter	15	Valve Socket 25mm
3	Penapis Air	16	PVC Ball Valve 15mm
4	Paip PVC 25mm	17	PVC Ball Valve 25mm
5	Paip PVC 15mm	18	PVC Elbow 25mmx15mm
6	Pam air Bossman	19	PVC Socket 25mmx15mm
7	PVC Elbow 15mm	20	4 Way Arrow Dripper Set
8	PVC Elbow 25mm	21	Poly Pipe 2m
9	PVC Tee 15mm	22	Venturi Injektor
10	PVC Tee 25mm	23	Baja A dan B
11	End cap	24	Flowmeter
12	PT/Socket 15mm	25	NodeMCU ESP32
13	PT/Socket 25mm	26	EC meter

2.2 Metodologi

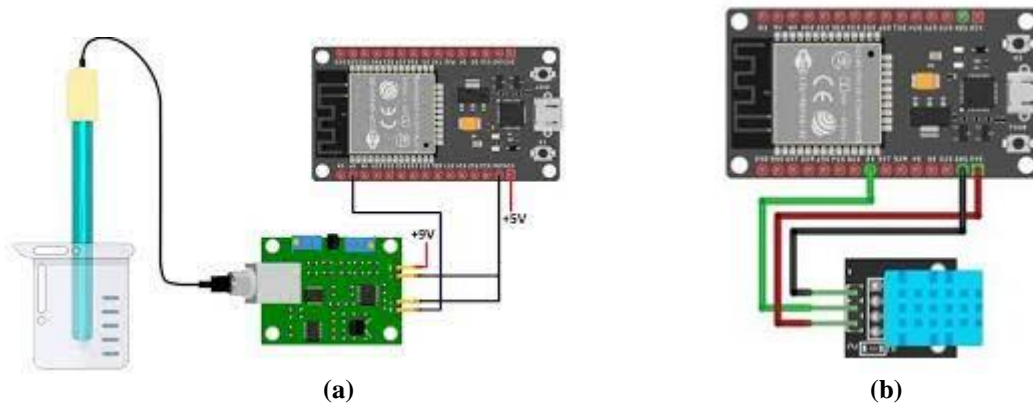
Semua sensor parameter masing-masing disambungkan ke modul ESP-32 yang mempunyai modul Wi-Fi terbina. Semua nilai parameter dihantar ke saluran Blynk melalui internet. Pada ketika ini petani mengetahui semua keadaan yang diperlukan dalam pertaniannya. Gambar rajah blok pemantauan ini ditunjukkan seperti dalam Rajah 1.



Rajah 1 Gambar Rajah Blok Diagram Projek

2.3 Litar Elektronik

Rajah 2 menunjukkan litar skematik bagi projek ini di mana ia terbahagi kepada dua bahagian. Rajah 2(a) menunjukkan sambungan sensor Kealiran Elektrik (*Electrical Conductivity*) manakala sambungan sensor DHT11 pada rajah 2(b). Sensor EC digunakan untuk mengukur keperluan nutrisi yang diperlukan baja untuk tanaman manakala sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembapan sekeliling. Kesemua data diukur di hantar kepada aplikasi Blynk melalui mikropengawal.



Rajah 2 Sambungan Sensor ke Mikropengawal ESP32 (a) Sensor Kealiran Elektrik (b) Sensor DHT11

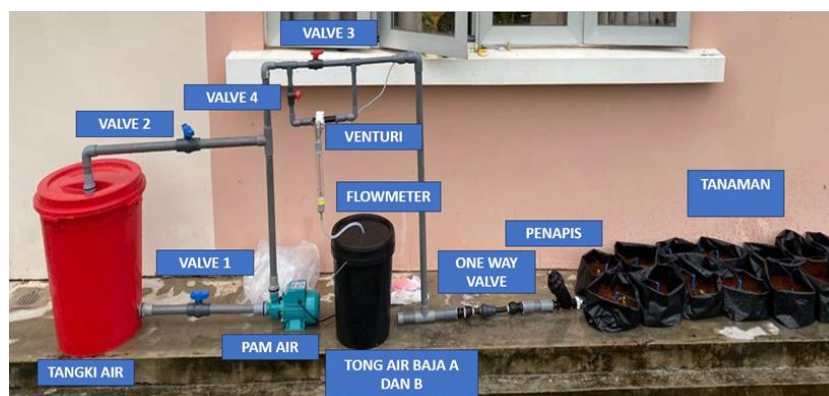
3. Keputusan dan Perbincangan

Keputusan hasil projek terbahagi kepada 2 bahagian iaitu hasil prototaip sistem fertigasi pintar berasaskan venturi dan juga hasil paparan aplikasi mudah alih Blynk.

3.1 Sistem Fertigasi Berasaskan Prinsip Venturi

Berpandukan kepada Rajah 3, paip sambungan berasaskan venturi dipasang untuk menyedut baja A dan B di dalam tong air hitam. Pam air akan mengepam air dari tangki air. Ball valve yang terdapat berhampiran tangka air dipasang untuk mengawal air pengaliran air menerusi venturi. Kelajuan air akan berpandukan cara kita mengawal valve. Terdapat label Valve 1, 2, 3 dan 4. Semua valve akan dibuka terlebih dahulu. Selepas itu valve 2 akan ditutup secara perlahan-lahan dan air akan terus menerusi paip ke venturi. Selepas itu, valve 3 pula akan ditutup secara perlahan. Maka, secara tidak langsung, kelajuan air akan menerusi ke venturi dan menyebabkan tekanan air juga akan meningkat.

Venturi mempunyai bahagian sempit yang akan meningkatkan kelajuan air. Hal ini kerana tekanan statik dalam tiub pengukur lebih rendah berbanding bahagian yang lebih luas. Bukan itu sahaja, keratan rentas di bahagian sempit adalah lebih kecil berbanding di bahagian luar lebih luas. Maka dengan itu baja A dan B akan disedut. Flowmeter dipasang untuk mengukur laju aliran air. Selepas itu, baja dan air akan dibancuh menerusi penapis. Oleh itu, bagi proses yang terakhir, baja dan air yang telah dibancuh itu akan terus pergi ke tanaman melalui set penitis.



Rajah 3 Prototaip Sistem Fertigasi Berasaskan Prinsip Venturi

3.2 Keputusan pengujian

Kaedah penyiraman sistem fertigasi ini dilakukan secara automatik disebabkan oleh pam air dan solenoid venturi dikawal oleh pemasa yang diprogramkan di dalam aplikasi Blynk. Jadual 2 menunjukkan contoh jadual penyiraman yang telah ditetapkan. Jadual 2 juga menunjukkan waktu di mana pam air mengepam air dari tangki utama terus ke polibeg. Masa siraman ditetapkan selama 15 minit kerana pam air yang digunakan mampu mengepam air sebanyak 35 liter seminit [11].

Jadual 2 *Jadual Penyiraman*

Masa Siraman	Jenis Siraman	Masa Siraman (min)
8.00	Air Baja	15
12.00	Air Baja	15
15.00	Air Kosong	15

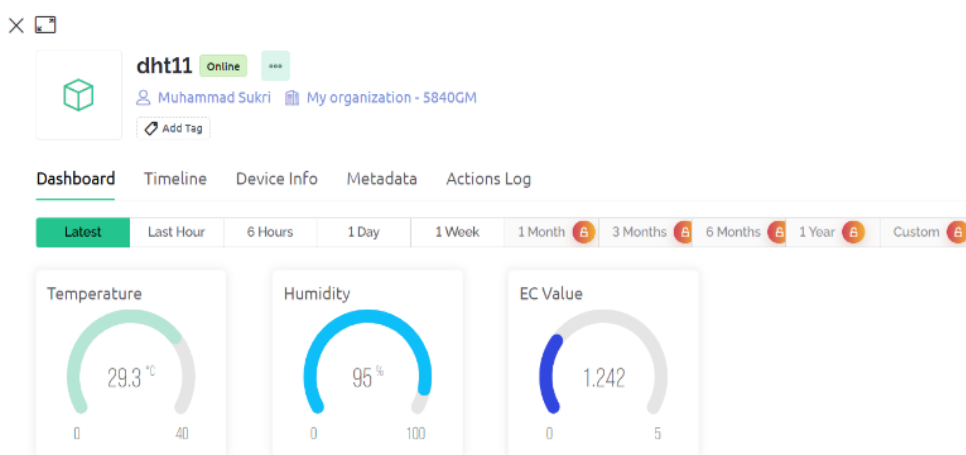
Jadual 3 di atas menunjukkan keputusan bacaan nilai EC tanaman. Baja AB dibancuhkan dengan air mengikut nisbah sehingga bacaan nilai EC yang tepat. Nilai EC ditetapkan berdasarkan jenis tumbuhan. Setiap jenis tumbuhan mempunyai nilai EC yang optimum bagi mendapatkan tumbesaran yang

Jadual 3 *Jadual Kadaran Kealiran Elektrik bagi tanaman*

Jumlah Air (mℓ)	Jumlah Baja AB (mℓ)	Nisbah Jumlah Air : Jumlah Baja AB	Jumlah Larutan (mℓ)	Nilai EC (mS/cm)
1000	5	200 : 1	1005	~0.77
1000	10	100 : 1	1010	~1.32
1000	15	67 : 1	1015	~2.32

Parameter suhu semasa merupakan factor utama dalam tumbesaran tumbuhan. Apabila suhu terlalu tinggi kadar penyerapan nutrien tumbuhan akan berkurangan. Hal ini boleh diatasi dengan meletakkan teduhan pada tumbuhan. Suhu juga mempengaruhi kadar transpirasi tumbuhan. Suhu yang tinggi meningkatkan kadar transpirasi dimana menyebabkan tanaman kehilangan air dengan lebih cepat. Setiap jenis tumbuhan memiliki suhu optimal yang berlainan [6]. Parameter suhu semasa dapat memberi maklumat tentang keadaan suhu tanaman. Seterusnya, parameter kelembapan udara memainkan peranan dalam memaparkan kadar wap air dalam udara. Kelembapan udara juga mempengaruhi kemampuan tumbuhan untuk menyerap air melalui akar. Apabila kelembapan udara rendah air di dalam tanah akan tersejat ke udara menyebabkan tanah menjadi kering [7]. Parameter ini penting bagi mengatur jadual penyiraman. Akhir sekali parameter nilai EC mampu memaparkan kepekatan nutrien dalam larutan baja. Nilai EC yang terlalu rendah boleh menyebabkan tumbuhan tidak segar seperti daun kuning dan layu. Hal ini menyebabkan penyerapan nutrien yang rendah [8].

3.3 Paparan Antara Muka Sistem Pemantauan



Rajah 4 *Paparan Antara Muka Sistem Pemantauan*

Rajah 4 menunjukkan paparan muka sistem pemantauan berasaskan Blynk dimana ia memaparkan 3 nilai parameter iaitu suhu semasa, kelembapan udara dan juga nilai EC. Nilai suhu semasa menunjukkan paras suhu Kawasan tanaman. Kelembapan udara menunjukkan kehadiran wap air di udara manakala nilai kekonduksian elektrik (EC) menunjukkan kepekatan ion-ion yang ada di dalam nutrien baja. Dengan parameter ini pengguna dapat membuat jadual penyiraman tanaman dengan lebih mudah. Data parameter ini dikumpul setiap 1 minit dan dipaparkan di aplikasi Blynk. Dengan ini juga pengguna dapat menganalisa data yang diperolehi daripada paparan aplikasi yang dibina untuk penambahbaikan.

4. Kesimpulan

Sebagai kesimpulannya, sistem fertigasi pintar berasaskan venturi ini dapat mengatur penyampaian nutrisi ke tanaman secara efisien dan tepat [9]. Dengan teknologi pintar, sistem ini dapat mengukur dan mengawal konsentrasi nutrisi yang tepat serta memastikan penyerapan nutrisi yang optimal oleh tanaman. Sistem ini dilengkapi dengan sensor yang dapat memantau kondisi tanaman, seperti suhu semasa, kelembapan udara, dan nilai EC. Informasi ini dikumpulkan dan dianalisis untuk mengatur sukatan nutrisi yang sesuai. Hal ini memungkinkan pengendalian yang tepat terhadap penyampaian nutrisi bagi meminimalkan risiko kekurangan atau kelebihan nutrisi. Sistem fertigasi pintar ini juga dapat dikendalikan jarak jauh melalui aplikasi Blynk [10]. Ini memungkinkan petani untuk mengatur jadual penyiraman dan sukatan nutrisi serta memantau dan mengawal sistem dari jarak jauh.

5. Pemindahan Lesen dalam Talian

Dengan menerbitkan dalam jurnal di bawah Penerbit UTHM, para penulis secara tidak langsung memindahkan hak cipta artikel mereka kepada Penerbit UTHM. Semua penulis dikehendaki melengkapkan perjanjian pemindahan lesen eksklusif Proceedia sebelum artikel itu boleh diterbitkan, yang boleh mereka lakukan secara dalam talian. Perjanjian pemindahan ini membolehkan Penerbit UTHM melindungi bahan berhak cipta untuk penulis, tetapi tidak mengenyepikan hak milik eksklusif penulis. Pemindahan hak cipta merangkumi hak eksklusif untuk menghasilkan semula dan mengedarkan artikel, termasuk salinan cetak semula, salinan fotografi, mikrofilem atau sebarang reproduksi semula jadi dan terjemahan seumpamanya. Para penulis bertanggungjawab untuk mendapatkan keizinan daripada pemegang hak cipta, untuk menghasilkan semula mana-mana gambarajah yang di bawah hak cipta.

Penghargaan

Penulis ingin berterima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma dan Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas dorongan yang diberi.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

*Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian dan Penyediaan Draf Manuskrip:** Faizal; **pengumpulan data, analisis dan interpretasi hasil:** Faizal, Shukri dan Fitri. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.*

Rujukan

- [1] Ranjan, S.R., dan Sow, S. (2021). Fertigation: An efficient means for fertilizer application to enhance nutrient use efficiency. dicapai pada 21 Jun 2023 dari URL: https://www.researchgate.net/publication/351783005_Fertigation_An_efficient_means_for_fertilizer_application_to_enhance_nutrient_use_efficiency
- [2] Ismail, M. (3 April 2021). What is agriculture and its importance? Dicapai pada 22 Jun 2023 dari URL: <https://www.linkedin.com/pulse/what-agriculture-its-importance-muhammad-ismail>
- [3] Vasyi Cherklinka. (18 Mei 2023). *Fertigation in agriculture: Benefits, methods, and applications*. dicapai pada (2023, January 31) dari URL: <https://eos.com/blog/fertigation/>
- [4] Roshahliza M Ramli., Mortaza Mohamed., dan Nasrul Rahman Abdullah. (2022). Smart Fertilizer Mixer System for Fertigation, 2000 IEEE 8th International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA).
- [5] Reno Muhammad Fadilla, Nabila Safitri Dwi Oktafiandini, Muhitha Adha, Lia Kamelia, Dendih Fredi Firdaus, dan Akmaliah Akmaliah. (2021). The Prototype of Smart Garden Fertigation System with Solar Photovoltaic System Based on IoT, 1-5.
- [6] Monda, S. (Mei 2016). Impact of elevated soil and air temperature on plants growth, yield physiological interaction: a critical review. dari URL: https://www.researchgate.net/publication/322757804_Impact_of_elevated_soil_and_air_temperature_on_plants_growth_yield_and_physiological_interaction_a_critical_review

- [7] Rawat, A. (2020, September 28). How humidity affects your houseplants - Ferns N Petals. Ferns N Petals. Dari URL : <https://www.fnp.com/blog/how-humidity-affects-your-houseplants>
- [8] Ding, X., Jiang, Y., Zhao, H., Guo, D., He, L., Liu, F., Zhou, Q., Nandwani, D., Hui, D., & Yu, J. (2018, Ogos 29). Electrical conductivity of nutrient solution influenced photosynthesis, quality, and antioxidant enzyme activity of pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis*) in a hydroponic system. PubMed Central (PMC). Dari URL : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202090>
- [9] Smart Fertigation - REDtone. (2019, Mei 3). REDtone. Dari URL : <https://www.redtone.com/smart-farming/smart-fertigation/>
- [10] [Mazalan. N. (September 2019). Application of Wireless Internet in Networking using NodeMCU and Blynk App. ResearchGate. Dari URL : https://www.researchgate.net/publication/346935386_Application_of_Wireless_Internet_in_Networking_using_NodeMCU_and_Blynk_App
- [11] Mastor, A. F. (2017, October 10). Jadual siraman Baja AB fertigasi cilibangi. Cilibangi.com. <https://www.cilibangi.com/blog/jadual-siraman-baja-ab-fertigasi/>
- [12] Cara Menguji Ketepatan EC Meter. (2019, May 25). Kebuna Putrajaya; Kebuna Enterprise. Dari URL : <https://www.kebuna.com/blog/cara-menguji-ketepatan-ec-meter>