Seminar Nasional Energi Kelistrikan, Teknik dan Informatika 2020

Sertifikat

Nomor: 0100/PM/ITPLN/VII/SNEKTI2020

Diberikan Kepada

Diah Aryani; Ignatius Agus Supriyono; Hani Dewi Ariessanti; Ichyan Holilan

Sebagai Pemakalah dengan Judul

Perancangan Smart Hydroponics Berbasis Rusberry Pi 3

Keynote Speaker
Dr. Ir. Hj. Sripeni Inten Cahyani, M.M.
Invite Speakers
Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa Mulyana K, M.T.
Dr. Ir. Tumiran, M.Eng.

Pada Acara
Pemanfaatan Momentum Revolusi Industri 4.0 Dalam Rangka Mempercepat Kemandirian Energi Nasional
Jakarta, 8 Juli 2020
Rektor Institut Teknologi PLN

Invited Speaker

Dr. Ir. Tumiran, M.Eng.

Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa Mulyana K, M.T.

PERANCANGAN SMART HYDROPONICS BERBASIS RUSBERRY PI 3

Diah Aryani[1], Ignatius Agus Supriyono [2],Hani Dewi Ariessanti [3] dan Ichyan Holilan [4]
[1]Universitas Esa Unggul
[2]Universitas Raharja
[3]Universitas Esa Unggul
[4] Universitas Raharja
E-mail: diah.aryani05@gmail.com

ABSTRACT

The development of hydroponic suitable planting methods with a little land and soil planting media emerged farming patterns using water media that is hydroponics (Hydroponics) is good enough. Hydroponic cultivation must pay attention to the elements needed by plants such as providing special nutrients to plants. Nutrition which is done manually often results in irregular nutrition in hydroponic which results in disruption of hydroponic plant growth and inadequate harvesting With the research methodology using flowchart design methods and block system diagrams. This research resulted in the design of Rusberry Pi3-based smart hydroponics using a Raspberry Pi 3 Mini Computer used to control pumps in the nutrient circulation of hydroponic plants. Set the On / Off nutrient pump, display Video Stream from the Cyberlink C170 webcam to find out the development of fruit or vegetable plants ready to be harvested remotely through the Web Interface at the location of manapu so that this research can be monitored and simplified in providing the necessary elements of plants . This research is a continuation of previous research on the Design and Implementation of Hydroponic Plant Watering Automation Systems Using At Mega 16 Microcontroller-Based Solenoid Valve by developing hydroponic design with Ebband Flow Technique in the nutrient supply of Raspberry Pi 3-based hydropinic plants.
Keywords: *Plant Hydroponics, Raspberry PI 3, Web Interface, Webcam Cyberlink C170*

ABSTRAK

Perkembangan metode cocok tanam hidroponik dengan sedikit lahan serta media tanam tanah muncul pola bercocok tanam menggunakan media air yaitu hidroponik (Hydroponics) sudah cukup bagus. Budidaya hidroponik harus memperhatikan unsur-unsur yang diperlukan tanaman seperti pemberian nutrisi khusus pada tanaman. Pemberian nutrisi yang dilakukan secara manual sering mengakibatkan tidak teraturnya pemberian nutrisi pada hydroponic yang berdampak terganggunya pertumbuhan tanaman hidroponik dan panen tidak maksimal Dengan metodelogi penelitian mengunakan metode perancangan flowchart dan diagram blok system. Penelitian ini menggasilkan perancangan smart hydroponics berbasis Rusberry Pi3 dengan menggunakan Mini Komputer Raspberry Pi 3 digunakan untuk mengontrol pompa dalam sirkulasi nutrisi tanaman hidroponik. Mengatur On/Off pompa nutrisi, menampilkan Video Stream dari webcam Cyberlink C170 untuk mengetahui perkembangan tanaman buah atau sayur siap dipanen yang dilakukan secara remote melalui Web Interface di lokasi manapu sehingga dengan penelitian ini dapat dilakukan monitoring dan mempermudah dalam pemberian unsur-unsur yang diperlukan tanaman. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya tentang Rancang Bangun dan Implementasi Sistem Otomatisasi Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Solenoid Valve Berbasis Mikrokontroler At Mega 16 dengan mengembangkan perancangan hidroponik dengan Teknik Ebband Flow pada pemberian nutrisi tanaman hydropinic berbasis Raspberry Pi 3.

Kata Kunci *: Tanaman Hydroponics, Raspberry PI 3, Web Interface, WebcamCyberlink C170*

1. PENDAHULUAN

Kondisi lahan bercocok tanam saat ini yang semakin hari semakin berkurang mendorong pengelolaan bercocok tanam dengan memanfatkan lahan-lahan sempit. Dan seiring dengan perkembangan teknologi budidaya bercocok tanam dengan mengadopsi teknologi dari negara-negara maju guna memanfaatkan cocok tanam atau system pertanian lahan sempit dengan system budidaya hidroponik. Para petani yang sudah terbiasa menggunakan tanah sebagai media dalam pengembangan hasil pertanian mereka sehingga hal ini sudah menjadi hal yang biasa bagi dunia pertanian, selanjutnya saat ini sudah ada cara untuk mengembangkan pengelolaan hasil pertanian dengan memanfaatkan lahan pertanian yaitu dengan cara bercocok tanam secara hidroponik [1].

Hidroponik merupakan istilah yang digunakan untuk bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuhnya. Tanaman dapat di tanam dalam pot atau wadah lainnya dengan menggunakan air dan atau bahan-bahan porus lainnya, seperti kerikil, pecahan genting, pasir, pecahan batu ambang, dan lain sebagainya sebagai media tanamnya. Jadi definisi hidroponik adalah teknik menumbuhkan tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media, yang ditambahkan larutan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman [2]. Bertanam secara hidroponik dapat berkembang secara cepat karena memiliki kelebihan. Kelebihan yang utama adalah keberhasilan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi lebih terjamin. Kelebihan lainnya adalah prouksi tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan media tanam dengan tanah biasa, tanaman dapat lebih cepat tu mbuh serta pemakaian air dan pupuk lebih hemat[3].

Salah satu prinsip dasar hidroponik substrat tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya fungsi tanah [4]. Sehingga system hidroponik ini merupakan salah satu solusi sistem bercocok tanam yang sesuai dengan kondisi saat ini, dimana lahan pertanian yang semakin sempit. Dengan sistem hidroponik ini dapat menaman semua jenis tanaman, namun sistem hidroponik ini juga harus mempertimbnagkan budaya kebiasaan masyarakat yang terbiasa menanam tanaman semusim yaitu golongan tanaman holtikultura, tanaman hortikultura yang digunakan adalah tanaman semusim yaitu sayur-sayuran seperti cabai, sawi, kubis, tomat, dll. Sedangkan untuk tanaman buah yang memiliki manfaat dalam memenuhi gizi keluarga, digunakan semusim dan tahunan. [5]

Teknik *Ebband Flow* merupakan salah satu teknik hidroponik yang banyak digunakan. Sistem ini bekerja dengan memenuhi media pertumbuhan dengan larutan nutrisi dan larutan nutrisi yang tidak terserap kembali ke bak penampung[6]. Pengaturan waktu pasang surut dapat dilakukan dengan menggunakan *timer*, hanya saja *timer* memiliki beberapa kekurangan yaitu segi penggunaan litrik dan pemberian larutan nutrisi yang tidak efisien/boros. Pada budidaya hidroponik harus memperhatikan unsur-unsur yang diperlukan tanaman seperti pemberian nutrisi khusus pada tanaman. Pemberian nutrisi yang dilakukan secara manual sering mengakibatkan tidak teraturnya pemberian nutrisi pada hydroponic yang berdampak terganggunya pertumbuhan tanaman hidroponik dan panen tidak maksimal, oleh karena dibutuhkan sistem pengontoral hydroponic dalam pengaturan pemberian nutrisi serta memonitoring perkembangan tanaman hydroponic.

Penelitian ini bertujuan untuk Perancangan alat berbasis Rasberry Pi 3 adalah salah satu metode pengaturan pemberian nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dengan perancangan *smart* Hydroponic berbasis Rasberry pi3 dengan mengatur *On/Off* pompa nutrisi, menampilkan Video *Stream* dari *webcam* Cyberlink C170 untuk mengetahui perkembangan tanaman buah atau sayur siap dipanen. Semuanya dilakukan secara remote melalui *Web Interface* di lokasi manapun.

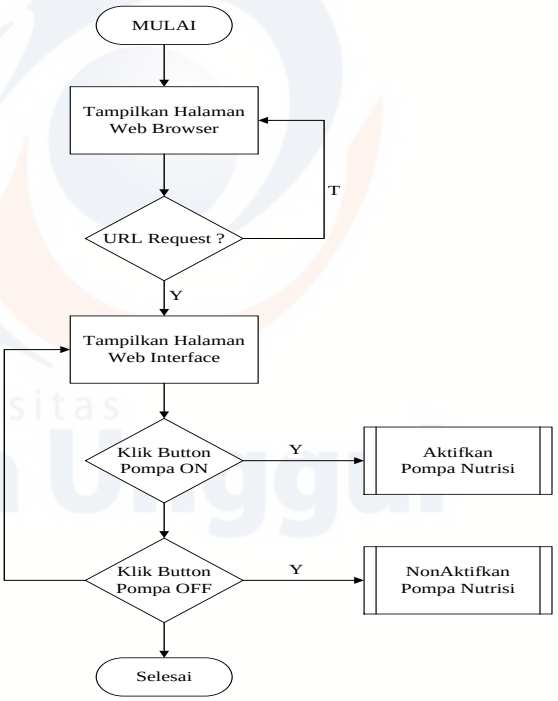
Pada penelitian dari Adhi Cahyono, Fakultas Teknik Universitas Yudharta yang berjudul Rancang Bangun Sistem Kontrol Penyiram Tanaman Berdasarkan Sensor Soil Moisture Dengan Menggunakan Arduino, yang bertujuan untuk merancang penyiraman tanaman otomatis

menggunakan sensor soil moisture (sensor kelembaban tanah) dengan menambah sensor soil moisture (sensor kelembaban tanah) sebagai dasar pengontrolannya yang berbasis arduino sehingga Sistem Kontrol Penyiram Tanaman yang telah dibuat mampu menyiram tanaman dengan berdasarkan sensor soil moisture dimana prinsip kerjanya berdasarkan nilai kelebaban tanah yang telah dibaca oleh sensor soil moisture dan water pump secara otomatis on / bekerja sesuai batas nilai kelebaban tanah yang sudah ditentukan pada program[7]. Maka penelitian ini dikembangankan dengan untuk penelitian lanjutan dengan Teknik Ebband Flow pada pemberian nutrisi tanaman hydropinic serta dapat mengontrol pemberian nutrisinya dengan menggunakan web interface berbasis Raspberry Pi 3.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

A. *Flowchart* Sistem

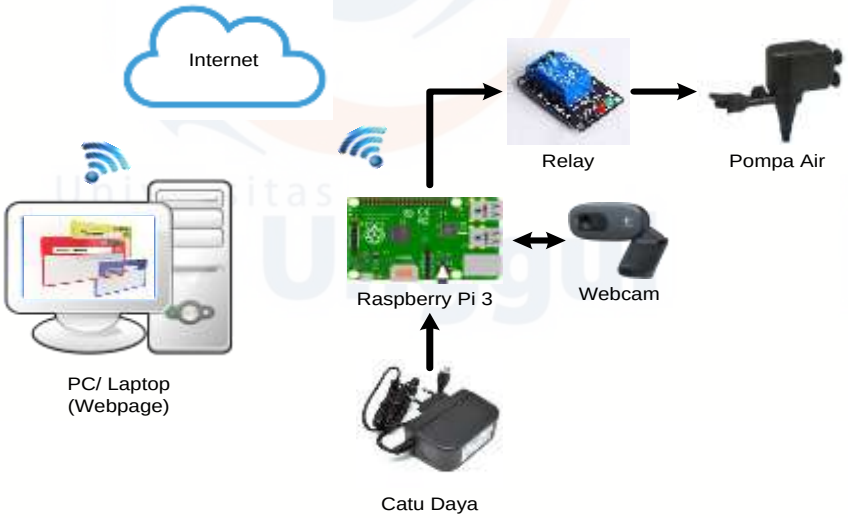
Pada pembuatan sebuah sistem pengontrolan diperlukan sebuah gambar atau alur yang dapat menjelaskan langkah-langkah dari suatu system yang akan dibuat, karena *flowchart* merupakan penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program yang pada umumnya dapat berpengaruh pada penyelesaian masalah yang khusunya perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut [8]. Sehingga dapat memberikan penjelasan dalam bentuk gambar dibawah ini adalah gambaran diagram *system flowchart*.



Gambar 1. Flowchart Sistem

B. Perancangan Blok Dagram Sistem

Dalam perancangan perangkat keras atau *hardware* ini dibutuhkan beberapa komponen elektronika, perlengkapan mekanik dan device penunjang agar sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya. Berikut merupakan diagram blok dan alur kerja system agar mudah dipahami.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Cara Kerja Alat

Rangkaian perancangan alat ini dibuat untuk dikendalikan secara remote dari lokasi manapun *user* berada. Berikut adalah cara kerja alat ini berdasarkan *Input*, *Proses*, dan *Output* yang diinginkan.

1. ***Input***

   Pada penelitian ini menggunakan satu pin GPIO dan 1 port usb. Untuk input menggunakan Port 1 USB sebagai input *webcam* untuk menampilkan video stream di web interface dan Pin GPIO 02 yang berfungsi sebagai output yang terhubung dengan relay untuk mengontrol on/off pompa nutrisi hidroponik.

2. **Proses**

   Pada penelitian ini menggunakan Raspberry Pi 3, Jaringan Internet/Wifi, Relay, *Webcam* dan *Smartphone*, PC atau Laptop sebagai alat proses yaitu, *Web interface* sebagai media pengontrolan yang berfungsi mengirimkan perintah ke raspberry pi yang terhubung dengan pin GPIO 02, pin GPIO 5V dan pin GPIO GROUND agar menghasilkan string yang cocok untuk mengontrol relay on/off dalam melakukan sirkulasi nutrisi dengan bantuan pompa, *web interface* juga sebagai pengontrolan yang berfungsi mengirimkan perintah ke raspberry pi yang terhubung dengan port 1 usb untuk menghasilkan *video stream* dari *webcam*. Smartphone dan Raspberry harus selalu terhubung dengan internet agar dapat mengakses *web interface*.

   GPIO (general purpose input output) terdiri dari beberapa pin yang akan digunakan sebagai penghubung antara raspberry pi dengan *driver* relay yang akan mengontrol lampu dan menerima status lampu tersebut.91]

3. ***Output***

   Pada penelitian ini menggunakan relay sebagai alat output yaitu, Relay akan menghidupkan pompa sesuai perintah yang diberikan oleh web interface yang telah diterjemahkan oleh Raspberry Pi untuk melakukan sirkulasi pompa *on/off* pada hidroponik.

Perancangan yang dimaksudkan pada sistem kontrol ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software)*. Secara umum pada perancangan alat ini adalah seperti yang di tunjukkan pada diagram Blok. Alat yang dirancang akan membentuk suatu perancangan sistem kontrol tanaman hidroponik.

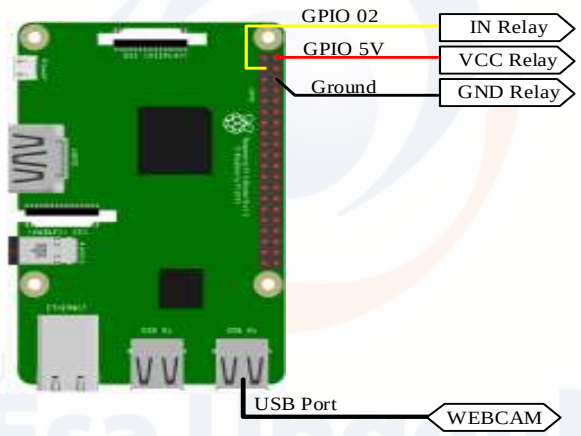
Perancangan Hardware

1. Rangkaian Raspberry PI 3

Raspberry Pi adalah sebuah komputer berukuran kecil yang mempunyai kinerja lebih rendah dari PC desktop yang memang didesain untuk melakukan pekerjaan yang lebih ringan. Selain kecil dan murah, Raspberry Pi juga memiliki konsumsi daya yang rendah yaitu sekitar 3.5 Watt [10].

Raspberry Pi 3 adalah generasi ketiga dari Raspberry Pi, menggantikan Raspberry Pi 2 Model B pada Februari 2016. Raspberry Pi3 memiliki bentuk 4 yang identik dengan Raspberry Pi 2 sebelumnya (dan Pi 1 Model B +) dan memiliki kompatibilitas lengkap dengan Raspberry Pi 1 dan 2. Pada perangkat terbarunya ini Raspberry menambahkan fitur built- in wireless dan processor yang lebih bertenaga yang belum pernah dimiliki pada versi sebelumnya[11].

Agar alat yang dibuat bekerja sesuai dengan fungsi nya, mini komputer Raspberry Pi 3 digunakan sebagai mikrokontroller dari alat smart hydroponics system. Berikut rangkaian pada Raspberry Pi 3.

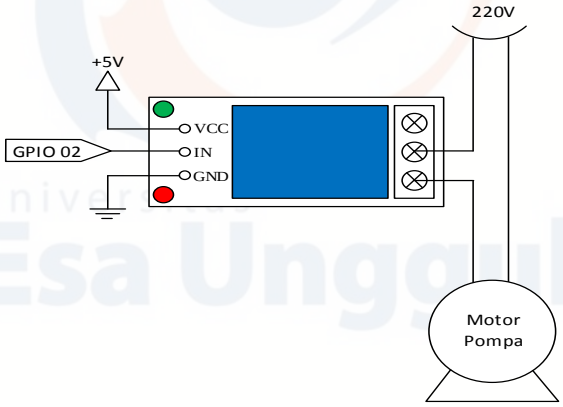


Gambar 3 Rangkaian Sistem Raspberry Pi 3

Dari rangkaian diatas dijelaskan hanya menggunakan beberapa Pin GPIO. Yaitu menggunakan GPIO 02, GPIO 5V dan GPIO GROUND dan Satu USB PORT

2. Rangkaian Pompa

Pada sistem ini menggunakan 1 buah Relay module yang terhubung dengan Motor Pompa AC, agar dapat berjalan dengan baik berikut sistem rangkaian pompa yang digunakan.

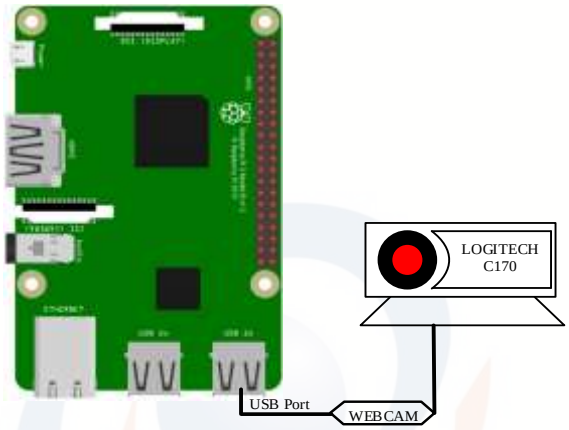


Gambar 5 Rangkaian Sistem Pompa

Dalam rangkaian sistem pompa di atas dijelaskan supply tegangan daya pompa langsung dari listrik 220V yang diatur ON/OFF oleh relay sedangkan daya relay didapat dari 5V Raspberry Pi 3. Menggunakan 1 pin GPIO 02 sebagai Output, dan relay yang digunakan dapat disebut dengan activelow karena relay akan mengaktifkan pompa dalam keluaran LOW dan menonaktifkan pompa dalam keluaran HIGH. Sehingga dengan pompa dapat mengurangi hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek [12].

3. Webcam

Webcam atau kamera web yang digunakan adalah *Webcam* Logitech dengan tipe C170 yang dihubungkan melalui Port USB pada Raspberry Pi 3. Webcam Logitech C170 salah satu tipe yang *compatible* dapat digunakan pada Raspberry Pi 3, memerlukan beberapa instalasi *software* agar dapat digunakan dengan baik salah satunya MJPG-Streamer yang diinstall pada Raspberry Pi 3. Pengertian *Webcame* adalah sebuah kamera video digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui port USB ataupun port COM dan hingga sekarang webcam sudah lebih maju dan tertanam lansung dilaptop tanpa menggunakan port USB [13]. Berikut contoh rangkaian *Webcam*.

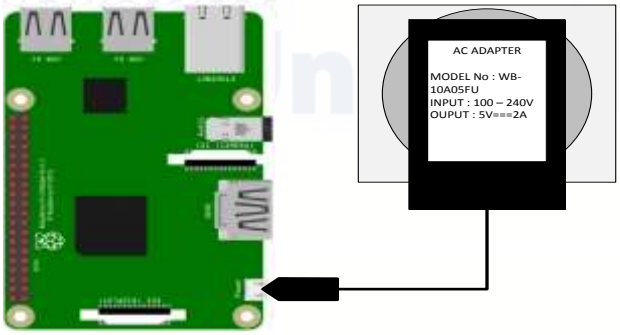


Gambar 6. Rangkaian Webcam

A. Catu Daya

Pada rangkaian catu daya ini menggunakan 1 buah AC Adapter dan 1 buah kabel Micro USB sebagai sumber catu daya langsung Input dari listrik 220V. Adapter digunakan

untuk memberikan supply tegangan output 5V==2A masuk melalui Port Micro USB Raspberry Pi 3. Berikut rangkaian catu daya pada mikrokontroller Raspberry Pi 3. Rangkaian catu daya merupakan suatu rangkaian yang penting bagi sistem elektronika dan memberikan supply pada alat pengendali dengan sumber tegangan yang didapat dari PLN sebesar 220 VAC [14].



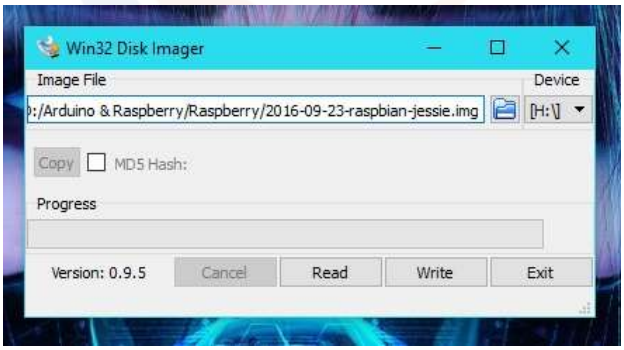
Gambar 7. Rangkaian Catu Daya

Perancangan Software

Instalasi Raspberry Pi 3

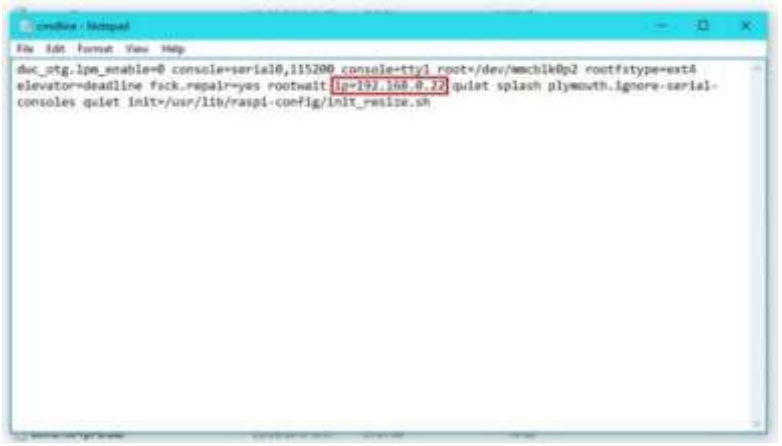
Raspbian adalah sistem operasi berbasis Debian (Linux) yang dapat digunakan pada Raspberry Pi. Raspbian tersebut merupakan seperangkat program dasar dan utilitas yang membuat Raspberry Pi berjalan. Dibutuhkan *software Win32 Disk Imager* untuk menginstal Raspbian yang berektensi (*.img*). *Win 32 Disk Imager* merupakan sebuah aplikasi free yang memiliki antar muka, dan berfungsi sebagai *writing image* pada SD Card. Langkah-langkah dalam instalasi Raspbian dengan cara *Headless* adalah sebagi berikut.

1. Menginstall Raspbian pada Micro SD card menggunakan Win32 Disk Imager.



Gambar 2. Win32 Disk Imager

2. Masukkan IP Port Lan Raspberry PI 3 pada OS Raspbian dengan mengedit cmdline yang sudah ada di micro sd card. Dengan catatan harus mengatur IP Lan pada PC / Laptop juga contoh IP pada PC "192.168.0.21" agar dapat tehubung dengan baik.
   Dengan cara mengedite cmdline maka remote Raspberry Pi masih menggunakan kabel lan antara PC/Laptop dengan Rapberry Pi.

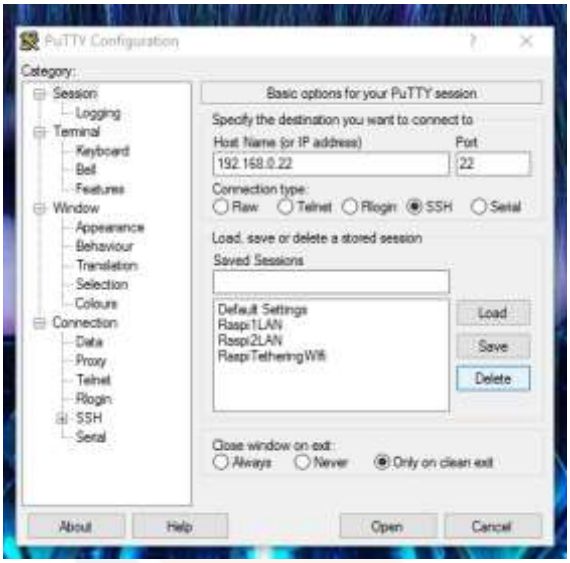


Gambar 3. IP Lan Raspberry Pi 3

3. Masukkan Micro SD Card, hubungkan kabel Lan dengan Raspberry pi dan hubungkan kabel dari ac adapter ke Raspberry Pi. Lampu warna merah menunjukan Raspberry Pi menyala, dan lampu warna hijau menyala menunjukan Raspberry Pi sedang proses intsalasi *headless*. Jika lampu hijau sudah berkedip normal dapat dilanjutkan proses berikutnya.

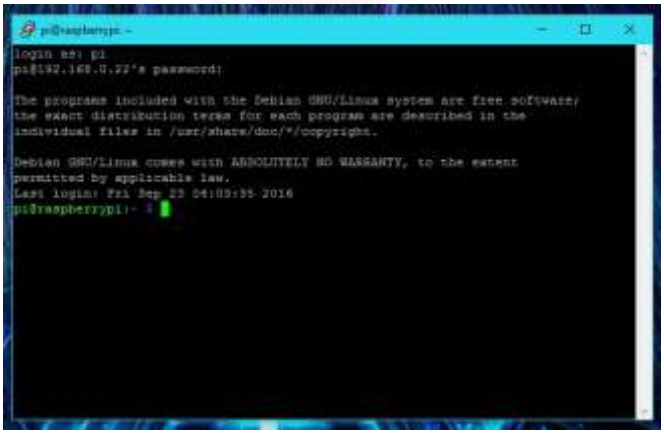
Gambar 4. Proses Instalasi Raspbian

4. Menggunakan *Software* PuTTY, masukan IP Lan yang sudah ditentukan di awal dengan Port standar 22, lalu klik *Open*.



Gambar 5. Tampilan PuTTY Configuration

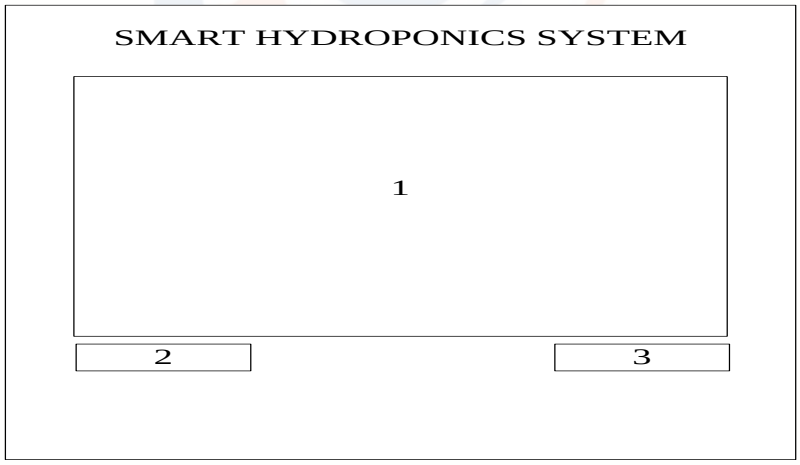
5. Tampilan remote SSH menggunakan PuTTY jika sudah terhubung dengan memasukkan *Login as : pi* dan *Password : raspberry*, bawaan dari Raspberry Pi.



Gambar 6. Login Raspberry Pi

C. Perancangan Web Interface

Alat ini dikendalikan secara langsung melalui media nirkabel (tanpa kabel) dengan *interface* sebuah halaman *web* sehingga memungkinkan Antarmuka (user interface) merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi [15]. Tampilan *web* ini dibuat secara sederhana agar mudah digunkan oleh pengguna nya. Berikut adalah contoh gambar tampilan *web interface* alat ini:



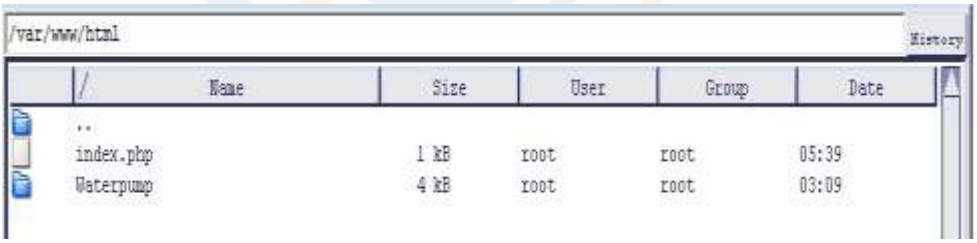
Gambar 7. Tampilan Perancangan Web Interface

Fungsi dari masing - masing kolom *Web Interface* dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Stream Kamera
2. : Untuk menampilkan *Stream Video* secara langsung untuk melihat perkembangan dari tanaman hidroponik.
3. Pompa ON : *Button* yang digunakan untuk mengaktifkan pompa dari nutrisi hidroponik
4. Pompa OFF : *Button* yang digunakan untuk menonaktifkan pompa dari nutrisi hidroponik.

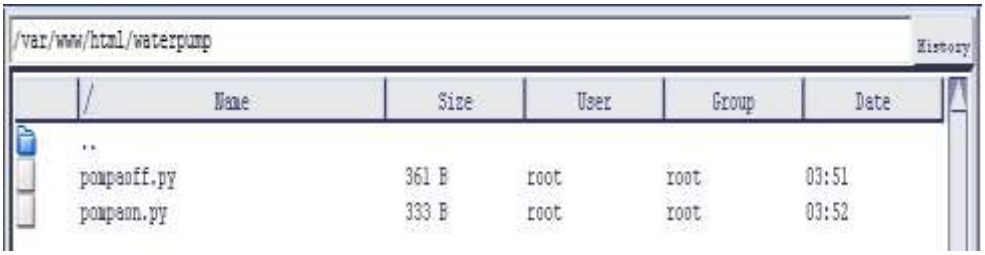
Pada perancangan *Web Interface* file index.php yang digunakan untuk dapat mengeksekusi *script python*.

1. File index.php berada pada ***/var/www/html***.



Gambar 8. Lokasi file index.php

2. File script python yang digunakan sebagai akses GPIO berada pada ***/var/www/html/waterpump***.



Gambar 9. Lokasi script.py

Metode *Testing*

Pada penelitian ini metode *testing* bertujuan untuk melakukan uji coba untuk melihat berjalan nya sistem baru

Gambar 10. Uji Alat Smart Hydroponic

.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dapat dilihat dengan memasukkan sebuah *Link URL* di browser menampilkan *web interface Smart* Hydroponics dan *live stream* langsung dari webcam yang di kendalikan raspberry pi 3.

Gambar 11 Testing Web Interface

A. Pompa Aktif

Mengklik "Pompa On" dari web interface maka air nutrisi hidroponik berjalan sesuai dengan sirkulasinya.

Gambar 12 Klik Pompa On

B. Pompa Nonaktif

Mengklik "Pompa Off" dari web interface maka air nutrisi hidroponik akan berhenti.

Gambar 13 Klik Pompa Off

Penelitian ini menggunakan tamanan hydroponic caisim sebagai tanaman uji coba yang dalam memonitoring perkembangan melalui camera dan untuk kontrol pompa nutrisi agar tidak boros daya pemakaian serta pemakain nutrisinya, dari hasil testing yang dilakukan masih terdapat kendala yang disebabkan ada kekurangan dari alat, kondisi *live stream* dari webcam yang terhubung raspberry pi 3 mendapat hasil gerak frame per second terlalu lambat dikarena kan jaringan internet tidak selalu cepat untuk menampilkan video *live stream*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan hasil penelitian perancangan *Smart* Hidroponic berbasis Raspberry Pi 3 digunakan sebagai komponen utama yang dapat melakukan semua pengontrolan nutrisi di tanaman hidroponik. Dan menggunakan beberapa module tambahan yaitu Relay module sebagai output yang terhubung dengan pompa nutrisi, *input webcam* Cyberlink c170 menampilkan *live stream* melalui *Web Interface Smart* Hydroponics. Dapat digunakan untuk melakukan monitoring perkembangan tanaman hydroponic melalui camera secara *livestreamin*g dan dapat juga dikontrol air nutrisi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman, untuk dapat melakukan video stream, Raspberry Pi 3 sudah diinstall beberapa *software*, seperti Mjpg-Streamer sebagai software dasar agar *webcam* berjalan dengan baik, Ngrok sebagai *software* agar port dari mjpg-streamer dapat live stream secara online. Dan di gabungkan menggunakan *software Weaved* agar *web Interface* kontrol hidroponik dan *live stream* berjalan secara remote atau *online.*

Kekurangan penelitian ini yaitu kondisi *live stream* dari *webcam* yang terhubung raspberry pi 3 mendapat hasil gerak frame per second yang lambat pada saat live streaming, sehingga saran pengembangan penelitian berikutnya antara lain menambahkan sensor DHT11 sehingga dapat melihat temperature dan humidity dari penanaman hidroponik menambahkan sensor PH, maka akan lebih mudah melihat kekeruhan dari air nutrisi hidroponik dan menambahkan beberapa relay module, dengan menambahkan lampu untuk perkembangan tanaman agar dapat melakukan penanaman hidroponik di dalam ruangan tertentu

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Esa Unggul dan Universitas Raharja yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Tim Karya Tani Mandiri, Pedoman Bertanam Jagung, CV Nuansa Aulia, Bandung, 2010

[2] N. AINI DAN N. AZIZAH, TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN SECARA HIDROPONIK, EDISI PERTAMA, MALANG, UB PRESS, 2018.

[3] T. Susanto, Rahasia Sukses Budidaya Tanaman dengan Metode Hidroponik, Edisi Pertama, Yogyakarta, Bibit Publisher, 2015.

[4] I.S.Roidah, Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik, Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo,Vol. 1, No.2, pp. 43-49, Desember, 2014.

[5] E. Tando, Review : Pemanfaatan Teknologi Greenhouse Dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim Dalam Budidaya Tanaman Hortikultura, Buana Sains, Vol 19, No.1, pp 91-102, Februari, 2019.

[6] Karsono, Exploring Classroom Hydroponics, Bogor, Parung Farm., 2013

[7] A. Cahyono, Rancang Bangun Sistem Kontrol Penyiram Tanaman Berdasarkan Sensor Soil Moisture Dengan Menggunakan Arduino, Jurnal Explore IT, Vol.11, No. 1, pp 7-12, Juni, 2019

[8] Indrajani, Perancangan Basis Data dalam All in 1, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2011

[9] Monk, Simon., Adafruit's Raspberry Pi Lesson 4.GPIO, Adafruit Learning System, (Online), Mei, 2013

[10] T.D. Permana, Sistem Monitoring Menggunakan Mini PC Raspberry PI, Jurnal Komputika, Vol.3, No.1, pp.1-6, Mei, 2014

[11] Horan, B., Practical Raspberry Pi, Tecnology In Action, (Online) july 2013
[12] Setiawan, Fellicia, Daya Hambat Ekstrak Biji Anggur (Vitis Vinifera L) Terhadap Pertumbuhan Polibakteri Pada Ulser Recurrent Aphthous Stomatitis Mayor, Tesis. Surabaya:Universitas Airlangga, 2013
[13] J. A. Andre, Sistem Security Webcam Dengan Menggunakan Microsoft Visual Basic (6.0), RABIT, Vol.1, No.2, pp. 48-60, Juli, 2016
[14] I. Muda, Elektronika Dasar, Edisi Pertama,Malang, Penerbit Gunung Samudera, 2013
[15] Hayadi, B. H., dan Rukun, K., What is Expert System, Yogyakarta, Deepublish, 2016,