



ANALISIS PEMANFAATAN TEKNOLOGI MIKROKONTROLER ARDUINO DALAM MEMBANTU PEMELIHARAAN TANAMAN SAYUR PADA MEDIA TANAM HIDROPONIK

Muzhaffa Zhulfa Wayan Yudhistira¹, Josua Aprilio²

^{1,2}Manajemen Informatika, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No. 79, Madiun, 63133
e-mail: muzhaffayudhistira18@gmail.com^{1,2}

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian setiap tahun semakin pesat, sehingga masyarakat petani tertinggal dalam memanfaatkan kemajuan teknologi tidak memperoleh keuntungan yang maksimal dari kegiatan usaha yang dilakukannya. Teknologi yang layak digunakan adalah teknologi hidroponik. Teknologi sistem hidroponik diharapkan menjadi salah satu alternatif untuk lahan terbatas, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber penghasilan yang memadai bagi masyarakat. Hidroponik adalah suatu metode bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah, melainkan dengan menggunakan larutan mineral bernutrisi atau bahan lainnya yang mengandung unsure hara seperti sabut kelapa, serat mineral, pasir, pecahan batu bata, serbuk kayu, dan lain-lain sebagai pengganti media. Tujuan dari analisis yaitu memanfaatkan sebuah teknologi informasi untuk membantu proses pemeliharaan tanaman salah satunya sayuran. Dengan pemanfaatan teknologi IoT (Internet of Things) pada tanaman hidroponik ini, harapannya adalah berbagai parameter lingkungan pada sistem hidroponik bias diakses dari jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi IoT (Internet of Things). Penelitian ini juga bertujuan menganalisa beberapa pemanfaatan teknologi sistem informasi untuk menghemat waktu dan tenaga dalam pemeliharaan dan pemantauan tanaman hidroponik. Sistem informasi juga bisa digunakan untuk proses pendataan mulai dari data stok bahan nutrisi hingga data pertumbuhan tanaman yang bisa langsung dimasukkan kedalam sistem tanpa harus dengan pembukuan manual. Serta ada juga teknologi mikrokontroler yang bisa digunakan dalam membantu proses pemantauan dan pemeliharaan pada tanaman hidroponik secara menyeluruh.

Kata Kunci: pertanian, IoT, sistem, aplikasi.

ABSTRACT

The development of technology in agriculture is increasing every year, so that the farming community is left behind in utilizing technological advances and does not get maximum benefits from the business activities it does. technology that is feasible to use is hydroponic technology. Hydroponic system technology is expected to be an alternative for limited land, so that it can be used as an adequate source of income for the community. Hydroponics is a method of growing crops without using soil media, but by using a nutrient solution containing nutrients such as coconut fiber, mineral fiber, sawdust, and others as a substitute for planting media. The purpose of the analysis is to utilize an information technology to assist the process of plant maintenance, one of which is vegetables. With the use of IoT (Internet of Things) technology in hydroponic plants, the hope is that various environmental parameters in hydroponic systems can be accessed remotely by utilizing IoT (Internet of Things) technology. This study aims to analyze several uses of information system technology to save time and energy in the maintenance and monitoring of hydroponic plants. The information system can also be used for data collection processes ranging from nutrient stock data to plant growth data that can be directly entered into the system without having to do manual bookkeeping. And there is also microcontroller technology that can be used to help the monitoring and maintenance process on hydroponic plants as a whole.

Keywords: agriculture, IoT, system, application.



PENDAHULUAN

Naskah Di era modern sekarang ini banyak masyarakat yang tidak memiliki lahan lebih untuk kegiatan berkebun karena hanya memiliki hunian yang minimalis. Sehingga menjadi sebuah masalah besar untuk masyarakat bisa berkebun di lahan dekat rumah, apalagi bagi masyarakat yang memiliki hobi berkebun. Dan banyak juga masyarakat yang ingin membuat bisnis dibidang pertanian akan tetapi tidak memiliki lahan lebih yang bisa untuk kegiatan pertanian. Dalam masalah ini salah satu metode tanam yang harus diterapkan adalah menggunakan media tanam hidroponik.

Hidroponik adalah sebuah metode budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga hidroponik merupakan sebuah kegiatan pertaniann yang menggunakan air sebagai media untuk menggantikan tanah sebagai media tanam (Roidah, 2014).Bahan yang digunakan sebagai wadah air untuk teknik penanaman hidroponik banyak yang menggunakan pipa plastik yang disusun secara bertingkat guna menghemat biaya dan tempat. Kegiatan menanam menggunakan media tanam hidroponik dapat dilakukan di balkon rumah, pekarangan rumah, atap rumah, halaman belakang rumah maupun lahan lain asal masih terkena sinar matahari.Jadi sangat cocok bagi masyarakat perkotaan yang tidak mempunyai lahan lebih untuk menyalurkan hobi bertani. Bahkan sangat cocok untuk usaha penyediaan bahan pangan berupa sayuran atau buah-buahan bagi keluarga ataupun untuk urusan bisnis.

Kebutuhan pangan bagi masyarakat Indonesia seperti buah dan sayur untuk semakin meningkat dengan seiring perkembangan jumlah penduduk yang semakin banyak (Roidah, 2014). Kebutuhan buah dan sayur yang semakin meningkat guna pemenuhan gizi masyarakat indonesia yang dirasa kurang dari tahun ke tahun.Namun hal tersebut tidak dibarengi dengan pertumbuhan lahan pertanian yang justru semakin sempit setiap tahunnya karena dialih fungsikan menjadi pemukiman penduduk. Oleh karena itu metode penanaman hidroponik diharapkan bisa memberi solusi untuk kebutuhan gizi keluarga dan semakin berkurangnya lahan pertanian.

Akan tetapi tidak sedikit dari masyarakat yang tinggal diperkotaan mempunyai banyak waktu senggang untuk mengurus tanaman hidroponik. Waktu yang tepat untuk kegiatan bertani adalah dari pagi hingga sore atau saat terdapat sinar matahari yang sangat dibutuhkan bagi tanaman. Sedangkan pada waktu pagi hingga sore banyak masyarakat yang memiliki kegiatan untuk kerja dan baru memiliki waktu luang menjelang matahari terbenam, bahkan diperkotaan jam kerja hingga larut malam. Sehingga tidak memiliki waktu mengurus tanaman untuk masyarakat yang menjadikan kegiatan bertani sebagai sampingan atau untuk sekedar hobi. Proses penanaman menggunakan media hidroponik juga tidak mudah, banyak waktu dan tenaga lebih agar tanaman berhasil tumbuh dengan baik. Dan hal tersebut tidak dimiliki oleh masyarakat perkotaan yang mayoritas memiliki jadwal kegiatan yang sangat padat.

Dalam perkembangan teknologi sekarang ini sangat pesat seiring munculnya istilah *Internet of Thing (IoT)*. IoT memungkinkan semua benda dapat berkomunikasi satu sama lain melalui internet. IoT bisa saja dapat diterapkan pada berbagai aspek salah satunya adalah aspek pertanian baik



pertanian biasa ataupun hidroponik. Selain itu, IoT juga dapat dimanfaatkan dalam sistem penyiraman otomatis serta kontrol sirkulasi air pada budidaya tanaman hidroponik. Banyak juga yang memanfaatkan sistem informasi untuk pendataan bahan/alat yang dibutuhkan mulai dari proses penanaman hingga proses panen yang dimasukkan ke dalam basis data. Beberapa hal tersebut dapat membantu masyarakat kota guna mempermudah pemeliharaan dan perawatan tanaman hidroponik. Dan salah satu teknologi yang dapat menghemat waktu dan tempat dalam proses budidaya tanaman hidroponik adalah teknologi mikrokontroler.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno adalah mikrokontroler berbasis ATmega328. Dalam penggunaannya Arduino banyak diminati karena bahasa pemrograman yang relatif mudah. Kelebihan Arduino adalah tidak memerlukan chip programmer karena di dalamnya sudah terdapat bootloader yang akan menangani upload program dari komputer dan juga Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB (Studi & Teknik, 2013). Oleh karena itu mikrokontroler ini banyak digunakan dalam banyak hal salah satunya dalam bidang pertanian. Dalam penerapannya sendiri pada sistem tananam hidroponik, mikrokontroler Arduino Uno akan terhubung oleh sensor dan sistem motorik lain untuk mengatur menjadi sebuah sistem yang terkoneksi.

Dikarenakan hal tersebut penelitian ini bertujuan menganalisa beberapa pemanfaatan teknologi mikrokontroler Arduino untuk menghemat waktu dan tenaga dalam pemeliharaan dan pemantauan tanaman hidroponik. Sistem informasi juga bisa digunakan untuk proses pendataan mulai dari data stok bahan nutrisi hingga data pertumbuhan tanaman yang bisa langsung dimasukkan ke dalam sistem tanpa harus dengan pembukuan manual. Serta ada juga teknologi mikrokontroler yang bisa digunakan dalam membantu proses pemantauan dan pemeliharaan pada tanaman hidroponik secara menyeluruh.

METODE

Dalam pengumpulan data-data guna menyelesaikan penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian studi pustaka. Peneliti mendapatkan sumber data dari berbagai sumber dengan cara mengumpulkan referensi yang menunjang melalui buku, jurnal, majalah dan sumber lainnya yang mendukung penelitian, metode ini digunakan dalam pengumpulan data yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi sistem informasi di bidang pertanian khususnya pertanian dengan menggunakan metode hidroponik.

Akan tetapi sebelum mengumpulkan data penelitian terdapat proses pencarian masalah yang dihadapi masyarakat dalam kegiatan bertani guna menjaga ketahanan pangan. Dan masalah yang paling banyak dihadapi oleh masyarakat khususnya masyarakat perkotaan adalah kurangnya lahan pertanian dan tidak memiliki waktu untuk merawat tanaman. Oleh karena itu kami sebagai tim peneliti fokus mencari beberapa jurnal yang berkaitan dengan masalah di atas. Yaitu penanaman dengan media hidroponik guna mengatasi kekurangan lahan dan pemanfaatan teknologi sistem



informasi guna mengatasi masalah kurangnya waktu dalam perawatan tanaman. Dan teknologi yang digunakan adalah sistem mikrokontroler.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dalam bentuk data merupakan bagian yang disajikan untuk menginformasikan hasil temuan dari penelitian yang telah dilakukan. Ilustrasi hasil penelitian dapat menggunakan grafik/tabel/gambar. Sedangkan pembahasan mengemukakan keterkaitan antar hasil penelitian dengan teori, perbandingan hasil penelitian dengan hasil penelitian lain yang sudah dipublikasikan. Pembahasan menjelaskan pula implikasi temuan yang diperoleh bagi ilmu pengetahuan dan pemanfaatannya.

Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian setiap tahun semakin pesat, sehingga masyarakat petani tertinggal dalam memanfaatkan kemajuan teknologi dan tidak memperoleh keuntungan yang maksimal dari kegiatan usaha yang dilakukannya. Perkembangan teknologi dibidang pertanian juga berbanding lurus dengan perkembangan teknologi di bidang sistem informasi meskipun teknologi pertanian berkembang lebih lambat karena ada beberapa faktor alam yang perlu diperhatikan. Dalam penerapannya, sudah sebagian petani yang menerapkan teknologi di lahan pertaniannya. Bahkan di negara maju sudah sebagian besar petani menerapkan teknologi dalam proses bertani meskipun hanya memiliki fungsi yang masih sedikit. Selain memaksimalkan hasil panen, penerapan teknologi dalam bidang pertanian juga bertujuan untuk mempermudah proses bertani dan menaikkan tingkat keberhasilan penen. Akan tetapi masalah yang ditemukan dalam penerapan teknologi pertanian bukan hanya ditemukan dikalangan para petani. Masyarakat perkotaan yang memiliki hobi bertani ataupun ingin bekerja menjadi petani juga memiliki masalah lain. Banyak dari mereka tidak memiliki lahan yang luas dan waktu yang luang untuk kegiatan bertani. Padatnya lahan dan kegiatan di perkotaan menjadi faktor utama dalam masalah ini. Oleh karena itu sistem yang layak digunakan adalah teknologi hidroponik. Sistem hidroponik diharapkan menjadi salah satu alternatif untuk lahan terbatas, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber penghasilan yang memadai bagi masyarakat. Serta masalah kurangnya waktu dapat diatasi dengan Adanya sistem teknologi yang dapat digunakan sebagai pendukung sistem hidroponik (Buana et al., 2019). Salah satu teknologi yang dapat dipakai yaitu mikrokontroler. Mikrokontroler sendiri merupakan sebuah perangkat yang dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu rangkaian elektronik, mulai dari yang sederhana hingga kompleks (Delya, 2014).

Menurut (Delya, 2014) salah satu pemanfaatan mikrokontroler pada tanaman hidroponik adalah dengan pembuatan sistem pasang surut otomatis untuk mengatur waktu menghidupkan dan mematikan pompa berdasarkan kadar air media tanam hidroponik. Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem ini adalah mikrokontroler berbasis ArduinoUno. Dalam sistem ini pompa air akan aktif secara otomatis apabila kadar air dalam media hidroponik kurang dari variabel yang telah ditentukan. Dan setelah kadar air telah mencukupi, pompa air akan mati secara otomatis demi menjaga kadar air



agar tidak melebihi variabel yang ditentukan. Pengukuran kadar air dilakukan oleh sensor yang terhubung langsung dengan mikrokontroler. Pembuatan sistem ini bertujuan untuk mengontrol sistem penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman agar tanaman dapat tumbuh secara maksimal (Delya, 2014). Dengan sistem tersebut, kita dapat menghemat waktu penyiraman tanaman yang sudah dilakukan oleh sistem. Hasil dari pengujian sistem juga menunjukkan bahwa tanaman yang diawasi oleh sistem tumbuh lebih baik dari pada tanaman yang dilakukan penyiraman secara manual. Jadi dengan sistem ini kita tidak perlu melakukan penyiraman rutin setiap hari. Sistem ini sangat cocok untuk beberapa masyarakat yang tidak memiliki waktu luang setiap harinya. Akan tetapi masih melakukan pengawasan rutin setiap minggu atau bulan. Karena kita tetap melakukan pengawasan terhadap tumbuh tanaman serta pengisian ulang dan pemberian nutrisi pada bak penampungan air pada sistem tersebut. Jadi akan sangat cocok untuk kegiatan santai akhir minggu.

Adapun pemanfaatan lain dari mikrokontroler arduino dalam media tanam hidroponik. Menurut (Buana et al., 2019) mikrokontroler juga dapat dibuat menjadi sebuah sistem pemantauan tanaman sayur dengan media tanam hidroponik menggunakan Arduino. Dalam sistem ini arduino digunakan sebagai mikrokontroler untuk pemantauan terhadap perubahan pH pada media tanam hidroponik. Arduino akan menerima data kadar keasaman air dari sensor pH. Pemantauan kadar pH bertujuan agar kadar keasaman air dapat terjaga sehingga tidak membuat tanaman mati. Sistem ini juga menggunakan RTC (Real Time Clock) yang berfungsi untuk mengatur kapan pemberian nutrisi pada tanaman. Sistem ini juga terkoneksi dengan internet dan dapat mengirimkan data ke dalam web yang berfungsi untuk proses monitoring dan pemberian notifikasi. Di dalam web juga dapat menyimpan data yang diperoleh dari sensor dan dikirim oleh arduino kemudian disimpan ke dalam basis data. Pembuatan sistem ini bertujuan untuk membantu dalam hal pengawasan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas tanaman sayur pada media tanam hidroponik (Buana et al., 2019). Dengan sistem ini, kita dapat memantau tanaman hidroponik dari web yang terhubung dengan arduino dan tidak perlu lagi memantau tanaman secara langsung. Hal ini dapat menghemat waktu dan tenaga serta dapat melakukan pemantauan terhadap tanaman dimana saja karena sistem sudah terhubung dengan internet. Kelebihan sistem ini juga dapat melakukan siklus pemberian nutrisi secara otomatis sehingga kita hanya perlu melakukan pengisian ulang pada tabung nutrisi secara berkala. Jadi dengan sistem ini kita hanya perlu melakukan penyiraman rutin yang bisa dilakukan setiap pagi sekaligus sebagai pemantauan pertumbuhan tanaman. Karena pemantauan kadar pH dan pendataan bisa diakses melalui web.

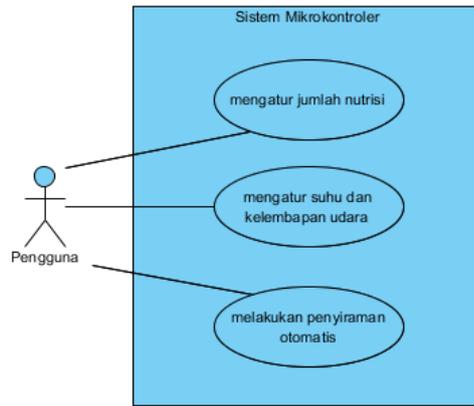
Sama seperti sebelumnya, salah satu pemanfaatan mikrokontroler arduino dalam bidang hidroponik adalah Sistem Kontrol dan Monitoring Hidroponik berbasis Android (Ibadarrohman et al., 2018). Dalam sistem ini memiliki fungsi yang hampir sama dari sistem yang sebelumnya dan menggunakan mikrokontroler arduino juga. Akan tetapi dalam sistem ini lebih berfokus pada pemantauan di bidang air dalam sistem hidroponik. Beberapa fungsinya adalah untuk memantau kondisi pH air, suhu air, ketinggian air, EC air, temperatur & kelembaban udara pada hidroponik



yang dideteksi oleh sensor (Ibadarrohman et al., 2018). Berbeda juga dari sistem sebelumnya menurut (Buana et al., 2019) yang menggunakan sistem berbasis web untuk proses monitoring, dalam sistem ini proses monitoring langsung menggunakan aplikasi berbasis android yang terhubung dengan arduino menggunakan internet. Saat melakukan komunikasi antara hidroponik dan aplikasi android melalui internet digunakan protokol MQTT yang memungkinkan beberapa device saling mengirim dan menerima data berupa string dengan mudah. Tujuan pembuatan sistem ini adalah membantu para pemilik hidroponik dalam memantau keadaan dan perawatan otomatis pada tanaman yang sedang dibudidayakan kapanpun dan dimanapun (Ibadarrohman et al., 2018). Kelebihan dari sistem ini adalah kinerja sistem yang dapat dikontrol dan dimonitoring dari aplikasi berbasis android yang terkoneksi juga dengan internet. Jadi dengan terkoneksinya sistem ini dengan internet, kita dapat mengontrol dan mengatur fungsi-fungsi sistem dimana saja tanpa memandang jarak. Akan tetapi kekurangan dalam sistem ini adalah sistem yang hanya memantau kondisi air sehingga kita tidak dapat memantau tanaman dan melakukan penyiraman secara langsung.

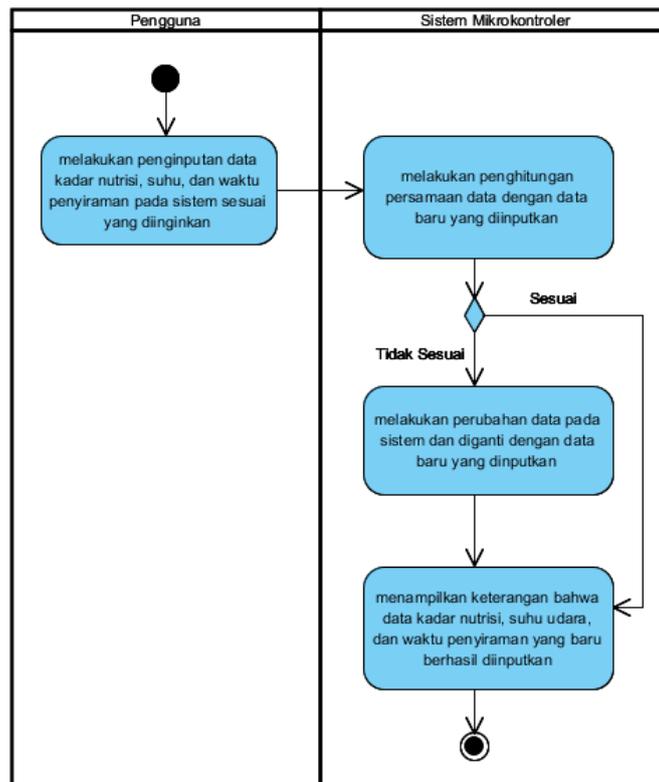
Pada jurnal lain yaitu, sistem monitoring suhu, kelembaban, dan pengendali penyiraman tanaman hidroponik menggunakan blynk android yang dibuat oleh (Efimov & Salama, 2012) juga menggunakan mikrokontroler arduino untuk menjalankan sistemnya. Akan tetapi dalam sistem ini juga menggunakan aplikasi khusus android blynk sebagai alat bantu pemantauan. Blynk adalah sebuah layanan aplikasi untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet (Efimov & Salama, 2012). Selain berfungsi sebagai alat monitoring tanaman, pada sistem ini dibuat alat otomatis yang dapat menyiram dan memonitoring tanaman hidroponik yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan aplikasi android. Pada sistem ini menggunakan RTC dan relay untuk mengendalikan pompa air agar melakukan penyiraman secara otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan. Sistem juga menggunakan modul DHT11 agar dapat mengetahui suhu dan kelembaban pada sekitar tanaman. Pembuatan sistem menggunakan aplikasi blynk android oleh (Efimov & Salama, 2012) didasari karena pengguna smartphone sudah semakin banyak. Dengan menggunakan sistem ini dapat mengontrol penuh sistem hidroponik. Oleh karena itu, dari beberapa sistem diatas sistem ini yang paling cocok untuk masyarakat perkotaan yang tidak memiliki banyak lahan dan waktu yang digunakan untuk aktivitas bertani. Karena dengan sistem ini para pengguna sistem hanya tinggal menunggu hasil panen tanaman hidroponik mereka.

Dari beberapa jurnal penelitian diatas yang membahas mengenai pemanfaatan teknologi mikrokontroler untuk membantu proses budidaya tanaman hidroponik dapat dibuat sistem dengan mengambil dasar-dasar teori dari beberapa jurnal tersebut. Yaitu sebuah sistem pengatur nutrisi, suhu kelembaban udara, dan penyiraman otomatis dengan teknologi mikrokontroler. Untuk beberapa manfaat dan fungsi sistem aplikasi dapat dilihat dari Use Case Diagram yang ditunjukkan pada Gambar. 1



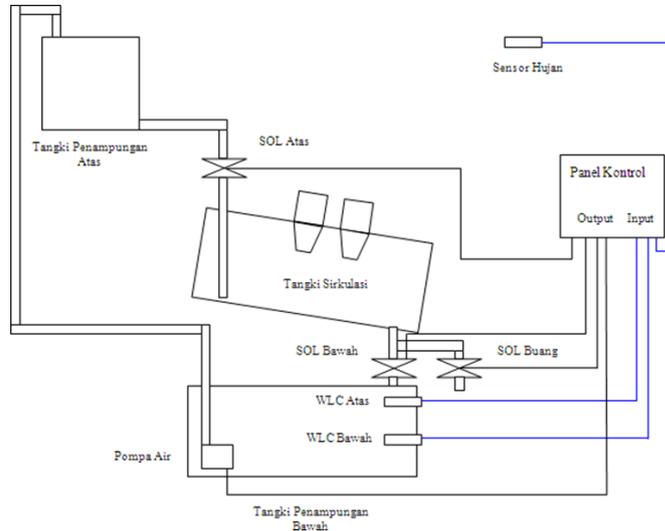
Gambar 1. Use Case Diagram Sistem pengatur nutrisi, suhu kelembapan udara, dan penyiraman otomatis dengan teknologi mikrokontroler

Dari Gambar. 1 dapat dijelaskan fungsi-fungsi yang dapat dilakukan pengguna dalam sistem ini, yaitu mengatur banyaknya nutrisi yang terkandung dalam media tanam, mengatur suhu kelembapan udara di sekitar tanaman, dan mengatur waktu penyiraman yang dilakukan secara otomatis oleh sistem dengan teknologi mikrokontroler. Sedangkan aktifitas pengguna dalam menjalankan sistem dapat dilihat dari Activity Diagram pada Gambar. 2

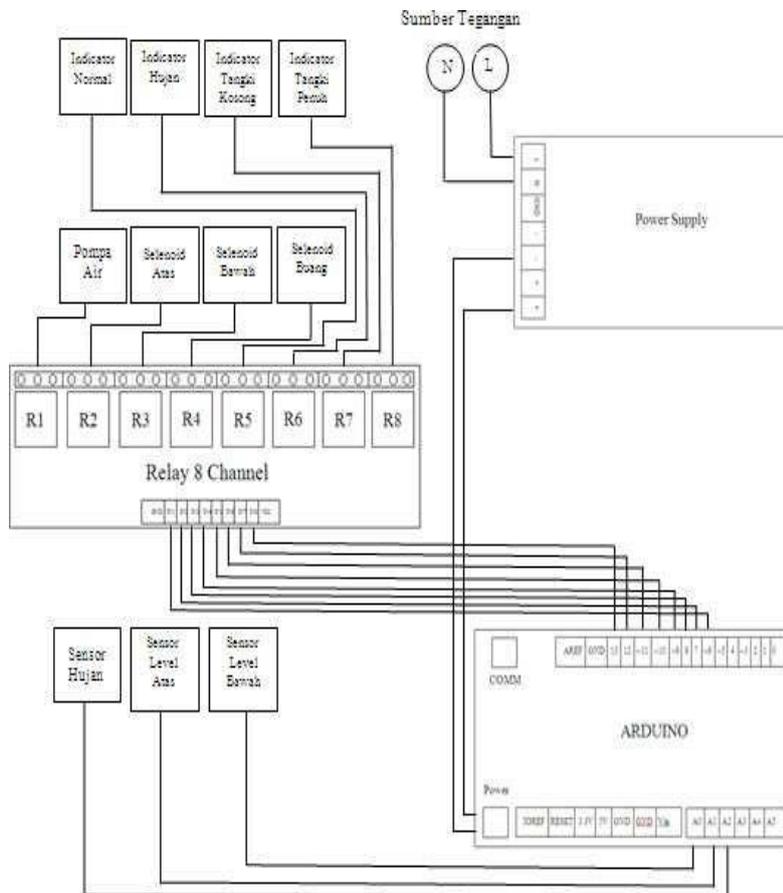


Gambar 2. Activity Diagram Sistem pengatur nutrisi, suhu kelembapan udara, dan penyiraman otomatis dengan teknologi mikrokontroler

Untuk perangkat keras didapatkan sebuah perancangan alat meliputi beberapa bagian, yaitu pembuatan program pada Arduino, pembuatan rangkaian wiring antar komponen ke komponen, pembuatan rangka untuk komponen, setting sensitivitas sensor dan kecepatan pompa air untuk penyesuaian rangkaian yang telah ada. Desain perancangan dapat dilihat pada Gambar. 3 dan Gambar. 4 (Haryanto & KN, 2019)



Gambar 3. Desain rancangan perangkat lunak Sistem pengatur nutrisi, suhu kelembapan udara, dan penyiraman otomatis dengan teknologi mikrokontroler



Gambar 4. Rangkaian Wiring antar komponen



Dari manfaat rancangan bangun sistem diatas dan beberapa manfaat dari jurnal penelitian lain yang disebutkan dapat dihasilkan sebuah solusi untuk masyarakat kota yang yang tidak memiliki lahan untuk budidaya tanaman disarankan untuk menggunakan hidroponik sebagai media budidaya tanaman. Sedangkan bagi masyarakat kota yang tidak memiliki lahan lebih dan waktu yang cukup untuk proses budidaya tanaman dapat menggunakan Sistem pengatur nutrisi, suhu kelembapan udara, dan penyiraman otomatis dengan teknologi mikrokontroler.

SIMPULAN

Mikrokontroler merupakan teknologi yang bisa membantu dalam berbagai bidang. Sudah banyak sistem yang menggunakan teknologi mikrokontroler untuk mempermudah kinerja sistem. Mikrokontroler sendiri merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk membantu sebuah rangkaian elektronik. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah mikrokontroler Arduino Uno.

Dari hasil penelitian didapati banyak sekali manfaat penerapan teknologi mikrokontroler arduino dalam sistem budidaya tanaman dengan media hidroponik. Sistem hidroponik dengan menggunakan mikrokontroler dapat mengatasi masalah yang dihadapi oleh masyarakat kota yang ingin melakukan kegiatan bercocok tanam. Yaitu masalah kurangnya lahan yang dapat diselesaikan dengan media hidroponik yang tidak memakan banyak tempat dan tidak langsung menggunakan tanah. Serta masalah kurangnya waktu dalam proses pemeliharaan tanaman juga dapat diselesaikan dengan teknologi mikrokontroler agar bisa mengontrol dan memantau sistem hidroponik tanpa memandang jarak dan waktu.

DAFTAR RUJUKAN

- Buana, Z., Candra, O., & Elfizon. (2019). Sistem Pemantauan Tanaman Sayur Dengan Media Tanam Hidroponik Menggunakan Arduino. *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang*, V(1), 74–80.
- Delya, B. (2014). Design of Ebb and Flow Automatic Hydroponic System for Chilli Pepper Cultivation. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 3(3), 205–212.
- Efimov, I., & Salama, G. (2012). The future of optical mapping is bright: RE: Review on: “optical imaging of voltage and calcium in cardiac cells and tissues” by Herron, Lee, and Jalife. *Circulation Research*, 110(10), 292–297. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.112.270033>
- Haryanto, D., & KN, N. (2019). Simulator Sistem Pengairan Otomatis Tanaman Hidroponik Dengan Arduino. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 118. <https://doi.org/10.24912/tesla.v20i2.2988>
- Ibadarrohman, Salahuddin, N. S., & Kowanda, A. (2018). Sistem Kontrol dan Monitoring



Hidroponik berbasis Android. *STMIK ATMA LUHUR Pangkalpinang, May, 8–9.*

Roidah, I. S. (2014). *Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. 1(2), 43–50.*

Studi, P., & Teknik, P. (2013). Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Electrans, 12(1), 39–48.*