

PENGAIRAN TANAMAN SISTEM TETES DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH BERBASIS ARDUINO

Amalia Ika Wulandari^{1*}, Andi Mursid Nugraha², Retno Debby Yulisyah³, Ashari Kemal Abdul Naser⁴, Andhika Rufty Pratiwi⁵, Irfan⁶, Muhammad Yajid Ansari⁷, Nur Halizah⁸, Samsul Bahri⁹, Yusela Deisca Ramadina¹⁰

^{1,2}Jurusan Sains Teknologi Pangan dan Kemaritiman, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

^{3,4,5,6,7,8}Jurusan Teknologi industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

^{9,10}Jurusan Matematika dan teknologi Informasi, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

*E-mail: amaliaikaw@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Perkebunan di kelurahan Karang Joang memiliki tipe tanah podsolik merah-kuning, yang dapat dijadikan media pertanian. Karang Joang memiliki potensi dalam perkebunan yang menguntungkan, terutama tanaman hortikultura. Masalah yang sering dihadapi perkebunan di Kelurahan tersebut yaitu saat musim kemarau terjadi air akan sulit didapatkan. Hal ini menjadi sebab dilakukannya Program Mahasiswa Mengabdikan Desa (PMMB) di salah satu kebun di Karang Joang yaitu "Kebun Pak Agus" dengan menerapkan Pengairan Tanaman Sistem Tetes berbasis Arduino. Alat tersebut bekerja secara otomatis membaca kelembaban tanah dengan sensor YL-69, sensor kemudian akan mengirimkan sinyal ke Arduino untuk mengetahui apakah tanah tersebut membutuhkan air atau tidak. Jika iya, pompa akan mengirimkan air melalui selang *hydrosol* yang telah dilubangi, sehingga air akan menetes di tanah yang membutuhkan air. Berdasarkan uji coba, ketika kelembaban tanah berada pada kisaran 0 hingga 225, kondisi tanah basah, sehingga pompa dimatikan. Pada saat yang sama jika kelembaban tanah 501 hingga 1023, kondisi tanah kering, sehingga kondisi pompa beroperasi. Selain itu dari pengujian yang dilakukan, serta hasil kuesioner yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan penyiraman tidak diperlukan sumber daya manusia karena penyiraman dilakukan secara otomatis dan penyiraman ini dianggap telah berjalan dengan waktu yang efektif.

Kata kunci: Karang Joang, Perkebunan, Penyiraman, Tanaman.

Abstract

Karang Joang is one of the urban villages that uses land in Balikpapan to be used as plantations. The plantations in Karang Joang have a red-yellow podzolic soil type, which is suitable for agricultural media. Karang Joang has potential in lucrative plantations, especially horticultural crops. However, the problem often faced by plantations is when the dry season comes, water will be difficult to obtain, making it difficult to watering. This is the reason why the Student Serving Village Program was carried out in one of the farms in Karang Joang, namely "Kebun Pak Agus" by implementing an Arduino based drip irrigation system to overcome water shortages in an effective way in watering plants. The tool works automatically to read soil moisture with the YL-69 sensor, the sensor then sends a signal to the Arduino to find out whether the soil needs water or not. If so, the pump will send water through hydrosol hose that has been perforated, so that the water will drip on the ground that needs water. Based on the trials conducted, it shows that the tool works according to the program created. At soil moisture in the range 0 – 225 soil conditions are wet, so the pump is off. Meanwhile, if the soil moisture is 501 – 1023 the soil condition is dry, so the pump condition is on. From the trials and the result from questionnaires, it was concluded that for watering there's no need human resources because the pump will automatically do watering, and this watering was considered have been running in an effective time.

Keywords: Karang Joang, Plant, Plantations, Watering

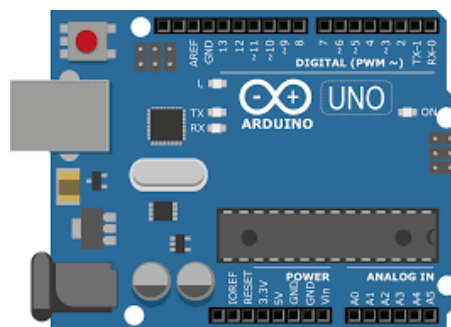
1. Pendahuluan

Karang Joang merupakan salah satu kelurahan di Balikpapan yang memiliki potensi untuk dijadikan tempat perkebunan. Akan tetapi perkebunan di sana memiliki masalah dalam metode perawatannya, yaitu penyiraman. Dari wawancara yang dilakukan dengan Bapak Agus sebagai Ketua Gapoktan (Gabungan kelompok tani) Balikpapan, beliau mengatakan bahwa permasalahan dalam pertanian di Karang Joang yaitu kurangnya air saat musim kemarau tiba, sehingga menurunkan produksi panen dan penjualan. Kurangnya air juga disebabkan oleh cara penyiraman yang masih kurang efektif di perkebunan di kilometer 12 tersebut. Penyiraman masih dilakukan secara tradisional di mana menggunakan selang dan para mitra berkeliling kebun untuk menyiram tanaman. Hal tersebut dikarenakan posisi pompa yang jauh dari tempat tanaman disiram, sehingga air menjadi keluar melebihi yang diperlukan oleh tanaman (Agus, 2020).

Berdasarkan wawancara serta survei lapangan yang dilakukan di salah satu kebun Kelurahan Karang Joang, yaitu "Kebun Pak Agus" didapatkan permasalahan yaitu bagaimana cara melakukan penghematan air pada lahan perkebunan saat musim kemarau dengan menggunakan alat penyiraman tanaman otomatis dengan menggunakan Arduino, dan cara menggunakan sumber daya manusia dan waktu lebih efektif untuk menyiram tanaman secara otomatis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka digunakan sistem irigasi tetes untuk mengairi tanaman dengan sensor kelembaban tanah berbasis Arduino yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Alat ini didesain berdasarkan teknologi *chip* mikrokontroler Arduino yang diprogram sesuai hasil yang diinginkan. Sensor *soil moisture* akan mendeteksi kekeringan pada lahan pertanian. Jika tanah kering, mikrokontroler akan menginstruksikan pompa air untuk mengalirkan air untuk menyiram tanaman. Metode irigasi tetes digunakan untuk penyiraman, dan air turun perlahan, dan air akan mengalir ke bawah, yang lebih terkonsentrasi pada langsung mengenai akar. Jika tanah perlu dibasahi sesuai dengan tanaman, pompa akan berhenti bekerja dan air tidak akan mengalir. Adapun komponen yang digunakan dalam pembuatan alat yaitu sebagai berikut:

1. Arduino UNO

Arduino merupakan *board* mikrokontroller yang memiliki basis ATmega328. Pada arduino UNO terdapat PIN dengan total sebanyak 14 PIN digital *input/output*, di mana 6 PIN dari 14 PIN tersebut dapat digunakan untuk sinyal *Pulse Width Modulation*. Untuk mengoperasikan Arduino UNO diperlukan Arduino IDE (Prasetyo, 2015).



Gambar 1. Arduino UNO

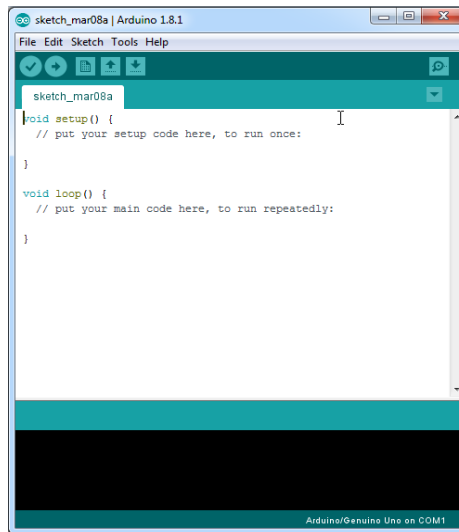
Sumber: Penulis (2021)

Pada alat yang dibuat, arduino digunakan sebagai otak pengontrol yang mengendalikan pompa serta komponen lain yang saling terhubung.

2. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software* penata yang dapat digunakan untuk menulis suatu kode program, menyusun, serta dapat mengunggah program yang telah disusun ke

Arduino. Arduino IDE terdiri dari editor teks yang digunakan untuk menulis kode, area pesan, *console text*, *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi umum, dan deretan menu lainnya (Abdullah, 2014).



Gambar 2. Arduino IDE
Sumber: Penulis (2021)

3. Driver Relay

Rangkaian komponen-komponen elektronika yang disusun untuk mendukung kinerja dari satu komponen dengan komponen lain merupakan pengertian dari *Driver relay*. Komponen-komponen tersusun tersebut digunakan untuk mencapai suatu hasil, yaitu dapat membuat saklar elektronik. Saklar digunakan untuk menyambung serta memutuskan arus listrik yang mengalir. *Driver relay* juga dapat melakukan kendali pengoperasian sesuatu dari jarak yang jauh. Karenanya, pada *driver relay* harus dibuat fungsi rangkaian *control* yang sama untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Sebaiknya saklar elektronik yang digunakan bersifat otomatis sehingga tidak perlu aktivitas manual dalam menyalakan atau mematikan saklar. (Ogata, 1997).

4. LCD

Layar kristal cair (Liquid Crystal Display) adalah layar elektronik yang didesain dengan menggunakan teknologi CMOS yang tidak memancarkan cahaya saat bekerja, tetapi bekerja dengan memantulkan cahaya sekitar ke lampu depan atau memancarkan cahaya dari lampu latar. LCD ini terbuat dari lapisan campuran organik, yaitu lapisan kaca transparan dengan elektroda transparan indium oksida berbentuk layar tujuh segmen, dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Layar LCD 16x2 digunakan sebagai tampilan karakter yang dimasukkan melalui keyboard (Erlita, 2015). Lebar tampilan LCD yang dipakai pada alat yang dibuat adalah 2 baris dan 16 kolom, atau disebut dengan LCD karakter 16x2, di mana memiliki konektor sebanyak 16 pin. LCD akan digunakan untuk menampilkan nilai dari sensor yang digunakan, yaitu sensor kelembaban tanah.

5. DC to DC Converter

Konverter DC-DC adalah perangkat yang dapat mengubah energi listrik jenis DC menjadi DC dengan cara menambah atau mengurangi energi tanpa mengalihkan polaritas

sumber daya. Konverter DC ke DC menggunakan metode *switching* untuk mengisi dan melepaskan induktor dalam penggunaannya. Sakelar yang dipakai adalah semikonduktor yang bekerja pada frekuensi tinggi, misalnya transistor BJT atau FET. Pemakaian DC-DC sangat umum digunakan dalam dunia industri serta elektronik. Pemakaian konverter ini memiliki efisiensi yang tinggi sehingga umum digunakan untuk dunia industri maupun elektronik. *Device* ini umumnya dimanfaatkan sebagai *control* kecepatan motor maupun mobil listrik, dan bisa juga digunakan untuk *charger* (Faudin, 2019).

6. Sensor Soil Moisture

Soil Moisture sensor atau yang biasa disebut dengan sensor kelembaban pada tanah merupakan modul yang dapat mendeteksi kelembaban atau kandungan air dalam tanah. Terdapat modul pada sensor kelembaban YL-69 yang di dalamnya terdapat sirkuit terintegrasi LM393 yang dapat melakukan proses perbandingan dari ekskursi rendah hingga kurang dari 5mV yang stabil dan akurat. Sensitivitas deteksi dapat diatur dengan memutar potensiometer pada modul proses, sehingga resistansi dapat diubah dan diatur sesuai kebutuhan. Mengimplementasikan mikrokontroler atau arduino untuk pendeteksian yang akurat dapat digunakan output analog, yaitu koneksi ke pin ADC atau input analog pada arduino, yang akan melepaskan 0volt relatif terhadap GND (ground) hingga Vcc (supply voltage). Modul Sensol YL-69 dapat menggunakan catu daya 3.3V hingga 5V, sehingga fleksibel untuk berbagai mikrokontroler (Prasetyo, 2015).

7. Pompa Air

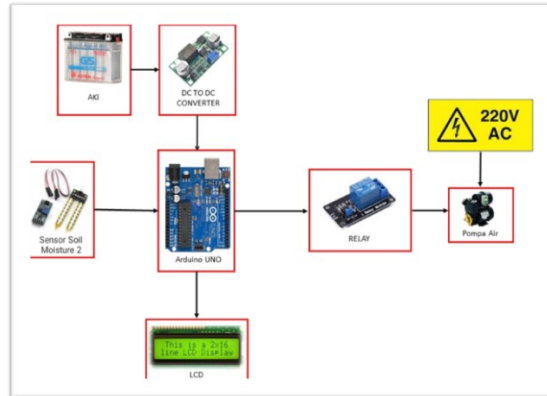
Alat yang dapat memindahkan suatu zat cair (*fluida*) dari suatu area ke area yang lain disebut sebagai pompa air, menggunakan pipa atau media saluran untuk menambah energi pada fluida yang bergerak secara berkelanjutan. Prinsip kerja pompa adalah dengan menciptakan selisih tekanan antara bagian *suction* dengan bagian *discharge*. Perbedaan tekanan disebabkan oleh adanya mekanisme, misal putaran impeler membuat sisi *suction* hampir vakum. Adanya perbedaan tekanan ini menyebabkan pompa dapat meresap cairan sehingga dapat berpindah dari satu reservoir ke reservoir lainnya. Pompa memainkan peran yang penting dalam berbagai industri seperti industri minyak, air minum, petrokimia, pembangkit listrik dan sebagainya (Tedjamaja, 2021).

2. Metode Pelaksanaan

Dalam melaksanakan kegiatan ini terdapat beberapa tahapan yang kami lakukan. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu tahapan persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Berikut merupakan penjelasan dari tahapan yang dilakukan.

2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan memiliki beberapa kiat-kiat yang dilakukan antara lain melakukan survei lapangan terkait ukuran dan kondisi lahan yang digunakan. Setelah itu dilakukan persiapan komponen dengan pertimbangan dari studi literatur, spesifikasi bahan, serta kegunaan dari komponen. Lalu dilakukan perancangan alat yang berupa skema rangkaian dari komponen yang telah dipersiapkan sebelumnya. Setelah itu dilakukan pemrograman menggunakan software Arduino IDE. Berikut merupakan skema rangkaian penyiram tanaman otomatis.



Gambar 3. Skema Rangkaian
Sumber: Penulis (2021)

Dari gambar 1 terdapat beberapa komponen yang digunakan antara lain:

- Sensor soil moisture, digunakan selaku komponen pendeteksi kelembaban tanah
- Arduino UNO, berperan sebagai mikrokontroler
- LCD Display, berfungsi untuk menampilkan tulisan
- AKI, sebagai sumber listrik DC pada komponen
- DC to DC Konverter, sebagai penurun tegangan DC dari aki yang selanjutnya menjadi suplay listrik arduino uno.
- Relay, sebagai saklar untuk menjalankan pompa air
- Pompa Air, untuk mengairkan air ke objek penyiraman

Adapun program koding yang digunakan adalah sebagai berikut:

```

KKN_kebun_pak_agus
/*
 * KKN ITK kebun Pak Agus
 */
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int sensorPin = A0;
int nilai;
const int relay = 13;

void setup()
{
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(relay, OUTPUT);
  lcd.begin();
  lcd.setCursor(4, 0);
  lcd.print("KKN ITK");
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("KEBUN PAK AGUS");
  delay(5000);
  lcd.clear();
}

void loop()
{
  int nilai = analogRead(sensorPin);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("KELEMBABAN= ");
  lcd.print(nilai);

  if(nilai > 0 && nilai < 225)
  {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("TANAH BASAH:D");
    digitalWrite(relay, HIGH);
    delay(1500);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("KELEMBABAN= ");
    lcd.print(nilai);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("STOP MENYIRAM.!!");
  }
  else if(nilai < 500 && nilai > 226)
  {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("NORMAL");
    digitalWrite(relay, HIGH);
    delay(1500);
    lcd.clear();
  }
  else
  {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("KELEMBABAN= ");
    lcd.print(nilai);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("TANAH NORMAL");
  }
  else
  {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("TANAH KERING");
    digitalWrite(relay, LOW);
    delay(1500);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("KELEMBABAN= ");
    lcd.print(nilai);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("MENYIRAM:");
  }
  delay(1000);
}

```

Gambar 4. Program Arduino
Sumber: Penulis (2021)

2.2 Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan dilakukan di lokasi mitra KKN yaitu, Kebun Pak Agus KM.12 Karang Joang. Kegiatan yang dilakukan antara lain, merangkai alat, melakukan uji coba, dan pengambilan data. Dalam merangkai alat dilakukan berdasarkan skema rangkaian yang telah dipersiapkan sebelumnya. Setelah rangkaian berhasil dirangkai,

kemudian dilakukan percobaan terhadap alat untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik. Lalu pengambilan data dilakukan agar mengetahui bahwa alat telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel tanah dengan dua kondisi, yaitu tanah basah serta kering. Dari sampel tanah yang telah diambil tersebut, kemudian dilakukan pemeriksaan kelembaban terhadap tanah pertanian dengan sensor *soil moisture*, dengan keadaan jika sensor membaca tanah kering pompa air akan beroperasi, dan jika sensor mendeteksi tanah tersebut basah pompa air akan berhenti beroperasi. Data kelembaban tanah diperlihatkan pada tampilan komponen LCD (*Liquid Crystal Display*).

Pada tahap pelaksanaan ini kami juga melakukan sosialisasi terkait alat yang telah kami laksanakan yang mana undangan yang hadir pada sosialisasi berasal dari petani pada kebun pak agus serta beberapa anggota dari kelompok tani karang joang. Peserta yang hadir pada kegiatan sosialisasi ini yaitu sebanyak 12 Orang. Berikut merupakan foto kegiatan sosialisasi yang telah dilaksanakan pada lokasi kebun Pak Agus KM 12 karang joang.



Gambar 5. Kegiatan Sosialisasi Alat

Sumber: Penulis (2021)

2.3 Tahap Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan pada alat ini yaitu, dalam pelaksanaan program alat memerlukan beberapa perubahan dari konsep awal. Hal tersebut dilakukan karena perlunya penyesuaian kondisi saat alat diterapkan di lapangan. Pada tahap ini juga dilakukan dengan cara mengevaluasi apakah dengan alat ini mampu mencapai tujuan berupa penghematan air, pemahaman petani dalam mengoperasikan alat, serta efisiensi tenaga dalam melakukan penyiraman, sehingga dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pendampingan dan sosialisasi penggunaan alat agar bisa berfungsi dengan baik.



Gambar 5. Evaluasi Kerja Alat
Sumber: Penulis (2021)

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil dari uji coba pertama yang dilakukan dengan sensor kelembaban tanah YL-69 yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pertama

No	Kelembaban	Kondisi Tanah
1	200 - 225	Sesudah Disiram
2	240	Normal
3	366	Normal
4	220	Basah
5	769	Kering
6	501	Kering

Dari hasil data yang didapatkan dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan sampel tanah basah dan tanah kering.



Gambar 6. Uji Coba Kedua Dengan Sampel Tanah
Sumber: Penulis (2021)

Setelah melakukan pengujian kedua, didapatkan kembali data yang akan digunakan yang kemudian diterapkan pada pompa air, dan hasil yang didapatkan ditulis pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kerja Pompa Dengan Menggunakan Sensor Kelembaban

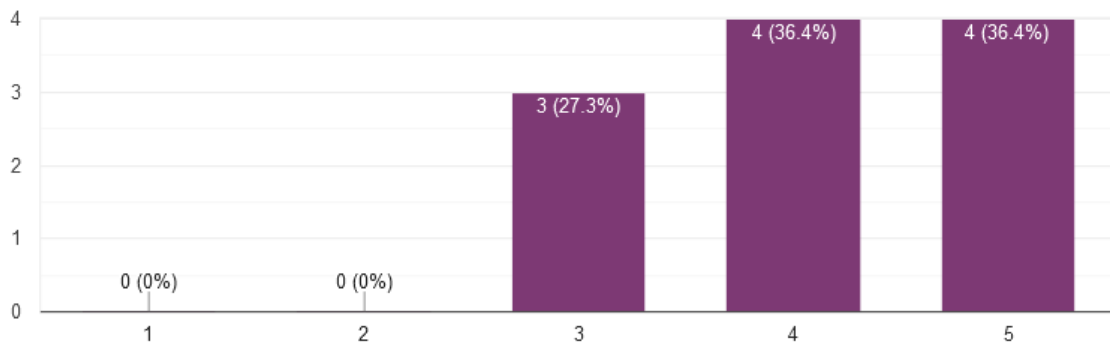
No	Kelembaban	Kondisi Tanah	Hasil
1	0 - 225	Basah	Pompa mati
2	226 - 500	Normal	Pompa mati
3	501 - 1023	Kering	Pompa nyala

Berdasarkan hasil uji coba yang didapatkan seperti pada tabel 2 menunjukkan alat yang telah dibuat berjalan sesuai dengan program *coding* yang telah dirancang dan dimasukkan ke dalam Arduino. Di mana, pada kelembaban tanah dengan kisaran kelembaban tanah 0 sampai 225 kondisi tanah basah, karenanya pompa tidak hidup atau mati. Selain itu, pada uji kelembaban tanah pada kisaran 226 hingga 500, kondisi tanah dalam kondisi normal, sehingga kondisi pompa dimatikan. Terakhir pada uji kelembaban tanah pada kisaran 501 hingga 1023, kondisi tanah yang digunakan kering, menyebabkan pompa beroperasi.

Setelah fase pelaksanaan uji coba dilakukan, fase selanjutnya adalah menggunakan sistem irigasi tetes berbasis sensor kelembaban tanah berbasis Arduino untuk mensosialisasikan irigasi tanaman kepada petani yang berasal dari berbagai instansi. Sosialisasi berisi pengenalan program mahasiswa mengabdikan desa yaitu KKN (Kuliah Kerja Nyata), latar belakang diadakannya sosialisasi serta penjelasan mengenai alat yang telah dibuat. Berdasarkan jawaban dari kuesioner yang diberikan dapat ditarik kesimpulan bahwa alat yang dibuat dapat melakukan penghematan air serta mempermudah para Petani dalam melakukan penyiraman, berikut tabel diagram kuesioner yang diberikan kepada peserta sosialisasi atau para Petani.

Menurut anda apakah sosialisasi yang disampaikan oleh mahasiswa mudah dipahami?

11 responses

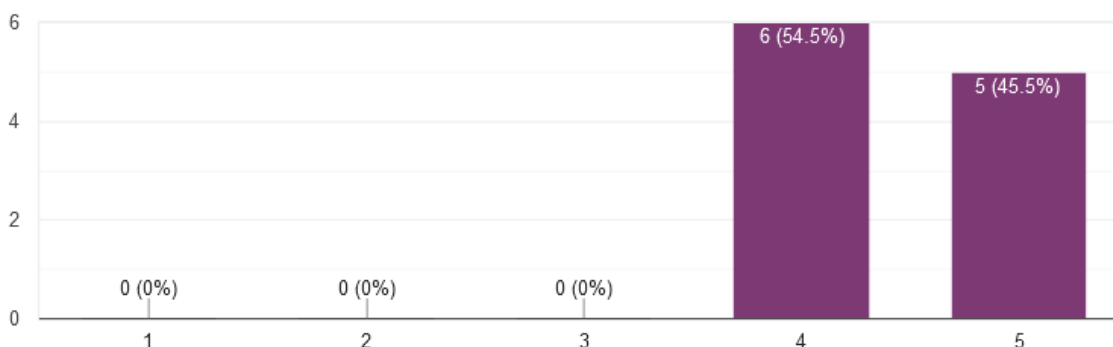


Gambar 7. Kuisisioner Penilaian Penyampaian Sosialisasi

Sumber: Penulis (2021)

Menurut anda apakah sosialisasi alat yang diperagakan mudah dipahami?

11 responses

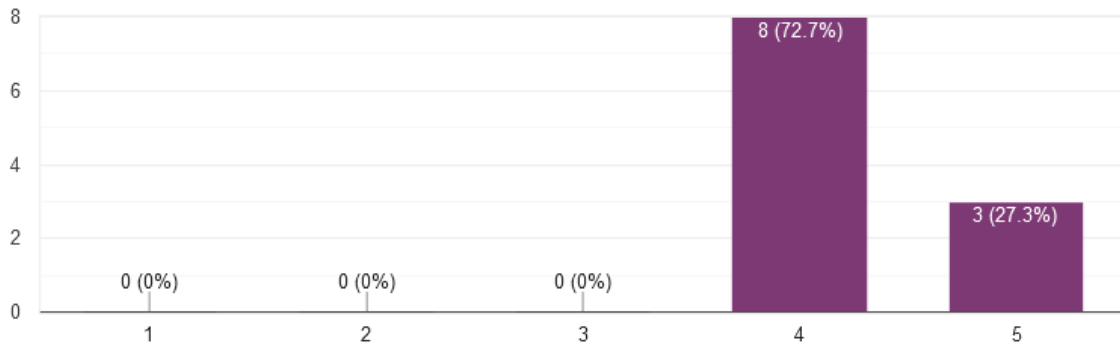


Gambar 8. Kuisisioner Penilaian Demonstrasi Alat

Sumber: Penulis (2021)

Menurut anda apakah alat penyiraman otomatis efektif diterapkan di kebun?

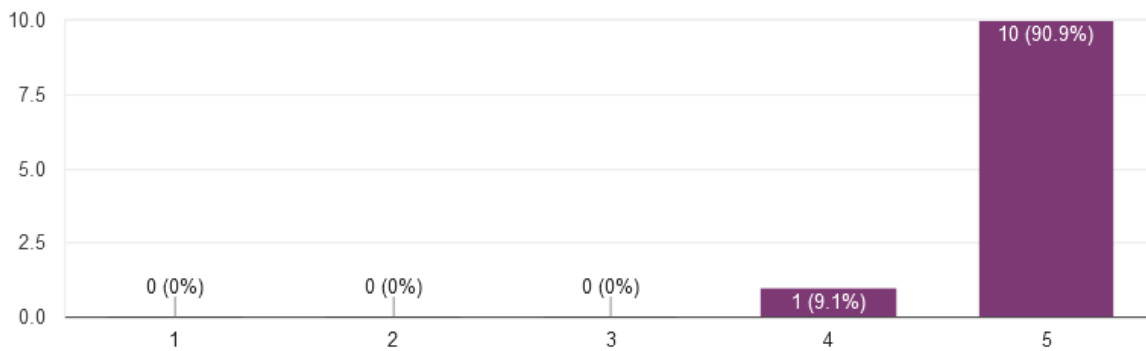
11 responses



Gambar 9. Kuisisioner Penilaian Efektifitas Penerapan Alat
Sumber: Penulis (2021)

Menurut anda apakah alat penyiraman otomatis membantu pekerjaan petani dalam menyiram tanaman?

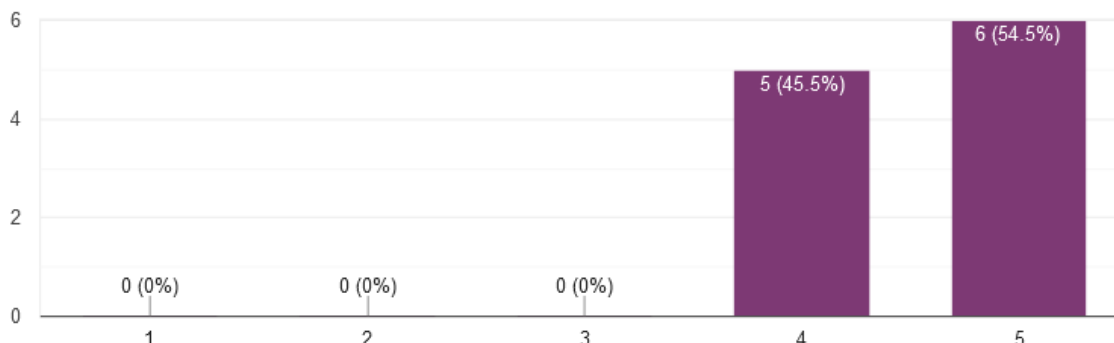
11 responses



Gambar 10. Kuisisioner Penilaian Manfaat Alat Dalam Membantu Kerja Petani
Sumber: Penulis (2021)

Menurut anda apakah alat penyiraman otomatis membantu menghemat air yang dikeluarkan?

11 responses



Gambar 11. Kuisisioner Penilaian Manfaat Alat Dalam Menghemat Air

Sumber: Penulis (2021)

4. Kesimpulan

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ini dapat melakukan penghematan air dikarenakan penyiraman tanaman telah berjalan saat kondisi tanah kering, dan berhenti menyiram saat kondisi tanah basah.
2. Dari uji coba yang dilakukan, serta hasil kuisisioner yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan penyiraman tidak diperlukan sumber daya manusia karena penyiraman dilakukan secara otomatis dan penyiraman ini dianggap telah berjalan dengan waktu yang efektif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berharap semoga jurnal pengabdian masyarakat ini dapat menjawab permasalahan yang ada. Sehingga diharapkan dapat menimbulkan ketertarikan untuk melakukan pengabdian serta pengembangan lebih lanjut. Penulis menyadari bahwa jurnal ini tidak terselesaikan tanpa bimbingan, arahan, masukan dan bantuan dari semua pihak. Karena keterbatasan tempat, tidak mungkin untuk mencantumkan semua pihak yang terlibat. Penulis sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak:

1. Institut Teknologi Kalimantan atas teselenggranya Program Mahasiswa Mengabdi Desa dan membiayai kegiatan yang dilakukan.
2. Bapak Ir. Agus Basuki selaku pembimbing lapangan dan ketua GAPOKTAN Mekar Sari, sebagai tempat pelaksanaan KKN Yang telah dilakukan.
3. Amalia Ika Wulandari,ST.,MT, Selaku Dosen Pembimbing dalam pelaksanaan Program KKN ini, terimakasih atas segala petunjuk, bimbingan yang diberikan.
4. Masyarakat Sekar Tani yang terlibat menyukkseskan sosialisasi yang dilakukan.

Daftar Pustaka

Abdullah, R.R & Agung, W. (2014). "Monitoring Suhu Ruangn dengan Fuzzy Logic Metode Sugeno Menggunakan Arduino dan SMS". STMIK Studi Teknik Informatika: Sukabumi.

Agus 2020, *Pemanfaatan Sumber Daya Kebun Pak Agus KM 12 Karang Joang Balikpapan*, Hasil wawancara Pribadi: 17 Oktober 2020, Institut Teknologi Kalimantan.

- Dewi, N.H.L, Mimin, F.R. & Soffa, Z. (2019), "Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)". Jurnal Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit, vol. 5(14), hh. 2-3.
- Erlita, N. (2015). "Aplikasi Alat Ukur Tubuh Digital Menggunakan Metode Fuzzy Logic untuk Menentukan Kondisi Ideal Badan dengan Tampilan LCD Output Suara untuk Tunanetra". Universitas Jember: Jember
- Faudin, Agus., (2019). Penjelasan tentang sistem DC Buck Converter. [Online] Available at: <https://www.nyebarilmu.com/penjelasan-tentang-sistem-dc-buck-converter/> . [Accessed 5 24 2021].
- Ogata. (1997). "Teknik Kontrol Automatik". Erlangga: Jakarta.
- Prasetyo, E.N. (2015). "Prototype Penyiraman Persemaian dengan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Arduino". Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta
- Raufun, L.S. (2018). "Prototype Pengontrol Pengisian Tandon Air secara Paralel Menggunakan Selenoid Berbasis Atmega 2560". Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau: Sulawesi Tenggara.
- Sokop, S.J. (2016). "Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno". Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Universitas Sam Ratulagi, vol. 5(3), hh. 14.
- Tedjamaja, Nabil., (2021). Pengertian, Fungsi, dan Jenis Jenis | Pompa. [Online] Available at: <https://bilabil.com/pengertian-fungsi-dan-jenis-jenis-pompa/> [Accessed 5 24 2021]