

# DESAIN SISTEM PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN OTOMATIS MENGGUNAKAN TIMER SWITCH, MIKROKONTROLER, DAN SENSOR KELEMBABAN

David Setiawan<sup>1\*</sup>, Abrar Tanjung<sup>2</sup>, Latifa Siswati<sup>3</sup>, Masnur P.H.<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

<sup>3</sup> Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: dsetia@unilak.ac.id, abrar@unilak.ac.id, latifa@unilak.ac.id, masnur@unilak.ac.id

## ABSTRAK

Tanaman buah yang sedang dibudidayakan oleh petani Desa Air Terbit adalah tanaman buah alpukat, klengkeng, blacksapote dan sawo abio. Dalam pelaksanaannya, petani melakukan penyiraman dan pemupukan secara konvensional yaitu dilakukan dengan cara menyiram dan memupuk langsung ke tanaman sesuai jadwal atau waktu luang petani itu sendiri. Bilamana penyiraman dan pemupukan kelupaan atau tidak teratur tentu akan berdampak pada tanaman itu sendiri seperti tanaman menjadi kering atau kurang nutrisi. Selain itu, penyiraman dan pemupukan tanaman yang tidak teratur dapat mengakibatkan tanaman menjadi lama berkembang bahkan layu dan mati. Permasalahan pemeliharaan tanaman buah secara konvensional inilah yang akan dicari solusi sehingga lupa melakukan penyiraman dan pemupukan menjadi penyiraman dan pemupukan yang teratur serta sesuai dengan takaran yang dibutuhkan dengan cara otomatis. Teknologi pemeliharaan tanaman buah ini dikembangkan lagi sesuai kebutuhan petani dalam membudidayakan buah alpukat, klengkeng, blacksapote dan sawo abio karena setiap tanaman memerlukan perlakuan berbeda khususnya takaran air penyiraman dan pemupukan. Penelitian ini membandingkan tiga pendekatan dalam sistem penyiraman dan pemupukan otomatis: (1) sistem berbasis timer switch, (2) sistem berbasis mikrokontroler, dan (3) sistem berbasis mikrokontroler yang ditambah sensor kelembaban. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi masing-masing metode dalam hal penggunaan air, pupuk, serta dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dilengkapi dengan sensor kelembaban memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan sistem berbasis timer switch dan mikrokontroler tanpa sensor.

**Kata Kunci:** Timer switch, Mikrokontroler, Sensor kelembaban, Penyiraman otomatis, Pemupukan otomatis.

## ABSTRACT

*The fruit plants that are being cultivated by farmers in Air Terbit Village are avocado, longan, blacksapote and sapodilla abio. In its implementation, farmers water and fertilize conventionally, namely by watering and fertilizing directly on the plants according to the farmer's schedule or free time. If watering and fertilizing is forgotten or irregular, it will certainly have an impact on the plant itself, such as the plant becoming dry or lacking nutrition. In addition, irregular watering and fertilizing of plants can cause plants to take a long time to develop and even wilt and die. The problem of maintaining fruit plants conventionally is what we will find a solution for, so that forgetting to water and fertilize becomes watering and fertilizing regularly and in accordance with the required dosage in an automatic way. This fruit plant maintenance technology was further developed according to the needs of farmers in cultivating avocado, longan, blacksapote and sapodilla abio because each plant requires different treatment, especially the amount of water for watering and fertilization. This research compares three approaches to automatic watering and fertilization systems: (1) a timer switch-based system, (2) a microcontroller-based system, and (3) a microcontroller-based system with a humidity sensor added. The aim of this research is to evaluate the effectiveness and efficiency of each method in terms of water use, fertilizer, and its impact on plant growth. Test results show that systems equipped with humidity sensors provide more optimal results compared to systems based on timer switches and microcontrollers without sensors.*

**Keywords:** Timer switch, Microcontroller, Humidity sensor, Automatic watering, Automatic fertilization.

## 1. PENDAHULUAN

Desa Air Terbit merupakan Desa yang terletak di Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.

Tanah perkebunan Rakyat sangat luas yaitu + 1000 Ha sedangkan luas wilayah Desa Air Terbit adalah 1321,4 Ha yang artinya hampir 80% luas wilayah Desa Air Terbit adalah perkebunan rakyat dan + 250 Ha pemukiman

masyarakat dan sisanya kebun desa + 15,5 Ha dan perkantoran serta fasum lainnya. Lama jarak tempuh ke Ibu Kota Kecamatan dengan bermotor yaitu 33 menit dan lama jarak tempuh ke Ibu Kota Kabupaten dengan kendaraan bermotor adalah 1 jam 1 menit. Penduduk Desa Air Terbit umumnya bermata pencaharian sebagian pedagang dan petani. Dalam mengembangkan Desanya, Desa Air Terbit bekerjasama dengan Desa Ponggok dalam merencanakan dan mengembangkan Kawasan Wilayahnya. Pada tanggal 3 November 2021, diberitakan bahwa Desa Air Terbit berkeinginan untuk menuju Desa Wisata sehingga persiapan dan kerja keras dibutuhkan untuk hal tersebut. Salah satu destinasi wisata yang ingin diwujudkan adalah Desa Agro Wisata yaitu pengunjung dapat memanen hasil buah yang ditanam sehingga areal pertanian yang belum termanfaatkan atau kurang optimal perlu ditingkatkan lagi.

Tanaman buah seperti alpukat, klengkeng, blacksapote dan sawo abio di provinsi Riau masih belum berkembang, khususnya yang menanam pada satu hamparan. Saat ini tanaman buah alpukat, klengkeng, blacksapote dan sawo abio hanya ditanam dengan satu atau dua batang di sekitar rumah masyarakat. Diharapkan dengan adanya tanaman alpukat, klengkeng, blacksapote dan sawo abio di lokasi mitra akan memperkaya variasi buah-buahan di Riau, khususnya di Kabupaten Kampar. Dengan berkembangnya budidaya tersebut diharapkan akan berkembang agrowisata khusus untuk buah-buahan di Desa Air Terbit.



Gambar 1 Kebun Tanaman Buah Desa Air Terbit

Salah satu teknologi pertanian adalah teknologi dalam pemeliharaan tanaman, teknologi ini bekerja dengan melakukan pekerjaan penyiraman dan pemupukan secara otomatis, cara kerja sistem penyiraman dan pemupukan secara otomatis tersebut dilakukan sesuai dengan cara konvensional yaitu akan bekerja sesuai dengan jadwal penyiraman tanaman dengan jumlah air penyiraman yang sudah disesuaikan dengan takaran yang akan diberikan ke setiap tanaman.

Otomatisasi dalam pertanian merupakan langkah penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Berbagai teknologi telah diimplementasikan, mulai dari penggunaan timer switch sederhana hingga sistem berbasis mikrokontroler yang lebih kompleks. Namun, pertanyaan yang muncul adalah seberapa efektif masing-masing teknologi dalam mengelola penyiraman dan pemupukan secara otomatis? Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja tiga jenis sistem otomatisasi dan menganalisis mana yang paling efisien dalam penggunaan sumber daya.

Dari hasil wawancara awal, petani membutuhkan teknologi yang sederhana dimana petani dapat mengembangkan dan melakukan perawatan secara mandiri. Menggunakan mikrokontroler yang rumit tentu akan sulit di kembangkan dan pemeliharaannya. Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan perbandingan terhadap 3 desain sistem penyiraman dan pemupukan otomatis.

#### 1. Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis berbantuan timer switch

Sistem ini sangat sederhana Dimana timer switch digunakan sebagai kontroler, pengaturan waktunya juga mudah dipahami serta dapat bekerja langsung saat disetting.

#### 2. Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis berbantuan mikrokontroler

Sistem ini agak sedikit rumit bagi petani, Dimana petani harus memahami coding untuk dapat memerintahkan port yang ada pada mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan, namun memiliki ketelitian dan disesuaikan dengan kebutuhan.

#### 3. Sistem Otomatis menggunakan sensor kelembaban

Sensor kelembaban adalah alat yang dapat mengukur tingkat kelembaban, sinyal yang dihasilkan sensor akan dibaca oleh mikrokontroler untuk kemudian menjadi perintah kepada aktuator agar bekerja sistem melakukan penyiraman atau tidak.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada tulisan ini, metode penelitian menggunakan desain eksperimen, pengukuran efisiensi dan analisis data. Adapun rincian dari metode penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

#### 1. Desain Eksperimen: Tiga sistem yang akan dibandingkan dirancang dan diimplementasikan sebagai berikut:

- Sistem Timer Switch: Sistem ini menggunakan timer untuk mengatur waktu penyiraman dan pemupukan secara periodik tanpa memperhitungkan kondisi tanah.
- Sistem Mikrokontroler: Sistem ini mengandalkan mikrokontroler untuk mengatur waktu penyiraman dan pemupukan, dengan program yang lebih fleksibel dibandingkan timer switch.
- Sistem Mikrokontroler dengan Sensor Kelembaban: Sistem ini menambahkan sensor kelembaban yang memberikan data real-time kepada mikrokontroler, memungkinkan penyesuaian penyiraman berdasarkan kondisi aktual tanah.

#### 2. Pengukuran Efisiensi: Efisiensi diukur dari penggunaan air, pupuk, dan dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman. Setiap sistem diuji dalam kondisi lingkungan yang sama untuk mendapatkan data yang akurat dan dapat dibandingkan.

#### 3. Analisis Data: Data yang dikumpulkan dianalisis untuk menentukan keunggulan dan kelemahan masing-masing sistem. Analisis dilakukan dengan

melihat aspek efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta pertumbuhan tanaman.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Desain Sistem

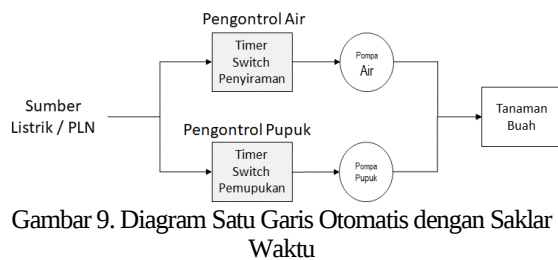
Dalam penelitian ini, penulis membuat 3 desain sistem penyiraman dan pemupukan Otomatis yaitu desain sistem penyiraman otomatis sederhana, menggunakan mikrokontroler dan sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah, berikut perbedaannya :

##### a. Sistem Penyiraman Otomatis sederhana menggunakan Timer

Sistem penyiraman otomatis sederhana ini dikendalikan oleh saklar waktu (timer switch). Jika digunakan untuk penyiraman dan pemupukan maka saklar waktu harus dibedakan antara pengatur penyiraman dan pengatur pemupukan. Adapun contoh dari saklar waktu dapat dilihat pada gambar 8 dan diagram satu garis penyambungan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 2. Saklar Waktu / Timer Switch



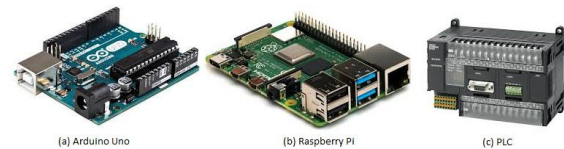
Gambar 9. Diagram Satu Garis Otomatis dengan Saklar Waktu

Cara kerja alat ini adalah saklar waktu yang telah diset (contoh setiap jam 8 pagi dan jam 4 sore dengan lama 1 menit) akan bekerja atau menyalurkan energi Listrik dari sumber/PLN ke kotak kontak yang dihubungkan ke pompa air. Kelemahan saklar waktu adalah waktu yang dapat di set tidak lebih dari 24 jam untuk analog. Namun untuk saklar waktu digital ada yang telah dilengkapi dengan hari sehingga dapat digunakan untuk jadwal pemupukan yang tidak dilakukan setiap hari.

##### b. Sistem Otomasi Menggunakan Mikrokontroler

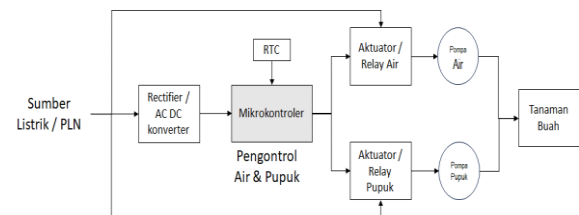
Sistem penyiraman dan pemupukan otomatis menggunakan mikrokontroler mudah dikembangkan jika dibandingkan dengan menggunakan saklar waktu, jika

saklar waktu dapat melayani satu alat satu saklar waktu, mikrokontroler memungkinkan mengendarikan berbagai alat dalam satu mikrokontroler saja. Adapun contoh mikrokontroler diantaranya Arduino, Raspberry Pi dan bahkan mikrokontroler yang kompleks seperti PLC, semua mikrokontroler dapat dimanfaatkan sebagai pengontrol untuk penyiraman dan pemupukan, namun perlu dipertimbangkan harga dari mikrokontroler tersebut.



Gambar 10. Contoh Mikrokontroler

Berbeda dengan saklar waktu, mikrokontroler harus di program terlebih dahulu sebelum pengontrol ini dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Jika mikrokontroler digunakan dalam sistem penyiraman dan pemupukan otomatis maka pin output dapat digunakan untuk luaran penyiraman, luaran pemupukan bahkan juga memungkinkan untuk luaran tambahan lainnya seperti alarm atau lain sebagainya yang dapat dikembangkan oleh pengguna. Sedangkan digram satu garis pemasangan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis dapat dilihat pada gambar 11 dibawah.



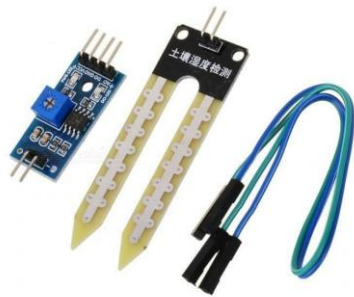
Gambar 11. Diagram Satu Garis Mikrokontroler dalam Sistem otomatis

Cara kerja penyiraman dan pemupukan otomatis menggunakan mikrokontroler terletak pada algoritma pemrograman untuk memfungsikan pin yang ada pada mikrokontroler tersebut. Mikrokontroler bekerja menggunakan tegangan DC sehingga sumber Listrik dari PLN berupa tegangan AC harus di rubah ke DC menggunakan rangkaian rectifier, kemudian program yang di upload ke mikrokontroler meliputi perintah untuk memfungsikan pin yang akan digunakan, kapan waktu pin tersebut on dan berapa lama Kembali off serta pengaturan pengulangan dan jawabnya (sebagai contoh penyiraman setiap pagi jam 8 dan sore jam 4 setiap hari dengan pemupukan setiap hari jumat pagi jam 8, maka pin 1 pada mikrokontroler diperintahkan hidup (on / bernilai 1) ketika RTC (real time clock) menunjukkan jam 8 pagi atau 4 sore selama waktu yang ditentukan, penentuan waktu didasari dari hasil kalibrasi air yang keluar pada setiap tanaman, jika tanaman didekat mesin dan ujung dibutuhkan  $\frac{1}{2}$  liter pertanaman membutuhkan waktu 2 menit, maka pin 1 akan hidup pada jam 08:00 atau 16:00 sampai ke jam 08:02 atau 16:02 dan kemudian off Kembali. Begitu juga pin 2 untuk mengendalikan pompa pupuk, pin ini diperintahkan hidup setiap hari jumat jam

08:00 sampai dengan jam 08:02 untuk Kembali off dan akan berulang pekan depannya dengan cara yang sama.

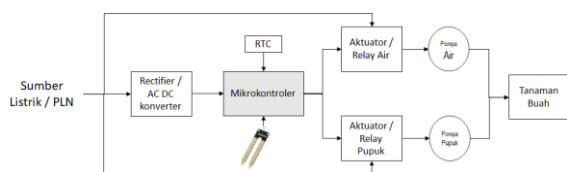
### c. Sistem Otomasi dengan Sensor

Sistem penyiraman dan pemupukan secara otomatis menggunakan sensor adalah sistem cerdas dari penggunaan mikrokontroler, jika pin luaran yang dihubungkan dengan aktuator berfungsi sebagai penggerak atau penyiram (kalua ditubuh kita kaki dan tangan) maka sensor berfungsi sebagai indra yang dapat mempengaruhi sistem penyiraman tersebut, seperti pada tubuh manusia seperti indra penciuman atau perasa. Dalam penyiraman dan pemupukan otomatis, sensor yang tepat untuk digunakan adalah sensor kelembaban tanah, sensor tersebut dihubungkan ke salah satu pin di mikrokontroler untuk selanjutnya dijadikan input pada algoritma pemrogramannya.



Gambar 12. Sensor Kelembaban Tanah

Secara umum diagram satu garis penyambung tidak ada perbedaan dengan menggunakan mikrokontroler yang sudah dibahas diatas, namun ada tambahan alat yang dihubungkan pada pin mikrokontroler yaitu sensor kelembaban tanah.



Gambar 13. Diagram satu garis penyambungan sistem otomatis dengan sensor

Cara kerja alat ini hamper sama dengan sistem otomatis yang dibahas pada sub bab 5.1.3 namun ada penambahan algoritma pemrogramannya yaitu memperkenalkan pin 3 sebagai input serta membaca kelembaban dari sensor kelembaban tanah tersebut. Berdasarkan table kelembaban tanah ideal untuk tanaman buah-buahan menurut Javamas Agropmos adalah diantara 30% - 50 %. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa jika kelembaban diatas 50% maka sistem penyiraman air dapat dilakukan berdasarkan jadwal yang sudah ditentukan pada algoritma pemrograman pada pin 1 (penyiraman) namun jika kelembaban sama atau kurang dari 50% maka pin 1 tidak akan hidup disaat waktu atau jadwal yang ditentukan

telah masuk atau dikenal dengan istilah fungsi Boolean (jika  $\leq 50\%$  maka pin 1 tidak bekerja meskipun sudah masuk waktu program penjadwalan, namun jika  $> 50\%$  akan memerintahkan pin 1 bekerja sesuai dengan program penjadwalan.

Table 2. Kelembaban tanah Ideal untuk Tanaman

| JENIS TANAMAN  | Kelembaban tanah ideal | JENIS TANAMAN    | Kelembaban tanah ideal | JENIS TANAMAN | Kelembaban tanah ideal |
|----------------|------------------------|------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Cabe/Tomat     | 40%-60%                | Kubis            | 40%-60%                | Slada         | 30%-50%                |
| Terong         | 40%-60%                | Bunga Kol        | 40%-60%                | Seledri       | 40%-60%                |
| Jagung         | 30%-50%                | Bawang2an        | 30%-50%                | Pepaya        | 30%-50%                |
| Melon          | 50%-70%                | Kentang          | 30%-50%                | Anggur        | 30%-50%                |
| Semangka       | 50%-70%                | Wortel           | 30%-50%                | Strawberry    | 40%-60%                |
| Mentimun       | 50%-70%                | Kacang Tanah     | 30%-50%                | Bunga Melati  | 30%-50%                |
| Gambas/Labu2an | 40%-60%                | Kedelai/Kong Ijo | 30%-50%                | Pohon Buah2an | 30%-50%                |

Sumber : Javamas Agropmos

### 2. Pengujian dan Hasil

Setelah menentukan desain dan mencoba desain tersebut dalam skala terbatas, selanjutnya penulis melakukan serangkaian pengujian untuk melihat kemampuan dari sistem otomatis tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur waktu serta lama waktu penyiraman dan pemupukan. Pengujian ini bersifat uji prototipe atau tidak dilakukan di lokasi yang akan direncanakan.

Tabel 3. Hasil Pengujian

| NO | SISTEM OTOMATIS                                | PENYIRAMAN PAGI |          | PENYIRAMAN SORE |          | PEMUPUKAN |          |
|----|------------------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------|----------|
|    |                                                | HIDUP           | MATI     | HIDUP           | MATI     | HIDUP     | MATI     |
| 1  | Menggunakan Saklar Waktu / Timer Switch        | 08:00:00        | 08:02:00 | 16:00:00        | 16:02:00 | 16:00:00  | 16:02:00 |
| 2  | Menggunakan mikrokontroler                     | 08:00:00        | 08:01:25 | 16:00:00        | 16:01:25 | 16:00:00  | 16:01:25 |
| 3  | Menggunakan mikrokontroler + Sensor Kelembaban | 08:00:00        | 08:01:25 | 16:00:00        | 16:01:25 | 16:00:00  | 16:01:25 |

Berdasarkan hasil pengujian diatas, diperoleh beberapa analisis diantara :

1. Sistem Penyiraman dan Pemupukan otomatis menggunakan Timer Switch / Saklar Waktu  
Penggunaan saklar waktu / timer switch menunjukkan efisiensi yang rendah dalam hal penggunaan air dan pupuk. Penyiraman dan pemupukan dilakukan pada waktu yang tetap tanpa memperhatikan kebutuhan aktual tanaman, yang sering kali menyebabkan pemborosan. Hal ini terlihat dari waktu penyiraman yang tidak mengikuti kebutuhan air pada tanaman namun kelipatan waktu terendah dari kemampuan saklar waktu tersebut.
2. Sistem penyiraman dan pemupukan menggunakan Mikrokontroler  
Sistem ini menawarkan fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan timer switch. Namun, tanpa adanya input dari kondisi tanah, efisiensi penggunaan sumber daya masih belum optimal karena air tetap menyiram meskipun tanah cukup lembab atau bersamaan dengan turunnya hujan
3. Sistem penyiraman dan pemupukan menggunakan Mikrokontroler dengan Sensor Kelembaban

Sistem ini menunjukkan hasil terbaik dalam pengujian. Sensor kelembaban memberikan data real-time,

memungkinkan penyiraman dan pemupukan hanya dilakukan saat diperlukan. Hal ini menghasilkan penghematan air hingga 40% dibandingkan dengan sistem timer switch, dan penggunaan pupuk yang lebih efisien.

#### 4. KESIMPULAN

1. Sistem penyiraman dan pemupukan otomatis menggunakan saklar waktu (timer switch) sangat sederhana dan tidak memerlukan pengetahuan khusus dalam membuat algoritma pemrograman, namun efisiensi penggunaan air dan pupuk sangat rendah karena keterbatasan peralatan dari pabrikannya.
2. Sistem penyiraman dan pemupukan otomatis menggunakan mikrokontroler lebih fleksibel dimana lama waktu penyiraman dapat disesuaikan dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dalam kalibrasi, 1 menit dapat menghasilkan + 350 mililiter air per tanaman, dari pengukuran tersebut maka untuk mendapatkan 500 mililiter air setiap tanaman dibutuhkan waktu 1 menit 25,71 detik air disiramkan, hal ini memungkinkan bagi mikrokontroler melakukan penyiraman dengan lama waktu tersebut.
3. Pada saat lembab dan hujan, seharusnya sistem tidak menyiram tanaman maka diperlukan sensor kelembaban tanah, sensor berfungsi memberikan informasi ke mikrokontroler bahwa kondisi tanah masih dibawah 50% atau tidak. Jika dibawah 50% maka penyiraman tidak dilakukan namun sebaliknya jika diatas 50% maka sistem bekerja sesuai algoritma pemrogramannya yaitu sesuai jadwal dan lama waktu penyiraman..

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affan Bachri, 2015, Analisis Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Di Universitas Islam Lamongan, Jurnal Teknik Vol. 7 No.1, ISSN No. 2085-0859
- [2] BSN. 2016. Sistem Pertanian Organik. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. BPS Kabupaten Gorontalo. 2017. Kecamatan Limboto dalam angka 2017. Badan
- [3] David Setiawan, Usaha Situmeang, 2018, Evaluasi Sistem Penerangan Lampu Jalan Di Lingkungan Universitas Lancang Kuning, Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning.
- [4] IFOAM. 2005. Prinsip-Prinsip Pertanian Organik. IFOAM Organik International, Germany.
- [5] Indrakoesoema Koes, Kiswanto, Muhammad Taufiq, 2013, Kajian Penghematan Energi Listrik Dengan Pemasangan Inverter Pada Motor Fan Menara Pendingin Rgs – Gas, Seminar Nasional VIII SDM Teknologi Nuklir, ISSN : 1978-0176
- [6] Itmi Hidayat Kurniawan, Latiful Hayat, 2014, Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur Tegangan, Arus Dan Frekuensi Listrik Arus Bolak-Balik Satu Fasa Berbasis Personal Computer, Techno Jurnal Vol.15 No.1, hal. 21-31 ISSN 1410 - 8607
- [7] Mutiarawati T. 2001. Beberapa Aspek Budidaya dalam Sistem Pertanian Organik. Makalah disampaikan pada Seminar Forum Komunikasi dan Kerjasama Himpunan Mahasiswa Agronomi Indonesia Koordinasi Tingkat Wilayah IV, Jawa Barat, Jatinangor 11 Agustus 2001.
- [8] Panggih Sudarmono, Deendarlianto, Adhika Widyapraga, 2018, Energy efficiency effect on the public street lighting by using LED light replacement and kwh-meter installation at DKI Jakarta Province, Indonesia, Journal of Physics: Conf. Series 1022(2018) 012021 doi:10.1088/1742-6596/1022/1/012021
- [9] Roidah I. S. 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. J. Universitas Tulungagung BONOROWO 1(2): 43-50.
- [10] Roosany T. I. N, I. G. S. A. Putra, N. W. S. Astiti. 2014. Strategi Pengembangan Usaha Sayur Organik pada CV Golden Leaf Farm Bali. Jurnal Manajemen Agribisnis 2 (1): 61-74.
- [11] Sutanto. 2002. Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Keberlanjutan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [12] Silvina F dan Syafrinal. 2008. Penggunaan Berbagai Medium Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan dan Produksi Mentimun Jepang (*Cucumis sativus*) secara Hidroponik. J. SAGU. 7 (1): 7-12.
- [13] Soeleman Siswandi dan Sarwono. 2013. Uji Sistem Pemberian Nutrisi dan Macam Media terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) Hidroponik. J. Agronomika 8(1): 144-148.
- [14] Surtinah. 2016. Penambahan Oksigen pada Media Tanam Hidroponik terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa*). J. Bibiet 1(1): 27-35.
- [15] Sastro dan Rokhman. 2016. Hidroponik Sayuran di Perkotaan. BPTP Jakarta.
- [16] Wahyuningsih A, S. Fajriani dan N. Aini. 2016. Komposisi Nutrisi dan Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Hidroponik. J. Produksi Tanaman 4(8): 595-601.
- [17] Zubaili Isfarizky, Fardian, Alfatiarta Mufti, 2017, Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor LBH Banda Aceh), Jurnal Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Vol.02-02 hal: 30-35 e-ISSN: 2252-7036..