

PEMBUATAN ALAT KENDALI DAN MONITORING KELEMBABAN TANAH, LEVEL AIR, KONSUMSI ENERGI PADA PROTOTYPE SMART GARDEN BERBASIS ARDUINO DAN IOT

Erika Oktavia Putri Budiman¹, Aceng Daud¹, Mulki Rezka Budi Pratama¹

¹Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : erika.oktavia.tken19@polban.ac.id; E-mail : aceng.daud@polban.ac.id; E-mail: mulki.rezka@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi pada zaman ini semakin berkembang pesat dan menjadi kebutuhan bagi manusia. Salah satu bidang yang membutuhkan teknologi adalah perkebunan. Maka dari itu dibuat suatu teknologi untuk memudahkan pekerjaan manusia dalam berkebun. Teknologi yang dibuat adalah smart garden dimana dalam alat ini terdapat sistem pengairan secara otomatis, sistem pengisian air penampung otomatis, dan pemantauan daya dan energi listrik yang digunakan alat. teknologi ini juga memungkinkan untuk dipantau secara jauh menggunakan aplikasi Blynk di telepon seluler. Sistem kendali yang dibuat secara prototype ini menggunakan sensor soil moisture YL-69, sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor PZEM serta modul Wifi ESP-12F. Sensor YL-69 ditempatkan pada permukaan tanah dan akan mendeteksi kelembaban pada tanah. Sensor ultrasonik HC-SR04 ditempatkan pada permukaan atas tempat penampungan air untuk membaca ketinggian air pada bak penampungan air. Alat ini dapat melakukan pengairan tanaman dan pengisian air secara otomatis pada nilai kelembaban dan tinggi air tertentu. Sensor PZEM digunakan untuk memonitoring penggunaan daya dan energi listrik yang digunakan oleh alat. parameter-parameter yang diukur dapat diamati menggunakan aplikasi Blynk secara real time. Sistem prototype smart garden ini diharapkan bisa membuat sistem pengairan tanaman lebih efisien dan dapat mempermudah pekerjaan manusia. Hasil Pengujian alat menunjukkan bahwa alat berhasil dibuat sesuai dengan kondisi sistem yang diinginkan. Jumlah konsumsi energi yang digunakan alat pada pengujian selama 6 jam dari pukul 08.00 sampai 14.00 adalah sebesar 0,018 kWh dengan error pembacaan sebesar 0,13%.

Kata kunci: *Sensor Soil moisture YL-69, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor PZEM, Arduino Mega, ESP-12F, Pompa, Solenoid valve, Kelembaban Tanah, Tinggi Air, Pengairan Tanaman Otomatis, Monitoring konsumsi energi, Blynk, IoT.*

I. PENDAHULUAN

Cara masyarakat mengelola irigasi tanaman masih dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan efektif, sehingga diperlukan sistem pengendalian otomatis. Sistem kendali otomatis memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi khususnya di dunia industri saat ini. Penggunaan sistem kendali otomatis akan memberikan kemudahan dalam memperoleh kualitas, mengurangi biaya produk dan meningkatkan produktivitas. Seiring dengan kemajuan teknologi di era modern ini dan perkembangan ilmu pengetahuan, kebutuhan manusia juga semakin berkembang. Smart garden System memungkinkan perawatan tanaman secara otomatis menggunakan sensor-sensor yang dapat memantau dan mengendalikan alat sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Alat pengendali dan *monitoring* pada Smart garden ini memungkinkan pemantauan banyaknya air

pada sumber penampungan air dan pengendalian pompa air dan solenoid valve sesuai dengan pembacaan dari sensor kelembaban dan ultrasonik serta memungkinkan pembacaan konsumsi energi yang digunakan pada saat alat beroperasi. Penulis berharap penerapan sistem Kendali dan Monitoring Kelembaban Tanah, Level Air, Konsumsi Energi pada Prototype Smart garden Berbasis IoT ini berdampak besar pada sistem irigasi dan efisiensi penggunaan sumber daya air, serta dapat menjaga tingkat air di tanah pada tingkat air tertentu sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Berdasarkan latar belakang pengerjaan tugas akhir ini, penulis ingin membahas bagaimana membuat sistem Kendali dan Monitoring Kelembaban Tanah, Level Air, Konsumsi Energi pada Prototype Smart garden Berbasis IoT dengan menggunakan sensor ultrasonik, sensor kelembaban tanah, sensor arus,

tegangan, daya dan energi untuk mengimplementasikan sistem Smart garden agar proses pengairan tanaman dapat berjalan secara otomatis dan pembacaan parameter pada alat dapat dipantau secara real time.

II. DASAR TEORI

2.1 Smart Garden

Smart Garden System adalah suatu bentuk alat yang dirancang untuk membantu dan mempermudah pekerjaan seseorang yang sebelumnya hanya menebak atau memperkirakan kondisi tanah tanaman untuk melihat tingkat kesuburan tanaman, Smart Garden ini akan membantu untuk menentukan nilai kelembaban tanah atau kebutuhan tanaman lain secara lebih akurat dan efisien.

2.2 Arduino Mega

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler (datasheet) berbasis Atmega2560 dengan 54 I/O digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16MHz, USB-compound, konektor daya, konektor ICSP dan tombol reset.

2.3 Modul WiFi ESP-12F

Modul wifi ESP8266 ESP-12F dikembangkan oleh Ai-Thinker Technology. Modul ESP-12F ini mendukung protokol standar IEEE802.11 b/g/n, lengkap dengan tumpukan protokol TCP/IP. Modul ini dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan menggunakan jaringan tanpa kabel dan dapat juga ditambahkan ke mikrokontroler.

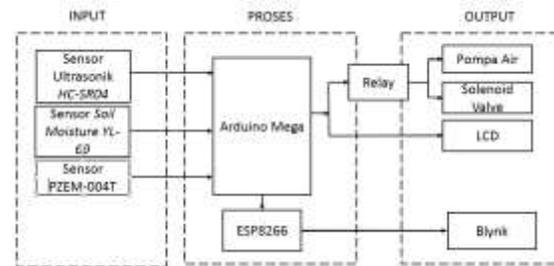
2.4 Internet of Things

Internet of Things atau IoT adalah sebuah konsep teknologi yang menghubungkan berbagai jenis objek ke dalam jaringan internet. Hal ini memungkinkan objek untuk bekerja secara otomatis. Selain itu, objek-objek tersebut dapat memberikan data real-time kepada pengguna secara berkelanjutan.

Pada penelitian ini digunakan aplikasi Blynk untuk pemauntaun jarak jauh transmisi data melalui Internet dengan menggunakan modul WiFi. Blynk Apps dapat digunakan untuk membuat antarmuka proyek dengan berbagai fitur yang mendukung pengiriman dan penerimaan data dan penyajian data.

III. METODOLOGI PENELITIAN

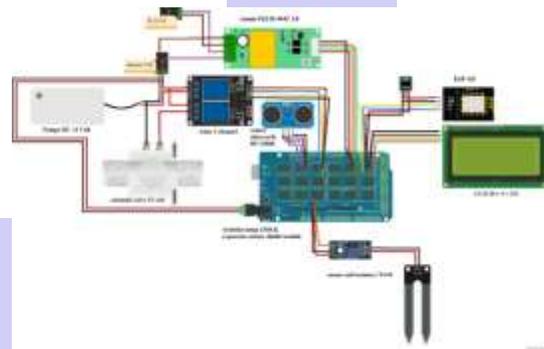
3.1. Diagram Blok Alat



Gambar 1. Diagram Blok Alat

Input pada proses ini adalah sensor ultrasonik HC-SR04, sensor kelembaban tanah YL-69, sensor PZEM-004T. Pembacaan dari sensor Ultrasonik dan sensor kelembaban tanah ini kemudian akan dikirimkan kepada mikrokontroler Arduino Mega untuk menggerakkan pompa air dan solenoid valve melalui relay secara otomatis sesuai dengan kondisi. Pembacaan sensor PZEM juga akan dikirimkan ke mikrokontroler. Pembacaan sensor juga dikirimkan ke aplikasi Blynk di Smartphone menggunakan modul Wifi ESP8266 ESP-12F juga dapat dipantau secara jarak dekat melalui LCD.

3.2. Rangkaian Skematik Alat



Gambar 2. Rangkaian Skematik Alat

Alat terdiri dari aduino mega, sensor expansion shield, pompa DC submersible, solenoid valve, LCD, sensor kelembaban, sensor ultrasonik, sensor PZEM, relay, modul wifi, modul adapter dan modul penurun tegangan. Listrik AC yang mengalir dari PLN akan melewati sensor PZEM dan parameter listrik akan terbaca oleh sensor. Kemudian listrik dialirkan untuk suplai daya arduino dan aktuator melalui adaptor 12 volt, suplai daya untuk arduino mega diturunkan tegangannya menggunakan modul penurun tegangan. Arduino mega mendapatkan informasi dari sensor kemudian arduino memberikan sinyal kepada relay untuk menggerakkan solenoid valve dan pompa.

3.3. Diagram Alir Cara Kerja Alat



Gambar 3. Diagram Alir Cara Kerja Alat

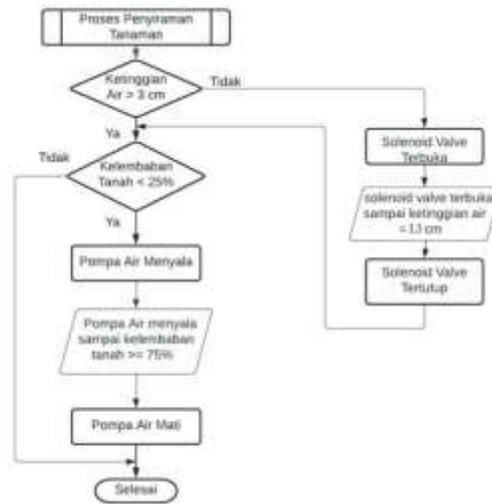
Saat sistem dimulai, terdapat sumber daya AC yang akan dibaca oleh sensor Pzem-004T. Selanjutnya sensor ultrasonik akan mengidentifikasi ketinggian air pada bak penampung. Proses selanjutnya yaitu pembacaan sensor kelembaban tanah. Data pengukuran sensor-sensor tersebut kemudian dikirimkan ke LCD dan Aplikasi Blynk dengan koneksi WiFi. Proses terakhir pada sistem ini adalah proses penyiraman tanaman.



Gambar 4. Diagram Alir Proses Pengiriman Informasi

Diagram alir proses pengiriman informasi diperlihatkan pada gambar 4 dimana proses dimulai pada saat modul wifi ESP-12F mendeteksi apakah sistem terkoneksi Wifi. Apabila sistem terkoneksi dengan WiFi maka proses pengiriman informasi nilai

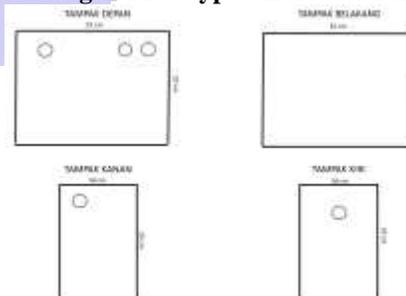
sensor dapat dilakukan sehingga parameter-parameter pembacaan sensor dapat ditampilkan pada LCD dan juga pada aplikasi Blynk.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Penyiraman Tanaman

Diagram alir proses penyiraman tanaman ditunjukkan pada gambar 5 dimana proses ini dimulai ketika sensor ultrasonik membaca ketinggian air penampungan. Apabila tinggi air lebih dari 3 cm, maka sistem akan membaca kelembaban tanah. Apabila kelembaban tanah kurang dari sama dengan 25%, maka pompa akan menyala sampai kelembaban tanah mencapai 75%. Namun apabila tinggi air dideteksi kurang dari 3 cm, maka solenoid valve akan terbuka dan mengisi air sampai tinggi air mencapai 13 cm dan proses dilanjutkan pada pembacaan kelembaban tanah dan aktivasi pompa.

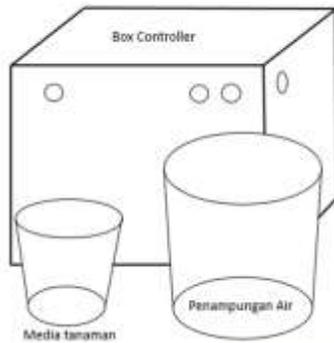
3.4. Rancangan Prototype Smart Garden



Gambar 6. Desain Box Controller

Desain box controller diperlihatkan pada gambar 6 dimana box controller dirancang berbentuk balok dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 14 cm. Box controller ini dibuat dengan bahan akrilik

sehingga dapat menahan panas dan mempunyai struktural yang kuat.



Gambar 7. Desain Penempatan Alat

Penempatan media dan penampungan air diperlihatkan pada gambar 7 dimana penampungan air ditempatkan sejajar dengan media tanaman dan keduanya terletak di depan box controller.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Alat

Pengujian Sensor Soil Moisture Pengujian sensor kelembaban pertama kali dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sensor pada beberapa kondisi tanah yaitu tanah pada saat tanah kering, tanah lembab, tanah basah. Pengujian pertama kali dilakukan dengan menghubungkan sensor YL-69 dengan arduino mega. Setelah itu dilihat hasil analognya dan ditetapkan nilai maksimal dan minimal keluaran analog. Diketahui bahwa ketika semakin sensor mendeteksi air maka sensor akan mengeluarkan nilai analog yang kecil dan sebaliknya. Sehingga didapatkan nilai analog yang besar pada kondisi kering, sedangkan sensor akan mengeluarkan nilai analog yang kecil pada kondisi basah.

Tabel 1. Pembacaan Sensor Kelembaban Tanah

sangat basah	basah	lembab	kering	tidak diberi air
150	254	380	975	1023
165	220	382	982	1023
167	227	383	981	1023
176	232	384	983	1023
176	238	385	984	1023
175	251	385	984	1023
176	263	386	983	1023
178	232	386	984	1023
178	256	386	984	1023
179	263	386	985	1023
182	266	387	984	1023
184	270	387	986	1023
184	276	387	995	1023
186	286	387	965	1023
189	305	387	966	1023

Setelah menetapkan nilai analog pada kondisi paling kering dan paling basah maka dilakukan pengkonversian nilai dari analog menjadi persen dengan cara membuat grafik linear antara nilai batas atas dan batas bawah.

Didapatkan persamaan dari grafik tersebut yang digunakan untuk mengkonversi nilai analog menjadi persentase.

$$y = -0,1145 * x + 117,18 \tag{1}$$

Tabel 2. Konversi Nilai Analog Kelembaban ke Persentase

sangat basah		basah		lembab		kering		tidak diberi air	
Analog	Persm (%)	Analog	Persm (%)	Analog	Persm (%)	Analog	Persm (%)	Analog	Persm (%)
150	100	254	88	380	74	975	6	1023	0
165	98	220	92	382	73	982	5	1023	0
167	98	227	91	383	73	981	5	1023	0
176	97	232	91	384	73	983	5	1023	0
176	97	238	90	385	73	984	5	1023	0
175	97	251	88	385	73	984	5	1023	0
176	97	263	87	386	73	983	5	1023	0
178	97	232	91	386	73	984	5	1023	0
178	97	256	88	386	73	984	5	1023	0
179	97	263	87	386	73	985	4	1023	0
182	96	266	87	387	73	984	5	1023	0
184	96	270	86	387	73	986	4	1023	0
184	96	276	86	387	73	995	3	1023	0
186	96	286	84	387	73	965	7	1023	0
189	96	305	82	387	73	966	7	1023	0

Pengujian Sensor Ultrasonik Sensor diuji dengan menggunakan pelat datar sebagai objek yang akan dideteksi dan penggaris 30 cm sebagai standar alat pengukur jarak. Kemudian letakkan probe dan plat pada jarak 20 cm dari penggaris dan catat pembacaan probe.

Tabel 3. Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Sensor (cm)	Penggaris (cm)
20	20
19	18
18	18
17	17
16	15
15	15
14	14
13	13
12	12
11	11
10	10
9	9
8	8
7	7
6	6
5	5
4	4
3	3
2	2

Setelah itu dilakukan pengujian sensor ultrasonik pada penampungan air.

Tabel 4. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Penggaris		Sensor	
	Tinggi air (cm)	jarak (cm)	Tinggi air (cm)	jarak (cm)
1	1	15	1	15
2	2	14	2	14
3	3	13	3	13
4	4	12	4	12
5	5	11	5	11
6	6	10	6	10
7	7	9	7	9
8	8	8	8	8
9	9	7	9	7
10	10	6	10	6
11	11	5	11	5
12	12	4	12	4
13	13	3	13	3
14	14	2	14	2
15	15	1	15	1

Pengujian Sensor PZEM. Pengujian sensor PZEM dilakukan dengan tujuan apakah sensor bekerja dengan baik untuk mengukur arus AC dan tegangan AC. Pengujian dilakukan dengan melakukan tes perbandingan nilai pembacaan sensor PZEM004T dengan pembacaan clamp meter pada beban alat prototype smart garden.

Tabel 5. Kalibrasi Sensor PZEM Tegangan Arus

Waktu	PZEM		Alat Ukur		error (%)	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	V	I
1	228.5	0.02	229.9	0.018	0.006	0.111
2	228.3	0.02	229.9	0.025	0.007	0.250
3	229.1	0.02	230.3	0.018	0.005	0.111
4	229.3	0.02	230.5	0.026	0.005	0.006
5	228.9	0.02	229.9	0.018	0.004	0.111
6	230.8	0.02	231.8	0.018	0.004	0.111
7	229.1	0.02	229.8	0.019	0.003	0.053
8	228.7	0.02	228.9	0.019	0.001	0.053
9	230.9	0.02	231.6	0.018	0.003	0.111
10	230.8	0.02	231.9	0.018	0.005	0.111

Tabel 6. Kalibrasi Sensor PZEM Daya Energi

Waktu	PZEM		Alat Ukur		Error (%)	
	Daya (Watt)	Energi (kWh)	Daya (Watt)	Energi (kWh)	Daya	Energi
1	4.749	7.9E-05	4.301	7E-05	0.104	0.104
2	4.745	7.9E-05	5.973	1E-04	0.259	0.259
3	4.762	8.0E-05	4.308	7E-05	0.105	0.105
4	4.766	8.0E-05	6.228	1E-04	0.307	0.307
5	4.758	7.9E-05	4.301	7E-05	0.106	0.106
6	4.797	8.0E-05	4.336	7E-05	0.106	0.106
7	4.762	8.0E-05	4.537	8E-05	0.049	0.049
8	4.753	7.9E-05	4.520	8E-05	0.052	0.052
9	4.799	8.0E-05	4.332	7E-05	0.108	0.108
10	4.797	8.0E-05	4.338	7E-05	0.106	0.106

Error yang diperoleh dari perbandingan pembacaan sensor PZEM dan Clampmeter dibawah 1% sehingga hal itu menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian pembacaan sensor dengan alat ukur standar cenderung tinggi atau dapat dikatakan bahwa tingkat akurasi pembacaan sensor dengan denan alat ukur standar yang digunakan.

Pengujian Sistem engujian sistem prototype smart garden dilakukan dengan menghubungkan rangkaian yang sesuai dengan rangkaian skematik pada gambar 3.2. Sistem diamati pada beberapa keadaan tanah yaitu tanah tidak diberi air sedikitpun, tanah kering, tanah lembab, tanah basah, dan tanah sangat berair.

4.2. Pengujian Internet of Things

Pengujian Internet of Things dilakukan dengan mengamati apakah data terkirim ke aplikasi Blynk melalui WiFi. Langkah-langkah pengiriman data ke aplikasi Blynk antara lain:

1. Membuat akun baru pada Blynk menggunakan email dan kata sandi.
2. Mengganti server yang akan digunakan sebagai server data.
3. Membuat proyek baru dan sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan.
4. Tambahkan fitur-fitur yang akan ditampilkan pada aplikasi Blynk.
5. Sesuaikan fitur dengan pin pin pada arduino.
6. Membuat program pada arduino IDE dan masukkan Auth Token Blynk, WiFi, dan kata sandi serta server pada program.
7. Menjalankan program dan aplikasi Blynk.
8. Blynk sudah dapat digunakan sebagai media monitoring parameter pada prototype smart garden.

4.3. Monitoring Konsumsi Energi

Monitoring konsumsi energi dilakukan dengan cara menguji alat pada rentang waktu 6 jam dan diamati berapa besar konsumsi energi listrik pada alat selama rentang waktu tersebut. Kondisi saat pertama kali dilakukan percobaan adalah tinggi air pada penampungan dibuat habis atau kurang dari 3 cm dan kelembaban tanah kurang dari 25%. Waktu pengamatan dari jam 8.00 sampai jam 14.00 diperoleh data bahwa alat melakukan pengisian air penampung sebanyak 1 kali dan melakukan penyiraman sebanyak 1 kali.

Tabel 7. Monitoring Konsumsi Energi Alat

Waktu (menit)	Tinggi Air (cm)	Kelembaban Tanah (%)	Konsumsi Energi Akumulasi (kWh)	Kondisi Pompa	Kondisi Solenoid Valve
30	2	17	0.004	Aktif	Terbuka
60	13	85	0.008	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
90	13	85	0.009	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
120	13	84	0.01	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
150	13	83	0.011	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
180	13	80	0.012	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
210	13	79	0.013	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
240	13	79	0.014	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
270	13	78	0.015	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
300	13	77	0.016	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
330	13	77	0.017	Tidak Aktif	Tidak Terbuka
360	13	76	0.018	Tidak Aktif	Tidak Terbuka

Pada 30 menit pertama, pompa aktif satu kali dan valve terbuka satu kali. Pada menit berikutnya kondisi pompa dan solenoid valve tidak aktif karena kelembaban tanah masih diatas batas bawah penyiraman dan air pada bak penampungan di atas 3 cm atau bisa dibidang masih cukup. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh faktor cuaca pada saat pengujian, dimana pada waktu pengujian berlangsung cuaca berawan sehingga kadar air pada tanah tanaman tidak mudah habis. Dari data yang diperoleh, diketahui bahwa pemakaian energi listrik pada alat ini selama 6 jam adalah sebesar 0,017 kWh.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Bedasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Telah berhasil dibuat alat kendali monitoring kelembaban tanah, level air, konsumsi energi pada prototype smart garden berbasis IoT. Sistem alat ini memungkinkan monitoring kelembaban tanah pada tanaman, level air pada penampungan air, dan konsumsi energi yang digunakan oleh alat serta memungkinkan kendali pompa dan solenoid valve.
2. Pengujian alat ini dilakukan dengan menguji sensor dan sistem yaitu pengujian sensor kelembaban tanah, sensor ultrasonik, sensor PZEM, sistem penyiraman tanaman dan pengisian air, serta pengujian Internet of Things.

Pompa pada posisi menyala ketika kondisi kelembaban tanah kurang dari 25% dan tinggi air pada penampungan lebih dari 3 cm. Solenoid valve terbuka pada kondisi tinggi air pada penampungan kurang dari 3 cm dan tertutup pada tinggi air pada penampungan mencapai 13 cm. Sensor PZEM-004T dapat mengukur Arus AC, Tegangan AC, Daya, Energi, Power faktor dan frekuensi yang digunakan pada alat. Informasi data juga dapat dikirimkan dari Arduino ke aplikasi Blynk melalui modul Wifi.

3. Konsumsi energi yang digunakan oleh alat selama 6 jam dari pukul 8:00 sampai 14:00 adalah sebesar 0,018 kWh dengan error sebesar 0.13%.

5.2. Saran

Adapun saran yang akan meningkatkan kinerja alat yang dibuat yaitu:

1. Penambahan Sensor agar skala penggunaan sistemnya dapat lebih besar.
2. Dapat ditambahkan sumber daya cadangan seperti panel surya sehingga jika listrik mati maka sistem akan tetap berjalan.
3. Fungsi Relay dapat digantikan oleh mosfet agar switching time menjadi lebih cepat.
4. Menggunakan aplikasi atau server yang mempunyai fitur data logger agar pengambilan data lebih mudah.
5. Menambahkan nozzle water sprinkle pada keluaran pompa agar proses penyiraman dapat lebih merata.

DAFTAR PUSTAKA

Kurnia, Deni. "Rancang Bangun Prototipe Gardening Smart System (GGS) Untuk Perawatan Tanaman Anggrek Berbasis Web." Jurnal SIMETRIS (2016).

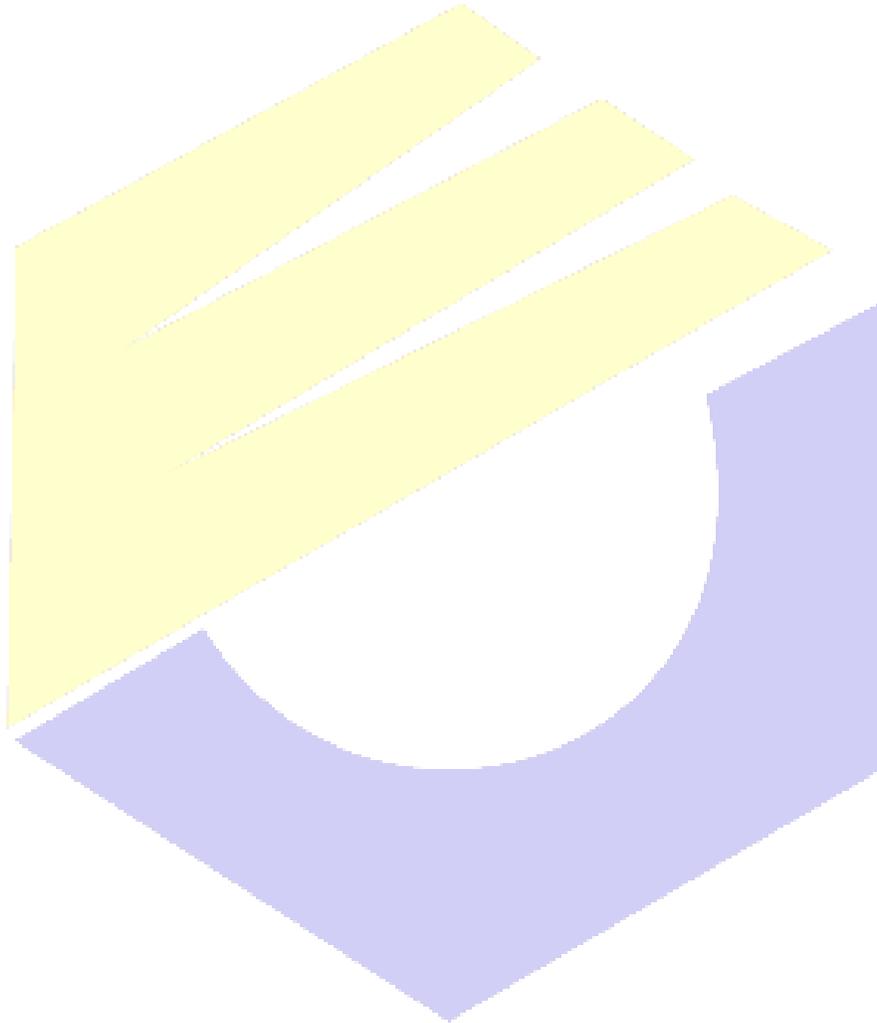
Lumbantobing, Christin Thresia. "Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Energi Listrik Maksimal 1000w Berbasis Smartphone Android Via Wifi." (2020).

Nugroho, Farhan, Muhammad Saleh dan Ade Elbani. "PERANCANGAN SISTEM KENDALI KIPAS ANGIN OTOMATIS BERBASIS Nodemcu V3." Jurnal Teknik Elektro (2020).

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. "Design of Smart Garden Based On The Internet of Things (IoT)." Electrical Science & Technology (2021).

Zarkasi, Muhammad , Sandy Bhawana Mulia dan Mindit Eriyadi. "Performa Solenoid Pada Valve Alat Pengisian Air." ELEKTRA (2018): 53-60.

Zaynidinov, Xakimjon N., Azambek A. Turakulov dan Fotima T. Mullajonova. "Using The Wi-Fi Technology Anddevices To Transmit Results Ofhuman Body Biosignals Processing." IARJSET (2021): 2-3.



POLBAN