

Perancangan dan Implementasi Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno

Kurnia Martin¹, Dony Susandi²

¹Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
Jl. Raya K.H Abdul Halim No. 103, Majalengka Kulon, Kabupaten Majalengka
E-mail : kurniam88@gmail.com¹, dys@unma.ac.id²

ABSTRAK

Untuk menjaga kelestarian bunga edelweis, Balai TNGC membuat plot percontohan budidaya edelweis di Bumi Perkemahan Cidewata yang berada di wilayah Seksi Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) Wilayah II Majalengka, Balai TNGC. Namun pengelolaan waktu dan minimnya alat yang dapat membantu kinerja petani menjadi sebuah permasalahan dalam proses perawatan tanaman khususnya pada proses penyiraman yang dilakukan pada saat ini. Petani menghabiskan waktu hanya untuk melakukan penyiraman, selain itu dengan penyiraman secara konvensional manusia sering lupa untuk merawat dan menyiram tanaman. Melihat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses perawatan tanaman edelweis tersebut, pemanfaatan mikrokontroler dalam bidang pertanian konservasi bisa diterapkan pada teknologi irigasi kabut otomatis yang digunakan untuk melakukan penyiraman secara teratur dan terjadwal pada tanaman edelweis. Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali serta perangkat lain diantaranya RTC DS3231 sebagai penunjuk waktu yang dapat dilihat pada LCD dan *solenoid valve* sebagai pembuka dan penutup aliran air. Pengujian dan implementasi sistem dilakukan pada tanaman edelweis dengan jadwal penyiraman yang dapat diatur sesuai kebutuhan oleh *user* yang tersedia hingga sebanyak tujuh jadwal penyiraman dalam sehari. Petani cukup satu kali melakukan pengaturan jadwal penyiraman dan alat akan terus melakukan penyiraman sesuai dengan jadwal.

Kata kunci : Budidaya, Irigasi kabut Otomatis, Edelweis, Arduino Uno, RTC DS3231, Solenoid Valve.

ABSTRACT

To preserve the edelweiss flower, the TNGC Hall created a pilot plot for edelweiss cultivation at the Cidewata Campground in the Majalengka Region II National Park Management Section, TNGC Hall. However, time management and the lack of tools that can help farmers' performance become a problem in the plant care process, especially in the current watering process. Farmers spend time just doing watering, in addition to conventional watering, humans often forget to care for and water the plants. Seeing several things that must be considered in the edelweiss plant care process, the use of microcontrollers in conservation agriculture can be applied. This study uses the prototyping method using Arduino Uno as a controller and other devices including the RTC DS3231 as a timepiece that can be seen on the LCD and solenoid valve as the opening and closing of the water flow. Testing and implementation of the system is carried out on edelweiss plants with a watering schedule that can be adjusted according to the needs of the user, which is available up to seven watering schedules in a day. Farmers only need to adjust the watering schedule once and the tool will continue to water according to the schedule.

Keyword : Cultivation, Automatic Mist Watering, Edelweiss, Arduino Uno, RTC DS3231, Solenoid Valve.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan IPTEK khususnya teknologi sudah demikian majunya merambah setiap bidang kehidupan. Hampir semua aktifitas manusia menggunakan teknologi modern, mulai dari dunia industri, rumah tangga bahkan pada bidang pertanian. Banyaknya penggunaan dan pemanfaatan teknologi yang berulang tanpa mengenal waktu dan kondisi, hal ini dapat dimanfaatkan untuk membantu mengerjakan kegiatan rutinitas manusia. (Chusnul Chotimah, 2019). Seperti halnya dalam bidang pertanian dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler yang sangat populer di kalangan petani modern. Pemanfaatan mikrokontroler dalam bidang pertanian konservasi bisa diterapkan pada teknologi irigasi kabut otomatis yang digunakan untuk melakukan penyiraman secara teratur dan terjadwal pada tanaman edelweis.

Edelweis memiliki peran sebagai tumbuhan pioner (pelopor) bagi tanah vulkanik muda pegunungan. Di tanah yang miskin hara dan terganggu akibat kebakaran, edelweis juga memiliki peran yang sangat penting yaitu berperan sebagai tanaman penutup yang mampu menahan aliran permukaan serta hampasan air hujan sehingga dapat meminimalkan terjadinya erosi. Edelweis selain memiliki peran ekologis juga memiliki daya tarik yang tinggi sehingga menyebabkan banyak orang yang berusaha mengambil bunga ini di alam. Hal ini menjadi salah satu penyebab terus berkurangnya populasi edelweis di alam selain dikarenakan oleh kebakaran hutan. Untuk menjaga kelestarian bunga edelweis, budidaya edelweis mulai digalakkan. Seperti yang dilakukan oleh Balai TNGC untuk menjaga kelestariannya dengan membuat plot percontohan budidaya edelweis di Bumi Perkemahan Cidewata yang berada di wilayah Seksi Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) Wilayah II Majalengka, Balai TNGC. (Heryadi, 2018).

Pembudidayaan bunga edelweis dilakukan dengan memilih bunga yang sudah tua untuk bakal biji, bunga dijemur di tempat yang datar dengan tujuan agar persebaran biji lebih merata dan tidak membusuk karena jamur. Setelah bunga kering, yang harus

dilakukan selanjutnya adalah memisahkan bunga dan bijinya. Biji yang sudah terpisahkan kemudian disemai di media tanam yang tepat yaitu tanah halus yang mengandung sedikit pasir yang diletakkan dalam media *polybag*. Selanjutnya simpan di tempat yang terlindung dari paparan sinar matahari langsung dan percikan air hujan. Kemudian dilakukan penyapihan saat bibit sudah memiliki minimal lima lembar daun besar. Usia normal saat disapih biasanya adalah tiga bulan dengan ketinggian batang kurang lebih 30 cm. Bibit dipindahkan ke lahan yang sudah disiapkan dan sudah bisa disiram setiap harinya sejak penyapihan. Untuk menjaga suhu dan kelembaban di sekitar tanaman edelweis dan mencegah hama untuk hinggap, penyiraman rutin dilakukan setiap dua jam sekali selama lima belas menit.

Sayangnya saat ini proses penyiraman masih dilakukan secara konvensional dengan membuka katup pipa yang kemudian menyemburkan air ke atas sehingga tercipta kabut-kabut air atau biasa juga disebut sebagai irigasi kabut yang jatuh ke tanaman edelweis dan tanah di sekitarnya. Pengelolaan waktu dan minimnya alat yang dapat membantu kinerja petani menjadi sebuah permasalahan dalam proses penyiraman yang dilakukan pada saat ini. Petani menghabiskan waktu hanya untuk melakukan penyiraman, selain itu dengan penyiraman secara konvensional manusia sering lupa untuk merawat dan menyiram tanaman.

Berdasarkan permasalahan dan diakhiri dengan solusi yang dapat memecahkan permasalahan dalam penelitian ini, maka dengan berkembangnya teknologi mikrokontroler dapat diterapkan pada irigasi kabut sehingga penyiraman tanaman edelweis dapat dibuat menjadi otomatis secara teratur dan terjadwal. Maka peneliti melakukan sebuah penelitian yang berjudul **“Perancangan dan Implementasi Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno”**.

2. METODOLOGI

Penelitian yang akan dilakukan pada pelaksanaan Kerja Praktek mulai dari mencari permasalahan untuk dapat ditemukan solusi

pemecahan masalahnya hingga solusi tersebut didesain, dibangun dan diimplementasikan.

2.1 Analisis Sistem

Didalam analisis sistem ini terbagi kedalam beberapa bagian, yaitu:

2.1.1 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

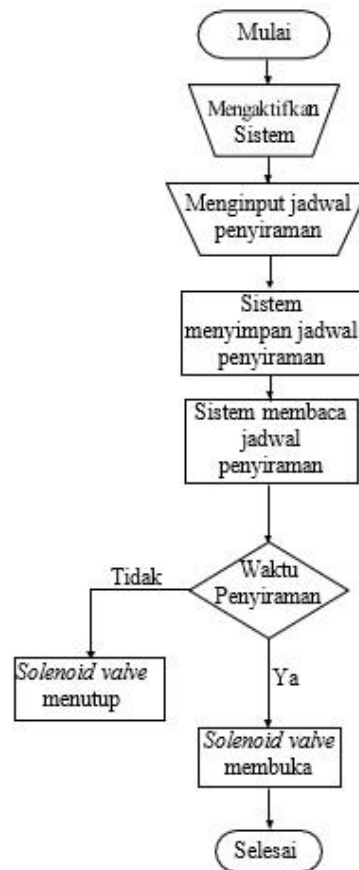
Analisis sistem yang sedang berjalan merupakan cara mendefinisikan kebutuhan fungsional dari sistem yang ada. Pada penelitian Kerja Praktek ini, sistem yang dianalisis yaitu sistem penyiraman edelweis. Setelah sistem yang sedang berjalan dianalisis, maka rancangan yang akan dibuat dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan pemakai dan memiliki nilai fungsional. Melakukan penyiraman edelweis secara konvensional dilakukan oleh petani dengan melakukan penyiraman edelweis secara berkala dengan membuka tutup katup saluran air pada waktu-waktu tertentu. *Flowchart* penyiraman edelweis secara konvensional adalah sebagai berikut:



Gambar1. Flowchart Sistem yang Berjalan di Pembudidayaan Edelweis

2.1.2 Analisis Sistem yang Diusulkan

Berdasarkan analisis sistem yang sedang berjalan, maka sistem yang diusulkan yaitu dengan membangun sistem irigasi kabut secara otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu melakukan proses penyiraman secara otomatis sehingga mengefisienkan waktu petani untuk melakukan perawatan edelweis. Sistem yang diusulkan digambarkan pada *flowchart* sistem yang diusulkan pada gambar.



Gambar2. Flowchart Sistem yang Diusulkan

2.1.3 Analisis Fungsional

Sistem yang dibangun yaitu Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis menggunakan Arduino Uno. Sistem ini memiliki fungsi untuk melakukan penyiraman/ irigasi tanaman edelweis di mana penyiraman tanaman edelweis tersebut ditentukan berdasarkan jadwal yang telah diinputkan. Sistem ini dibangun secara umum menggunakan Arduino Uno, RTC DS3231 dan *solenoid valve*. RTC DS3231 berfungsi untuk mengatur waktu penyiramana, sistem akan melakukan penyiraman secara otomatis berdasarkan waktu yang telah ditentukan melalui program.

2.1.4 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Secara keseluruhan sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang sudah ditanamkan program kedalamnya dalam Bahasa pemrograman C. Perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis ini adalah:

- a Arduino IDE 1.8.3, untuk membuat program pengendali sistem.
- b Fritzing, untuk membuat blok diagram rangkaian *hardware* dalam tahap perancangan sistem.

2.1.5 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam pembuatan sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis menggunakan Arduino Uno membutuhkan perangkat keras. Kebutuhan perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah:

- a Arduino Uno
Arduino Uno digunakan pada sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis sebagai sistem kontrolernya. dan sebagai tempat program ditanamkan:

Tabel1.Spesifikasi
Arduino Uno

No	Parameter	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	ATmega328P
2	Tegangan operasional	5 V
3	Pin I/O digital	14
4	Pin I/O analog	6
5	Clock Speed	16 MHz
6	Flash Memory	32 kb

(Components101, 2018)

- b Relay
Relay digunakan pada sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis sebagai saklar arus listrik pada RTC DS3231 dan *solenoid valve*.

Tabel2.Spesifikasi
Relay

No	Parameter	Spesifikasi
1	Trigger Voltage	5 V DC
2	Trigger Current	70mA
3	Maximum Ac Load Current	250/125 V AC

(Adafruit, 2019)

- c RTC DS3231
RTC DS3231 digunakan pada sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis

sebagai pengatur jadwal penyiraman tanaman edelweis.

Tabel3.Spesifikasi
RTC DS3231

No	Parameter	Spesifikasi
1	Operating Voltage	2,3-5,5 V
2	Battery Backup Consumes	500nA
3	Operating Temperature	-45 C to 80 C

(Components101, 2018)

- d Solenoid Valve
Solenoid valve digunakan pada sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis sebagai pembuka aliran air ketika waktunya penyiraman dan penutup aliran air ketika bukan waktunya penyiraman edelweis.

Tabel4.Spesifikasi
Solenoid Valve

No	Parameter	Spesifikasi
1	Voltage	DC12V
2	Working Temperature	0-100
3	Working Pressure	400 mm water column

(Corp, 2018)

- e LCD 16x2 Module
Modul LCD 16x2 ini digunakan untuk menunjukkan waktu dan proses penyiraman.

Tabel5.Spesifikasi
LCD Display

No	Parameter	Spesifikasi
1	Operating Voltage	4,7 – 5,3V
2	LCD Display	Alphanumeric
3	Current Consumption	1mA (without backlight)

(Components101, 2018)

3. LANDASAN TEORI

3.1 Irigasi Kabut

Irigasi adalah jumlah air yang diaplikasikan ke dalam lahan (pertanian) untuk menunjang proses pertumbuhan tanaman. (Rokhma, 2008). Fungsi spesifik dari irigasi antara lain membawa air dari

sumbernya (*diverting*), membawa/mengalirkan air dari sumber ke lahan pertanian (*conveying*), mendistribusikan air kepada tanaman (*distributing*), mengatur dan mengukur aliran air (*regulating and measuring*). (Simanjuntak, 2014).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 77 Tahun 2001 tentang irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Hak guna air irigasi adalah hak yang diberikan oleh pejabat yang berwenang kepada perkumpulan petani pemakai air, badan hukum, badan sosial, perorangan, dan pemakai air irigasi untuk keperluan lainnya untuk memakai air irigasi guna menunjang usaha pokoknya.

Irigasi Kabut adalah salah satu inovasi penyiraman tanaman dengan menggunakan air yang dipompa ke dalam pipa yang telah diberi titik-titik lubang kecil-kecil. Dari lubang kecil-kecil pada pipa tersebut akan memancarkan air ke atas yang kemudian menjadi seperti kabut sehingga dapat menyirami tanaman pertanian. Sistem irigasi kabut ini terbukti efektif dan efisien dalam proses penyiraman lahan untuk menciptakan kesuburan tanaman.

Teknologi irigasi kabut mempermudah pekerjaan petani yaitu hanya dengan membuka kran air, semua tanaman akan tersiram air secara merata. Deretan air mancur yang keluar dari pipa tersebut menyiram air ke tanaman secara lambat dan merata. Hal ini dimaksudkan untuk menciptakan suhu kelembaban tanah yang tepat, yang menentukan proses penyuburan tanah. Sistem ini terbukti berhasil menyuburkan tanaman di lahan pasir hingga tanaman tumbuh hijau. Inovasi teknologi irigasi kabut diciptakan untuk menopang perekonomian masyarakat sehingga kesejahteraan petani bawang merah lebih meningkat. (Saeno, 2017).

3.2 Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*)

Anaphalis javanica, yang dikenal secara populer sebagai Edelweis jawa (*Javanese edelweiss*), adalah tumbuhan endemik zona alpina/montana di berbagai pegunungan tinggi Nusantara. Tumbuhan ini dapat mencapai ketinggian 8 m dan dapat memiliki batang sebesar kaki manusia walaupun umumnya tidak melebihi 1 m. Tumbuhan ini sekarang dikategorikan sebagai langka.

Edelweis merupakan tumbuhan pelopor bagi tanah vulkanik muda di hutan pegunungan dan mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya di atas tanah yang tandus, karena mampu membentuk mikoriza dengan jamur tanah tertentu yang secara efektif memperluas kawasan yang dijangkau oleh akar-akarnya dan meningkatkan efisiensi dalam mencari zat hara. Bunga-bunganya, yang biasanya muncul di antara bulan April dan Agustus, sangat disukai oleh serangga, lebih dari 300 jenis serangga seperti kutu, tirip, kupu-kupu, lalat, tabuhan dan lebah terlihat mengunjunginya.

3.3 Metode Prototyping

Metode *prototyping* adalah metode pengembangan sistem terhadap model kerja (prototipe) melalui proses pengujian dan interaksi secara berulang-ulang. Biasanya diperlukan ahli sistem informasi dan ahli bisnis dalam proses pengujiannya. *Prototyping* disebut juga sebagai desain aplikasi cepat (*Rapid Application Design/RAD*) karena menyederhanakan dan mempercepat desain sistem.

Banyak *user* atau pengguna sistem yang kesulitan mengungkapkan keinginannya untuk mendapatkan aplikasi yang sesuai dengan kebutuhannya. Kesulitan ini yang perlu diselesaikan oleh analis dengan memahami kebutuhan *user* dan menerjemahkannya ke dalam bentuk model (prototipe). Model ini selanjutnya diperbaiki secara terus menerus sampai sesuai dengan kebutuhan *user*. Oleh karena itu, dibutuhkan metode *prototyping* untuk menyelesaikan permasalahan kebutuhan pengguna tersebut.

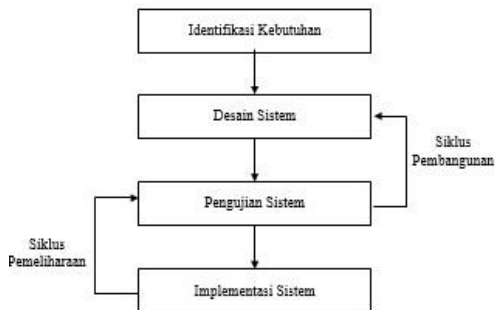
Prototyping merupakan teknik pengembangan sistem yang menggunakan *prototipe* untuk menggambarkan sistem, sehingga pengguna atau pemilik sistem mempunyai gambaran pengembangan sistem yang akan dilakukannya. Teknik ini sering digunakan apabila pemilik sistem tidak terlalu menguasai sistem yang akan dikembangkannya. Dengan teknik *prototyping* pengembang bisa membuat prototipe terlebih dahulu sebelum mengembangkan sistem yang sebenarnya. (Mulyani, 2016).

3.3.1 Tahapan Prototyping

Proses pembuatan prototipe merupakan proses yang interaktif dan berulang-ulang

yang menggabungkan langkah-langkah siklus pengembangan tradisional.

Prototipe dievaluasi beberapa kali sebelum pemakai akhir menyatakan prototipe tersebut diterima. Berikut adalah tahapan dalam pembuatan prototipe:



Gambar3.Tahapan *Prototyping*

3.4 Arduino

Arduino adalah *platform* pembuat prototipe elektronik yang bersifat *open-source* yang berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling ketergantungan, fleksibel dan mudah digunakan. Arduino sangat populer digunakan sebagai salah satu alat yang banyak digunakan untuk media pembelajaran. Ratusan ribu desainer, insinyur, pelajar, pengembang dan pembuat di seluruh dunia menggunakan Arduino untuk berinovasi dalam musik, permainan, *smart home*, pertanian, kendaraan otonom, kecerdasan buatan dan masih banyak lagi.

Arduino didirikan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles yang berasal dari hasil penelitiannya. Kemudian Arduino diperkenalkan kepada siswa untuk media pembelajaran perancangan *prototipe* pada tahun 2005. Hingga saat ini Arduino terus berkembang dan semakin populer bahkan digunakan di perusahaan-perusahaan besar.

Arduino *board* adalah perangkat keras yang memiliki chip dasar mikrokontroler ATmega8 atau turunannya. Sedangkan papan yang memperkuat kemampuan dari Arduino *board* disebut *shield*.



Gambar4.Perangkat Keras Arduino (Arduino board)

3.5 RTC DS3231

RTC (*Real Time Clock*) adalah *chip* elektronik yang dapat menghitung waktu dengan akurat dan menjaga data waktu tersebut secara *real time*. RTC DS3231 merupakan salah satu jenis RTC yang dapat digunakan bersama dengan mikrokontroler. *Chip* buatan *Maximum Integrated* ini salah satu jenis RTC yang sangat baik. RTC DS3231 umumnya sudah hadir dalam modul siap pakai lengkap dengan battery CR2032 3V dan 6 pin *interface*.

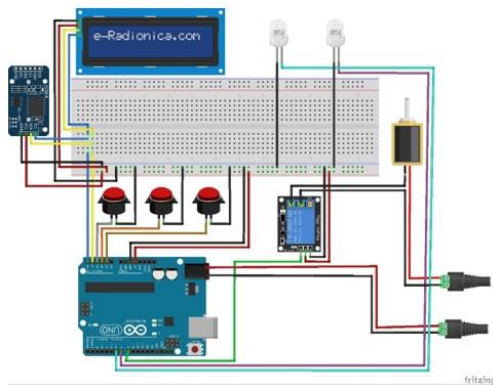
3.6 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah sebuah katub buka-tutup yang digerakkan oleh listrik baik AC maupun DC. Solenoid jenis ini merupakan elemen kontrol yang sering digunakan pada fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolis, ataupun pada sistem lain yang membutuhkan kendali otomatis. Banyak tipe dan jenis *solenoid valve* yang ada dipasaran, ada yang memiliki 2 katub, 3 katub hingga 4 katub. Untuk kali ini digunakan *solenoid valve* yang memiliki 2 katub

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras berdasarkan perancangan yang telah dibuat tentunya memerlukan alat dan bahan dalam pelaksanaannya. Selain memerlukan alat yang telah teridentifikasi pada perancangan perangkat keras, pembuatan perangkat keras juga memerlukan alat dan bahan lain yang tidak teridentifikasi pada perancangan perangkat keras di atas. Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan perangkat keras.



Gambar5. Skema Rangkaian *Hardware* Sistem Irigasi Kabut Otomatis

4.2 Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan program pengendali pada Arduino Uno menggunakan perangkat Arduino IDE 1.8.3. Sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan pada gambar 4.3 di bagian perancangan perangkat lunak. Pembuatan program ini disajikan berupa *screenshot* yang ada di lampiran. Program ini terdiri dari:

a Inisialisasi Pin

Setiap pin digunakan pada Arduino Uno harus diinisialisasi terlebih dahulu pada program Arduino IDE dan harus sinkron dengan masing-masing komponen elektronik yang dimaksud. Inisialisasi dilakukan terhadap pin *input* maupun *output*.

b Aktivasi Perangkat *Input*

Perangkat *input* terhubung dengan Arduino Uno akan aktif dengan memanggil fungsi `EEPROM.read()`. Setelah fungsi-fungsi tersebut aktif, fungsi-fungsi tersebut dipanggil di `void loop()`; sehingga fungsi tersebut akan diulang secara terus menerus selama sistem aktif.

c Aktivasi Perangkat *Output*

Perangkat *output* yang terhubung dengan Arduino Uno akan aktif dengan memanggil `digitalWrite(relay, LOW)`; pada saat waktu penyiraman yang kemudian membuka *solenoid valve*. Fungsi tersebut dipanggil di `void loop()`; sehingga fungsi tersebut akan diulang secara terus menerus selama sistem aktif.

4.3 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk menemukan kesalahan atau kekurangan pada sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis menggunakan Arduino Uno. Pengujian ini terdiri dari pengujian RTC

DS3231 untuk jadwal penyiraman, pengujian *solenoid valve* untuk buka tutup saluran air serta *LCD display*, selanjutnya akan dilakukan pembahasan terhadap hasil pengujian.

4.3.1 Pengujian RTC DS3231

Pengujian RTC DS3231 ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi menjadi nilai *input* untuk membuka *solenoid valve* sebagai penyiraman otomatis. Pengujian RTC DS3231 ini dilakukan ketika sistem aktif. Dalam pengujian ini dilakukan berdasarkan waktu penyiraman serta dilakukan tiga kali percobaan untuk setiap waktu penyiramannya. Pengujian RTC DS3231 yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel6. Pengujian RTC DS3231

No	Waktu di LCD	Waktu di <i>handphone</i> (pembanding)
1	06.00.00	06.00.12
2	07.00.00	07.00.12
3	08.00.00	08.00.12
4	09.00.00	09.00.12
5	10.00.00	10.00.12
6	11.00.00	11.00.12
7	12.00.00	12.00.12
8	13.00.00	13.00.12
9	14.00.00	14.00.12
10	15.00.00	15.00.12
11	16.00.00	16.00.12
12	17.00.00	17.00.12
13	18.00.00	18.00.12
14	19.00.00	19.00.12
15	20.00.00	20.00.12
16	21.00.00	21.00.12
17	22.00.00	22.00.12

4.3.2 Pengujian *Solenoid Valve*

Pengujian *solenoid valve* ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi atau tidak. Pengujian *solenoid valve* ini dilakukan berdasarkan waktu penyiraman. Pengujian *solenoid valve* yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel7. Pengujian *Solenoid Valve*

No	Jadwal	Waktu On/Off	Input Relay	Aksi <i>Solenoid Valve</i>
1	1	On 06.00	LOW	Terbuka

		Off 06.10	HIGH	Tertutup
2	2	On 09.00	LOW	Terbuka
		Off 09.10	HIGH	Tertutup
3	3	On 12.00	LOW	Terbuka
		Off 12.10	HIGH	Tertutup
4	4	On 15.00	LOW	Terbuka
		Off 15.10	HIGH	Tertutup
5	5	On 18.00	LOW	Terbuka
		Off 18.10	HIGH	Tertutup
6	6	On 21.00	LOW	Terbuka
		Off 21.10	HIGH	Tertutup

4.4 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk menemukan kesalahan, kekurangan, atau ketidaksesuaian program kendali pada Arduino IDE dengan perangkat elektronik untuk dapat ditanamkan pada mikrokontroler. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan teknik pengujian *white box*. Pengujian *white box* merupakan pengujian terhadap program kendali yang akan ditanamkan pada mikrokontroler sistem irigasi kabut otomatis. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode basis path testing, di mana jalur independen sistem ditentukan dari notasi diagram alir sistem dan melalui perhitungan cyclomatic complexity. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian *white box* yang telah dituliskan di atas:

4.4.1 Source Code

Kode program yang akan diujikan adalah struktur logika untuk pengukuran panjang/tinggi bayi laki-laki usia tiga bulan, berikut merupakan listing code nya:

```

1. if(status_relay == 0){
2.   digitalWrite(relay, HIGH);
3.   digitalWrite(lampu_kuning, LOW
   );
4.   digitalWrite(lampu_merah, HIGH
   );

```

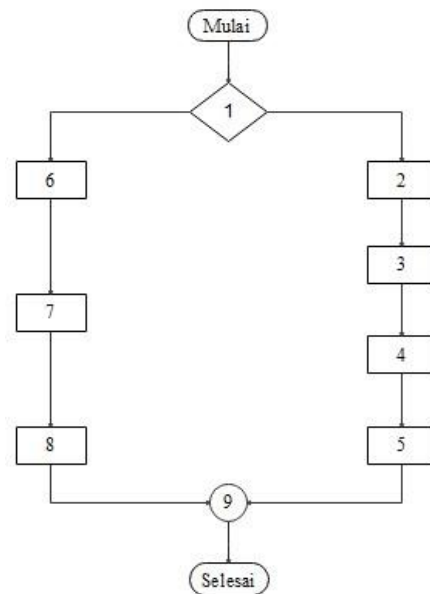
```

5.   lcd.print(" STNBY ");
6. }else {
7.   digitalWrite(lampu_kuning, HI
   GH);
8.   digitalWrite(lampu_merah, LOW
   );
9.   lcd.print(" ON   ");
10. }

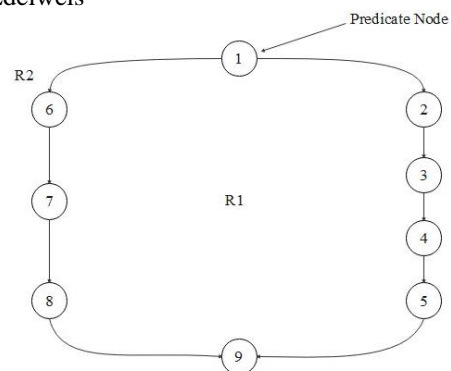
```

4.4.2 Flowchart dan Flow Graph

Flowchart adalah adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. *Flowchart* dari *listing code* irigasi kabut tanaman edelweis adalah sebagai berikut:



Gambar6. Flowchart Irigasi Kabut Tanaman Edelweis



Gambar7. Flow Graph Irigasi Kabut Tanaman Edelweis

4.4.3 Region

Regions dilambangkan dengan R. Dari gambar dapat diketahui bahwa terdapat 1 *region* dari *flow graph* irigasi kabut tanaman edelweis yaitu R1.

4.4.4 Cyclomatic Complexity (CC)

Cyclomatic complexity dilambangkan dengan V(G) ini berfungsi untuk menentukan *independent path* yang merupakan basis *path*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *cyclomatic complexity* yaitu:

a. $V(G) = E - N + 2$

Dimana:

$V(G) = \text{Cyclomatic complexity}$

E = Edge (jumlah grafik alir yang ditandai dengan tanda panah).

N = Node (jumlah simpul alir yang ditandai dengan lingkaran).

Maka untuk menghitung jumlah *independent path* adalah sebagai berikut:

$$V(G) = E - N + 2$$

$$= 9 - 9 + 2$$

$$= 2$$

b. Menghitung *Cyclomatic complexity* berdasarkan jumlah *region*, yaitu:

$$\sum R = V(G)$$

Maka: $V(G) = 2$

c. Menghitung *Cyclomatic complexity* berdasarkan jumlah *predicates nodes*, yaitu:

$$V(G) = P + 1$$

Dimana P = jumlah *predicates nodes*

$$V(G) = P + 1$$

$$V(G) = 1 + 1$$

$$V(G) = 2$$

4.4.5 Independent path

Independent path adalah setiap *path* yang dilalui program yang menunjukkan satu set baru dari pemrosesan *statement* atau dari sebuah kondisi baru. *Independent path* pada *flow graph* harus melewati sedikitnya satu *edge* yang belum pernah dilewati oleh *path* sebelumnya dan selalu dimulai dari *node* awal hingga *node* akhir. *Independent path* pada pengujian ini berjumlah 2 jalur *independent*, yaitu sebagai berikut:

a Path 1 = 1-2-3-4-5-9

b Path 2 = 1-6-7-8-9

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian Kerja Praktek ini dengan judul "Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis Menggunakan Arduino Uno" yaitu sebagai berikut:

1. Sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis ini dirancang menggunakan metode *prototyping* dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengontrolnya. Sistem ini diintegrasikan dengan modul RTC DS3231 yang berfungsi untuk menyimpan waktu secara *real time*, IC EEPROM yang berfungsi untuk menyimpan jadwal penyiraman yang disimpan dalam bentuk bit dan relay yang berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan arus listrik ke *solenoid valve* dan *solenoid valve* akan mengalirkan air ketika mendapatkan arus listrik kemudian air akan disebarkan menggunakan *sprayer*.
2. Alat ini akan melakukan penyiraman setiap hari sesuai dengan jadwal penyiraman, selain itu alat ini juga dapat menghemat waktu dan memudahkan petani karena petani cukup satu kali melakukan pengaturan jadwal penyiraman dan alat akan terus melakukan penyiraman sesuai dengan jadwal yang diatur, yang tentunya membantu petani dalam upaya konservasi tanaman edelweis khususnya dalam melakukan penyiraman.
3. Cara kerja sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis ini yaitu dengan menyambungkan Arduino Uno dengan sumber tegangan AC yang melalui adaptor 9 volt sehingga Arduino Uno dan modul yang terintegrasi dapat menyala. Kemudian jika sistem telah aktif maka waktu *real time* dan juga jadwal penyiraman sudah dapat diatur dengan perintah yang terdapat pada tampilan LCD dengan menggunakan 3 tombol yaitu tombol *Down*, tombol *Up* dan tombol *Ok*, waktu secara *real time* disimpan pada modul RTC DS3231 dan jadwal penyiraman disimpan pada IC EEPROM dalam bentuk bit yang akan dipanggil jika telah tiba waktu penyiraman. Waktu penyiraman akan dilakukan berdasarkan jadwal yang telah disimpan sebelumnya melalui menu

setting jadwal yang terdapat pada tampilan LCD.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Rosa, M. S., 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika Bandung.
- Adafruit, 2019. *Datasheet*. [Online] Available at: www.adafruit.com
- Artanto, 2012. *APLIKASI MIKROKONTROLER ATmega8535 dan ATmega16*. Yogyakarta: ANDI.
- Bolton, W., 2010. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. Jakarta: Erlangga.
- Chusnul Chotimah, K. P., 2019. Sistem Penyiraman dan Pengusir Hama Otomatis Pada Daun Mint Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *ANTIVIRUS: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, p. 1.
- Components101, 2018. *components101*. [Online] Available at: <https://components101.com/microcontrollers/arduino-uno> [Accessed 23 01 2021].
- Corp, A. T. T., 2018. *sparkfun*. [Online] Available at: <http://www.sparkfun.com> [Accessed 24 01 2021].
- Dena Farasi, K. M. I. R. B. K. W., 2019. RANCANGAN JADWAL BUKA TUTUP OPERASI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DI GERBANG CEWAMA ASRAMA CURUG 1 SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA. *Jurnal Ilmiah Aviast Langit Biru*, p. 1.
- Haviluddin, 2011. Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language). *Jurnal Informatika Mulawarman*, p. 15.
- Heryadi, H., 2018. *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. [Online] Available at: <http://ksdae.menlhk.go.id/info/4297/dibalik-keindahan-bunga-edelweis-yang-memukau.html> [Accessed September 2020].
- Jogiyanto, H. M., 2017. Analisis dan Desain (Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis).
- Lenny, J. S., 2014. *Perkembangan Robotik Masa Depan*. [Online] Available at: <http://mavib.raharja.ac.id/2014/12/18/perkembangan-robotic-masadepan-dalam-peranan-multimedia>
- Mulyani, S., 2016. *Metode Analisis dan Perancangan Sistem*. Bandung: Abdi Sistematika.
- Paisal, P., 2018. *Laporan Tugas Akhir Pengembangan Sistem Monitoring*, s.l.: s.n.
- Rokhma, N. M., 2008. *Menyelamatkan Pangan dengan Irigasi Hemat Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Saeno, 2017. *IRIGASI KABUT: Ini Terobosan Cerdas Petani Bantul*, s.l.: s.n.
- Saptomo, S. K., 2000. Tata Air Lahan Basah dengan Sistem Kendali Fuzzy. *Tesis Program Pasca Sarjana IPB Bogor*.
- Setiawan, K. E., 2017. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. [Online] Available at: <http://www.kbbi.web.id> [Accessed 2020].
- Simanjuntak, E., 2014. *Peluang Investasi Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum*. s.l.:Pusat Kajian Strategis Jendral Kementerian Pekerjaan Umum.
- Subrata, K., 2015. Analisis dan Perancangan Sistem. *Flowchart Jurnal*.
- Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabete.
- Turang, D. A., 2015. Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. *Seminar Nasional Informatika 2015 (semnasIF 2015)*.
- URO, 2009. *Mikrokontroler dan Robotika*. s.l.:s.n.
- W. Jatmiko, P. M. M. I. T. M. S. A. A. H. E. B. G. J., 2012. *Robotika : Tori dan Aplikasi*. s.l.:Universitas Indonesia: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Wibowo, K., 2015. Analisis Konsep Object Oriented Programming Pada Bahasa Pemrograman Php. *JURNAL KHATULISTIWA INFORMATIKA*.
- Yosua A. Mandolang, F. D. L. S. D., 2019. Implementasi Program Keluarga Harapan Di Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan. p. 2.
- Yunus, M., 2017. Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Arduino. p. 1.