

RANCANG BANGUN PEMBIBITAN KELAPA SAWIT BERBASIS IoT (Internet of Things)

Siska Wati, Joseph Dedy Irawan, Yosep Agus Pranoto

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1718015@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Kelapa sawit adalah tanaman industri/ perkebunan yang diolah sebagai penghasil bahan baku minyak masak, minyak perseroan, maupun bahan bakar. Dalam pengembangan usaha budidaya tanaman kelapa sawit, masalah yang dihadapi oleh pengusaha atau petani yang bersangkutan adalah pengadaan bibit tanam. Dalam kegiatan perseroan kelapa sawit khususnya dalam pembibitan dan penyiraman tanaman masih banyak menggunakan proses pembibitan yang masih manual. Mulai dari pembibitan kelapa sawit dengan penyiraman yang dilakukan secara manual yakni menggunakan sambungan selang dengan penyiraman pada pagi dan sore hari untuk melakukan penyiraman pada bibit, serta untuk pencahayaan bibit tanam masih memanfaatkan sinar cahaya matahari secara langsung dimana intensitas cahaya yang diterima oleh bibit tanaman kelapa sawit tidak terkontrol dan hasil dari cahaya masuk yang berlebihan akan membuat daun bibit mudah layu dan mati. Berdasarkan permasalahan yang terjadi diatas untuk itu dibuatlah suatu sistem pembibitan kelapa sawit dengan pemantauan jarak jauh. Membuat perancangan suatu alat yang dapat memonitoring dan controlling pada perangkat keras atau alat yang dibangun serta *interface* antar *user* dengan menggunakan *website* dan akses internet. Rancangan sistem yang dapat memonitoring pembibitan kelapa sawit, dengan memperhatikan suhu udara yang optimal bagi bibit tanaman kelapa sawit dengan menggunakan sensor dht22 sebagai inputan kondisi suhu dan *mist maker* sebagai outputnya untuk menjaga suhu udara pada bibit kelapa sawit tetap optimal. Serta mengontrol penyinaran dengan menggunakan sensor ldr untuk mendeteksi cahaya jika gelap maka akan menyalakan lampu *grow light* dan sebaliknya. Sedangkan sensor *soil moisture* untuk menjaga kelembaban bibit tanaman kelapa sawit serta dilengkapi dengan penentuan jam siram tanam dengan menggunakan modul RTC (*Real Time Clock*). Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sensor diketahui memiliki rata-rata persentase *error* pada sensor kelembaban tanah 4.96%, sensor ldr 11.1%, dan sensor dht22 1.8%. *Website* berjalan dengan baik pada beberapa *web browser* yang diujikan yaitu Google *Chrome* dan *Mozilla Firefox* serta pada *website* sudah dapat melakukan *monitoring* maupun *controlling* pada bibit kelapa sawit.

Kata kunci: Kelapa Sawit, Pembibitan, Monitoring, Controlling, Fuzzy Logic

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah tanaman industri/ perkebunan yang diolah sebagai penghasil bahan baku minyak masak, minyak perseroan, maupun bahan bakar. Dalam pengembangan usaha budidaya tanaman kelapa sawit, beberapa masalah yang dihadapi oleh pengusaha atau petani adalah pengadaan bibit tanam. Pembibitan kelapa sawit merupakan tahapan proses pertumbuhan bibit tanam yang paling berpengaruh dalam menentukan pertumbuhan kelapa sawit sebelum menjadi tanaman produktif di lapangan. Dalam kegiatan industri kelapa sawit khususnya dalam tahapan pembibitan dan penyiraman tanaman masih banyak menggunakan proses pembibitan yang masih manual. Sehingga tingkat kebutuhan air yang di butuhkan masing-masing bibit sawit tidaklah sama rata. Mulai dari pembibitan kelapa sawit dengan penyiraman yang dilakukan secara manual yakni menggunakan sambungan selang dengan penyiraman pada pagi dan sore hari untuk melakukan penyiraman pada bibit, serta untuk pencahayaan bibit tanam masih memanfaatkan sinar cahaya matahari secara langsung dimana intensitas cahaya yang diterima oleh bibit

tanaman kelapa sawit tidak terkontrol dan hasil dari cahaya masuk yang berlebihan akan membuat daun bibit mudah layu dan mati.

Jadi, hal ini berpengaruh pada pertumbuhan dan kesuburan bibit tanaman kelapa sawit. Penyediaan serta perawatan bibit yang benar selama di pembibitan awal sangat besar pengaruhnya untuk pertumbuhan tanaman sebelum dipindahkan ke area pembibitan tahap *main nursery*. Berdasarkan permasalahan yang terjadi diatas untuk itu dibuatlah suatu sistem pembibitan kelapa sawit dengan pemantauan jarak jauh. Membuat perancangan suatu alat yang dapat memonitoring dan controlling pada perangkat keras atau alat yang dibangun serta *interface* antar *user* dengan menggunakan *website* dan akses internet. Dengan teknik pembibitan yang dapat dilakukan nya pemantauan dan kontrol jarak jauh pada perangkat keras atau alat dengan bantuan *website* serta akses internet. Sebagai upaya mencukupi nutrisi bibit serta untuk meningkatkan luas areal dalam menanam kelapa sawit serta mencegah rusaknya bibit pada saat akan dipindahkan ke tanah lapang. Maka peneliti membuat rancangan yang dapat memonitoring pembibitan kelapa sawit,

dengan memperhatikan suhu udara yang optimal bagi bibit tanaman kelapa sawit dengan menggunakan sensor DHT22 sebagai inputan kondisi suhu dan *mist maker* sebagai outputnya untuk menjaga suhu udara pada bibit kelapa sawit tetap optimal. Serta mengontrol penyinaran dengan menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi cahaya jika gelap maka Akan menyalakan lampu *grow light* dan sebaliknya. Sedangkan sensor *soil moisture* digunakan untuk menjaga kelembaban bibit tanaman kelapa sawit serta dilengkapi dengan penentuan jam siram tanaman menggunakan modul RTC (*Real Time Clock*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian terkait

Penelitian ini membuat suatu rancangan alat yang bisa melakukan perawatan siram tanaman secara otomatis. Pembuatan perancangan alat yang dibuat yakni dapat menyemprot tanaman secara mekanis menggunakan perangkat arduino sebagai kontrol utama dan sensor kelembaban tanah sebagai hasil inputan nilai yang dikirim ke sistem untuk dapat aktif bergerak. Peranti tambahan lain yang digunakan seperti LCD sebagai visual tampilan hasil pengukuran sensor dalam bentuk angka yang ditampilkan dan relay digunakan untuk menyalakan dan mematikan pompa air untuk mengatur kelembaban tanam kelapa sawit [1].

Rancangan alat ini dioperasikan dengan menggunakan arduino sebagai pengatur dari semua peranti yang aplikasikan pada alat ini, *Water Pump* akan bergerak untuk melakukan penyiraman terhadap tanah jika terdeteksi kelembaban dari sensor *Soil Moisture* sudah melampaui dari batas nilai yang telah ditetapkan sebelumnya, serta *filter ac* akan melakukan penyiraman pada tanaman ketika suhu dari sensor DHT11 melewati batas nilai yang sudah ditetapkan, dan berdasarkan data sensor yang di dapat akan dilakukan pemantauan secara *realtime* melalui aplikasi *web* dengan menggunakan modul *wifi* (ESP8266) yang dapat terhubung secara *wireless* [2].

Monitoring dan penyiraman bibit cabai rawit serta membangun sistem penyiraman yang bisa mengatur jadwal penyiraman sesuai dengan waktu yang di inginkan. Dari hasil perancangan penelitian ini di dapat bahwa sistem dapat melakukan penyiraman otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan serta bekerja dengan dikontrol oleh sebuah *user interface* yang dapat mengatur jadwal dengan membaca data sensor sebelum melakukan penyiraman, controller terlebih dahulu membaca nilai sensor apabila nilai bacaan sensor tidak sama atau lebih besar dari nilai setpoint yang diinput oleh user maka alat akan menyiram secara otomatis hinga nilai sensor terbaca sama atau lebih kecil dari nilai *setpoint* yang di input oleh *user*[3].

Sistem penyiraman otomatis menggunakan metode *fuzzy* untuk mermpermudah pekerjaan petani jika dilihat dari aspek pekerjaan dan waktu yang diperlukan untuk melakukan penyiraman tanaman.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan aplikasi *Blynk* yang diujikan pada rancangan alat dan aplikasi dapat ditarik kesimpulan jika rancangan alat penyiraman secara impulsif dapat berjalan aktif dengan sesuai dan tidak terdapat perbedaan antara perhitungan manual dan sistem. Namun penelitian ini masih berfokus untuk irigasi tanpa adanya *monitoring* dengan berplatform *website* maupun *mobile* serta belum adanya pengaturan jadwal penyiraman yang dapat diatur secara langsung [4].

2.2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah salah satu jenis tanaman industri yang saat ini telah menduduki posisi penting di sektor pertanian. Minyak kelapa sawit (MKS) merupakan komoditi yang bernilai strategis karena merupakan bahan baku utama pembuatan minyak makan dalam kehidupan sehari-hari. Sementara minyak makan merupakan salah satu dari 9 kebutuhan pokok bangsa Indonesia [5]. Adapun proses untuk perawatan bibit kelapa sawit sendiri meliputi lamanya pencahayaan matahari yang ideal untuk kelapa sawit antara 5 -7 jam/hari, tumbuhan kelapa sawit membutuhkan suhu ideal untuk pembibitan kelapa sawit mulai dari 24 -28°C. kelembaban optimum ideal sekitar 80-90%, dan kekuatan angin 5-6 km/jam untuk mempercepat proses penyerbukan [6].

2.3. Fuzzy Logic

Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, seorang peneliti dari Universitas California, pada tahun 1960-an. Logika fuzzy dikembangkan dari teori himpunan fuzzy 33. Logika Fuzzy merupakan sesuatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1[4].

2.4. IoT

Internet of Things atau disebut sebagai *IOT* merupakan konsep dimana objek tertentu mempunyai kemampuan untuk dapat mengirim dan menerima data melalui jaringan *wifi*, jadi proses ini tidak memerlukan interaksi dari manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Karena Iot memungkinkan perangkat dikontrol dari jarak jauh dengan bantuan internet, maka hal tersebut menciptakan peluang untuk dapat langsung menghubungkan dan menggabungkan dunia fisik ke sistem berbasis komputer menggunakan perangkat sensor dan jalur internet [7].

2.5. Arduino Uno

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya

terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip mikrokontroler* dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. *Mikrokontroler* itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer[8].

2.6. Sensor Soil Moisture

Sensor *soil moisture* merupakan komponen yang dapat mengecek kondisi kelembaban tanah, yang dapat diakses menggunakan pengendali mikro seperti Arduino uno. Sensor kelembaban tanah ini mampu difungsikan kedalam sistem pertanian maupun perkebunan. Sensor ini juga dapat diterapkan untuk sistem penyiraman secara impulsif atau untuk memonitoring kelembaban tanah secara langsung maupun tidak langsung [4].

2.7. Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

LDR atau sensor cahaya adalah resistor yang memiliki kemampuan untuk membaca nilai intensitas cahaya dengan nilai hambatan yang bergantung dengan nilai resistansi cahaya yang masuk pada sensor ini. Sensor LDR ini membaca dengan terbalik yaitu jika cahaya disekitar sensor terang maka nilai hambatan pada sensor kecil sedangkan jika nilai pencahayaan di sekitar kecil maka nilai hambatan besar [9].

2.8. DHT22

Sensor DHT 22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu -40oC – 125oC dan kelembaban udara 0% -100% di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang bekerja dengan baik serta *fitur* kalibrasi yang sangat akurat. Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan pada pembuatan alat ini yaitu DHT22 [11].

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai rancangan Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis IoT (*Internet of Things*) serta metode *fuzzy logic* untuk sistem control dan *monitoring* pembibitan.

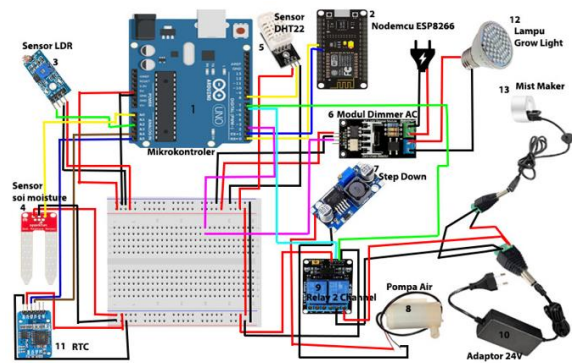
3.1. Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang berisi layanan dan yang dapat disediakan oleh sistem serta bagaimana sistem bereaksi pada input tertentu dan bagaimana perilaku sistem pada situasi tertentu. Berikut beberapa kebutuhan fungsional pada sistem rancang bangun pembibitan kelapa sawit:

1. Sistem ini mampu mengatur nyala lampu *grow light* secara otomatis pada ruangan sesuai dengan kebutuhan cahaya yang diterima oleh bibit tanpa menggunakan naungan daun kelapa sawit maupun paranet.
2. Sistem ini mampu melakukan penyiraman secara otomatis pada bibit tanaman kelapa sawit.
3. Sistem ini mampu membuat suhu udara di sekitar bibit menjadi lembab.

4. Sistem ini dapat melakukan penyiraman secara terjadwal.
5. Sistem ini dapat menampilkan data dari sensor LDR, DHT22, dan LDR.

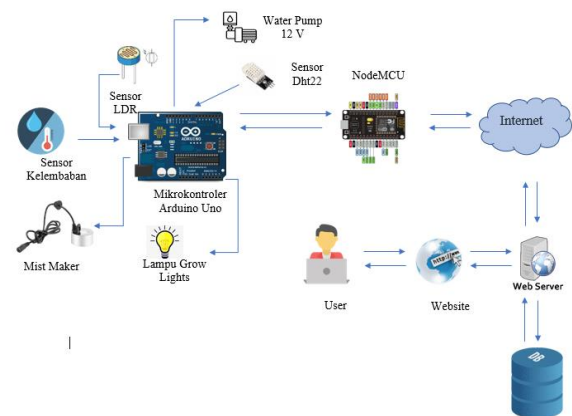
3.2. Desain Rangkaian Alat



Gambar 1. Desain rangkaian alat

Gambar diatas Merupakan skema rangkaian alat secara keseluruhan dari sistem *monitoring* dan *controlling* terhadap pembibitan kelapa sawit yang terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor ldr untuk mendeteksi kondisi cahaya, sensor *soil moisture* untuk mengecek kelembaban tanah bibit sawit, dan sensor dht 22 untuk suhu udara. RTC sebagai pengatur waktu untuk melakukan penyiraman oleh pompa dan *mist maker* sebagai mesin kabut untuk menjaga kondisi suhu udara pada bibit agar tetap lembab dengan tegangan yang diambil langsung dari adaptor sebesar 24 V. Kemudian terdapat lampu *grow light* untuk mengatur cahaya yang diterima bibit dengan menggunakan modul *AC light dimmer* untuk agar dapat di ataur redup, agak gelap dan terangnya. Selanjutnya terdapat komponen *step down* yang fungsi nya untuk mengeluarkan dan mengatur tegangan yang di terima pompa sebesar 5V. NodeMCU ESP8266 sebagai perantara mengirim data ke *website*.

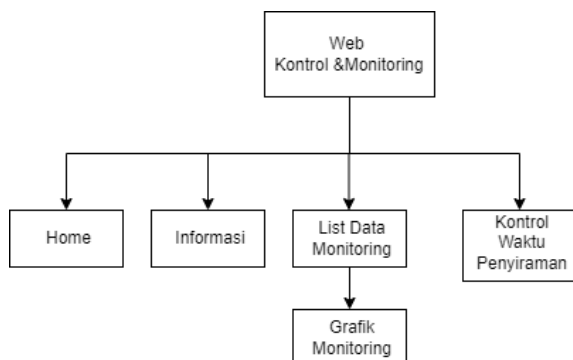
3.3. Diagram Block Sistem



Gambar 2. Diagram block sistem

Pada Gambar 2, menjelaskan bahwa sistem ini menggunakan minimum *system* Arduino uno. Arduino uno digunakan untuk memonitoring beberapa komponen yang digunakan seperti, sensor *soil moisture*, ldr, dan sensor dht22 serta mengontrol *waterpump* dan lampu *grow light* led. *Waterpump* 12 V akan bekerja apabila sensor *soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah tidak dalam keadaan normal, sensor dht22 akan berfungsi jika suhu udara kurang dari minum suhu yang ditentukan sedangkan sensor ldr berfungsi untuk pemantauan terhadap tinggi dan rendahnya cahaya intensitas diluar ruangan. Dengan mengatur nyala lampu *grow light* led jika pencahayaan diluar ruangan berkurang sedangkan modul *nodemcu* berfungsi untuk mengirim data serial kedalam *database*. Sistem ini bekerja dengan membaca tingkat kelembaban tanah serta suhu udara dan intensitas pencahayaan diluar ruang menggunakan sensor ldr. Kemudian data yang di dapatkan tersebut dikirimkan ke *database*, dengan cara arduino meminta alamat pengiriman melalui perantara *nodemcu* untuk di simpan ke *database* kemudian di tampilkan pada *website*.

3.4. Struktur Menu Website

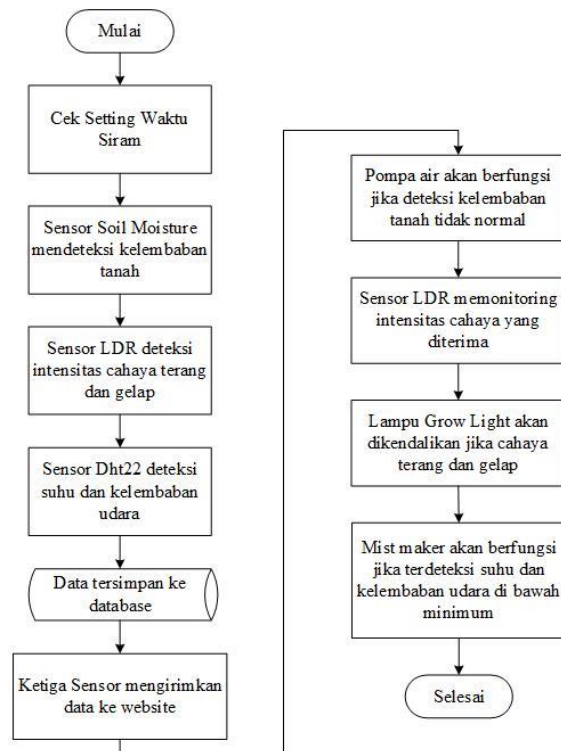


Gambar 3. Tampilan Rancangan Desain Sistem

Pada gambar struktur menu *web* diatas terdapat beberapa menu yakni mulai dari menu *home* sebagai tampilan awal, lalu menu *informasi* berisi status nilai data sensor, kemudian menu *list data monitoring* berisi *list* nilai data tiap sensor selanjutnya *grafik monitoring* berisi nilai data sensor per satu bulan secara *realtime* selama 10 detik. Menu *kontrol waktu penyiraman* merupakan menu yang digunakan untuk *setting* waktu penyiraman bibit pada *website* sesuai keinginan *user*.

3.5. Flowchart Sistem Monitoring dan Kontrolling

Flowchart sistem pemantauan dan control pembibitan kelapa sawit menjelaskan alur dari sistem pembibitan kelapa sawit dengan memanfaatkan konsep iot. *Flowchart* sistem pemantauan dan *control* bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Struktur Menu

Gambar 4, menjelaskan tentang *flowchat* sistem bekerja, dimulai dari sistem mengecek settingan waktu yang diatur oleh *user*, lalu sensor kelembaban yang mendeteksi tingkat kelembaban tanah yang akan di deteksi dan sensor LDR untuk mendeteksi tingkat intensitas cahaya terang dan gelap yang diterima dan sensor dht22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Setelah semua data yang di peroleh dari kedua sensor akan tersimpan ke *database* kemudian hasil dari data yang diperoleh dari sensor dapat dimonitoring melalui *website* dengan bantuan *NodeMCU* ESP8266 agar data yang di peroleh bisa langsung di tampilkan ke monitor. Jika hasil deteksi *monitoring* kelembaban tanah tidak normal atau kurangnya air maka pompa air secara otomatis akan aktif dan mengalirkan air pada bibit tanaman kelapa sawit tersebut. Sensor LDR akan memantau tingkat intensitas cahaya terang dan gelap yang diterima oleh sensor, jika intensitas cahaya yang di baca oleh sensor rendah atau gelap maka akan mengendalikn lampu *grow light* yakni dengan mengaktifkan lampu melalui *web*, dan jika cahaya yang diterima terang maka akan menonaktifkan lampu serta jika hasil pembacaan nilai dari suhu dan kelembaban udara pada sensor dht22 kurang dari minimum suhu yang ditentukan maka akan mengaktifkan *mist maker* untuk menstabilkan suhu dan kelembaban bibit.

3.6. Fuzzy Logic

Dalam penerapan logika *fuzzy* pada sensor DHT22, LDR dan sensor *Soil Moisture* di masukkan kedalam *source code* arduino, yang akan

menghasilkan output sesuai dengan aturan yang sudah di tetapkan.

a. Aturan Fuzzy Logic

- [R1] IF cahaya TERANG AND suhu RENDAH AND tanah KERING THEN lampu LOW, mist maker STOP, pompa LONG.
- [R2] IF cahaya TERANG AND suhu SEDANG AND tanah LEMBAB THEN lampu LOW, mist maker SHORT, pompa SHORT.
- [R3] IF cahaya TERANG AND suhu TINGGI AND tanah BASAH THEN lampu LOW, mist maker LONG, pompa STOP.
- [R4] IF cahaya AGAK TERANG AND suhu RENDAH AND tanah KERING THEN lampu HIGH, mist maker STOP, pompa LONG.
- [R5] IF cahaya AGAK TERANG AND suhu SEDANG AND tanah LEMBAB THEN lampu HIGH, mist maker SHORT, pompa SHORT.
- [R6] IF cahaya AGAK TERANG AND suhu TINGGI AND tanah BASAH THEN lampu HIGH, mist maker LONG, pompa STOP.
- [R7] IF cahaya REDUP AND suhu RENDAH AND tanah KERING THEN lampu HIGH, mist maker STOP, pompa LONG.
- [R8] IF cahaya REDUP AND suhu SEDANG AND tanah LEMBAB THEN lampu HIGH, mist maker SHORT, pompa SHORT.
- [R9] IF cahaya REDUP AND suhu TINGGI AND tanah BASAH THEN lampu HIGH, mist maker LONG, pompa STOP.

b. Pseudocode konsep rule

1. Program fuzzy kelembaban tanah

Deklarasi
 Int pin_sensor soil, pin_pompa,
 Int kelembabanTanah = (10 - ((hasilPembacaan/1023.00)*10));
 Implementasi
 Input pin_pompa, pin_sensor soil
 IF (kelembabanTanah >= 0 && kelembabanTanah <= 3)
 THEN digital Write (pompa_pin,nyala);
 delay (5000); THEN digital Write(pompa_pin,mati);
 ELSE IF (kelembabanTanah >= 2 && kelembabanTanah <= 5)
 THEN digitalWrite(pompa_pin,nyala);
 delay(2000); THEN digitalWrite(pompa_pin,mati);
 ELSE digitalWrite(pompa_pin,mati);
 ELSEdigitalWrite (pompa_pin,mati)

2. Program fuzzy nyala lampu

Deklarasi
 Int pin_relay, pin_lampu, pin_ldr
 Implementasi
 Input pin_relay, pin_lampu
 IF (nilaildr >= 0 && nilaildr <= 10)
 THEN digitalWrite(lampu_pin,HIGH);
 ELSE IF(nilaildr >= 5 && nilaildr <= 20)
 THEN digitalWrite(lampu_pin,HIGH);
 ELSE digitalWrite(lampu_pin,LOW);

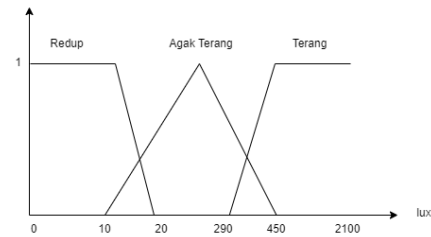
3. Program fuzzy suhu

Deklarasi
 Int pin_mistmaker, pin_dht,
 Implementasi
 IF(suhu >= 0 && suhu <= 24)
 THEN digitalWrite(mistmaker_pin,mati);

ELSE IF(suhu >= 23 && suhu <= 28)
 THEN digitalWrite(mistmaker_pin,nyala);
 delay(10000);

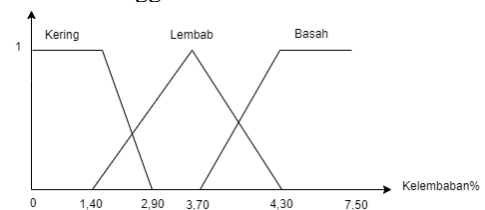
c. Grafik Keanggotaan

1. Grafik keanggotaan cahaya



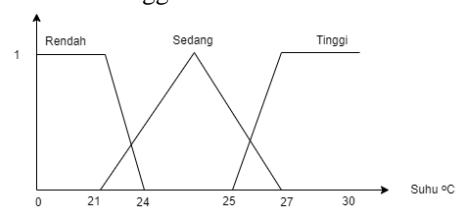
No	Kondisi	Nilai(lux)
1	Redup	0 – 20
2	Agak Terang	10 – 450
3	Terang	290 – 2100

2. Grafik keanggotaan kelembaban tanah



No	Kondisi	Nilai (%)
1	Kering	0 – 2.90
2	Lembab	1.40 – 4.30
3	Basah	3.70 – 7.50

3. Grafik keanggotaan suhu



No	Kondisi	Nilai (%)
1	Rendah	0 – 24
2	Lembab	21 – 27
3	Basah	25 – 40

4. Fungsi keanggotaan cahaya

$$\mu_{redup}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 10 \\ 20 - x & , 10 \leq x \leq 20 \\ 10 & \\ 0 & x \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{agak\ terang}(x) = \begin{cases} 0 & \\ \frac{x - 10}{10} & , 10 \leq x \leq 20 \\ 1 & , 20 \leq x \leq 290 \\ \frac{450 - x}{160} & , 290 \leq x \leq 450 \end{cases}$$

$$\mu_{terang}(x) = \begin{cases} 0 & \\ \frac{x - 290}{160} & , 290 \leq x \leq 450 \\ 1 & , x \geq 450 \end{cases}$$

5. Fungsi keanggotaan suhu

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 21 \\ \frac{24-x}{3} & 21 \leq x < 24 \\ 0 & x \geq 24 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & x < 21 \\ \frac{x-21}{3} & 21 \leq x \leq 24 \\ 1 & 24 \leq x \leq 25 \\ \frac{27-x}{2} & 25 < x \leq 28 \\ 0 & x > 28 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 25 \\ \frac{x-25}{2} & 25 < x \leq 27 \\ 1 & x \geq 27 \end{cases}$$

6. Fungsi keanggotaan kelembaban tanah

$$\mu_{kering}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 1,40 \\ \frac{2,90-x}{1,5} & 1,40 \leq x \leq 2,90 \\ 0 & x \geq 2,90 \end{cases}$$

$$\mu_{lembab}(x) = \begin{cases} 0 & x < 1,40 \\ \frac{x-1,40}{1,5} & 1,40 \leq x \leq 2,90 \\ 1 & 2,90 \leq x \leq 3,70 \\ \frac{4,30-x}{0,6} & 3,70 \leq x \leq 4,30 \\ 0 & x > 4,30 \end{cases}$$

$$\mu_{basah}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 3,70 \\ \frac{x-3,70}{0,6} & 3,70 < x \leq 4,30 \\ 1 & x \geq 4,30 \end{cases}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Hasil dan Pembahasan akan diuraikan proses perancangan dan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan dalam pembibitan kelapa sawit.

4.1. Pengujian NODEMCU ESP8266

Pada percobaan menggunakan modul ESP8266 atau modul *wifi* ini dilakukan pengujian dengan mengirim data dari sensor ke *web server*. Berikut hasilnya bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian NodeMCU

No	Waktu		Delay (Detik)
	Waktu Pengiriman	Waktu Tampil di Web	
1	19:30:00	19:30:05	5
2	19:30:16	19:30:21	5
3	19:30:33	19:30:37	5
4	19:30:50	19:30:55	5
5	19:31:15	19:30:20	5

Hasil dari pada percobaan berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa waktu tunda atau *delay* pada saat kirim data telah sesuai yaitu 5 detik. Waktu yang tampil pada serial monitor untuk pengiriman pada pukul 19:30:00 kemudian jam tampil di *web* pada pukul 19:30:05 dan seterusnya.

4.2. Pengujian Sensor Kelembaban

Dilakukan percobaan uji kelembaban tanah dengan sensor *Soil Moisture* pada bibit kelapa sawit dengan alat pembanding *Three-Way Meter* yang bisa diperhatikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian kelembaban tanah

No	Jenis Tanah	Soil Moisture	Three-Way Meter(moist)	Error %
1	Tanah Kering	1,37	1,40	2,14%
2	Tanah Lembab	3,57	3,70	3,51%
3	Tanah Basah	7,90	7,17	9,24%
Rata-rata				4,96%

Pada Tabel 2 merupakan tabel hasil percobaan pengujian sensor *soil moisture* dengan membandingkan produk *threeway meter*. Berdasarkan hasil yang diperoleh setelah membandingkan kedua alat tersebut di dapatkan rata – rata tingkat *error* sebesar 4,96 % dan perbandingan didapatkan karena ukuran panjang dari kutub sensor *soil moisture* dan *three-way meter (moist)* berbeda.

4.3. Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor ldr dengan pembanding *ligh meter lux*, sensor diujikan untuk dapat melihat berapa persen *error* pada sensor ldr. Perubahan nilai pada sensor ldr dilakukan dengan diberikan cahaya dari senter.

Tabel 3. Pengujian sensor ldr

No	Light Meter (lux)	Sensor LDR (lux)	Error (%)
1	21	21	5%
2	11	14	27%
3	10	11	10%
4	172	161	6%
5	185	187	1%
6	223	240	7%
7	282	289	2%
8	350	367	4%
9	2230	1720	22%
10	2100	1527	27%
Rata-rata			11,1%

Pada Tabel 3, adalah tabel hasil percobaan uji sensor ldr dengan membandingkan cahaya yang dapat di tangkap pada *light meter*. Berdasarkan hasil percobaan dengan membandingkan kedua alat tersebut diperoleh rata – rata besarnya *error* sensor ldr pada *light meter* sebesar 11, 1 % dan perbedaan ini disebabkan dengan adanya perbedaan sensitivitas pembaca intensitas cahaya dari sensor ldr dan juga *light meter*.

4.4. Pengujian Sensor DHT22

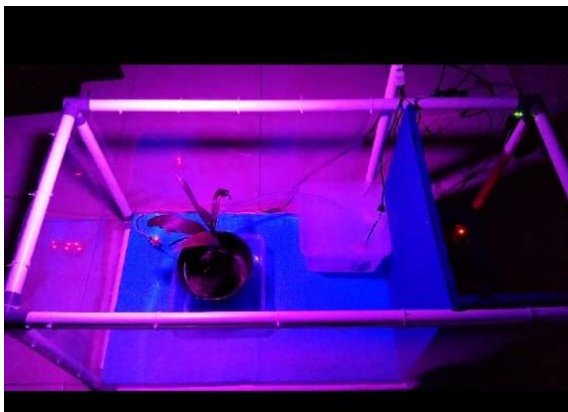
Pengujian ini menggunakan sensor *dht22*, sensor diujika dengan tujuan untuk mengetahui tingkat *error* pada sensor *dht22* dengan pembanding *hygrometer thermometer*. Dapat dilihat seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian sensor dht22

No	Sensor DHT22	Hygrometer Thermometer	Error %
1	30	30	0%
2	30	31	3%
3	28	29	3%
4	29	29	0%
5	31	32	3%
Rata-rata			1,8%

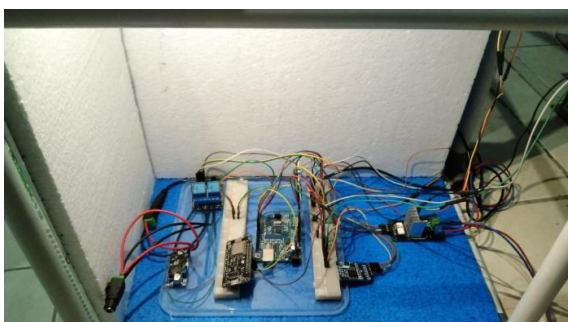
4.5. Pengujian Sistem Pembibitan Kelapa Sawit

Pengujian sistem pembibitan kelapa sawit dilakukan dengan menguji kerja sistem, komponen alat berjalan dan implementasi program. Rancangan prototype dari pembibitan kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 5. sistem pembibitan kelapa sawit

Pada gambar diatas merupakan tampilan pada saat alat dijalankan untuk dilakukan pengujian pada semua kinerja sistem yang ada, baik kinerja dari komponen maupun eksekusi program yang telah dibuat. Dimana sensor yang digunakan telah berjalan dengan baik, dimana sensor kelembaban tanah jika mendeteksi keadaan tanah bibit kering maka akan menyalakan pompa, dan sensor ldr jika mendeteksi cahaya gelap maka akan menyalakan lampu seperti pada gambar dapat terlihat nyala lampu *grow light* dan *mist maker* akan dihidupkan jika suhu tinggi.



Gambar 6. Rangkaian alat

Pada gambar 6, merupakan tampilan rangkaian alat yang telah dibuat untuk pembibitan kelapa sawit, arduino uno digunakan untuk memonitoring beberapa komponen yang digunakan seperti, sensor soil

moisture, ldr, dan sensor dht22 serta mengontrol *waterpump* dan lampu *grow light led*. *Waterpump* 12 V akan bekerja apabila sensor *soil moisture* menemukan kelembaban tanah tidak dalam kondisi normal, sensor dht22 akan berfungsi jika suhu udara kurang dari minum suhu yang ditentukan sedangkan sensor ldr berfungsi untuk pemantauan terhadap tinggi dan rendahnya cahaya intensitas diluar ruangan.

Uji coba yang dilakukan pada fungsionalitas *Web Browser* pada Sistem pembibitan kelapa sawit bisa dilihat pada Tabel 5.

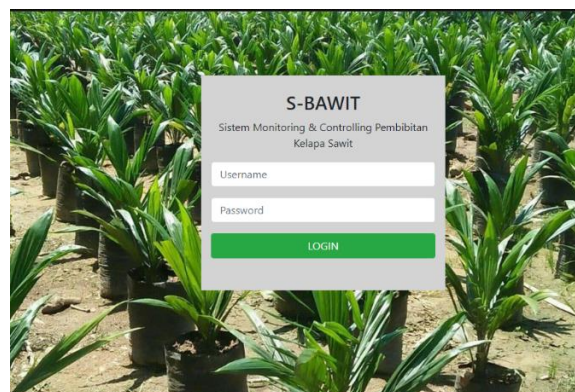
Tabel 5. Tabel pengujian non fungsional pada *web browser*.

No	Aspek Pengujian	Web Browser		
		Chrome	Mozilla Firefox	Microsoft Edge
1	Menampilkan Halaman Kontrol dan Monitoring	✓	✓	✓
2	Halaman Grafik	✓	✓	✓
3	Pengaturan Waktu Alat	✓	✓	✓
4	Responsive	✓	✓	✓

Berdasarkan hasil uji coba fungsional pada aplikasi sistem yang telah dibuat di dapat bahwa aplikasi dapat berjalan sesuai fungsinya pada web browser *Google Chrome*, *Mozilla Firefox* dan *Microsoft Edge* yaitu menampilkan data *monitoring*, *controlling* dan seluruh fungsi pada halaman bagian utama seperti panel data atau tabel dan grafik, dapat berjalan dengan baik serta semua *responsif* mulai dari aplikasi dan alat bisa berjalan dengan baik. Karena aplikasi merupakan *website responsif* yang dibuat menggunakan pemrograman PHP.

4.6. Halaman Login

Tampilan *Login Website* sistem *monitoring* dan *controlling* pembibitan kelapa sawit merupakan tampilan *login* dari *website*. Hanya *user* yang terdaftar yang dapat mengakses *website*. User dapat memasukan username dan password yang telah didaftarkan sebelumnya seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan halaman login

4.7. Tampilan Dashboard

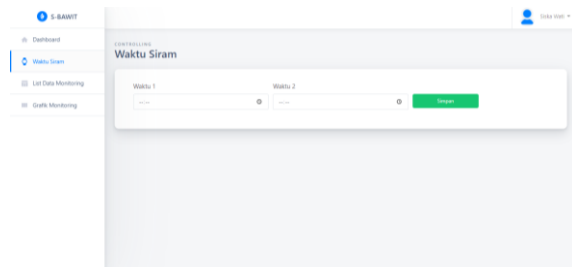
Tampilan *Dashboard* digunakan untuk melihat *history monitoring* data terakhir dan terbaru dari sensor dan waktu pada Sistem Pembibitan Kelapa Sawit seperti tampilan gambar 8.



Gambar 8. Tampilan dashboard

4.8. Tampilan Halaman Waktu Siram

Tampilan halaman waktu penyiraman tanaman dimana halaman ini digunakan untuk melakukan setting waktu penyiraman sesuai keinginan *user*.



Gambar 9. Tampilan halaman waktu siram

4.9. Tampilan Halaman List Data Monitoring

Halaman *list data monitoring*. Halaman ini berisi informasi nilai data terakhir sensor yang masuk dalam website dimana, seperti pada data ke-1 terdapat kelembaban tanah dengan nilai 3.33, suhu 32°C dan Cahaya 70 maka akan melakukan penyiraman dengan menghidupkan pompa selama 3 detik, serta mist maker akan dijalankan selama 3 detik dan lampu akan nyala redup.

No.	Tanggal	Waktu	Kelembaban Tanah	Suhu	Cahaya
1	14/02/2021	14:18:00	3.33	32	70
2	15/02/2021	20:23:18	1.55	28	50
3	16/02/2021	12:12:22	3.55	29	50
4	17/02/2021	08:13:30	3.00	28	5
5	15/02/2021	10:16:18	2.75	29	20
6	15/02/2021	21:45:22	2.6	59	16
7	15/02/2021	21:45:17	1.75	33	50

Gambar 10. Tampilan halaman list monitoring

4.10. Tampilan Halaman Grafik Monitoring

Halaman menu tampilan grafik *monitoring*. Dimana halaman ini akan menampilkan nilai data sensor per satu bulan secara *realtime*.



Gambar 11 Tampilan halaman grafik

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengujian pada sistem *monitoring* dan kontrol bibit tanaman dapat disimpulkan hasil pengujian sensor *soil moisture* telah bekerja dengan baik, untuk mengukur kondisi kelembaban tanah. Perbedaan nilai dikarenakan ukuran bentuk sensor *soil moisture* dan alat *three-way* berbeda serta pengujian sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya yang diterima untuk mengatur nyala lampu *grow light* sudah berjalan stabil dengan menggunakan pembandingan *lux light* meter. Hasil pengujian dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu sudah berjalan dengan baik untuk mengukur suhu udara yang diterima oleh sensor dengan menggunakan pembandingan *hygrometer thermometer*. Sistem penyiraman, penyinaran serta kestabilan suhu dengan menggunakan logika *fuzzy* yang dibuat telah berhasil berjalan dengan baik, dimana hasil keluaran dari sistem sesuai dengan *rule fuzzy* yang telah diprogram pada mikrokontroler. Waktu penyiraman bibit tanaman dapat diatur secara langsung pada website. Hasil pengujian *nodemcu* yang didapat bahwa jam pengiriman dan jam tampil pada web delay selama 5 detik. Hasil uji coba sensor diketahui memiliki rata-rata persentase *error* pada sensor *soil moisture* 4.96%, sensor *light dependent resistant* 14.2%, dan sensor *dht22* 1.8%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Y. B. Viktorianus Ryan Juniardy, "PROTOTYPE ALAT PENYEMPROT AIR OTOMATIS PADA KEBUN PEMBIBITAN SAWIT BERBASIS SENSOR KELEMBABAN DAN MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8," *Jurnal Sistem Komputer Universitas tanjungpura*, vol. 02, 2014.
- [2] I. W. D. Rifki Fuad, "MONITORING SISTEM PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS DALAM RUMAH KACA BERBASIS ARDUINO UNO R3," vol. 01, Mei 2018.
- [3] A. Alparahab, "PENGEMBANGAN INSTRUMEN MONITORING DAN PENYIRAMAN BIBIT CABAI RAWIT BERBASIS iot," 2021.
- [4] D. M. Alfian, "IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI BERBASIS ARDUINO," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika JATI*, Vols. Vol. 5 No,1, 2021.

- [5] I. Pahan, *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*, Jakarta: swadaya, 2008.
- [6] H. P. W. Kiswanto, "Teknologi Budidaya Kelapa Sawit," 2008.
- [7] Y. Yudhanto, "Pengantar Teknologi Internet Of Things(iot)," 2019.
- [8] M. Syahwil, "Panduan Mudah Simulasi dan Praktik: Mikrokontroller Arduino," 2013.
- [9] M. A. Setiawan, "PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN GORDEN DAN LAMPU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR LDR BERBASIS ARDUINO," 2018.
- [10] W. G. T. Siswanto, "Kendali Ruang Server Menggunakan Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi Email," *Jurnal PROSIDING seminar nasional sisfotek*, 2017.