

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Didalam bidang pengetahuan dan teknologi belakangan ini berkembang dengan pesat. dengan adanya kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi menghasilkan inovasi baru yang menuju ke arah yang lebih baik. hal ini dapat dilihat dari industri – industri yang besar, perlengkapan otomotif sampai pada peralatan listrik rumah tangga.

Berdasarkan pengamatan di lapangan dapat diidentifikasi beberapa masalah yang dihadapi oleh petani atau pekerja dalam melakukan penyiraman rutin terhadap tanaman seperti penyiraman pada pembibitan, diantaranya Luasnya area Pembibitan, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama jika bibit sawit disiram manual dengan memindahkan selang aliran air dari satu pokok ke pokok yang lain.

Saat ini kemudahan dan efisiensi waktu serta tenaga menjadi pertimbangan utama manusia dalam melakukan aktifitas. Dari waktu ke waktu kita dihadapkan pada perkembangan teknologi yang begitu pesat, sehingga membuat pekerjaan manusia semakin mudah.oleh karena itu penulis berusaha untuk membuat sistem penyiram tanaman dengan alat kontrol atau sistem otomatis pada alat.

Tanaman kelapa sawit tumbuh di daerah ketinggian 1-500 m dari permukaan laut. Kecepatan angin 5-6 km/jam, kelembaban optimal yang ideal

80-90 %. Nilai pH optimum adalah 5, 6 Jenis tanah untuk sawit adalah tanah latosol, podsolik merah kuning, hidromorf kelabu, aluvial, dan organosol/gambut tipis. Kesesuaian tanah untuk bercocok tanam kelapa sawit ditentukan oleh dua hal, yaitu sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Untuk pembibitan utama (*main nursery*) penyiraman membutuhkan air sekitar 9-18 liter/minggu untuk setiap bibit (Kiswanto dkk, 2008).

Jadi, untuk itu penulis menawarkan sebuah sistem elektronik yang menjadi solusi dari permasalahan penyiraman dan pemupukan tanaman bibit sawit yang telah dikemukakan sebelumnya. Kelebihan alat ini adalah bisa menampilkan berapa kelembaban tanah melalui LCD, menggunakan sensor kelembaban tanah. Sehubungan dengan hal tersebut, maka untuk menyelesaikan tugas akhir dibuatlah suatu sistem penyiraman dan pemupukan tanaman bibit sawit secara otomatis. Hal ini disusun dalam bentuk penulisan Tugas Akhir dengan judul "RANCANG BANGUN SISTEM PEMBIBITAN KELAPA SAWIT BERBASIS MIKROKONTROLER".

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengendalikan pompa air untuk penyiraman tanaman ?
2. Bagaimana mengendalikan pompa untuk pemupukan secara semprot ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengendalikan pompa air untuk penyiraman tanaman.
2. Untuk mengendalikan pompa untuk pemupukan secara semprot.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diberikan dalam penelitian adalah:

1. Dimensi pada alat yaitu panjang 50 cm dan lebar 50 cm
2. Sampel bibit kelapa sawit yang akan digunakan yaitu 2 bibit
3. Kelembapan tanah yang digunakan yaitu 80%-90%
4. Umur sawit yang akan diteliti mulai dari 2 bulan ,dan lama penelitiannya selama 1 bulan

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini diantara lain yaitu :

1. Merancangan Sistem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler
2. Mengetahui cara mengendalikan untuk pemupukan secara semprot
3. Mengetahui cara mengendalikan pompa untuk pemupukan
4. Mempermudah pekerjaan para Petani dan Pengusaha Kelapa Sawit khususnya di sektor Pembibitan Kelapa Sawit
5. Mempermudah Petani menghasilkan bibit kelapa sawit yang unggul dan bermutu

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pemupukan

Pemupukan pada budidaya kelapa sawit merupakan pekerjaan penambahan unsur hara secara efektif dan berimbang yang diberikan secara langsung ke tanaman maupun tidak langsung ke dalam tanah untuk mempertahankan kesuburan dengan tujuan untuk mencapai produksi tandan buah segar (TBS) dan kualitas minyak yang optimal sesuai potensi tanaman. Kekurangan salah satu unsur hara akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan vegetatif, penurunan produktivitas tanaman, serta ketidaktahanan terhadap hama dan penyakit. Menurut Sutarta dan Winarna (2003) pemupukan merupakan suatu upaya untuk menyediakan unsur hara yang cukup guna mendorong pertumbuhan vegetatif yang sehat dan produksi TBS hingga menyapai produktivitas maksimum. Namun, pengelola pemupukan pada kelapa sawit sampai saat ini masih di hadapkan kepada berbagai hambatan, antara lain saat pengadaan pupuk yang tidak tepat waktu yang berakibat langsung terhadap keterlambatan aplikasi pupuk di lapangan. Budidaya kelapa sawit meliputi beberapa tahapan kegiatan yaitu persiapan areal, pembibitan, penanaman, sensus, pokok, penyulaman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit tanaman (HPT), pengendalian gulma, kastrasi, penunasan, pemanenan, dan pemanfaatan limbah. Salah satu dari kegiatan

pemeliharaan yang memerlukan perhatian intensif yaitu pemupukan. Hal tersebut karena biaya pemupukan tergolong tinggi, kurang lebih 30% dari total biaya produksi atau 40–60 % dari biaya pemeliharaan sehingga menuntut pihak praktisi perkebunan untuk secara tepat menentukan jenis dan kualitas pupuk yang akan digunakan dan mengelolanya mulai dari pengadaan hingga aplikasinya di lapangan baik secara teknis (Sutarta, Winarna, Darmosarkoro, 2003). Praktik pemupukan memberikan kontribusi yang sangat luas dalam meningkatkan produksi dan kualitas produk yang dihasilkan. Salah satu efek pupuk yang bermanfaat yaitu meningkatkan kesuburan tanah yang menyebabkan tingkat produktivitas tanaman menjadi relatif stabil serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit dan pengaruh iklim yang tidak menguntungkan. Selain itu, pemupukan bermanfaat melengkapi persediaan unsur hara di dalam tanah sehingga kebutuhan tanaman terpenuhi dan pada akhirnya tercapai daya hasil (produktivitas) yang maksimal. Pupuk juga menggantikan unsur hara yang hilang karena pencucian dan terangkut melalui hasil panen (TBS) serta memperbaiki kondisi yang tidak menguntungkan atau mempertahankan kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit. Persiapan pemupukan terbagi menjadi tiga yaitu persiapan pupuk, organisasi penguntulan dan persiapan lapangan. Karung bekas (bekas pembungkus pupuk) dikumpulkan oleh tim pengecer dan disusun di tempat untulan. Selanjutnya, karung tersebut diserahkan ke kantor afdeling guna memastikan jumlah untulan yang dibawa ke lapangan sekaligus mengecek apakah seluruh pupuk sudah ditabur dan tidak ada yang hilang (Pahan, 2008). Terdapat aspek manajerial

pemupukan tanaman kelapa sawit yang perlu diperhatikan yaitu, perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengawasan (Pahan, 2008). Efisiensi merupakan nisbah antara hara yang dapat diserap tanaman dengan hara yang diberikan. Makin banyak hara yang dapat diserap dari pupuk yang diberikan tersebut, maka nilai efisiensi penyerapan semakin tinggi. Nilai efisiensi serapan hara secara umum adalah untuk N = 40-60% , P = 15-20% dan K = 40- 60%. Hara yang tidak dapat diserap oleh tanaman dapat disebabkan hilang karena terlindi, menguap, terbawa air limpasan dan erosi, tersemat, diambil oleh mikrobia, atau mengendap di dalam tanah (Zhang et al., 2009) Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan antara lain: pupuk diberikan secara tepat (dosis, bentuk, waktu, cara). Penggunaan pupuk anorganik bersama-sama dengan pupuk organik dilaporkan mampu meningkatkan efisiensi serapan hara. Pupuk yang dibuat lepas terkendali (controlled released fertilizer) atau lepas lambat (slow released fertilizer) dimaksudkan untuk melepas hara sesuai dengan kebutuhan tanaman (Zhang et al., 2009). Jenis pupuk yang umum digunakan dalam perkebunan kelapa sawit adalah pupuk anorganik dan pupuk organik. Dalam aplikasi di lapangan diperlukan rekomendasi pemupukan yang baik agar biaya pupuk yang mahal dapat memberikan keuntungan tinggi baik melalui peningkatan produksi maupun penggunaan pupuk yang lebih efektif dan efisien. Pemupukan kelapa sawit memerlukan beberapa pertimbangan yaitu hasil analisa tanah, hasil analisa daun, gejala defisiensi hara dan kondisi di lapangan, produktivitas kelapa sawit, kondisi iklim (Sugiyono et al, 2005)

Cara pemupukan pada fase pembibitan adalah sebagai berikut :

Pupuk Makro :

- NPK 15-15-6-4 : Pada minggu ke-2 dan ke-3 sebanyak 2 gram. Pada minggu ke-4 dan ke-5 sebanyak 4 gram. Pada minggu ke-6 dan ke-8 sebanyak 6 gram. Minggu ke-10 dan ke-12 sebanyak 8 gram.
- NPK 12-12-17-2 : Pada minggu ke-14, ke-15, ke-16 dan ke-20 sebanyak 8 gr. Pada minggu ke-22, ke-24, ke-26 dan ke-28 sebanyak 12gr. Pada minggu ke-30, ke-32, ke-34 dan ke-36 sebanyak 17gr. Minggu ke-38 dan ke-40 sebanyak 20gr.
- NPK 12-12-17-2 : Pada Minggu ke-19 dan ke-21 sebanyak 4gr. Pada minggu ke-23 dan ke-25 sebanyak 6g. Pada minggu ke-27, ke-29 dan ke-31 sebanyak 8gr.
- POC NASA : Dibeirkan mulai minggu ke-1 sampai ke-40 dengan dosis 1-2 cc per 1 liter air per bibit. Disemprotkan setiap 1-2 minggu sekali.

Hasil akan lebih baik jika saat pemupukan pembibitan ditambah aplikasi SUPERNASA sebanyak 1 – 3 kali selama proses pembibitan. Gunakan SUPERNASA dengan dosis 1 botol untuk sekitar 400 bibit. Cara aplikasinya yaitu 1 botol yang berisi 250 gram atau 0,25 liter SUPERNASA diencerkan dengan 4 liter air untuk dijadikan sebagai larutan induk. Kemudian setiap 10 ml larutan induk diencerkan dengan 1 liter air untuk penyiraman. Setiap 1 bibit dibutuhkan 0,625 gram pupuk SUPERNASA dan dilarutkan dengan air 10 ml.

2. Penyiraman

Penyiraman tanaman merupakan suatu kegiatan yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemeliharaan tanaman, dikarenakan tanaman memerlukan asupan air yang cukup untuk melakukan fotosintesis dalam memperoleh kebutuhannya untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu pemberian air yang cukup merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman, karena air berpengaruh terhadap kelembaban tanah. Tanpa air yang cukup produktivitas suatu tanaman tidak akan maksimal. Berdasarkan uraian di atas tentang pentingnya mengatur kelembaban tanah yang tepat, maka perlu dirancang sebuah alat yang dapat memantau kelembaban tanah.

3. Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) adalah tanaman yang berasal dari benua afrika. Tanaman ini dapat tumbuh dengan curah hujan yang ideal sekitar 2.000 mm/tahun dan suhu rata-rata untuk produksi buah pertahun berkisar antara 22-23°C serta dapat hidup di tanah gambut, pasang surut, dan mineral .

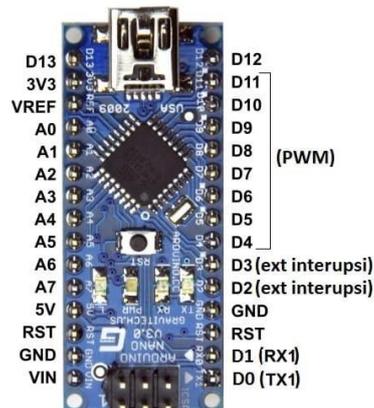
Pembibitan kelapa sawit terbagi menjadi dua. Pertama adalah pembibitan satu tahap dengan menanam kecambah kelapa sawit langsung ke polibag besar atau langsung pada pembibitan utama (*main nursery*). Sedangkan pembibitan dua tahap adalah menanam kecambah di polibag kecil pada pembibitan awal (*pre nursery*) dan dipindahkan jika sudah berumur 3-4 bulan ke polibag besar (*main nursery*) .



Gambar. 2.1 Bibit Kelapa Sawit

4. Arduino Nano

Arduino Nano adalah modul mikrokontroler yang berbasis pada IC ATmega328 (Arduino Nano 3.0) atau ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Dia memiliki 14 digital I/O dengan 6 pin di antaranya mendukung PWM, 8 input analog, 1 jalur UART, 16 MHz crystal oscillator, sebuah koneksi Mini-B USB, konektor ICSP, dan sebuah tombol reset. Dia juga memiliki keseluruhan komponen yang dapat mendukung jalannya mikrokontroler atau sering disebut dengan sistem minimum.(Nabawi, 2019) Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil menyimpan banyak fasilitas dengan dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat micro USB. 14 pin I/O digital, dan 8 Pin masukan Analog (lebih banyak dari Uno) Dan ada yang menggunakan ATMEGA 168, atau ATMEGA 328.(NOVARIA, 2017) Spesifikasi arduino nano dapat dilihat pada tabel 7



Gambar 2.2 Arduino Nano

5. Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah atau dalam istilah bahasa Inggris *soil moisture sensor* adalah jenis sensor kelembaban yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*).

Sensor kelembaban tanah adalah sejenis sensor yang mendeteksi keberadaan ketinggian air di dalam tanah, sensor ini dapat mendeteksi ketinggian air dengan probe dua sisi yang berbeda. Kedua sisi probe ini bertindak sebagai *rheostat*, dan pada prinsipnya, jika *rheostat* probe ini mendeteksi banyak air di tanah.

Sensor ini berupa dua lempengan konduktor berbentuk pisau berbahan logam yang sangat sensitif terhadap muatan listrik dalam suatu media khususnya tanah. Kedua lempengan logam tersebut merupakan media yang akan menghantarkan tegangan analog berupa tegangan listrik yang nilainya relatif kecil berkisar antara 3,3-5 volt dan baru kemudian tegangan tersebut akan diubah menjadi tegangan digital untuk diproses lebih lanjut oleh sistem (Pamungkas, 2010).



Gambar. 2.3 Sensor *Soil Moisture*

6. Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah adalah tingkat keasaman yang digunakan untuk menunjukkan seberapa asam atau basa suatu larutan. Ini didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion Hidrogen (H^+) terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala mutlak. Ini melibatkan seperangkat larutan standar yang pH-nya ditentukan oleh kesepakatan internasional.



Gambar. 2 2 Sensor pH Tanah

7. Pompa Air DC

Pompa air adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan zat cair/air dari suatu tempat ke tempat lain yang biasanya menggunakan energi listrik sebagai tenaga untuk mendorong air dengan cara menaikkan tekanan zat cair untuk mengatasi hambatan aliran. Prinsip pengoperasian pompa air mengubah energi motor menjadi energi aliran fluida.



Gambar. 2 3 Pompa Air DC

8. *Liquid Crystal Display (LCD) 20X4*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan (*Liquid Crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. LCD pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *backlight* (lampu latar belakang) dan bagian *Liquid Cristal* (Kristal Cair). LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewati. Oleh karena itu, LCD memerlukan *backlight* untuk sumber cahayanya. LCD dengan 4 baris 20 karakter (20x4) memiliki 20 nomor pin, dimana masing-masing pin memiliki tanda *symbol* dan juga fungsi-fungsinya.

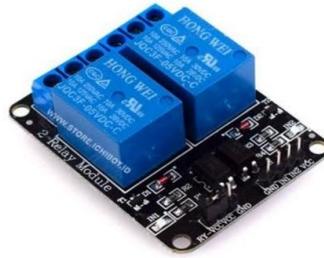
Gambar. 2 4 *Liquid Crystal Display 20x4*

LCD merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu tampilan besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan diketahui melalui tampilan pada layar LCD. Pada perancangan *prototype* ini digunakan LCD 20x4 yang berfungsi untuk menampilkan sinyal dari sensor dalam bentuk angka digital.

9. Module Relay

Relay adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya, ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. *Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A/AC 220V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 volt DC).

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Penemu relay pertama kali adalah Joseph Henry padatahun 1835 (Elangasaki,2013)



Gambar 2.6 Modul Relay

B. Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Gerry Dwi Utomo, Dedi Triyanto, Uray Ristian (2021) yang berjudul *“Sistem Monitoring Dan Kontrol Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Internet of Things”*. Tanaman yang dapat tumbuh didaerah tropis salah satunya kelapa sawit. Ada beberapa tahapan dalam budidaya kelapa sawit salah satunya adalah pembibitan. Proses pembibitan masih menggunakan cara manual dalam hal penyiraman maupun pemupukan. Selain itu, petani tidak dapat mengetahui nilai kelembaban tanah dan pH tanah pada pembibitan kelapa sawit. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan sebuah sistem kontrol berbasis *mikrocontroller* yang dapat dikendalikan melalui website sehingga memudahkan petani dalam memonitoring dan kontrol pembibitan sawit dari jarak jauh. ESP32 digunakan sebagai pengatur keseluruhan komponen perangkat keras dan lunak, sensor capacitive *soil moisture* untuk mengukur kelembaban tanah, sensor pH tanah untuk mengukur tingkat keasaman atau basa tanah, dan sensor ultrasonik untuk menghitung sisa air pupuk. Pada sistem kontrol, pengguna dapat mengatur jadwal penyiraman air pada pagi dan sore hari serta pemupukan yang dapat dikendalikan dengan menekan tombol on/off. Hasil

pengujian sistem pembacaan masing-masing sensor didapatkan nilai error 0,0173% dan 0,0296% sensor kelembaban, 0,0412% dan 0,0415% sensor pH tanah, dan 0,1068% sensor ultrasonik. Hasil pengujian sistem yang diterapkan pada proses pembibitan kelapa sawit pada hari ke-12 menunjukkan pertumbuhan daun yang lebih cepat dibandingkan dengan proses pembibitan yang dilakukan secara manual.

Penelitian yang dilakukan oleh Rendra Novrizal (2019) yang berjudul ***“Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Bibit Sawit Berbasis Android Menggunakan Arduino”***. Penyiraman bibit sawit di area pembibitan PT. Duta Palma Nusantara merupakan salah satu aktifitas penting, disamping sebagai perkebunan kelapa sawit, perusahaan ini melakukan pembibitan sendiri, permasalahan yang dihadapi saat ini adalah penyiraman bibit dengan area yang begitu luas adalah penyiraman masih dilakukan secara manual. Skripsi ini berisikan tentang perancangan Sistem Penyiram Tanaman Bibit Sawit Berbasis android menggunakan arduino. Fitur yang ada dalam sistem tersebut antara lain Arduino sebagai mikrontroler dan Bluetooth HC-05 Module sebagai antarmuka instruksi, Motor servo sebagai output serta android sebagai media kontrol buka tutup kran yang terhubung dengan sistem arduino menggunakan modul bluetooth. Berdasarkan hal tersebut, dibuatlah Sistem Penyiram Tanaman Bibit Sawit Berbasis android menggunakan arduino sehingga dapat membantu meringankan pekerjaan manusia terutama dalam penyiraman bibit kelapa sawit.

Penelitian yang dilakukan oleh Viktorianus Ryan Juniardy, Dedi Triyanto, Yulrio Brianorman (2014) yang berjudul ***“Prototype Alat Penyemprot Air***

Otomatis Pada Kebun Pembibitan Sawit Berbasis Sensor Kelembaban Dan Mikrokontroler AVR Atmega8". Pembibitan kelapa sawit saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, namun dalam proses penyiraman pada tahapan pembibitan kelapa sawit itu sendiri masih dilakukan secara manual. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini dibuatlah sebuah sistem otomatis dengan menggunakan mikrokontroler AVR ATmega8 sebagai pengendali utama sistem. Dengan variabel kelembaban media tanam sebagai pengatur waktu penyiraman, dibuatlah sebuah prototype alat penyemprot air yang dapat melakukan penyiraman secara otomatis. Prototype alat penyemprot air otomatis ini dilengkapi empat buah sensor kelembaban tanah yang digunakan untuk membaca nilai kelembaban media tanam kelapa sawit sekaligus berfungsi sebagai masukan sistem, *LCD* sebagai media monitoring kinerja sistem, dan *relay* yang berfungsi menghidupkan dan mematikan pompa air yang terhubung ke instalasi pipa penyiraman media tanam. Penyiraman bibit kelapa sawit dilakukan ketika sensor kelembaban tanah mendeteksi nilai kelembaban di dalam media tanam telah berada di bawah ambang batas bawah sistem bekerja dan menghentikan penyiraman ketika hasil pembacaan sensor menunjukkan nilai kelembaban media tanam berada di atas ambang batas atas sistem bekerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Roji April Naldi (2022) yang berjudul ***"Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Internet of Things"*** . Dengan adanya prototype sistem monitoring dan kontrol pembibitan kelapa sawit yang sudah berbasis internet of things yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Hal ini dapat memudahkan petani dalam efisien

waktu memonitoring dan kontrol pembibitan dalam segi penyiraman pembibitan, pemupukan, pengecekan kadar pH, dan kelembapan tanah. Hal ini terbukti dengan adanya aplikasi blynk yang diakses petani dapat melihat nilai kelembapan tanah, pH tanah, sisa air pupuk secara realtime, petani juga dapat mengontrol penyiraman air dan pemberian nutrisi dengan menekan push button penyiraman dan pemberian nutrisi pada aplikasi blynk.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode Research and Development (R&D). Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem pembibitan kelapa sawit dengan mengendalikan penyiraman dan pemupukan berdasarkan pH tanah dan kelembaban tanah.

B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di mamuju sulawesi barat Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare dan waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 1 bulan 2023.

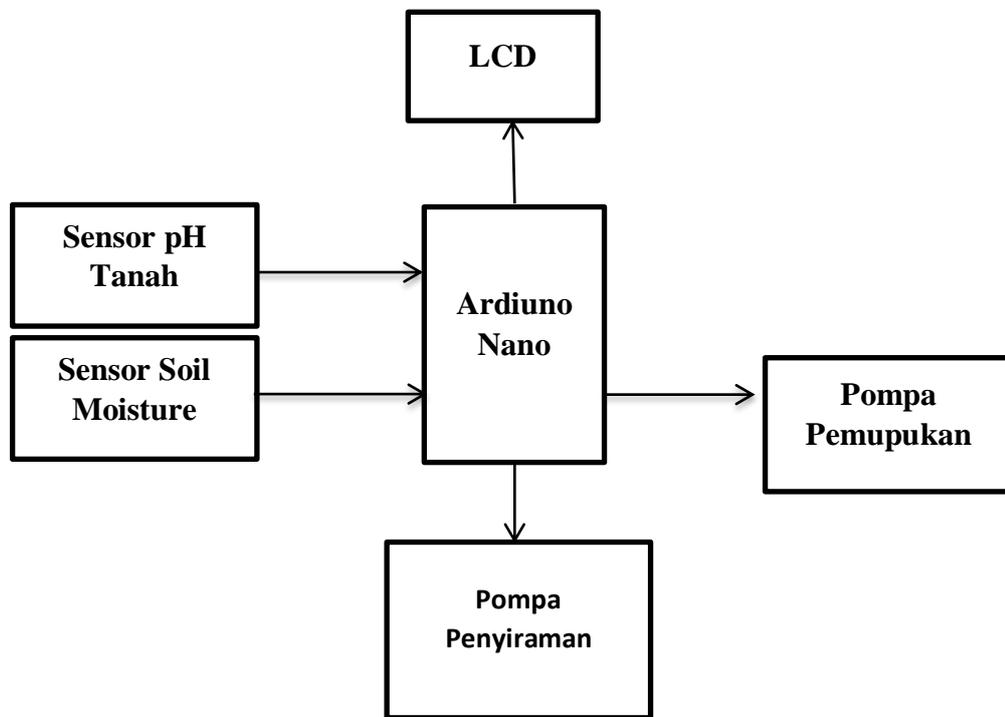
C. Alat dan Bahan

Tabel.3 1 Alat dan Bahan

| Uraian | Jumlah |
|-------------------------------|---------------|
| Bibit Kelapa Sawit | 2 |
| Mikrokontroler (Arduino Nano) | 1 |
| Sensor Kelembaban Tanah | 1 |
| Sensor pH Tanah | 1 |
| Pompa Air | 2 |

D. Rancangan Penelitian

Dalam pembuatan system ini perlu adanya perancangan *diagram blok* dimaksud agar lebih mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan

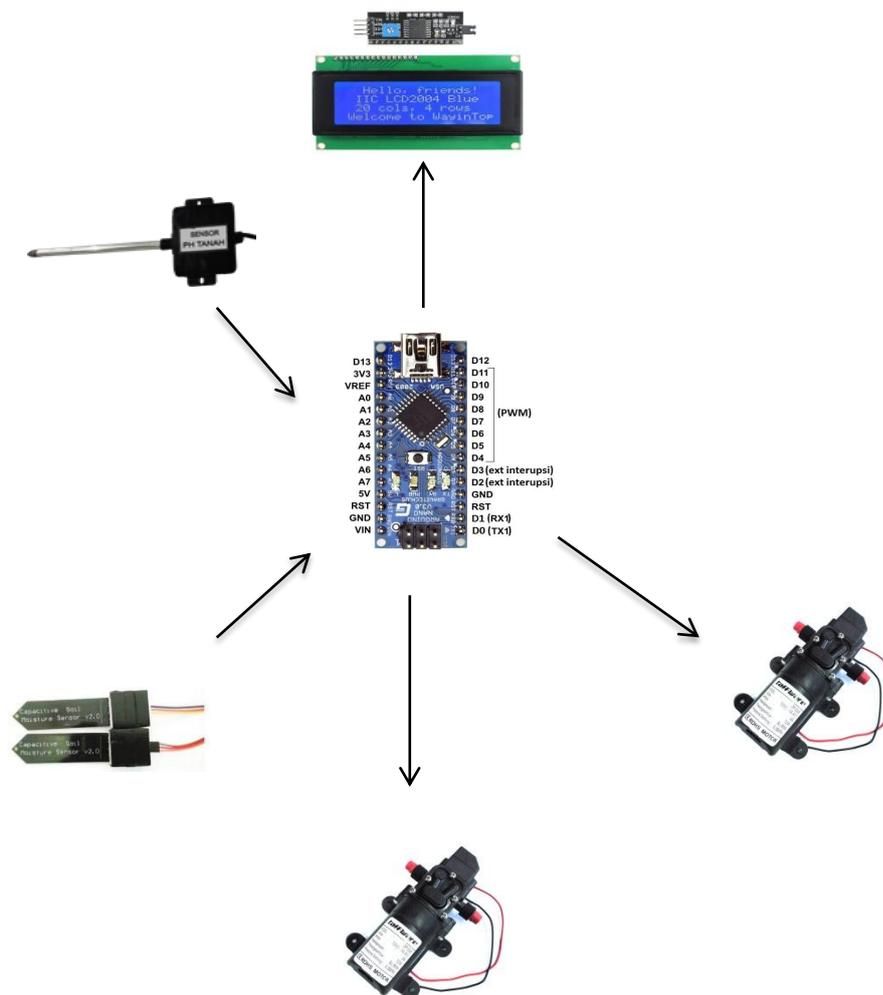


Gambar. 3. 1 Blog Diagram Rancangan Bangun Sistem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler

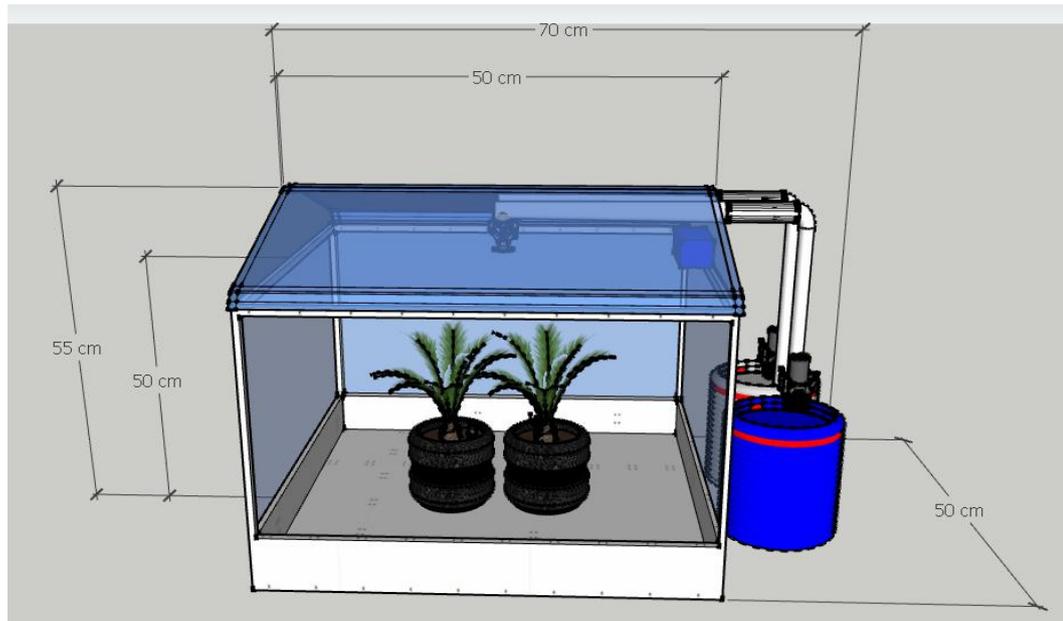
Prinsip Kerja :

1. Sensor Soil Moisture untuk mendeteksi kelembaban tanah
2. Sensor pH Tanah untuk mendeteksi pH tanah yang cocok untuk tanaman kelapa sawit yaitu pH 4,5,6. Akan dikirim ke Arduino Uno
3. Arduino Uno akan memproses data yang diterima dari Sensor pH Tanah, diteruskan ke pompa penyiraman
4. Pompa akan berfungsi langsung untuk menyiram tanaman Kelapa Sawit

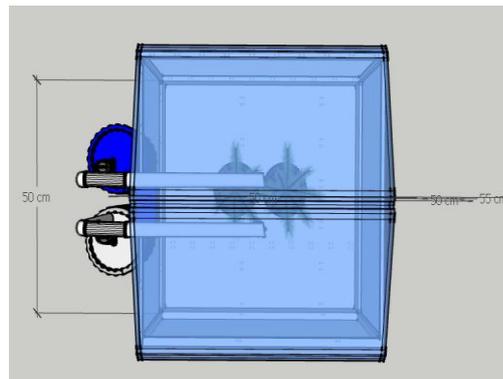
5. Pompa khusus untuk penyemprotan bibit akan berfungsi langsung.
6. LCD untuk menampilkan nilai



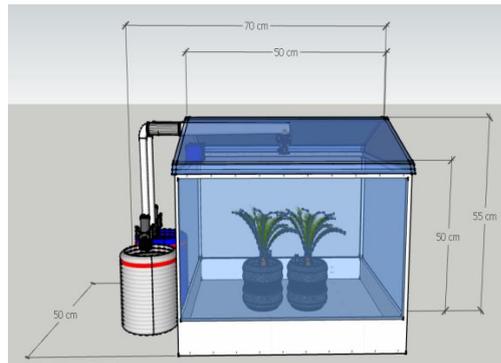
Gambar. 3.2 Diagram Rancangan Bangun Sistem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler



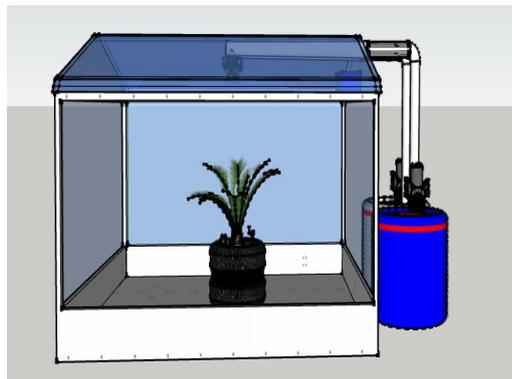
Gambar. 3. 3 Tiga Dimensi Sitem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler



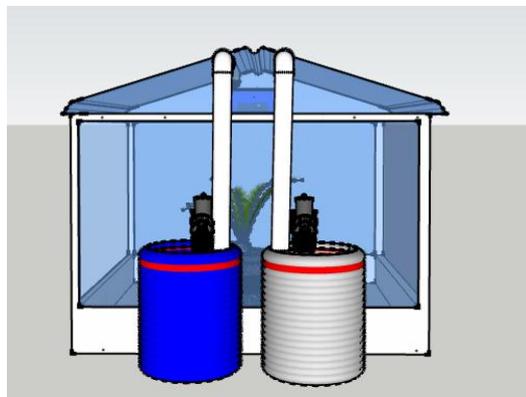
Gambar. 3. 4 Tampak Atas



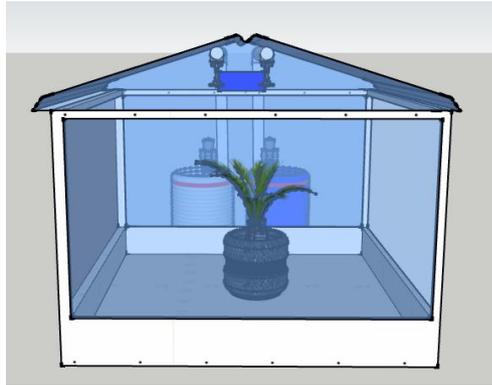
Gambar. 3. 5 Tampak Belakang



Gambar. 3. 6 Tampak Depan



Gambar. 3. 7 Tampak Kanan



Gambar. 3 8 Tampak Kiri

E. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik yang digunakan dalam pengumpulan data untuk Perancangan dan Pembuatan Sistem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler antara lain :

1. Studi Literatul dan Observasi yaitu mengumpulkan informasi berupa teori pendukung atau referensi yang akan digunakan pada penelitian dan mengumpulkan data.
2. Tahap Analisis kebutuhan yaitu kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras (hardware) meliputi rangkaian sistem yang akan dibangun. Perancangan perangkat lunak (*software*) seperti kode program yang dibuat dan mengoperasikannya pada alat. Tahap selanjutnya adalah implementasi dengan menggabungkan hasil perancangan hardware dan *software* yang nantinya akan direalisasikan ke bentuk nyata.
3. Tahap Pengujian Sistem yang bertujuan untuk mengetahui cara kerja sebuah sistem yang telah dibuat. Jika sistem tidak berhasil, maka

dilakukan ulang pada tahap perancangan. Jika sistem berhasil bekerja sesuai kondisinya maka akan dilakukan analisa.

4. Tahap Analisa bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem tersebut bekerja mulai dari monitoring, kontrol dan nilai *error*.

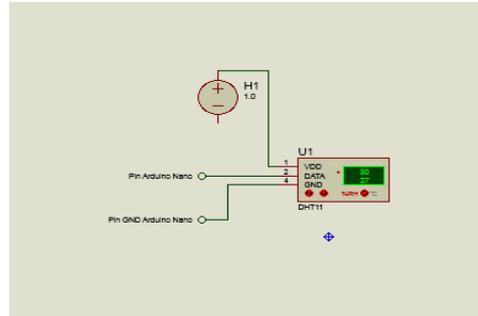
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Perangkat Keras

Pada proses perancangan tugas akhir ini pada dasarnya memiliki dua metode bagian perancangan diantaranya perangkat keras (*Hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*Program*). Perancangan perangkat keras berupa penyusunan komponen yang digunakan seperti arduino uno, sensor pH tanah, *soil moisture*, *modul relay*, *water pump*, *LCD*, *power supply*, dan komponen-komponen elektronik lainnya sebagai satu kesatuan system rangkaian yang bisa bekerja sesuai fungsinya. Dimana setiap sensor menjadi input, arduino nano menjadi proses, *LCD*, *water pump* menjadi output, sensor pH tanah untuk mendeteksi pembacaan tingkat keasaman tanah agar dapat mengirimkan data ke Arduino nano kemudian arduino nano akan mengelola data untuk mengaktifkan *relay 1* agar mesin *water pump DC* dapat memompa dan menyemprotkan cairan pupuk ke bibit kelapa sawit. Begitupun dengan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah agar dapat mengirim data ke arduino nano kemudian arduino nano akan mengelola data untuk mengaktifkan *relay 2* agar mesin *water pump DC* dapat memompa dan menyemprotkan cairan air ke bibit kelapa sawit. Kemudian nilai pH tanah maupun kelembaban akan ditampilkan melalui LCD dan ketika nilai pH menunjukkan nilai yang sudah ditetapkan maka *water pump* akan mati dengan sendirinya.

1. Rangkaian Pengukur pH Tanah

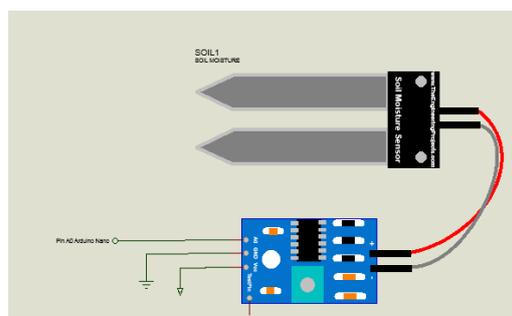


Gambar 4.1 Rangkaian Pengukur pH Tanah

Pada rangkaian di atas sensor pH tanah pada alat rangkaian berfungsi sebagai pengukur tingkat keasam tanah pada bibit kelapa sawit, rangkaian sensor pH tanah terhubung ke pin yang ada pada arduino nano.

Pada pin yang ada pada rangkaian diatas dijelaskan bahwa pin vcc pH tanah dihubungkan ke pin 5V arduino nano sebagai masukan tegangan, pin data dihubungkan ke pin A2 arduino nano sebagai masukan analog, dan pin GND dihubungkan ke pin GND arduino nano sebagai ground.

2. Rangkaian Pengukur Kelembaban (*Soil Moisture*)

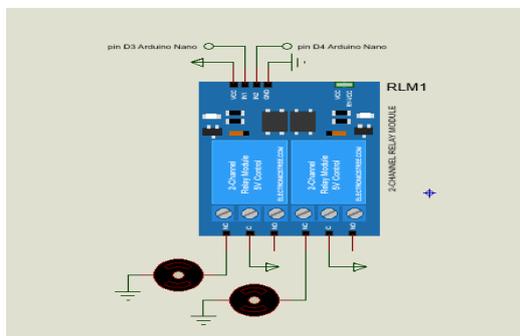


Gambar 4.2 Rangkaian pengukur Kelembaban (*Soil Moisture*)

Pada rangkaian diatas sensor *soil moisture* pada rangkaian alat berfungsi sebagai pengukur tingkat kelembaban tanah pada bibit kelapa sawit. Rangkaian sensor *soil moisture* terhung ke pin arduino nano.

Pada pin yang ada pada rangkaian di atas dijelaskan bahwa pin *soil moisture* dimana pin A0 terhubung pada pin A0 arduino nano sebagai masukan analog, pin GND terhung ke pin GND sebagai grounding dan pin vcc dihubungkan ke pin *power suplay* sebagai masukan tegangan.

3. Rangkaian Penggerak *Water Pump DC*

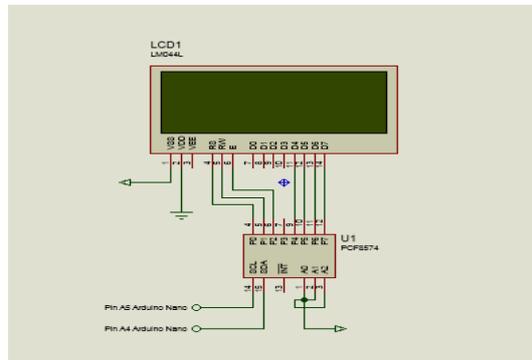


Gambar 4.3 Rangkaian Penggerak *Water Pump DC*

Pada gambar rangkaian diatas *water pump DC* digunakan untuk memompa cairan pupuk dan air untuk disemprotkan ke bibit kelapa sawit. Dimana pada pin rangkaian diatas dijelaskan bahwa pin vcc terhung pada pin 5V sebagai masukan tegangan, pin IN1 terhubung pada pin D3 arduino nano sebagai pin yang dapat di konfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun dan berubah nilai, pin IN2 terhubung pada pin D4 arduino nano sebagai pin yang memungkinkan untuk menggunakan fitur *PWM (Pulse Width Modulation)*, pin GND terhung pada pin GND arduino nano sebagai grounding.

Rangkaian penggerak yang terhubung sebagai keluaran dari *water pump DC*. Dimana alat ini berfungsi untuk mengatur keluarnya cairan pupuk dan air.

4. Rangkaian Tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*)

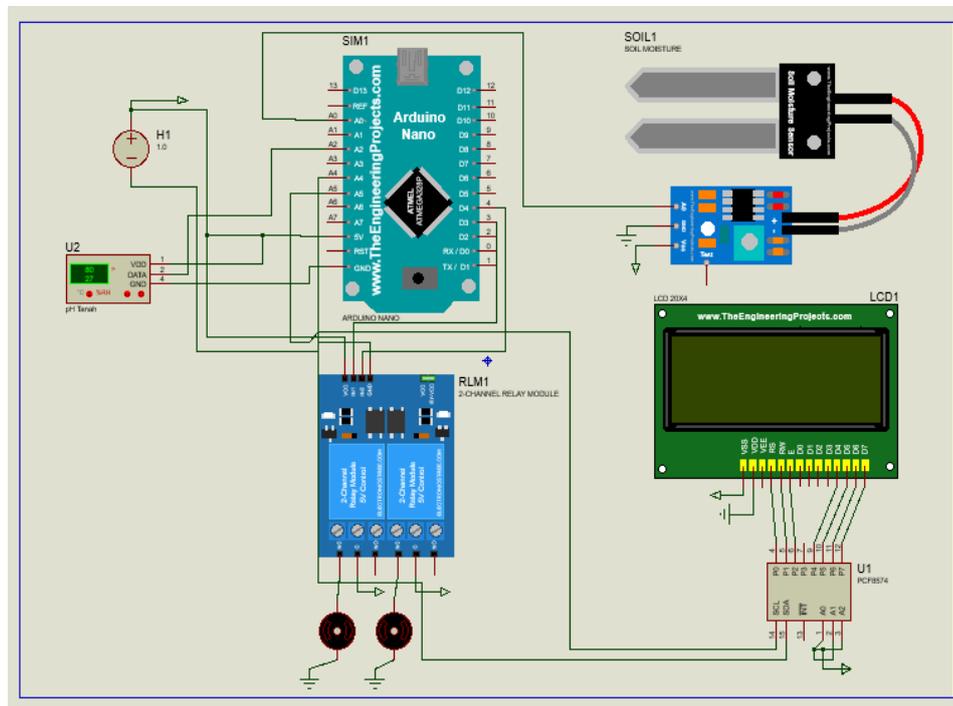


Gambar 4.4 Rangkaian Tampilan LCD

Pada rangkaian LCD alat berfungsi untuk menampilkan karakter pada LCD dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampilan utama. Dimana pin vcc dihubungkan dengan pin A5 arduino nano sebagai masukan tegangan, pin GND dihubungkan dengan pin GND arduino nano sebagai grounding, pin SCL dihubungkan pada pin A5 arduino nano sebagai pin analog digunakan sebagai komunikasi I2C, pin SDA dihubungkan dengan pin A4 arduino nano sebagai pin analog digunakan sebagai komunikasi I2C.

Pada proses perancangan *hardware*, digunakan komponen-komponen perangkat keras yang terhubung satu sama lain. Perangkat keras yang digunakan ada beberapa yaitu arduino berfungsi untuk membaca sensor pH tanah dan kelembapan, dan pompa berfungsi untuk menyiram secara otomatis ketika nilai pH tanah ataupun kelembapan kurang dari yang sudah ditentukan, kemudian nilai

yang didapat dari pH tanah dan kelembapan akan diperlihatkan melalui LCD 20x4.



Gambar 4.5 Rangkaian Keseluruhan

Prinsip kerja pada rangkaian diatas dimana terdapat 2 buah sensor berbeda yang tertancap pada polibek bibit kelapa sawit yaitu pH tanah dan kelembapan. Dimana dari sensor pH tanah itu sendiri berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman tanah, ketika keasaman tanah bibit kelapa sawit dibawah angka yang sudah ditentukan maka water pump akan memompa cairan pupuk untuk menyiram tanamaman bibit kelapa sawit. Maka *relay* akan berfungsi untuk ON dan delay water pump agar penyiraman yang diberikan terjaga. Begitupun juga dengan sensor *soil moisture* berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan bibit kelapa sawit, ketika nilai kelembapan bibit kelapa sawit dibawah angka yang

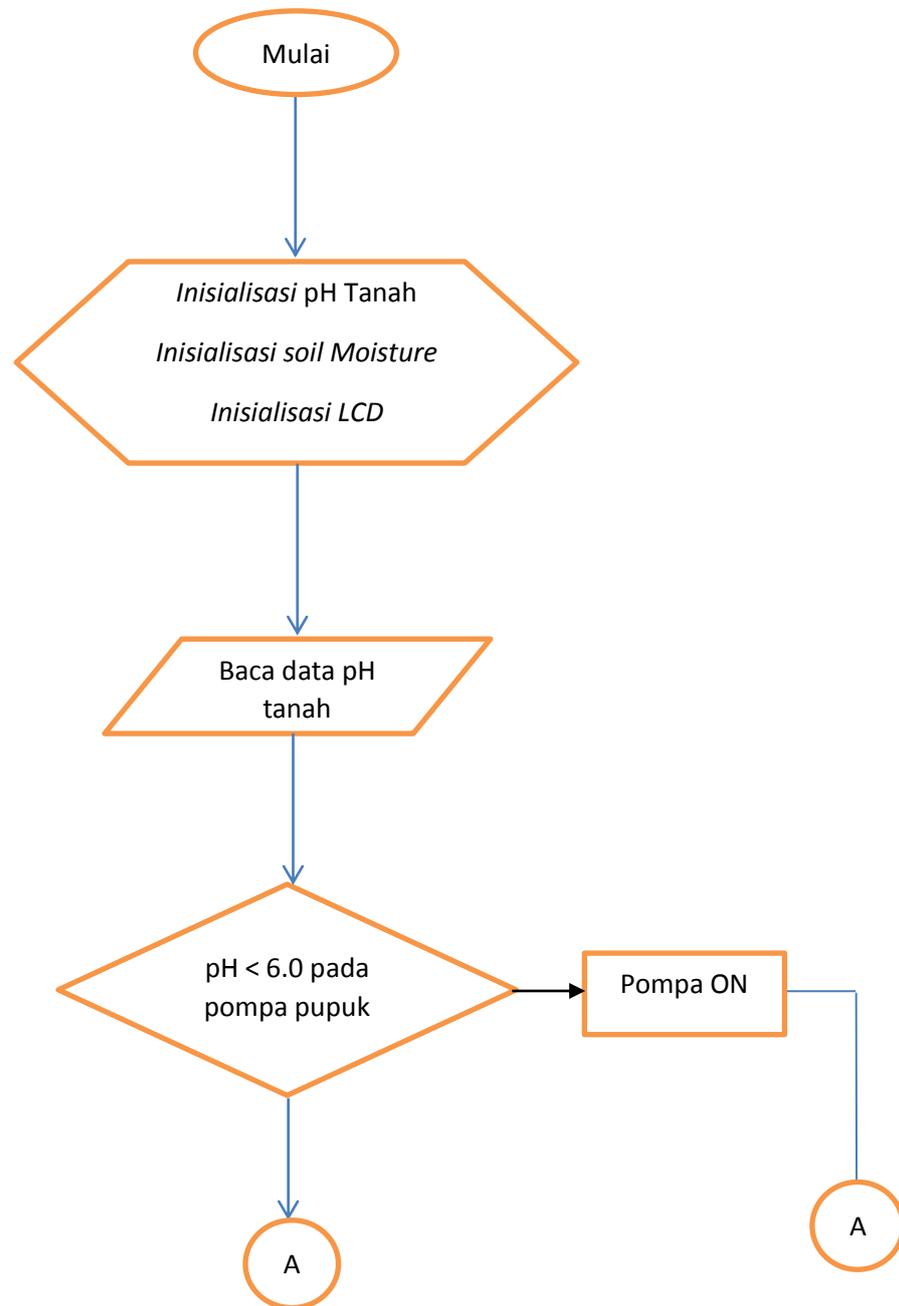
sudah ditentukan maka water pupm akan menyala lalu memompa air unuk menyiram tanaman bibit kelapa sawit. Ketika nilai bibit kelapa sawit sudah mencapai dari nilai yang sudah ditentukan baik itu pH tanah maupun kelembaban, maka water pupm akan OFF dengan sendirinya.

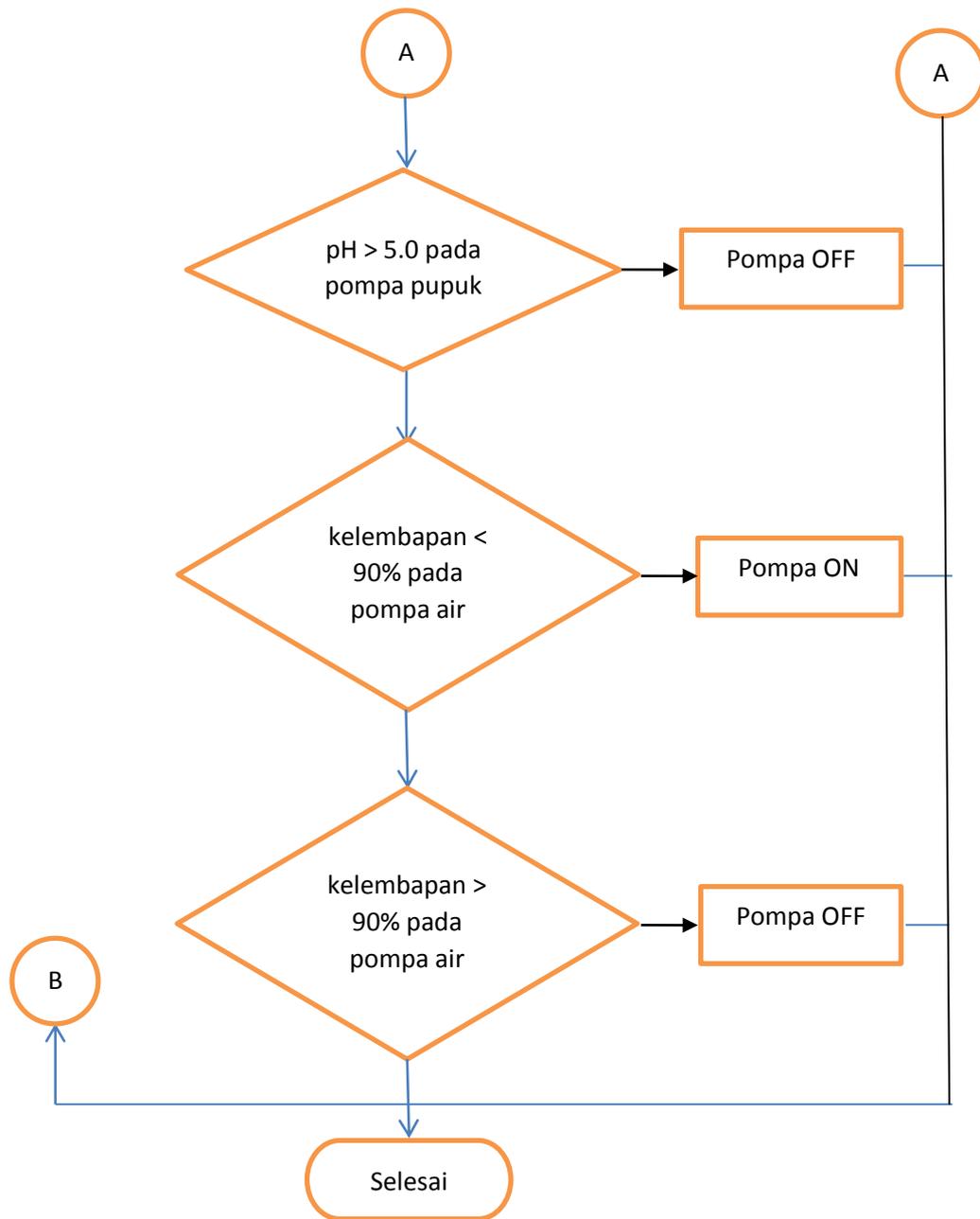
B. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam tugas akhir ini menggunakan Arduino yang mengontrol bagian perangkat lunak ini adalah bagian bagian pembuatan program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler yaitu berupa perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan.

a. Flowchart

Berikut adalah flowchart program pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler dibawah ini :





Gambar 4.6 *Flowchart* Sistem Rangkaian

Uraian program

Pembuatan perangkat lunak merupakan bagian dari pembuatan program yang dimasukkan kedalam mikrokontroler sebagai perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan ke alat. Adapun programnya sebagai berikut:

1) Sketch untuk menampilkan pembacaan sensor pH

Program ini dibuat berdasarkan pembacaan sensor pH tanah dengan mengukur keasaman tanah

```
void loop() {
  for(byte i=0; i<10; i++){ //Get 10 sample
    buf[i]=analogRead(sensorPH);
    delay(300);
  }

  for(int i=0; i<9; i++){ //sort the analog from small to
  large{
    for(int j=i+1; j<10; j++){
      if(buf[i]>buf[j]){
        temp=buf[i];
        buf[i]=buf[j];
        buf[j]=temp;
      }
    }
  }
}
```

Program diatas berfungsi untuk membaca sensor pH sebanyak 10 data, data sebanyak 10 dari kecil ke besar diambil dari 6 data tengah dirata-ratakan. Kemudian nilai rata-rata dikoneksikan menjadi nilai data pH. *Void loop* untuk menjalankan program yang telah diperintahkan yang nanti akan menerima data setelah menjalankan program dan melihat hasilnya di serial monitor. Pertama masukkan sensor pH kedalam tanah pembibitan setelah itu sambungkan dengan program arduino untuk melihat hasil di serial monitor.

2). Sketch 6 data LCD

```
for(byte i=2; i<8; i++){
    Serial.println(" data["+String(i)+"]= "+ String(buf[i]));
}
```

Program ini berfungsi untuk menampilkan di LCD 6 data medium

3). Sketch rata-rata data ADC

```
adcPH=0;
for(int i=2; i<8; i++) { adcPH+=buf[i]; } //jumlahkan 6 data
tengah
Serial.println("jumlah Data = "+String(adcPH));

Rerata_adcPH=adcPH/6.0; //hitung rata-rata
teg=3.3*(Rerata_adcPH/1023);
Serial.println("Rerata Data = "+String(Rerata_adcPH));
```

Program ini berfungsi untuk menampilkan rata-rata data adc pH

4). Sketch pembacaan data *moisture*

```
adcMst = analogRead(sensorMoisture);
```

program ini berfungsi untuk pembacaan data adc pada *moisture*

5). Sketch mengubah data adc menjadi data pH dan *moisture*

```
pH = (-0.0139*Rerata_adcPH)+9.7851;
if(adcMst<400) adcMst=400; if(adcMst>920) adcMst=920;
Mst=map(adcMst, 400, 920, 100, 0);
Serial.println("pH = "+String(pH));
Serial.println("MS = "+String(Mst)+" %");
```

Program ini berfungsi untuk mengubah data adc pH menjadi data pH, dan mengubah data *adc moisture* menjadi data *moisture*.

6). Sketch pemrograman aktuator (*pompa*)

```
#define sensorMoisture A0
#define Relay1 3 //pompa pupuk
#define Relay2 4 //pompa AIR
```

```
if(pH<6.0 && !sTP) {
  sTP=1;
  digitalWrite(Relay1,0); //pompa pupuk ON
  delay(1000);
  digitalWrite(Relay1,1); //pompa pupuk OFF
  previousT1=millis();
}
lastT1=millis();
if(lastT1-previousT1>limitT1 && sTP) sTP=0;

if(Mst<90 && !sTA) {
  sTA=1;
  digitalWrite(Relay2,0); //pompa AIR ON
  delay(1000);
  digitalWrite(Relay2,1); //pompa AIR OFF
  previousT2=millis();
}
lastT2=millis();
if(lastT2-previousT2>limitT2 && sTA) sTA=0;
}
```

Pada program pompa dapat kita lihat dimana nilai pH yang sudah ditentukan <6.0 (lebih kecil dari pH6.0) maka pompa akan ON secara otomatis menyemprotkan pupuk cair dan *relay* berfungsi sebagai delay pompa. Ketika nilai pompa >6.0 (lebih besar dari 6.0) maka pompa akan OFF.

Begitupun juga dengan sensor *soil moisture* dimana nilai *moisture* yang ditentukan <90 (lebih kecil dari 90) maka pompa akan ON secara otomatis

menyemprotkan cairan air dan *relay* sebagai *delay* pompa. Ketika nilai *moistur* >90 (lebih besar dari 90) maka pompa akan OFF.

6). Sketch library LCD

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
```

Library itu sendiri berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam menulis sketch atau program. Dimana kumpulan kode program arduino dasar yang dikemas untuk memberikan perintah terhadap suatu komponen agar bekerja sesuai fungsinya.



Gambar 4.7 LCD pada box alat

Pada gambar diatas terlihat tampilan LCD pada box alat rangkaian, dimana yang ditampilkan ialah *adc*pH, pH, *adc*Moisture, moisture, dan tegangan.

C. Pengujian Alat

1. Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman (*acid*) atau kebasaan (*alkali*) tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah ini memiliki *range* 3.5 hingga 8. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroler lainnya, tanpa harus memakai modul penguat tambahan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dengan takaran cairan pupuk pH tanah sebanyak 0 – 100 ml, dengan dilakukan pengukuran tegangan sebanyak 5 kali. Dimana dari 1 takaran pupuk cair dengan 5 kali percobaan pengukuran tegangan yang dilakukan, dari ke 5 percobaan pengukuran tersebut nilai yang didapat tidak jauh berbeda antara ke 5 percobaan tersebut dan begitupula dengan 10 kali pengujian yang lain dilakukan dalam metode yang sama.



Gambar 4.8 Sensor pH Tanah

Tabel 4.1 Pengujian Sensor pH Tanah

| Takaran Pupuk | Tegangan (volt) | | | | |
|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 ml | 0,020 | 0,035 | 0,021 | 0,020 | 0,035 |
| 10 ml | 0,364 | 0,285 | 0,228 | 0,325 | 0,331 |
| 20 ml | 0,370 | 0,293 | 0,330 | 0,343 | 0,343 |
| 30 ml | 0,372 | 0,296 | 0,372 | 0,375 | 0,370 |
| 40 ml | 0,375 | 0,300 | 0,380 | 0,380 | 0,379 |
| 50 ml | 0,368 | 0,335 | 0,381 | 0,388 | 0,380 |
| 60 ml | 0,390 | 0,390 | 0,385 | 0,400 | 0,390 |
| 70 ml | 0,452 | 0,420 | 0,390 | 0,420 | 0,420 |
| 80 ml | 0,474 | 0,500 | 0,420 | 0,445 | 0,470 |
| 90 ml | 0,488 | 0,527 | 0,480 | 0,470 | 0,582 |
| 100 ml | 0,511 | 0,572 | 0,492 | 0,492 | 0,502 |

Dari tabel diatas pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada sepuluh jumlah takaran yang berbeda dilakukan dengan lima kali percobaan pengambilan data disetiap takaran pupuk yang diberikan. Dari tabel hasil pengujian sensor pH tanah untuk mengukur kekonsistensian alat dalam pengambilan data dengn diberikan takaran pupuk cari mulai dari 0 ml - 100 ml. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai takaran pupuk cair yang diberikan terhadap bibit kelapa sawit, maka akan semakin besar pula nilai tegangan yang dihasilkan dari sensor pH tanah tersebut. Terlihat dari ke lima data sensor pH tanah nilai tegangan yang dihasilkan ada yang sama dan ada yang berbeda, namun data tersebut tidak jauh berbeda antara data satu dengan yang lain.

2. Pengujian Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Moisture*)

Soil moisture adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau tingkat air pada tanaman baik di pekarangan mupun di pot tanaman.

Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (*resistansi kecil*), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (*resistansi besar*). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dengan takaran volume air untuk kelembaban sebanyak 0 – 1000 ml, dengan dilakukan pengukuran tegangan sebanyak 5 kali. Dimana dari 1 takaran volume air dengan 5 kali percobaan pengukuran tegangan yang dilakukan, dari ke 5 percobaan pengukuran tersebut nilai yang didapat tidak jauh berbeda antara ke 5 percobaan tersebut dan begitupula dengan 10 kali pengujian yang lain dilakukan dalam metode yang sama.



Gambar 4.9 Sensor *Soil Moisture*

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Kelembaban (*soil moisture*)

| Volume Air | Tegangan (volt) | | | | |
|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 ml | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 ml | 0,021 | 0,025 | 0,020 | 0,025 | 0,020 |
| 200 ml | 0,012 | 0,015 | 0,017 | 0,015 | 0,010 |
| 300 ml | 0,004 | -0,005 | -0,004 | -0,005 | -0,005 |
| 400 ml | -0,005 | -0,009 | -0,009 | -0,009 | -0,015 |
| 500 ml | -0,013 | -0,014 | -0,013 | -0,015 | -0,018 |
| 600 ml | -0,018 | -0,023 | -0,020 | -0,025 | -0,020 |
| 700 ml | -0,021 | -0,028 | -0,025 | -0,031 | -0,028 |
| 800 ml | -0,029 | -0,030 | -0,030 | -0,035 | -0,030 |
| 900 ml | -0,036 | -0,035 | -0,036 | -0,046 | -0,037 |
| 1000 ml | -0,043 | -0,047 | -0,042 | -0,052 | -0,045 |

Dari tabel diatas pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada sepuluh jumlah takaran yang berbeda dilakukan dengan lima kali percobaan pengambilan data disetiap takaran air yang diberikan. mulai dari data 1-5 hasil pengujian sensor *soil moisture* untuk mengukur kekonsistensian alat dalam pengambilan data dengan diberikan takaran air mulai dari 0 ml – 1000 ml. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar volume air yang diberikan terhadap bibit kelapa sawit, maka nilai tegangan dari sensor kelembaban tanah (*soil moisture*) akan semakin kecil. Terlihat dari ke lima data sensor *soil moisture* tersebut, memiliki tegangan yang sama dan ada juga tidak sama namun data tersebut tidak jauh berbeda antara data satu dengan yang lain.

3. Soil pH Meter

Soil pH Meter adalah sebuah instrumen yang digunakan untuk mengukur keasaman tanah atau pH tanah. pH tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, dan alat soil pH meter membantu para petani atau ahli pertanian untuk

mengetahui kondisi pH tanah dimana mereka akan menanam tanaman. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu probe atau elektroda pH, meter pH, dan kalibrasi. Probe atau elektroda pH biasanya memiliki rancangan khusus untuk digunakan pada tanah, sehingga memungkinkan petani untuk menempatkan alat ini langsung ke dalam tanah untuk mengukur pH. Meter pH biasanya dilengkapi dengan layar digital dan tombol kontrol yang memungkinkan pengguna untuk mengatur dan membaca hasil pengukuran. Kalibrasi alat ini dilakukan dengan menggunakan buffer pH standar yang memiliki nilai pH yang diketahui, dan umumnya terdiri dari 4 dan 7. Kalibrasi soil pH meter harus dilakukan sebelum setiap pengukuran untuk menghasilkan keakuratan hasil pengukuran. Alat ini digunakan untuk mengukur pH tanah pada berbagai jenis tanah, seperti tanah liat, tanah pasir, dan tanah yang mengandung humus.



Gambar 4.10 Soil pH Meter

4. Pupuk NPK 16-16-16

Pupuk adalah bahan yang digunakan untuk mendukung proses pertumbuhan tanaman. Pupuk mengandung unsur hara yang lebih sehingga membantu dalam proses pertumbuhan tanaman. Pupuk NPK adalah pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur sekaligus. Unsur ini merupakan gabungan dari pupuk tunggal, yaitu N (Nitrogen), P (Phospat), dan K (Kalium). Gabungan dari ketiga unsur inilah yang membuat pupuk ini disebut NPK.

Selain ketiga unsur hara makro, pupuk NPK juga mengandung dua unsur hara mikro. Unsur-unsur yang terdapat dalam pupuk NPK dapat membantu pertumbuhan vegetatif, pertumbuhan akar, dan pembungaan. Jenis pupuk NPK ini merupakan produk dari rusia dengan kualitas tinggi. Penggunaan pupuk jenis ini secara maksimal dapat meningkatkan pertumbuhan tunas, menghijaukan daun, dan hasil panen meningkat. NPK 16-16-16 mengandung unsur hara :

- N (Nitrogen) 16%
- Nitrate Nitrogen 6,4%
- Amonium Nitrogen
- P₂O₅ atau Fospat 16%
- K₂O atau Potassium Oxide 16%
- CaO atau Calcium Oxide 5%
- MgO atau Magnesium Oxide 1%



Gambar 4.11 Pupuk NPK 16-16-16

5. Multimeter

Multimeter suatu alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tiga jenis besaran listrik yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Sebuta lain untuk multimeter adalah *AVO meter* yang merupakan singkatan dari satuan *Ampere*, *Volt*, dan *Ohm*. Selain itu multimeter juga disebut dengan nama multitester. Multimeter dapat digunakan untuk pengukuran listrik arus searah maupun pengukuran listrik arus bolak-balik. Multimeter dapat bekerja berdasarkan prinsip kumparan putar magnet permanen. Pada alat ukur kumpran putar, besaran listrik diubah menjadi gaya gerak pada jarum penunjuk. Prinsip kerja multimeter dengan kumparan putar hanya dapat digunakan pada pengukuran besaran listrik arus serah. Pengubah besaran listrik menjadi gerakan jarum dilakukan melalui sistem induksi elektromagnetik.

Cara pakai multimeter jarum petunjuk pada multimeter harus diperiksa terlebih dahulu sebelum multimeter digunakan. Posisi jarum petunjuk harus

sejajar dengan angka 0 pada nilai yang tertera pada layar pengukuran. Sekrup penyetelan jarum harus diputar dengan menggunakan obeng mata datar jika petunjuk jarum tidak pada posisi 0. Hasil pengukuran sesuai dengan nilai yang sebenarnya dari besaran listrik yang diukur. Oleh karena itu sebelum melakukan pengukuran ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu kondisi alat ukur dalam keadaan baik, normal dan tidak cacat atau rusak agar dapat berfungsi dengan baik sehingga benar benar dapat mengukur sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.



Gambar 4.12 Multimeter

6. Pengujian kalibrasi sensor pH tanah

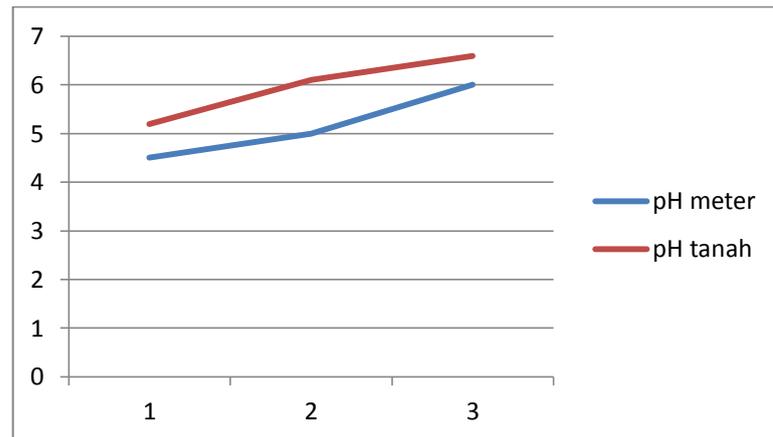
Alat ukur yang digunakan sebagai acuan ketika kalibrasi sensor pH tanah dilakukan adalah pH meter digital. Pengujian dilakukan dengan menggunakan wadah pot ukuran luas 18cm dan tinggi 15cm dengan didalamnya terdapat tanah yang berasal dari lokasi peneliti untuk diuji seberapa tingkat keasaman tanah tersebut.



Gambar 4.13 Pengukuran kalibrasi pH tanah

Tabel 4.3 Kalibrasi pH Tanah

| pH meter | pH tanah | error |
|------------------|----------|-------|
| 4,5 | 5,2 | 0,35 |
| 5 | 6,1 | 0,55 |
| 6 | 6,6 | 0,3 |
| Rata-rata | | 0,4 |



Gambar 4.14 Diagram Kalibrasi pH Tanah

Dari hasil pengujian sensor ph tanah yang telah dilakukan dengan membandingkan nilai sensor pH tanah dengan pH meter didapatkan nilai rata-rata error sebesar 0,4. Nilai sensor ph tanah yang terukur tidak terlalu jauh berbeda dengan pH meter yang digunakan sebagai referensi. Nilai referensi pH meter yang digunakan yaitu 4,5 5 dan 6. Nilai pH meter 4,5 dengan sensor pH yang terbaca yaitu 5,2. Referensi pH meter 5 dengan sensor pH yang terbaca 6,1. Referensi pH meter 6 dengan sensor pH yang terbaca ialah 6,6.

7. Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian dari sensor adalah pada saat hari senin pagi hari jam 07.00, Pengujian ini menggunakan dua sampel bibit kelapa sawit yang dimana satu bibit di kontrol secara otomatis dan yang satu dikontrol secara manual, dimana manual ini digunakan sebagai pembanding pertumbuhan bibit kelapa sawit, dengan bibit kelapa sawit yang dikontrol secara otomatis. besar pot yang digunakan luas 18cm, tinggi 15cm dan tanah dari tempat penelitian.



Gambar 4.15 Hasil Perakitan Keseluruhan Alat

Pada gambar diatas tampak terlihat gambar keseluruhan rangkaian sisitem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler dengan sistem kelistrikan yang telah dirancang yang dapat dilihat pada gambar 4.2. rangkaian alat yang telah dibuat untuk pembibitan kelapa sawit, arduino digunakan untuk memonitoring beberapa komponen yang digunakan seperti sensor pH tanah, *soil moisture*, *modul relay*, dan *lcd* serta mengontrol *water pump*.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat

| Hari | pH Tanah | Soil Moisture |
|-------------|-----------------|----------------------|
| Senin | 6.6 | 100 % |
| Selasa | 6.4 | 100 % |
| Rabu | 6.3 | 90 % |
| Kamis | 6.2 | 90 % |
| Jumat | 5 | 80 % |
| Sabtu | 7 | 100 % |
| Minggu | 6.3 | 100 % |

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data di minggu pertama selama tujuh hari dimana pada nilai pH tanah dan kelembaban tanah menunjukkan pembacaan nilai untuk pH tanah yang merupakan kondisi dimana nilai pH tanah tinggi dengan nilai pH 6.6. Sedangkan pada sensor kelembaban tanah menunjukkan nilai kelembaban yang sangat tinggi sebesar 100%. Pada hari selasa nilai pH tanah rendah dengan nilai pH tanah 6.4 sedangkan pada sensor kelembaban tanah menunjukkan nilai kelembaban di angka sebesar 100%. Hari rabu sensor pH tanah bernilai 6.3 dan kelembaban bernilai 90%. Hari kamis nilai pH tanah 5.2 dan kelembaban bernilai 90%. Hari jumat dimana nilai pH tanah 5 semakin kecil dan kelembaban bernilai 80% dimana ketika mencapai nilai ini maka alat akan menyemprot pupuk dan air secara otomatis. Hari sabtu nilai pH Tanah 7 kelembaban 100% dan pada hari minggu nilai pH Tanah 6.3 dan nilai kelembaban 100%. Hasil pengujian tersebut nilai pada hari jumat, tidak jauh berbeda dari nilai pengujian alat dengan jumlah takaran pupuk yang diberikan. pada tabel 4.1. Dapat kita simpulkan pada tabel diatas semakin lembab tekstur tanah maka pH tanah akan semakin besar dan semakin lembab tekstur tanah maka nilai kelembaban akan semakin rendah.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Alat

| Hari | PH Tanah | <i>Soil Moisture</i> |
|-------------|-----------------|-----------------------------|
| Senin | 6.3 | 90 % |
| Selasa | 6.1 | 90 % |
| Rabu | 5 | 80 % |
| Kamis | 7 | 100 % |
| Jumat | 6.6 | 100 % |
| Sabtu | 6,5 | 100 % |
| Minggu | 6 | 90 % |

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data di minggu pertama selama tujuh hari dimana nilai pH tanah dan kelembaban tanah menunjukkan pembacaan nilai pada minggu ke dua hari senin pagi untuk pH tanah yang merupakan kondisi dimana nilai pH tanah tinggi dengan nilai pH tanah 6.3 sedangkan pada sensor kelembaban tanah menunjukkan nilai kelembaban sebesar 90%. Pada hari selasa nilai pH tanah rendah dengan nilai pH tanah 6.1 sedangkan pada sensor kelembaban tanah menunjukkan nilai kelembaban di angka sebesar 90%. Hari rabu sensor pH tanah bernilai 5 dan kelembaban bernilai 80% dimana ketika mencapai nilai ini maka alat akan menyemprot pupuk dan air secara otomatis. Hari kamis nilai pH tanah 7 dan kelembaban bernilai 100%. Hari jumat dimana nilai pH tanah 6.6 semakin kecil dan kelembaban bernilai 100%. Hari sabtu nilai pH Tanah 6.5 kelembaban 100% dan pada hari minggu nilai pH Tanah 6 dan nilai kelembaban 90%. Hasil pengujian tersebut nilai pada hari rabu, tidak jauh berbeda dari nilai pengujian alat dengan jumlah takaran pupuk yang diberikan pada tabel 4.1. Maka dapat kita simpulkan dari tabel diatas semakin

lembab tekstur tanah maka pH tanah akan semakin besar, sedangkan semakin lembab tekstur tanah maka nilai kelembaban akan semakin rendah.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Takaran Cairan Pupuk Dalam 1 Minggu

| Takaran Pupuk Cair | Nilai pH Tanah |
|---------------------------|-----------------------|
| 20 ml | 4,2 |
| 30 ml | 5,4 |
| 50 ml | 6,1 |
| 70 ml | 6,6 |
| 80 ml | 6,8 |
| 90 ml | 7 |
| 100 ml | 7,6 |

Dalam satu minggu pemupukan dari tabel di atas banyak cairan pupuk yang digunakan untuk mendapatkan nilai pH tanah, sebanyak 50 ml pupuk cair. Jadi dapat di simpulkan bahwa banyak pupuk cair yang dihabiskan selama 1 minggu yaitu 50 ml pupuk cair.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Takaran Air Dalam 1 Minggu

| Takaran Air | Nilai Soil Moisture |
|--------------------|----------------------------|
| 20 ml | 39 % |
| 30 ml | 57 % |
| 50 ml | 78 % |
| 70 ml | 92 % |
| 80 ml | 97 % |
| 90 ml | 100 % |
| 100 ml | 100 % |

Dalam satu minggu penyiraman air dari tabel di atas banyak cairan air yang digunakan untuk mendapatkan nilai kelembaban, sebanyak 70 ml cairan air. Jadi dapat disimpulkan bahwa banyak air yang dihabiskan selama 1 minggu yaitu 70 ml cairan air.

7. Hasil pertumbuhan bibit kelapa sawit



Gambar 4.16 Pertumbuhan Sebelum penelitian



Gambar 4.17 Pertumbuhan Sesudah penelitian

Perbandingan bibit kelapa sawit pada gambar 4 5 sebelum penelitian dan gambar 4 6 sesudah penelitian, perbedaan pertumbuhan bibit kelapa sawit terlihat dari besar diameter batang, tinggi pohon dan helai daun. sebelum penelitian besar batang bibit kelapa sawit 0,5 cm setelah penelitian besar diameter batang bibit kelapa sawit 1 cm. Pada tinggi pohon bibit kelapa sawit sebelum penelitian 15 cm. Sesudah penelitian tinggi pohon bibit kelapa sawit berkisar 33 cm.Sedangkan pada helai daun bibit kelapa sawit sebelum penelitian memiliki helai daun

sebanyak 5 helai daun, sedangkan setelah penelitian bibit kelapa sawit memiliki helai daun sebanyak 7 helai daun.



Gambar 4.18 Bibit perlakuan otomatis



Gambar 4.19 Bibit perlakuan manual

Dari hasil pertumbuhan bibit kelapa sawit yang didapatkan selama penelitian. Perbandingan bibit kelapa sawit pada gambar 4.18 bibit perlakuan otomatis dengan gambar 4.19 Bibit perlakuan manual. Terlihat dari pertumbuhan

keduanya berbeda mulai dari tinggi pohon, besar batang pohon dan helai daun bibit kelapa sawit. Untuk gambar 4.18 bibit perlakuan secara otomatis memiliki tinggi pohon bibit kelapa sawit berkisar 33 cm, dengan besar batang bibit kelapa sawit sebesar 1 cm, dan jumlah helai daun bibit kelapa sawit sebanyak 7 helai. Sedangkan pada bibit kelapa sawit pada gambar 4.19 bibit perlakuan manual. Memiliki tinggi pohon kelapa sawit berkisar 30 cm, dengan besar batang bibit kelapa sawit sebesar 1 cm, dan jumlah helai daun bibit kelapa sawit sebanyak 4 helai daun. Jadi dapat kita simpulkan bahwa pertumbuhan bibit kelapa sawit, antara bibit dengan perlakuan secara otomatis dengan perlakuan manual. Pertumbuhan bibit kelapa sawit secara otomatis jauh lebih subur cepat bertumbuh dibandingkan dengan bibit kelapa sawit yang diberikan perlakuan secara manual.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Cara kerja alat sistem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler yaitu alat akan aktif secara otomatis ketika pH tanah dan kelembaban tanah bibit kelapa sawit terdeteksi kurang dari pH tanah dan kelembaban tanah yang sudah ditentukan.
2. Dalam penelitian alat sistem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler terdapat dua sampel bibit kelapa sawit dimana dari kedua bibit tersebut diberikan perlakuan yang berbeda. Dimana satu bibit kelapa sawit diberikan perlakuan pengontrolan secara otomatis, dan bibit yang lain diberikan perlakuan secara manual seperti dilakukan petani kelapa sawit.
3. Hasil dari pengujian alat sistem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler, dimana pertumbuhan dari kedua bibit kelapa sawit tidak jauh berbeda. Dimana pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan perlakuan secara otomatis memiliki tinggi pohon 33 cm, besar batang 1 cm, dan helai daun 7 helai. Sedangkan bibit kelapa sawit yang diberikan perlakuan secara manual memiliki tinggi pohon 30 cm, besar batang 1 cm, dan helai daun 4 helai.

4. Dari hasil pengujian pemupukan dan penyiraman selama satu minggu, bibit kelapa sawit dapat menghabiskan 50 ml pupuk cair, dan penyiraman dapat menghabiskan 70 ml air.

B. Saran

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit *pre nursery* pemupukan harus dilakukan 1 minggu, 1 kali pemupukan bibit kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Kiswanto, Purwanta, J.H. and Wijayanto, B. (2008) 'Teknologi Budidaya Kelapa Sawit. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.', *Bogor*, p. 140.
- Fanandi, M S. (2020). Pengaruh Dosis Pupuk Biochar Dan Volume Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pre Nursery . *Skripsi*. Institut Pertanian Stiper.
- Hariyadi, B P. (2021). Sistem Pengatur PH Tanah Untuk Pembibitan Kelapa Sawit Menggunakan Arduino Uno. *Laporan Tugas Akhit*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Hidayah, A R M. (2017). Pemupukan Dan Penentuan Dosis Pupuk Spesifik Lokasi Pada Plasma Perkebunan Kelapa Sawit Di Perkebunan PT Unit PTPN Perkebunan XIV Luwu Timur (Bureau). *Skripsi*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Juniardy V, Triyanto D, Brianorman Y. (2015). *Prototype* Alat Penyemprotan Air Otomatis Pada Kebun Pembibitan Sawit Berbasis Sensor Kelembaban Dan Mikrokontroler AVR Atmega8. *Jurnal Teknik Elektro*. Universitas Tanjungpura.
- Naldi, R A. (2021). Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Internet of Things. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri.
- Nisa, K. (2021). Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pembibitan Utama Yang Diberi Kompos Pelepah Sawit Dan Biochar Sekam Padi. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Novrizal, R. (2019). Rancang Bangun Ssitem Penyiraman Tanaman Bibit Sawit Berbasis Android Menggunakan Arduino. *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer*. Universitas Islam Kuatan Singingi.
- Sani, A. (2021). Pengaruh Pemberian Dolomit Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Pre Nursery Pada Tanah Gambut. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Santoso, A R. (2019). Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Terhadap Pemberian Pupuk Majemuk Dan Media Tanam. *Skripsi*. Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
- Syahputra, R. (2011). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Bibit Sawit Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Sulfitra, A. (2022). Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kelapa Sawit Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit Belum

Menghasilkan. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin Makassar.

Tampubolong, R M, Irsal, Charloq. (2019). Pengaruh Frekuensi Penyiraman Terhadap Beberapa Jenis Bibit Unggul Kelapa Sawit yang Bermesokarp Tebal di Main Nursery Umur 4 sampai 7 Bulan. *Jurnal*, Universitas Sumatera Utara.

Utomo G D, Triyanto D, Ristian U. (2021). Sistem Monitoring Dan Kontrol Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Internet of Things. *Jurnal Komputer dan Aplikasi, Vol. 09, No. 02*. Universitas Tanjungpura.

Wati, S. (2022). Rancang Bangun Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis IoT. *Skripsi*, Institut Teknologi Nasional Malang