

IMPLEMENTASI PEMROGRAMAN SISTEM PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Gaeda Rachma Nastiar, Muhamad Bakhar, Yusup Christanto

D3 Teknik Komputer Politeknik Harapan Bersama

Jln. Mataram No.09 Tegal

Telp/Fax (0283) 352000

email : gaedanastiar9514@gmail.com

ABSTRAK

Semua tanaman secara alami membutuhkan air untuk tumbuh. Agar tanaman bisa tumbuh dengan baik, perlu penyiraman tanaman dengan intensitas yang teratur dan jangan sampai terlewat dan diusahakan memperhatikan penyiramannya yaitu dengan air yang cukup dan tidak kurang sehingga harus di pastikan bahwa air yang di perlukan cukup agar tanaman tidak kekurangan air, jika tanaman kekurangan air maka tanaman tersebut akan mati. Robot prototype dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang. Dari hasil Analisa yang dilakukan dapat dapat diketahui bahwa sistem yang di butuhkan adalah suatu sistem yang dapat memberikan kemudahan saat proses penyiraman dilakukan. Sistem dirancang dan di bangun menggunakan dengan menggunakan sensor line follower dan sensor ultrasonik berbasis Internet Of Things.

Kata Kunci : *Prototype*, Sensor Line Follower, Sensor Ultrasonik, *Internet Of Things*

1. Pendahuluan

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (*search and rescue*), dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput [1].

Munculnya tanaman di bumi sebelumnya sudah menjadi sesuatu yang sering diperdebatkan oleh para ahli. Tanaman dipercaya muncul sebagai organisme pertama di bumi mengawali sejarah munculnya makhluk hidup lainnya. Tanaman adalah makhluk hidup yang tidak dapat berpindah tempat dan memproduksi makanannya sendiri. sangat berbeda dengan hewan terutama manusia yang menggantungkan hidupnya dengan makhluk hidup lainnya, tumbuhan merupakan *organism autotrof* yang memanfaatkan klorofil sebagai komponen pengubah energi foton dari cahaya matahari

menjadi energi kimiawi dalam bentuk gula. Proses pengalihan ini dikenal sebagai fotosintesis. Istilahnya "asimilasi karbon" dipakai juga untuk proses ini karena memerlukan karbon yang diperoleh dari CO₂ bebas dari udara. Karena sifatnya yang *autotrof*, tumbuhan selalu menempati posisi pertama dalam rantai aliran energi melalui organism hidup (rantai makanan).

Pada tanaman proses fotosintesis dilakukan disiang hari dikala matahari menyinari bumi. Proses ini adalah proses biokimia yang juga dilakukan oleh jenis lumut dan bakteri untuk memproduksi makanan. *Photos* artinya cahaya dan dengan menggunakan cahaya matahari inilah tanaman mengubah karbondioksida dan unsur-unsur mineral dalam tanah serta air untuk menghasilkan gula (glukosa) dan oksigen. Proses ini dilakukan oleh zat hijau daun bernama klorofil yang berada di daun dan disimpan tumbuhan sebagai cadangan energi, dan oksigen yang dihasilkan dinikmati oleh semua makhluk hidup di dunia ini.

Pada awalnya terciptanya, bumi tidak memiliki oksigen dan karena itulah tidak ada makhluk hidup yang dapat hidup. Proses munculnya oksigen di bumi ditimbulkan setelah organisme pertama dibumi, yang dipercaya sebagai lumut atau ganggang-ganggang, menghasilkan proses fotosintesis, mengubah karbon yang saat itu memenuhi bumi dan menciptakan oksigen.

Ganggang-ganggang pertama tersebut akhirnya berevolusi dan membentuk tumbuhan-tumbuhan seperti yang ada hingga sekarang dan menciptakan bumi seperti sekarang ini dimana oksigen dapat diperoleh secara bebas oleh makhluk hidup lainnya.

Tanaman sendiri dibagi menjadi beberapa jenis, seperti lumut, *bryophita*, *pteridophita* dan tumbuhan berbiji dengan perkiraan terdapat sejumlah 350.000 spesies yang tersebar diseluruh dunia. 287.655 spesies sudah berhasil diidentifikasi dan sisanya belum. Tanaman dipelajari sebagai objek dari sebuah cabang ilmu prngrtahuan disebut botani atau *ethnobotani* [2].

Semua tanaman secara alami membutuhkan air untuk tumbuh. Agar tanaman bisa tumbuh dengan baik, perlu penyiraman dengan intensitas yang teratur dan jangan sampai terlewat dan diusahakan memperhatikan penyiramannya yaitu dengan air yang cukup dan tidak kurang sehingga harus di pastikan bahwa air yang di perlukan cukup agar tanaman tidak kekurangan air, jika tanaman kekurangan air maka tanaman tersebut akan mati [3].

Sejumlah masalah yang tak disadari saat merawat tanaman bisa memicu gangguan pada proses pertumbuhan hingga kematian tanaman. Kesalahan saat merawat tanaman tak jarang jadi salah satu faktor kegagalan dalam bertanam ataupun budidaya. Alih-alih mencari pangkal soal tanaman hias yang layu atau mati, sebagian orang justru memilih menyerah. Padahal kemungkinan kesalahan saat merawat tanaman hias itu bisa dipelajari dan lantas dicegah. Sikap patah arang dalam merawat tanaman hias biasanya tersebut sebab kurangnya pengetahuan pemilik tanaman. Juga sering terjadi ketidaktahuan si pemilik tanaman tentang faktor apa yang menyebabkan layu/matinya pada tanaman, sering terjadi yaitu faktor yang sepele yaitu tentang penyiraman tanaman yang kurang teratur atau tidak intens [4].

Sehingga dalam masalah ini perlunya sebuah sistem yang dapat membantu pemilik tanaman dalam penyiraman tanaman secara teratur dan intens. Agar tanaman dapat tumbuh dengan subur dan menjadi tanaman yang berkualitas dalam pertumbuhannya.

2. Landasan Teori

a. *Prototype*

Prototype adalah model awal atau contoh yang dibuat untuk melakukan uji coba terhadap konsep yang sudah diperkenalkan. *Prototype* biasanya dibuat untuk melakukan beberapa uji coba, seperti untuk mengetahui apakah konsep yang sudah dipaparkan bisa diimplementasikan ataupun untuk menguji selera pasar. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI online), *prototipe* adalah model asli yang menjadi contoh. Bisa juga disebut sebagai contoh baku yang memiliki ciri khas. Namun jika kita lihat dari asal katanya, *prototype* merupakan kata serapan Bahasa Inggris yakni *prototype*. Apabila diterapkan dalam dunia usaha, *prototype* adalah tahapan kedua sebelum temuan atau ide dilakukan produksi massal. Jadi tahap pertama adalah penemuan ide atau konsep awal. Setelah itu dilakukan pembuatan *prototype*. Dengan adanya *prototype*, kita bisa meminimalisir kesalahan dalam pengambilan keputusan. Jika terjadi masalah atau ketidak sesuaian dengan selera pasar, maka *prototype* akan dilakukan perbaikan. Jika ternyata ide atau konsep dapat di implementasikan dan sesuai dengan kebutuhan pasar, maka akan dilakukan produksi massal [10].

b. Sistem Otomatisasi

Otomasi adalah suatu teknologi yang menggabungkan aplikasi ilmu mekanika, elektronika dan sistem berbasis komputer melalui proses atau prosedur yang biasanya disusun menurut program instruksi serta dikombinasikan dengan pengendalian otomatis (catubalik) untuk meyakinkan apakah semua instruksi itu sudah dilaksanakan seluruhnya dengan benar sehingga produktivitas, efisiensi dan fleksibilitas meningkat. Otomatisasi merupakan penggantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak memerlukan lagi pengawasan manusia (dalam industri dan sebagainya) [11]

c. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah konsep komputasi tentang objek sehari-hari yang terhubung ke internet dan mampu

mengidentifikasi diri ke perangkat lain. Menurut metode identifikasi RFID (*Radio Frequency Identification*), istilah IoT tergolong dalam metode komunikasi, meskipun IoT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel atau kode QR (*Quick Response*) [12].

d. Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis IC ATmega328P. Dia memiliki 14 pin input / output digital (yang 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, *header* ICSP dan tombol reset. "Uno" berarti satu dalam bahasa Italia dan dipilih untuk menandai rilis *Arduino Software (IDE)* 1.0. *Board* Uno dan versi 1.0 dari *Arduino Software (IDE)* adalah versi referensi Arduino, sekarang berevolusi menjadi rilis yang lebih baru yaitu Rev3 atau 3.0. *Board* Uno adalah yang pertama dalam rangkaian *board* USB Arduino, dan model referensi untuk semua platform Arduino; untuk daftar ekstensif dari *board* saat ini, masa lalu atau yang sudah ketinggalan zaman [13].



Gambar 1 Arduino Uno R3

e. ESP8266

Pengertian ESP8266 Modul Wifi ini bisa sangat berguna untuk anda yang belum sama sekali mengenal modul-modul elektronika, karena ada banyak sekali modul-modul elektronika di dunia ini dan salah satunya modul wifi yang sangat bermanfaat bagi pekerjaan elektronika, chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai

penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya.

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. modul WiFi serbaguna ini sudah bersifat SoC (*System on Chip*), sehingga kita bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Kelebihan lainnya, ESP8266 ini dapat menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun klien sekaligus.

ESP8266 memiliki kemampuan on-board prosesing dan *storage* yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat. Dengan level yang tinggi berupa on-chip yang terintegrasi memungkinkan external sirkuit yang ramping dan semua solusi, termasuk modul sisi depan, didesain untuk menempati area PCB yang sempit. ESP8266 dikembangkan oleh pengembang asal negeri tiongkok yang bernama "Espressif". Produk seri ESP8266 memiliki banyak sekali varian. Salah satu varian yang paling sering kita jumpai adalah ESP8266 seri ESP-01 [14].



Gambar 2 ESP8266

f. Sensor Line Follower

Sensor garis sering digunakan pada robot *line follower (line tracking)* yang berfungsi mendeteksi warna garis hitam dan putih. Sensor ini biasa dibuat dari LED sebagai pemancar cahaya lalu LDR ataupun photodiode sebagai sensor. Dengan memanfaatkan sifat pemantulan cahaya yang berbeda dari berbagai macam warna dan diaplikasikan pada rangkaian pembagi

tegangan akan bisa dibedakan warna hitam dan putih. Output dari sensor garis nantinya dihubungkan ke komparator atau langsung ke mikrokontroler yang mempunyai fitur adc. Sebelum membahas cara kerja sensor garis, harus diketahui dulu sifat dari sensor yang dipakai baik itu Photodiode ataupun LDR [15].



Gambar 3 Sensor Line Follower

g. Pompa Air Mini

Pompa air mini merupakan pompa berukuran kecil yang dapat mengeluarkan tekanan air tinggi. Pompa air juga dapat membuat gelombang udara pada kolam atau akuarium untuk sirkulasi air. Dalam *Prototype* penyiram tanaman pompa air digunakan untuk siklus penyiraman agar tanaman selalu mendapatkan air nutrisi sehingga memberikan limpahan oksigen kepada akar tanaman supaya baik untuk pertumbuhan tanaman. Pompa air ini termasuk dalam kategori pompa air fleksibel karena memiliki desain yang cukup kecil yakni berukuran sekitar 92 x 46 x 35 mm serta juga proses pemasangan yang juga cukup mudah dan praktis sehingga Anda tidak perlu memancing hisapan awal pompa ini dengan menggunakan air.

Pompa air ini memang tidak membutuhkan daya listrik yang cukup besar, tercatat pompa air mini 12 V ini hanya membutuhkan daya listrik sekitar 12 volt ketika bekerja dan 6 volt ketika tidak digunakan dan juga hanya membutuhkan sekitar 0,5 hingga 0,7 ampere ketika pompa air sedang bekerja dan bilamana pompa air ini tidak bekerja hanya membutuhkan daya sekitar 0,18 ampere.

Pompa air mini memiliki aliran air sebesar 700ml setiap 30 detik. Pompa ini dilengkapi dengan mesin yang bisa mengeluarkan tekanan air yang kuat sehingga dapat menyaring air akuarium dengan cepat dan merata. Pompa ini

juga terbuat dari bahan berkualitas dan pemasangannya cukup mudah [16].



Gambar 4 Pompa Air Mini

h. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal (*Electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [17].



Gambar 5 Relay

i. Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang yang umum digunakan untuk radar untuk mendeteksi keberadaan suatu benda dengan memperkirakan jarak antara sensor dan benda tersebut. Sensor jarak yang umum digunakan dalam penggunaan untuk mendeteksi jarak yaitu sensor ultrasonik. Pengertian sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya.

Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Pantulan gelombang ultrasonik terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik

akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama [18].



Gambar 6 Sensor Ultrasonik

j. Motor Dc

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu *Stator* dan *Rotor*. *Stator* adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan *Rotor* adalah bagian yang berputar, bagian *Rotor* ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu diantaranya adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medan magnet), *Armature Winding* (Kumparan Jangkar), *Commutator* (Komutator) dan *Brushes* (kuas/sikat arang).

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.

Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi,

kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan [19].



Gambar 7 Motor DC

k. Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di *breadboard* tanpa memerlukan solder. Kabel jumper umumnya memiliki konektor atau pin di masing-masing ujungnya. Konektor untuk menusuk disebut *male connector*, dan konektor untuk ditusuk disebut *female connector*.

Kabel yang digunakan sebagai penghubung antar komponen yang digunakan dalam membuat perangkat *prototype*. Kabel jumper bisa dihubungkan ke *controller* seperti *raspberrypi*, *arduino* melalui *breadboard*. Kabel *jumper* akan ditancapkan pada pin GPIO di *raspberrypi*. Karakteristik dari kabel *jumper* ini memiliki panjang antara 10 sampai 20 cm. Jenis kabel jumper ini jenis kabel serabut yang bentuk housingnya bulat. Dalam merancang sebuah desain rangkain elektronik, maka dibutuhkan sebuah kabel yang digunakan untuk menghubungkannya [20].



Gambar 8 Kabel *Jumper*

1. RTC (*Real Time Clock*) Ds3231

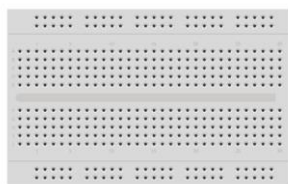
Secara sederhana modul RTC merupakan sistem pengingat waktu dan tanggal yang menggunakan baterai sebagai pemasok power agar modul ini tetap berjalan. Modul ini mengupdate tanggal dan waktu secara berkala, sehingga kita dapat menerima tanggal dan waktu yang akurat dari Modul RTC kapanpun kita butuhkan. DS3231 adalah perangkat dengan enam terminal, dua diantaranya tidak wajib untuk digunakan, sehingga pada dasarnya kita memiliki 4 (empat) pin utama. Empat pin utama ini namanya juga dicantumkan di sisi modul yang sebelahnya [21].



Gambar 9 RTC (*Real Time Clock*) Ds3231

m. *Breadboard* Mini

Mini *breadboard* merupakan jenis terkecil dari papan elektronik *solderless* yang satu ini. Mini *breadboard* digunakan untuk membuat sebuah rangkaian mini yang tidak membutuhkan komponen elektronik dalam jumlah banyak. Jumlah lubang koneksi yang dimiliki oleh mini *breadboard* adalah kurang lebih 170 titik. Titik koneksi digunakan sebagai jalur koneksi dari komponen-komponen elektronik tersebut [22].



Gambar 10 *Breadboard* Mini

n. Adaptor 12V

Adaptor merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC (Bolak Balik) yang tinggi menjadi tegangan DC (Searah) yang lebih rendah. Pada prinsipnya adaptor merupakan sebuah power supply atau catu daya yang disesuaikan voltasenya dengan peralatan elektronik yang akan disupplynya. Sebuah alat yang beroperasi pada voltase 12V (Volt) maka harus memiliki sebuah adaptor yang bertugas untuk mengubah voltase 220 VAC dari PLN menjadi 12VDC. Tanpa kehadiran adaptor, maka perangkat elektronika tersebut akan mengalami kerusakan karena tidak mampu beradaptasi akan voltase yang terlalu tinggi dalam bentuk AC (Bolak Balik) [23].



Gambar 11 Adaptor 12V

o. *Push Button*

Push button adalah alat yang berfungsi untuk memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Pada umumnya saklar *push button* adalah tipe saklar yang hanya kontak sesaat saja saat ditekan dan setelah dilepas maka akan kembali lagi menjadi NO, biasanya saklar tipe NO ini memiliki rangkaian penguncinya yang dihubungkan dengan kontaktor dan tipe NO digunakan untuk tombol on [24].

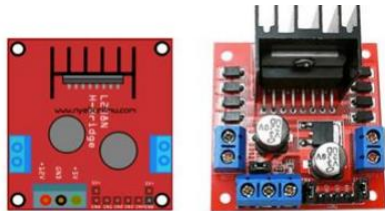


Gambar 12 *Push Button*

p. Modul *Driver* L298n

Driver motor L298N merupakan module *driver* motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika

yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe *Hbridge* yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, Universitas Sumatera Utara 15 motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor *stepper*. Untuk dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan ic l298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah terpackage dengan rapi dan mudah digunakan. Kelebihan akan modul *driver* motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol [25].



Gambar 13 *Driver* Motor L298n

q. Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka

kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol *loop* tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya [26].



Gambar 14 Servo

r. Website

Website adalah kumpulan dari banyak halaman, biasanya dalam format HTML (*Hypertext Markup Language*), yang berisi teks, grafis, dan elemen multimedia seperti *flash*, audio, ataupun video. Halaman utama dari sebuah *site* biasanya disebut dengan *Home Page*, berisi tautan menuju ke dokumen lain di *site* tersebut dengan menggunakan *Hyperlinks*. Semua halaman web disimpan pada sebuah *web server* [27].

s. PHP

PHP adalah sebuah bahasa pemrograman *scripting* untuk membuat halaman web yang dinamis. Cara kerja php adalah dengan menyelipkannya diantara kode html. Website yang dibuat menggunakan php memerlukan *software* bernama webserver tempat pemrosesan kode php dilakukan [28].

t. Bootstrap

Bootstrap adalah paket aplikasi siap pakai untuk membuat *front-end* sebuah *website*. Bisa dikatakan, *bootstrap* adalah template desain web dengan fitur plus. *Bootstrap* diciptakan untuk mempermudah proses desain web bagi berbagai tingkat pengguna, mulai dari level pemula hingga yang sudah berpengalaman. Cukup bermodalkan pengetahuan dasar mengenai HTML dan CSS, anda pun siap menggunakan *bootstrap* [29].

u. Notepad++

Notepad++ adalah sebuah penyunting teks dan penyunting kode sumber yang berjalan disistem operasi Windows. Notepad++ menggunakan komponen Scintilla untuk dapat menampilkan dan menyuntingan teks dan berkas kode sumber berbagai bahasa pemrograman. Notepad++ memiliki keunggulan Dalam Software Web Programming yaitu; Simple, Ringan dan Cepat dibandingkan dengan text editor lainnya, notepad++ tidak perlu menunggu loading opening library, terlebih seperti pada software adobe dreamweaver dan eclipse apa lagi untuk PC / Laptop yang memiliki spesifikasi yang rendah [30].

v. XAMPP

Xampp adalah salah satu paket *installer* yang berisi *Apache* yang merupakan *web server* tempat menyimpan file – file yang diperlukan *website*, dan *Php myadmin* sebagai aplikasi yang digunakan untuk perancangan *database MySQL* [31].

w. Database MySQL

Database MySQL adalah sebuah koleksi dokumen yang terstruktur atau data yang tersimpan pada sebuah sistem komputer dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat dicari dengan cepat dan informasi bisa segera didapatkan. *SQL* pada *MySQL* adalah akronim dari *Structured Query Language*. Sebuah *database MySQL* berisi suatu atau banyak *table*, setiap *table* berisi *record* (data) atau *row* (baris). Dalam baris ini terdapat berbagai *column* (kolom) atau *fields* yang berisi data [32].

x. Arduino IDE

Arduino Uno dapat dikoneksikan dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk mengupload kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan

mengedit program dalam bahasa *Processing*.

2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari system ke dalam *memory* didalam papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan 22 “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama [33].



Gambar 15 Tampilan Aplikasi Arduino Pada PC

Seperti yang telah dijelaskan di atas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. Walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti *pascal*, *basic*, *cobol*, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari para programmer masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasannya:

1. Bahasa C merupakan bahasa yang *powerfull* dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
2. Bahasa C merupakan bahasa yang system sehingga dapat dijalankan di beberapa

system operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam operasi windows dapat kita kompilasi didalam operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.

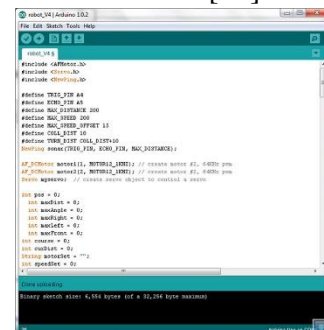
3. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat mudah dan banyak digunakan oleh programmer berpengalaman sehingga kemungkinan besar *library* pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
4. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (*function*) dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.
5. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (*middle level language*) sehingga mudah untuk melakukan *interface* (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.
6. Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama `main()`. Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa yang menerapkan konsep runtutan (program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan), maka apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut dibawah fungsi utama, maka kita harus menuliskan bagian (*prototype*), hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada daftar fungsi yang akan digunakan di dalam program. Namun apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian di atas. (Djuandi dalam Feri, 2011).

Selain itu juga dalam bahasa C kita akan mengenal file *header*, biasa ditulis dengan ekstensi `h(*.h)`, adalah file bantuan yang yang digunakan untuk menyimpan daftar-daftar

fungsi yang akan digunakan dalam program. Bagi anda yang sebelumnya pernah mempelajari bahasa pascal, file *header* ini serupa dengan unit. Dalam bahasa C, file *header* standar yang untuk proses input/output adalah `. Perlu sekali untuk diperhatikan bahwa apabila kita menggunakan file header yang telah disediakan oleh kompilator, maka kita harus menuliskannya didalam tanda,"` (misalnya `<stdio.h>`). Namun apabila menggunakan file *header* yang kita buat sendiri, maka file tersebut ditulis diantara tanda "dan" (misalnya `"coba_header.h"`). Perbedaan antara keduanya terletak pada saat pencerian file tersebut. Apabila kita menggunakan tanda `<>`, maka file tersebut dianggap berada pada direktori default yang telah ditentukan oleh kompilator. Sedangkan apabila kita menggunakan tanda `"",` maka file header dapat kita dapat tentukan sendiri lokasinya.

File *header* yang akan kita gunakan harus kita daftarkan dengan menggunakan directive `#include`. Directive `#include` ini berfungsi untuk memberi tahu kepada kompilator bahwa program yang kita buat akan menggunakan file-file yang didaftarkan. Berikut ini contoh penggunaan directive `#include`. `#include "myheader.h"` Setiap kita akan menggunakan fungsi tertentu yang disimpan dalam sebuah file *header*, maka kita juga harus mendaftarkan file *headernya* dengan menggunakan directive `#include`. Sebagai contoh, kita akan menggunakan fungsi `getch ()` dalam program, maka kita harus mendaftarkan file *header* [34].



Gambar 16 Tampilan IDE Arduino

y. *Unified Modeling Language*

UML adalah singkatan dari *Unified Modeling Language* yang berarti bahasa

pemodelan standar. Merupakan salah satu alat bantu yang sangat handal di dunia pengembangan sistem yang berorientasi obyek. UML dapat pula digambarkan oleh beberapa orang sebagai bahasa rekayasa perangkat lunak. Hal ini disebabkan karena UML menyediakan bahasa pemodelan visual yang memungkinkan bagi pengembang sistem untuk membuat *blue print* atas visi mereka dalam bentuk yang baku, mudah dimengerti serta dilengkapi dengan mekanisme yang efektif untuk berbagi dan mengkomunikasikan rancangan mereka dengan yang lain.

Tujuan UML adalah untuk menyediakan arsitek sistem, insinyur perangkat lunak, dan pengembang perangkat lunak dengan alat untuk analisis, perancangan, dan implementasi sistem berbasis *software* serta untuk pemodelan bisnis dan sejenisnya [35].

z. *Flowchart*

Flowchart adalah cara penulisan algoritma dengan menggunakan notasi grafis. *Flowchart* merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan atau langkah-langkah dari suatu program dan hubungan antar proses beserta pernyataannya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan antara proses digambarkan dengan garis penghubung.

Urutan proses dapat dikenalkan dengan cara: (1) mengidentifikasi model keluaran beserta variabelnya, (2) memprediksikan kebutuhan masukan beserta identifikasi variabelnya, serta (3) menyusun proses transformasi dari model masukan menjadi model keluaran. Beberapa hal yang diperhatikan pada penyusunan proses transformasi adalah menentukan ekspresi Matematika dan ketepatan menyusun urutan untuk proses transformasi. Dengan menggunakan *flowchart* akan memudahkan kita untuk melakukan pengecekan bagian-bagian yang terlupakan dalam analisis masalah [36].

3. Metodologi Penelitian

a. Prosedur Penelitian

1) Perencanaan

Pada tahap langkah awal dalam melakukan penelitian yaitu dengan mengumpulkan beberapa data dan mengamati sebuah taman dalam proses penyiraman tanaman. Pada proses perencanaan yaitu dengan mensurvei sebuah budidaya tanaman di daerah Slawi yaitu di Budidaya Tanaman Kudaile. Kemudian rencananya akan dibuat sebuah *prototype* alat sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor *line follower* dan sensor ultrasonik berbasis *internet of things*.

2) Analisis

Setelah merencanakan survei di Budidaya Tanaman Kudaile dapat dianalisa dari beberapa data yang di peroleh dari si pemilik budidaya dan beberapa karyawan. Kemudian langkah selanjutnya menganalisa data serta mendata *hardware* dan *software* apa saja yang akan digunakan dalam pembuatan sistem Penyusunan pembuatan *prototype* sistem penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor *line follower* dan sensor ultrasonik berbasis *internet of things*.

3) Desain

Dari hasil Analisa kemudian mendesain sistem dari alat sistem penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor *line follower* dan sensor ultrasonik berbasis *internet of things* tahap desain dilakukan dengan mengembangkan beberapa data analisa, rancang bangun *prototype* sistem menggunakan *flowchart* untuk alur kerja alat. dalam perancangan ini akan memerlukan beberapa *hardware* yang akan digunakan seperti ESP8266, Sensor *Line Follower* dan Sensor Ultrasonik.

4) Coding

Pada tahap mengcoding dengan memberi kode pada *hardware* yang telah didesain dengan menggunakan bahasa pemrograman C, C#, C++ menggunakan *software Arduino IDE* dan pembuatan

website dengan PHP dan *bootstrap* sebagai *framework* css menggunakan *Notepad++* sebagai *text editor*.

5) Testing

Hasil dari penelitian yang sudah dilakukan pada alat akan diuji cobakan secara real untuk menilai seberapa baik produk Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sesor Ultrasonik dan Sensor *Line Follower* berbasis *internet of things* yang telah dibuat serta memperbaiki bila ada kesalahan kesalahan yang terjadi.

6) Implementasi

Hasil dari penelitian ini alat akan diuji cobakan secara *real* disebuah miniatur taman untuk menilai seberapa baik pembuatan *prototype* sistem penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor *line follower* dan sensor ultrasonik berbasis *internet of things* yang telah dibuat.

7) Maintance

Pada tahap *maintance* atau perawatan akan dilaukan perawatan alat secara teratur dan melakukan perbaikan alat secara teratur agar alat dapat bekerja secara maksimal. Diantaranya dengan melakukan pengecekan alat secara berkala untuk mengetahui apakah ada bagian *hardware* yang tidak berfungsi dengan baik ataupun ada *software* yang eror.

4. Analisa Perancangan

a Analisa Permasalahan

Pada Budidaya Tanaman tingkat penyiraman air sangat mempengaruhi kesuburan dan pertumbuhan tanaman, jika penyiraman tanaman tidak diperhatikan maka bisa menyebabkan tanaman tumbuh kurang subur serta pertumbuhan tanaman yang kurang baik bahkan penyiraman tanaman yang buruk dapat mengakibatkan tanaman mati dan pemilik tanaman mengalami kerugian.

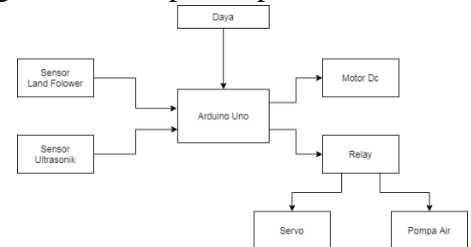
Pada kasus yang dijumpai dan berdasarkan penuturan dari narasumber yaitu pemilik budidaya tanaman dan para karyawan budidaya tanaman, perawatan tanaman masih menggunakan tenaga manual seperti penyiraman tanaman masih menggunakan selang air yang di siram oleh karyawan

budidaya tanaman satu persatu petak budidaya. Hal ini kurang efektif karena proses penyiraman dapat memakan banyak waktu dalam penyiraman tanaman.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dapat diambil penyelesaian masalah yaitu bagaimana membangun alat penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor *line follower* dan sensor ultrasonik berbasis *Internet of Things (IoT)*.

b Perancangan Diagram Blok

Perancangan blok diagram adalah suatu pernyataan gambar yang ringkas dari gabungan sebab dan akibat antara masukan dan keluaran dari suatu sistem. Perancangan diagram blok untuk alat ini yang akan di tampilkan pada Gambar 4.1



Gambar 16 Blok Diagram Arduino

5. Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian dan didapatkan Analisa sistem, Analisa permasalahan serta Analisa kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak guna membangun *prototype* sistem penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor ultrasonik dan sensor *line follower* berbasis *internet of things*. Selanjtnya menyiapkan komponen perangkat keras dan perangkat lunak seperti ESP8266, Sensor Line Follower, Sensor Ultrasonik, Pompa Air Mini, Relay, Motor DC, Kabel *Jumper*, *BreadBoard* Mini, Laptop PC, Arduino Uno R3, RTC (*Real Time Clock*) Ds3231, Adaptor 12V, *Push Button* (On Off), Selang air, Tabung air, Modul *Driver* L298n, dan aplikasi Arduino IDE. Setelah semua alat dikumpulkan dan dirakit, dan Langkah selanjutnya adalah Langkah uji coba dan implementasi alat.



Gambar 5.1 Tampilan Hasil Rancangan Kesimpulan

aa. Daftar Pustaka

- [1] BelajarBikinRobot.weebly.com. (2017, 22 Januari). Mengenal Apa Itu Robot? .Diakses pada 4 April 2021. Dari <http://belajarbikinrobot.weebly.com/1-mengenal-apa-itu-robot.html>
- [2] e-journal.uajy.ac.id. (2019, 07 Juni). Tinjauan Balai Penelitian Budidaya Tanaman Pangan. Diakses pada 25 April 2021. dari e-journal.uajy.ac.id
- [3] m.medcom.id (2020, 29 September). Cara Merawat Tanaman Hias. Diakses pada 04 April 2021. Dari <https://m.medcom.id/rona/keluarga/9K55d5RK-cara-merawat-tanaman-hias-di-rumah>
- [4] m.cnnindonesia.com. (2020, 19 Juli). 5 Kesalahan saat Merawat Tanaman Hias. Diakses pada 04 April 2021. Dari <https://m.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20200719201701-277-526461/5-kesalahan-saat-merawat-tanaman-hias>
- [5] Rendyansyah, R., Prasetyo, A. P. P., Exaudi, K., Siswanti, S. D., Firmansyah, M. D., & Sempurna, A. W. (2020, February). Peningkatan Keterampilan dalam Bidang Robotik Bagi Siswa SMK N 1 Indralaya Selatan Melalui Pelatihan Pemrograman Autonomous Mobile Robot. In *Annual Research Seminar (ARS)* (Vol. 5, No. 2, pp. 14-19).
- [6] Amanda, Karla. 2017. Apa yang dimaksud dengan otomatisasi?. [Online] Tersedia :<https://www.dictio.id/t/apa-yang-dimaksud-dengan-otomatisasi/12278>. [19 Mei 2021].
- [7] Baharsyah, A. N. 2019. Pengertian Internet of Things (IoT): Semua Hal yang Perlu Kamu Tahu.[Online]Tersedia:<https://www.jagoanhosting.com/pengertian-internet-of-things-iot/>. [19 Mei 2021].
- [8] Prastyo, E. A. 2018. Arduino Uno R3.[Online] Tersedia:<https://www.arduinoindonesia.id/2018/08/arduino-uno-r3.html>. [19 Mei 2021].
- [9] Agus, Faudin. 2017. Project board for Module ESP8266.[Online]Tersedia:[https://www.nyebartilmu.com/project-board-moduleesp01/#:~:text=Penjelasan%20singkat%20ESP%2D01,01%20bertindak%20sebagai%20komputer%20kecil](https://www.nyebartilmu.com/project-board-moduleesp01/#:~:text=Penjelasan%20singkat%20ESP%2D01,01%20bertindak%20sebagai%20komputer%20kecil.). [19 Mei 2021].
- [10] Nasir, Muhamad. 2018. Sensor Garis Pada Line Follower.[Online]Tersedia : [https://masnasir.wordpress.com/2012/05/01/sensor-garis-pada-robot-line-follower/#:~:text=Sensor%20garis%20sering%20digunakan%20pada,LDR%20ataupun%20photodiode%20sebagai%20sensor](https://masnasir.wordpress.com/2012/05/01/sensor-garis-pada-robot-line-follower/#:~:text=Sensor%20garis%20sering%20digunakan%20pada,LDR%20ataupun%20photodiode%20sebagai%20sensor.).
- [11] Support, Dab. Indonesia. 2019. Pompa Air Mini Dengan Banyak Fungsi.[Online]Tersedia :https://www.google.com/search?q=penjelasan+pompa+air+mini&safe=strict&ei=JzWYIu6KpGvyAPutLG4Aw&oq=penjelasan+pompa+air+mini&gs_lcp=Cgdn3Mtd2l6EAMyAggAOgQIABANogYIABAHEB46CagAEAgQBxAeUIUhWMMzYPk4aABwAngAgAHAAyGBlQ2SAQQxLjExmAEOAEBqgEHZ3dzLXdpesABAQ&scIent=gws-wiz&ved=0ahUKEwjL6dPyjdbwAhWRF3IKHW5aDDcQ4dUDCA0&uact=5. [19 Mei 2021].
- [12] Yusuf, M., Isnawaty, I., & Ramadhan, R. (2016). Implementasi Robot Line Follower Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–Derivative Controller (PID). *semantik*, 2(1).
- [13] Samrasyid. 2019. Pengertian Sensor Ultrasonik.[Online]Tersedia:<https://www.samrasyid.com/2019/08/pengertian-sensorultrasonik.html>. [19 Mei 2021].
- [14] Komponen Elektronika. 2020. Pengertian Motor DC Dan Prinsip Kerjanya.[Online]Tersedia : <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>. [19 Mei 2021].
- [15] Sora Templates. 2018. Jenis

- KabelJumper.[Online]Tersedia :
<https://dickysosd.blogspot.com/2018/01/jenis-kabel-jumper.html>. [19 Mei 2021].
- [16] Ervani, Reza. 2019. Modul RTC DS3231.[Online].
 Tersedia :
<https://arduino.rezaervani.com/2019/03/02/modul-rtc-ds3231/>. [19 Mei 2021].
- [17] Zakaria. 2020. Pengertian Breadboard Beserta Prinsip Kerja, Jenis dan Harga Breadboard.[Online].
 Tersedia :
<https://www.nesabamedia.com/pengertian-breadboard/#:~:text=Mini%20breadboard%20merupakan%20jenis%20terkecil,komponen%20elektronik%20dalam%20jumlah%20banyak>. [19 Mei 2021].
- [18] Arga. 2020. Pengertian Dan Fungsi Adaptor.[Online]
 Tersedia : [https://pintarelektro.com/fungsi-adaptor/#:~:text=Jenis%20jenis%20Adaptor-,Pengertian%20Adaptor,\(Searah\)%20yang%20lebih%20rendah.&text=Sebuah%20alat%20yang%20beroperasi%20pada,VAC%20dari%20PLN%20menjadi%2012VDC](https://pintarelektro.com/fungsi-adaptor/#:~:text=Jenis%20jenis%20Adaptor-,Pengertian%20Adaptor,(Searah)%20yang%20lebih%20rendah.&text=Sebuah%20alat%20yang%20beroperasi%20pada,VAC%20dari%20PLN%20menjadi%2012VDC). [19 Mei 2021].
- [19] Dunia Pembangkit Listrik. 2018. Pengertian Dan Cara Kerja Push Button.[Online]
 Tersedia :
<https://www.duniapembangkitlistrik.com/2018/04/pengertian-dan-cara-kerja-push-button.html>. [19 Mei 2021].
- [20] Aziz, P. F. A. 2020. IMPLEMENTASI ROBOT BERODA MENGGUNAKAN DRIVER L298N MELALUI MPU-6050 SEBAGAI KENDALI GESTUR. Medan : FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS SUMATRA UTARA.
- [21] Pedia Sangu. Pengertian Servo.[Online].
 Tersedia : <https://sinaupedia.com/pengertian-motor-servo/>. [26 Mei 2021].
- [22] Rozeff Pramana. 2018. Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada kolam Budidaya Ikan. Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan, 7[1] : 13-23.
- [23] Dian Novianto. 2016. Implementasi Sistem Informasi Pegawai (Simpeg) Berbasis Web Menggunakanframework Codeigniter Dan Bootstrap, Jurnal Ilmiah Informatika Global Volume 7. Teknik Informatika, STMIK Atma Luhur.
- [24] Dian Novianto. 2016. Implementasi Sistem Informasi Pegawai (Simpeg) Berbasis Web Menggunakanframework Codeigniter Dan Bootstrap, Jurnal Ilmiah Informatika Global Volume 7. Teknik Informatika, STMIK Atma Luhur.
- [25] Ratnasari, Elita. 2018. Pengertian Notepad++.[Online]
 Tersedia :
<https://fdokumen.com/reader/full/pengertian-notepad-misalnya-pada-c-fungsi-fungsinya-akan-di-masukan-kedalam>. [19 Mei 2021].
- [26] Andi Christian, dkk. 2018. Rancang Bangun Website Sekolah Dengan Menggunakan Framework Bootstrap (Studi Kasus SMP Negeri 6 Prabumulih). Jurnal SISFOKOM. STMIK Prabumulih.
- [27] Rozeff Pramana. 2018. Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada kolam Budidaya Ikan. Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan, 7[1] : 13-23.
- [28] Fauzi, Adi Rizki (2018). *RANCANG BANGUN MOBILE ROBOT PENYIRAM TANAMAN MENGGUNAKAN ULTRASONIC HCR-04*. Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Surabaya. Diakses pada 04 April 2021. dari
<http://repository.um-surabaya.ac.id/2482/>
- [29] Fauzi, Adi Rizki (2018). *RANCANG BANGUN MOBILE ROBOT PENYIRAM TANAMAN MENGGUNAKAN ULTRASONIC HCR-04*. Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Surabaya. Diakses pada 04 April 2021. dari
<http://repository.um-surabaya.ac.id/2482/>
- [30] Adhitya Bhawiyuga, Widhi Yahya. 2017. Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol Lora, Jurnal TIIK. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- [31] Adhitya Bhawiyuga, Widhi Yahya. 2017. Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor

Nirkabel Berbasis Protokol Lora, Jurnal TIK.
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas
Brawijaya.