

RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMART TRASH BIN* DALAM RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER DI UNIKA DE LA SALLE MANADO

Julio Dennis Suoth^{*1}, Lianly Rompis¹, Julie C.Rante¹¹Program Studi Teknik Elektro; Fakultas Teknik¹Universitas Katolik De La Salle; Kairagi I Kombos Manado, No. Telp(0431)871957e-mail: ¹15011005@unikadelasalle.ac.id, ¹lrompis@unikadelasalle.ac.id, ¹jrante@unikadelasalle.ac.id

Abstrak-Setiap hari produksi sampah selalu meningkat. Oleh karena itu, perlu adanya kesadaran akan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan meski kadang memerlukan cara yang unik agar tiap-tiap individu tertarik untuk membuang sampah pada tempatnya. Tempat sampah yang dirancang untuk penelitian ini pada umumnya dapat membuka dan menutup secara manual. Terdapat beberapa tempat sampah yang kurang diperhatikan oleh petugas kebersihan dikarenakan faktor jarak dan waktu sehingga mengakibatkan sampah menumpuk di tempat sampah dan hal ini menyulitkan seseorang untuk membuang sampah pada tempatnya. Teknologi Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*) dan Motor *Servo* digunakan sebagai sistem untuk membuka penutup tempat sampah secara otomatis. Perkembangan IoT (*Internet of Things*) diterapkan pada tempat sampah sebagai sistem pengiriman data ke *internet* secara otomatis dari ESP8266. Sensor Berat *Loadcell* dan Sensor Jarak HCSR04 digunakan untuk mendeteksi keadaan di dalam tempat sampah apabila sudah penuh atau belum.

Penelitian ini menggunakan metode-metode kualitatif yang berfokus pada perancangan dan pengujian sistem. Sehingga penelitian ini menghasilkan Prototipe *Smart Trash Bin* berbasis Mikrokontroler yang mampu memberikan kondisi nilai sensor jarak dan berat dalam bentuk persentase, serta mengirimkan informasi berupa nilai keadaan tempat sampah untuk dapat di *monitoring* oleh petugas kebersihan.

Kata kunci: *Sampah, Otomatis, PIR, IoT, Loadcell, HCSR04*

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk menghasilkan dampak serius terhadap semua aspek dalam suatu wilayah atau kota. Masalah lingkungan merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan dengan banyaknya pemukiman kumuh serta masalah persampahan yang menjadi masalah besar dari hampir seluruh kota di Indonesia.

Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi, baik oleh negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia. Masalah sampah adalah masalah yang umum di berbagai belahan dunia manapun termasuk menjadi masalah bagi kota-kota besar di Indonesia.

Manusia merupakan makhluk hidup yang menginginkan segala sesuatu tampak bersih dan indah, salah satunya kebersihan lingkungan. Banyak manusia yang belum sadar akan kepeduliannya terhadap kebersihan lingkungan disekitarnya, hal tersebut dapat direfleksikan seperti masih banyaknya sampah yang berceceran di jalan dan juga ditaman kota. Keadaan tersebut tentunya meresahkan bagi pengguna fasilitas publik, tidak terkecuali di Universitas Katolik De La Salle Manado.

Setiap hari produksi sampah selalu meningkat dan saat ini masalah yang terjadi di UDLSM adalah permasalahan sampah yakni sistem pengelolaan tempat sampah yang kurang optimal. Terdapat beberapa tempat sampah yang kurang diperhatikan oleh petugas kebersihan karena faktor jarak dan

waktu sehingga hal tersebut mengakibatkan sampah menumpuk ditempat sampah [1]. Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan untuk menanggulangi persoalan sampah antara lain:

Penelitian sebelumnya dimana Sukarjadi dkk.[2] membuat penelitian tentang “Perancangan Dan Pembuatan *Smart Trash Bin* Di Universitas Maarif Hasyim Latif”. Penelitian ini menggunakan sensor jarak yang berfungsi untuk mengetahui kondisi tempat sampah pada saat penuh. Sedangkan penelitian lainnya yakni Muhammad Mukrim Al Mabru [3] yang berasal dari Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, membuat “Rancang Bangun Sistem *Smart Trash Can* Berbasis Android”, dimana pengembangannya menggunakan sensor jarak dan berat untuk mengetahui kondisi dalam tempat sampah apakah sudah penuh atau belum, serta menggunakan *wifi module* dalam pengiriman data ke *web*.

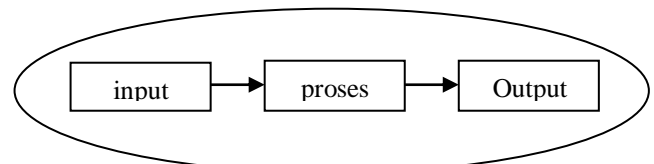
Pada penelitian ini, penulis akan merancang dan mengembangkan sistem tersebut dengan judul “Rancang Bangun Prototipe *Smart Trash Bin* Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler di Unika De La Salle Manado”. Dimana pengembangannya yakni dengan menambahkan tampilan nilai sensor jarak dan berat dalam bentuk persentase pada LED tempat sampah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem

Sistem merupakan suatu objek atau komponen-komponen yang berkaitan satu dengan yang lain sehingga unsur-unsur tersebut menjadi satu kesatuan dari pengolahan data.

Bentuk umum dari suatu sistem terdiri dari masukan (*input*), proses dan keluaran (*output*), dalam bentuk umum sistem ini terdapat satu atau lebih masukan yang akan diproses dan akan menghasilkan suatu keluaran [4].



Gambar 1. Bentuk Umum Sistem[4]

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu sistem yang mengandung masukan atau keluaran, memori, dan prosesor, yang digunakan pada alat seperti mesin cuci, pemutar video, mobil, dan telepon. Pada prinsipnya mikrokontroler adalah sebuah komputer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal yang bersifat berulang, dan dapat berinteraksi dengan bagian-bagian eksternal, seperti ultrasonik untuk mengukur jarak terhadap

suatu objek, penerima GPS untuk memperoleh data posisi kebumihan dari satelit, dan motor untuk mengontrol gerakan pada robot [5]. Mikrokontroler (pengendali mikro) pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik [6].

Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer yang sebagian besar elemennya berada dalam satu *chip* IC (*Integrated Circuit*), sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai tugas yang sangat spesifik. Elemen mikrokontroler tersebut diantaranya adalah:

- a. Pemroses (*processor*)
- b. Memori
- c. *Input* dan *output*

Mikrokontroler telah banyak digunakan sebagai pengendali sederhana, seperti dalam dunia medik, pengaturan lalu lintas, dan masih banyak lagi. Sebagai contoh alat ini diantaranya adalah komputer yang digunakan pada mobil untuk mengatur kestabilan mesin [7].

Mikrokontroler mempunyai ruang alamat tersendiri yang disebut memori. Memori dalam mikrokontroler terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung di simpan dan dimanipulasi oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan untuk data memori kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM) [8].

Atmega328 adalah *chip* mikrokontroler 8 bit berbasis AVR/RISC buatan Atmel yang memiliki 32 KB memori *ISP flash* dengan kemampuan baca-tulis (*read/write*), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM dan karena kapasitas memori *Flash* sebesar 32 KB inilah kemudian *chip* ini diberi nama ATmega328. Kelengkapan fitur yang terdapat dalam modul arduino Uno membuat modul ini mudah untuk digunakan, hanya dengan menghubungkan modul arduino Uno dengan PC menggunakan kabel USB atau menggunakan adaptor *Direct Current* (DC – DC), maka modul siap digunakan. Modul arduino Uno merupakan sebuah *platform* komputasi fisik yang bersifat *open source* [9].

Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler *single board* bersifat *open source* yang diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman *wiring based* yang berbasiskan *syntax* dan *library*. Pemrograman *wiring based* ini tidak berbeda dengan C/C++, tetapi dengan beberapa penyederhanaan dan modifikasi. Dalam penggunaannya, modul arduino Uno di sandingkan dengan sebuah bahasa pemrograman C yang di tuliskan menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*) berbasis *processing* [2].



Gambar 2. Modul Arduino Uno R3 ATmega328

IDE Arduino memungkinkan pemrogram membangun program yang akan ditanamkan ke dalam mikrokontroler ATmega328 yang tertanam di dalam modul arduino Uno ini yang dinamakan dengan *sketch*. IDE ini memiliki kemampuan

selain sebagai editor program, IDE ini pun memiliki kemampuan melakukan *compile* dan memungkinkan pemrogram mengunggah program yang dibuat tanpa harus menggunakan *tool* tambahan [10].

C. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep dengan tujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas *internet* yang tersambung secara terus menerus. Pada dasarnya IoT mengacu pada benda yang dapat di identifikasikan secara unik sebagai *representative* virtual dalam struktur berbasis internet. Cara kerja IoT adalah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan *user* dan dalam jarak berapapun. Agar tercapainya cara kerja IoT tersebut, internet menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara *user* hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat yang di dapatkan dari konsep IoT ialah pekerjaan yang dilakukan bisa menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. Sistem dasar dari *IoT* terdiri dari 3 hal yaitu:

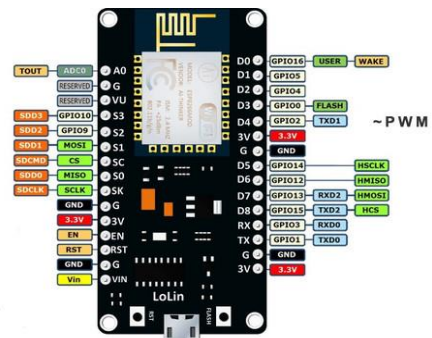
- a. *Hardware*/fisik
- b. Koneksi *Internet*
- c. *Cloud Date Center*, tempat untuk menyimpan atau menjalankan aplikasinya.

Secara singkat dapat dikatakan IoT adalah dimana benda-benda di sekitar kita dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui sebuah jaringan seperti *internet* [11].

ESP8266 adalah sebuah *chip* yang sudah lengkap dimana di dalamnya sudah termasuk *processor*, memori dan juga akses ke GPIO. Hal ini menyebabkan ESP8266 dapat secara langsung menggantikan Arduino dan ditambah lagi dengan kemampuannya untuk mendukung koneksi *wifi* secara langsung.

IoT semakin berkembang seiring dengan perkembangan mikrokontroler, *module* yang berbasiskan *Ethernet* maupun *wifi* semakin banyak dan beragam dimulai dari *Wiznet*, *Ethernet shield* hingga yang terbaru adalah *wifi module* yang dikenal dengan ESP8266.

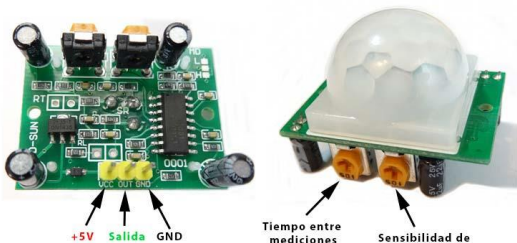
Tegangan kerja ESP8266 adalah sebesar 3.3V, sehingga untuk penggunaan mikrokontroler tambahannya dapat menggunakan *board* arduino yang memiliki fasilitas tegangan sumber 3.3V, akan tetapi akan lebih baik jika membuat secara terpisah *level shifter* untuk komunikasi dan sumber tegangan untuk *wifi module* ini, karena *wifi module* ini dilengkapi dengan Mikrokontroler dan GPIO sehingga banyak orang yang mengembangkan *firmware* untuk dapat menggunakan *module* ini tanpa perangkat mikrokontroler tambahan. *Firmware* yang digunakan agar *wifi module* ini dapat bekerja *standalone* [12]. Pada Gambar 3 merupakan *NodeMCU ESP8266*.



Gambar 3. NodeMCU ESP8266

D. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)

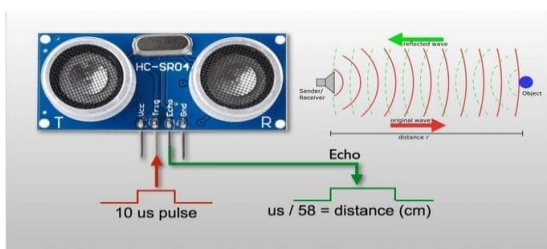
PIR (*Passive Infrared Receiver*) adalah modul pendeteksi gerakan yang bekerja dengan cara mendeteksi adanya perbedaan atau perubahan suhu sekarang dan sebelumnya (suhu tubuh manusia). Modul PIR dapat mendeteksi gerakan hingga jarak (tertentu umumnya 5 meter). Ketika tidak mendeteksi gerakan, keluaran modul adalah *LOW*. Ketika mendeteksi adanya gerakan, keluaran akan menjadi *HIGH*. Dengan lebar pulsa *HIGH* sekitar 0,5 sampai 15 detik [6].



Gambar 4. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)

E. Sensor Ultrasonik HCSR04

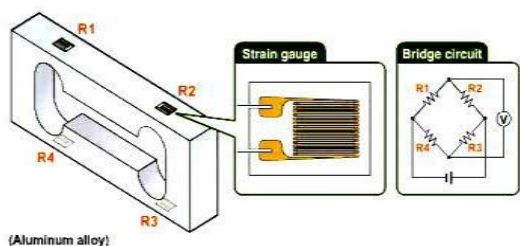
Modul HCSR04 seperti pada Gambar 5 merupakan modul sensor ultrasonik yang memiliki fungsi utama sebagai pengukur jarak. Modul ini memiliki sepasang *transducer* dengan empat *pin*, yaitu *pin supply* tegangan (*Vcc*), *pin trigger*, *pin echo*, dan *pin ground*. Modul akan memulai pengukuran saat diberi sinyal pulsa *trigger* sepanjang 10 μs , dimana *transmitter* akan mengirimkan gelombang ultrasonik yang akan diterima kembali oleh *receiver* saat gelombang tersebut mengenai objek dan memantul [13].



Gambar 5. Sensor Jarak HCSR04

F. Sensor Loadcell

Loadcell merupakan sensor yang cukup populer untuk pengukuran *Force* terutama untuk pengukuran berat (timbangan elektronik). Penggunaan *loadcell* sangat *simple* dan sangat memudahkan dalam implementasinya. Prinsip kerja secara singkat dari *loadcell* adalah terjadinya *shears* atau *stress* dari suatu benda (misalnya logam). Dalam *loadcell*, *shears* dan *stress* ini diwujudkan dalam bentuk perubahan panjang (regangan) permukaan, dan perubahan panjang ini ditangkap oleh sensor sekunder berupa *strain gauge* yang akan mengubah perubahan panjang (regangan) menjadi perubahan resistansi.

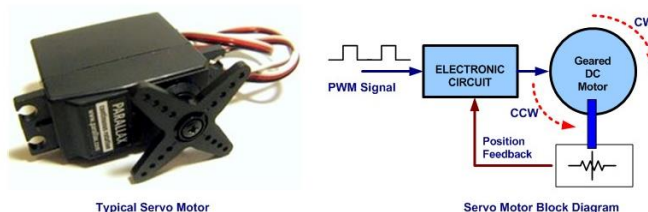


Gambar 6. *Loadcell*

Strain gauge disusun dengan konfigurasi jembatan dengan *supply* sebesar 10 volt, dengan terjadinya regangan maka resistansi *strain gauge* berubah dan akan menyebabkan terjadinya perubahan tegangan *output* pada rangkaian *bridge*. Tegangan keluaran dari *bridge* ini masih sangat kecil sehingga perlu diperkuat, diolah serta di kondisikan untuk mendapatkan tegangan yang diperlukan untuk tingkat berikutnya [14].

G. Motor Servo

Motor *servo* menggunakan sistem umpan balik tertutup, yaitu ketika posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo*. Motor *servo* terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Karena motor DC *servo* merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanen motor DC *servo* yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui hubungan interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanen dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. *Resultan* dari dua medan magnet tersebut menghasilkan *torsi* yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan *torsi* yang nilainya konstan [15].



Gambar 7. Motor *servo*

Motor *servo* terbagi menjadi dua jenis, yaitu motor *servo* standar yang hanya mampu berputar 180 derajat dan motor *servo* kontinu yang mampu berputar hingga 360 derajat, selain itu motor *servo* juga dibatasi dengan beban maksimal yang sudah di tentukan oleh masing – masing *servo*. Pada penelitian ini digunakan motor *servo* dengan sudut putar 180 derajat serta tegangan listrik sebesar 4,8 volt [7].

H. Website

Pada dasarnya *web* merupakan suatu kumpulan *hyperlink* yang menuju dari alamat satu ke alamat lainnya dengan bahasa *HTML* (*Hypertext Markup Language*). Penemu *website* adalah Sir Timothy John “Tim” Berners-Lee, sedangkan *website* yang tersambung dengan jaringan, pertama kali muncul pada tahun 1991.

Maksud dari Tim ketika membuat *website* adalah untuk mempermudah tukar-menukar dan memperbarui informasi kepada sesama peneliti di tempat bekerja. Pada tanggal 30 April 1993, CERN (tempat dimana Tim bekerja) menginformasikan bahwa WWW dapat digunakan secara gratis oleh semua orang yang dapat di akses melalui sebuah *software* yang disebut *browser*, seperti *internet explorer*, *mozilla firefox*, *opera* dan lain-lain [16].

Website atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi *teks*, gambar diam atau gerak, animasi, suara, dan atau gabungan dari semuanya baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait, yang masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman. Hubungan antara satu halaman *web* dengan

halaman *web* yang lainnya disebut *hyperlink*, sedangkan *teks* yang dijadikan media penghubung disebut *hypertext* [17].

Web adalah sebuah *software* yang berfungsi untuk menampilkan dokumen-dokumen pada suatu *web* yang membuat pengguna dapat mengakses *internet* melalui *software* yang terkoneksi dengan *internet* [18].

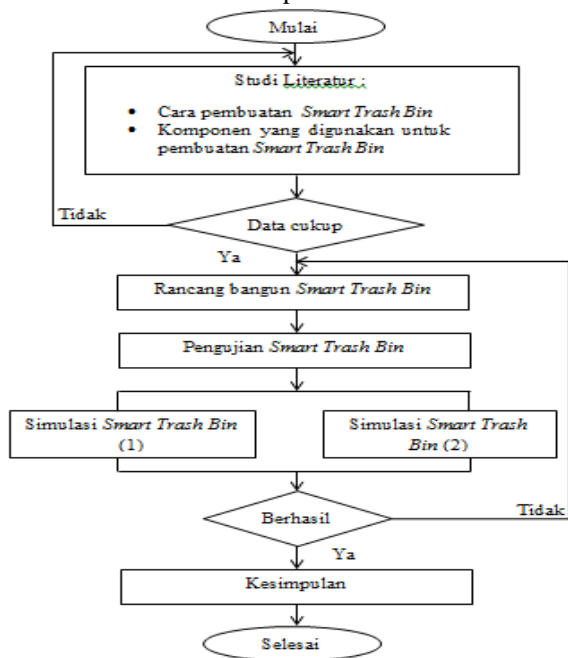
Client Side Scripting adalah salah satu jenis bahasa pemrograman *web* yang proses pengolahannya dilakukan di sisi *client*. Proses pengolahan *client side scripting* dilakukan oleh *web browser* sebagai *client*nya.

Server side scripting adalah bahasa pemrograman *web* yang pengolahannya (diterjemahkan) dilakukan di sisi *server* (*web server* yang di dalamnya telah mengintegrasikan komponen *web engine*). Tugas *web engine* adalah memproses semua *script* yang termasuk kategori *client side scripting* di dalam dokumen *web* atau sebaliknya.

Web server adalah program aplikasi yang memiliki fungsi sebagai tempat menyimpan dokumen-dokumen *web*. Contoh: *Web server apache* yang mendukung PHP *Web server microsoft Internet Information Server (IIS)* yang mendukung ASP dan PHP *Web server apache tomcat* yang mendukung *java server pages (JSP)* [19].

III. METODE PENELITIAN

Prosedur alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 8 yang terdiri dari studi literatur, rancang bangun alat, pengujian alat, dan simulasi alat serta kesimpulan.



Gambar 8. Diagram Alur Penelitian

A. Studi Literatur

Sebelum merancang *Smart Trash Bin*, penulis mencari studi literatur terlebih dahulu, yaitu mencari cara pembuatan prototipe serta komponen-komponen apa saja yang akan digunakan dan mencari referensi-referensi berkaitan dengan pembuatan *Smart Trash Bin*.

B. Rancang Bangun Alat

Setelah studi literatur terpenuhi, penulis mulai membuat rancangan sesuai konsep yang sudah dibuat, kemudian membangun prototipe *Smart Trash Bin* dari bahan dan komponen-komponen yang sudah ditentukan dengan menggunakan alat sesuai kebutuhan. Apabila dalam pembuatan

sistem ini masih memiliki kekurangan, penulis harus kembali ke studi literatur untuk mencari data, informasi, atau komponen yang masih dibutuhkan.

C. Pengujian Alat

Selesai merancang dan membuat prototipe *Smart Trash Bin*, tahap selanjutnya yaitu pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan apakah bekerja dengan baik atau tidak, kemudian tahap berikutnya yaitu pengambilan data dari beberapa komponen yang digunakan untuk dijadikan bahan perbandingan.

D. Simulasi Alat

Setelah perancangan dan pengujian *Smart Trash Bin* selesai, tahap selanjutnya yaitu simulasi sistem apakah berjalan sesuai yang diharapkan oleh penulis atau tidak. Apabila simulasi tidak berjalan sesuai yang diharapkan, langkah yang dilakukan yaitu kembali ke tahap perancangan dan pengujian sistem *Smart Trash Bin*.

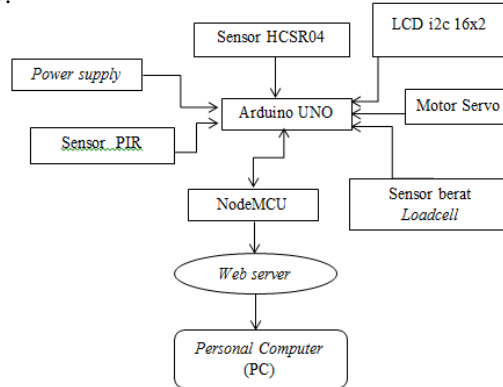
E. Kesimpulan

Dari simulasi yang dilakukan, penulis dapat menyimpulkan tujuan utama dibuatnya sistem prototipe *Smart Trash Bin* yaitu untuk mempermudah petugas kebersihan dalam menjaga kebersihan tempat sampah dan sekitarnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini penulis membuat suatu sistem secara keseluruhan untuk bisa mengetahui hubungan antara satu komponen dengan yang lain. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Keseluruhan Sistem

Keterangan keseluruhan sistem:

1. Pada perancangan sistem di atas dapat terlihat bahwa arduino sebagai otak dari sistem ini yang memungkinkan semua perangkat saling terhubung satu dengan yang lain.
2. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*) dalam hal ini berfungsi sebagai pendeteksi gerakan yang bekerja dengan cara mendeteksi gerakan atau perubahan suhu, dan *output* dari sensor PIR ini adalah *servo* yang sudah terhubung dengan penutup dari tempat sampah yang berfungsi untuk membuka dan menutup penutup tempat sampah secara otomatis berdasarkan cara kerja dari sensor PIR.
3. Sensor *Loadcell* berfungsi untuk mengetahui berat dari suatu benda yang masuk di dalam tempat sampah, begitu juga dengan sensor HCSR04 yang berfungsi untuk mengetahui suatu benda atau objek yang ada didepannya pada jarak yang sudah ditentukan oleh penulis. Kemudian

dari hasil kedua sensor tersebut akan ditampilkan di LCD i2c 16x2 dalam bentuk persentase (%).

- NodeMCU berfungsi untuk mengirimkan hasil data dari sensor *Loadcell* dan HCSR04 ke *Web* yang kemudian ditampilkan di monitor atau *Personal Computer* (PC).

B. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor *servo* dilakukan untuk mengetahui apakah sudut dari motor servo tersebut sesuai dengan sudut yang sudah ditentukan oleh penulis atau tidak, dengan menggunakan mistar sudut penulis dapat mengetahui bahwa sudut dari Motor *servo* tersebut. Pada penelitian ini, menggunakan 2 buah *Smart Trash Bin* dimana masing-masing tempat sampah menggunakan 1 buah motor *servo*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1.
Hasil Pengujian Motor Servo

No	Sudut	Coding	Servo (1)	Servo (2)
1.	0 - 180 °	180	180 °	170 °
2.	0 - 150 °	150	150 °	175 °
3.	0 - 120 °	120	120 °	135 °
4.	0 - 90 °	90	90 °	100 °
5.	0 - 60 °	60	60 °	65 °
6.	0 - 30 °	30	30 °	29 °

Dari hasil pengukuran pada Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa sudut yang sudah ditentukan di dalam *servo* tersebut tidak semua sesuai dengan hasil pengukuran menggunakan mistar sudut.

C. Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR untuk mendeteksi objek yang memiliki perubahan suhu dan gerakan lebih tepatnya manusia. Jika sensor PIR mendeteksi gerakan manusia maka hasil deteksi tersebut ditampilkan oleh *serial monitor HIGH* dan sebaliknya apabila sensor PIR tidak mendeteksi gerakan maka hasil yang ditampilkan oleh *serial monitor LOW*.

Tabel 2.
Hasil Pengujian Jarak 5 meter Sensor PIR HCSR501

No.	Jarak	Sudut	PIR HCSR501 (1)	PIR HCSR501 (2)
1.	5 meter	0 °	HIGH	LOW
2.	5 meter	45 °	HIGH	HIGH
3.	5 meter	90 °	HIGH	HIGH
4.	5 meter	145 °	HIGH	HIGH
5.	5 meter	180 °	HIGH	LOW
6.	5 meter	360 °	LOW	LOW

Tabel 3.
Hasil Pengujian Jarak 4 meter Sensor PIR HCSR501

No.	Jarak	Sudut	PIR HCSR501 (1)	PIR HCSR501 (2)
1.	4 meter	0 °	HIGH	LOW
2.	4 meter	45 °	HIGH	HIGH
3.	4 meter	90 °	HIGH	HIGH
4.	4 meter	145 °	HIGH	HIGH
5.	4 meter	180 °	HIGH	LOW
6.	4 meter	360 °	LOW	LOW

Tabel 4.
Hasil Pengujian Jarak 3 meter Sensor PIR HCSR501

No.	Jarak	Sudut	PIR HCSR501 (1)	PIR HCSR501 (2)
1.	3 meter	0 °	HIGH	LOW
2.	3 meter	45 °	HIGH	HIGH
3.	3 meter	90 °	HIGH	HIGH
4.	3 meter	145 °	HIGH	HIGH
5.	3 meter	180 °	HIGH	LOW
6.	3 meter	360 °	LOW	LOW

Tabel 5.
Hasil Pengujian Jarak 2 meter Sensor PIR HCSR501

No.	Jarak	Sudut	PIR HCSR501 (1)	PIR HCSR501 (2)
1.	2 meter	0 °	HIGH	LOW
2.	2 meter	45 °	HIGH	HIGH
3.	2 meter	90 °	HIGH	HIGH
4.	2 meter	145 °	HIGH	HIGH
5.	2 meter	180 °	HIGH	LOW
6.	2 meter	360 °	LOW	LOW

Tabel 6.
Hasil Pengujian Jarak 1 meter Sensor PIR HCSR501

No.	Jarak	Sudut	PIR HCSR501 (1)	PIR HCSR501 (2)
1.	1 meter	0 °	HIGH	HIGH
2.	1 meter	45 °	HIGH	HIGH
3.	1 meter	90 °	HIGH	HIGH
4.	1 meter	145 °	HIGH	HIGH
5.	1 meter	180 °	HIGH	HIGH
6.	1 meter	360 °	HIGH	LOW

Dari hasil pengujian diatas kita bisa mengetahui bahwa kedua sensor PIR tersebut mendeteksi gerakan berbeda-beda atau tidak semuanya sama.

D. Hasil Pengujian Sensor PIR dengan Servo

Pengujian sensor PIR seperti Gambar 10, untuk mendeteksi objek yang memiliki perubahan suhu dan gerakan lebih tepatnya mendeteksi manusia. *Servo* digunakan sebagai alat untuk membuka penutup tempat sampah secara otomatis. Jika sensor PIR mendeteksi gerakan manusia maka hasil deteksi tersebut membuat *servo* terangkat dari sudut sudut yang sudah ditentukan yaitu 30 ° sampai 120 °.



Gambar 10. Pengujian Sensor PIR dengan Servo

Langkah-langkah yang dilakukan untuk memperoleh data, pertama penulis mengukur jarak sensor PIR mulai dari 5 meter sampai 1 meter menggunakan meteran. Kemudian dari jarak

tersebut penulis bergerak maju mendekati sensor PIR sampai sensor PIR dapat mendeteksi gerakan.

E. Pengujian Sensor HCSR04

Pengujian sensor jarak HCSR04 dilakukan untuk mendeteksi adanya suatu objek atau benda di depan sensor. Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan mistar dan meteran. Mistar di pakai untuk mengetahui batasan jarak yang dibaca oleh sensor tersebut. Hasil pengukuran dari sensor HCSR04 tersebut dapat dilihat pada serial monitor seperti pada Tabel 7 dan 8 berikut ini.

Tabel 7.
Hasil Pengujian Sensor HCSR04 (1)

No.	Jarak	Hasil
1.	0 cm	-
2.	5 cm	3 cm
3.	10 cm	8.09 cm
4.	15 cm	12.64 cm
5.	20 cm	17.17 cm
6.	25 cm	22.91 cm
7.	30 cm	27.70 cm
8.	35 cm	31.98 cm
9.	40 cm	38.83 cm
10.	43 cm	42.17 cm

Tabel 8.
Hasil Pengujian Sensor HCSR04 (2)

No.	Jarak	Hasil
1.	0 cm	-
2.	5 cm	2.76 cm
3.	10 cm	6.5 cm
4.	15 cm	13.50 cm
5.	20 cm	18.09 cm
6.	25 cm	23.12 cm
7.	30 cm	27.46 cm
8.	35 cm	32.36 cm
9.	40 cm	38.83 cm
10.	43 cm	41.66 cm

Dari pengujian tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa semua hasil yang didapati dari kedua sensor HCSR04 tersebut berbeda dari jarak yang sudah ditentukan oleh penulis.

F. Pengujian Sensor Berat Loadcell dengan Beban

Pengujian sensor berat dilakukan untuk mengetahui berat dari suatu benda. Pengujian dilakukan dengan menaruh benda yang sudah diukur nilainya diatas sensor berat, dan hasil dari sensor berat ditampilkan di serial monitor. Pengujian sensor Loadcell dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9.
Hasil pengujian Sensor Loadcell (1) dengan beban

Barang	Calibration Factor	Berat
HP	919.90	200 gram
Breadboard	680.00	100 gram
Buku a	857.00	225 gram
Buku b	651.80	400 gram
Motor servo	780.00	50 gram

Tabel 10.
Hasil pengujian Sensor Loadcell (2) dengan beban

Barang	Calibration Factor	Berat
HP	210.00	200 gram
Breadboard	450.00	100 gram
Buku a	520.00	225 gram
Buku b	360.80	400 gram
Motor servo	590.00	50 gram

Dari hasil tersebut penulis dapat mengetahui nilai dari benda yang sudah ditentukan yaitu dengan mengubah-ubah nilai kalibrasinya sampai mendapatkan nilai kalibrasi yang sesuai dengan nilai berat dari benda yang sudah diukur atau ditentukan.

G. Pengujian Sensor Berat Loadcell dan Sensor HCSR04

Pengujian sensor Loadcell untuk mengetahui berat dari suatu benda yang di masukan di dalam tempat sampah dan HCSR04 untuk mendeteksi berat dan objek pada jarak yang sudah ditentukan oleh penulis. Adapun pengujian sensor ini seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Sensor Loadcell dan HCSR04

Pada sensor Loadcell penulis telah menentukan nilai maksimal dari sensor berat tersebut yaitu 3000 gram atau 3 Kg, sedangkan pada sensor HCSR04 penulis telah menentukan jarak maksimal yaitu 33 cm dan 34 cm.

Pada perhitungan Loadcell dan HCSR04 di dalam pengkodean dapat dilihat persentasenya di tampilan LCD apakah tempat sampah sudah penuh atau belum penuh.



Gambar 12. Tampilan LCD Ketika Sudah Penuh

Pada gambar 12 adalah tampilan ketika tempat sampah sudah penuh maka yang di tampilan di LCD yaitu *FULL* dan sebaliknya apabila tempat sampah kosong maka LCD akan menampilkan *EMPTY*.

H. Menghitung Persentase Nilai Manual dan Persentase Nilai Kesalahan Tempat Sampah 1

$$\text{Nilai Manual} = \frac{\text{Berat Benda}}{\text{Batas Berat Maksimum}} \times 100\%$$

Tabel 11.

Hasil Perbandingan Perhitungan Nilai Manual dan Digital Tempat Sampah 1

No	Nama Benda	Berat	Hasil Perhitungan Manual	Hasil Perhitungan Digital
1.	2 buah <i>Handphone</i>	400 gr	13.3 %	14.10 %
2.	Besi	500 gr	16.66 %	17.30 %
3.	1 botol air	540 gr	18 %	26.90 %
4.	2 botol air	1080 gr	36 %	46.40 %
5.	3 botol air	1620 gr	54 %	66.30 %

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{nilai yang diamati} - \text{nilai hasil perhitungan manual}}{\text{nilai yang diamati}} \times 100$$

a. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{14.1 - 13.3}{14.1} \times 100 = 5.67 \%$

b. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{17.3 - 16.66}{17.3} \times 100 = 3.69 \%$

c. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{26.9 - 18}{26.9} \times 100 = 30.08 \%$

d. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{46.4 - 36}{46.4} \times 100 = 22.41 \%$

e. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{66.3 - 54}{66.3} \times 100 = 18.55 \%$

Jadi, $\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Keseluruhan Nilai Kesalahan}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100 = 18.55 \%$

Tabel 12.

Hasil Perbandingan Perhitungan Nilai Manual dan Digital Tempat Sampah 2

No	Nama Benda	Berat	Hasil Perhitungan Manual	Hasil Perhitungan Digital
1.	2 buah <i>Handphone</i>	400 gr	13.3 %	13.40 %
2.	Besi	500 gr	16.66 %	17 %
3.	1 botol air	540 gr	18 %	25.80 %
4.	2 botol air	1080 gr	36 %	45.40 %
5.	3 botol air	1620 gr	54 %	64.30 %

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{nilai yang diamati} - \text{nilai hasil perhitungan manual}}{\text{nilai yang diamati}} \times 100$$

a. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{13.4 - 13.3}{13.4} \times 100 = 0.74 \%$

b. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{17 - 16.66}{17} \times 100 = 2 \%$

c. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{25.8 - 18}{25.8} \times 100 = 30.23 \%$

d. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{45.4 - 36}{45.4} \times 100 = 20.7 \%$

e. $\% \text{ Kesalahan} = \frac{64.3 - 54}{64.3} \times 100 = 16.01 \%$

Jadi, $\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Keseluruhan Nilai Kesalahan}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100 = 13.9 \%$

I. Pengujian Waktu Pengiriman Data ke *Web*

1. Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 1

Tabel 13.

Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 1 Dengan *Delay* 5 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
17:08	1 botol AKE	00:09.03
17:09	2 botol AKE	08:40.99
17:21	3 botol AKE	07:35.98

Tabel 14.

Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 1 Dengan *Delay* 4 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
17:39	1 botol AKE	06:42.71
17:51	2 botol AKE	07:14.55
17:59	3 botol AKE	07:27.78

Tabel 15.

Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 1 Dengan *Delay* 3 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
18:08	1 botol AKE	05:60.50
18:20	2 botol AKE	06:38.00
18:29	3 botol AKE	06:34.74

Tabel 16.

Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 1 Dengan *Delay* 2 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
20:43	1 botol AKE	02:50.67
21:10	2 botol AKE	05:01.80
21:17	3 botol AKE	05:13.71

Tabel 17.

Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 1 Dengan *Delay* 1 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
22:16	1 botol AKE	03:42.53
22:21	2 botol AKE	03:58.77
22:27	3 botol AKE	03:27.81

2. Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 2

Tabel 18.

Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 2 Dengan *Delay* 5 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
14:49	1 botol AKE	07:28.61
14:58	2 botol AKE	11:47.31
15:10	3 botol AKE	07:41.56

Tabel 19.
Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 2 Dengan *Delay* 4 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
15:22	1 botol AKE	06:07.70
15:29	2 botol AKE	06:22.36
15:36	3 botol AKE	06:41.23

Tabel 20.
Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 2 Dengan *Delay* 3 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
15:46	1 botol AKE	05:21.24
15:52	2 botol AKE	05:26.51
15:58	3 botol AKE	05:29.48

Tabel 21.
Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 2 Dengan *Delay* 2 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
16:18	1 botol AKE	04:05.12
16:23	2 botol AKE	04:40.91
16:29	3 botol AKE	04:22.46

Tabel 22.
Pengiriman Data ke *Web* dari Tempat Sampah 2 Dengan *Delay* 1 Detik

Jam	Benda	Pengukuran <i>delay</i> dengan <i>Stopwatch</i>
16:36	1 botol AKE	03:01.19
16:40	2 botol AKE	03:14.00
16:44	3 botol AKE	02:52.69

Berdasarkan pengujian pada pengiriman data ke *web* dengan *delay* yang ditentukan, menghasilkan nilai yang berbeda dengan hasil pengujian menggunakan *stopwatch*, serta pengiriman data pada tempat sampah 2 lebih cepat. Hal ini disebabkan karena pengaruh masing-masing rangkaian pada tempat sampah yang memiliki *delay* keandalan alat bagian pengiriman yang berbeda.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian maka di dapatkan kesimpulan mengenai sistem prototipe yang telah dibuat.

1. Apabila sensor PIR mendeteksi adanya suatu gerakan maka Motor *servo* sebagai penggerak akan membuka penutup tempat sampah secara otomatis.
2. Sistem *Smart Trash Bin* ini mempermudah petugas kebersihan untuk dapat menjaga kebersihan tempat sampah dan sekitarnya, karena sistem ini dilengkapi dengan mikrokontroler dalam pengolahan data dari sensor *Loadcell* dan HCSR04 yang kemudian di kirim ke *internet* oleh ESP8266 untuk dapat diakses oleh petugas kebersihan dalam *monitoring* kebersihan tempat sampah.
3. Pada sistem ini penulis menggunakan dua mikrokontroler yaitu mikrokontroler dari Arduino Uno dan mikrokontroler dari NodeMCU, sehingga penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa dua mikrokontroler bisa saling berhubungan.
4. Setiap tempat sampah dengan menggunakan *type* ESP8266 yang sama. Dalam pengujian ternyata proses pengiriman tidak sama yaitu ESP8266 pada tempat sampah kedua lebih cepat dibandingkan yang pertama.

B. Saran

1. Pada pembuatan mekanik dari sistem ini masih kurang baik, penulis berharap dalam pengembangan ke depannya mekanik harus sesuai dengan ukuran yang dibuat dan sesuai dengan desain yang sudah dirancang.
2. *Web* yang digunakan pada sistem ini masih belum mendukung untuk pengiriman secara *realtime*, oleh karena itu penulis menyarankan untuk menggunakan *Websocket* agar pengiriman data ke *web* dapat di lihat secara *realtime*.
3. Pada sistem ini masih belum mencapai standar presisi yaitu 2 % karena berdasarkan hasil pengujian di dapatkan nilai melebihi standar presisi. Oleh karena itu penulis berharap dalam pengembangan kedepan nanti agar lebih memperhatikan nilai presisinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Albanjar, M. (2013). "Evaluasi Pengolahan Persampahan di Kota Manado (studi kasus: Kec. Wenang)," vol. 1996, pp. 130–140.
- [2] Sukarjadi, S, Arifiyanto, A, Setiawan, D. T, dan Hatta, M. (2017). "Perancangan Dan Pembuatan Smart Trash Bin Di Universitas Maarif Hasyim Latif", *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–110.
- [3] Al Mabur M. M. (2016). "Rancang Bangun Sistem Smart Trash Can Berbasis Android," p. 87.
- [4] Munawir, A, L. (2018). *Sistem Informasi Manajemen*. Banda Aceh: Lembaga Komunitas Informasi Teknologi Aceh (KITA).
- [5] Kadir, A. (2015). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: MediaKom.
- [6] Adrianto, H, dan Darmawan, A. (2016). *Arduino Belajar Cepat Dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- [7] Sumarsono, Saptaningtyas, D. W. (2018) . *Pengembangan Mikrokontroler Sebagai remote Control Berbasis Android*. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi , UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- [8] Murtiwyati dan Lauren, G. (2013). "Jurnal Ilmiah Komputasi Komputer & Sistem Informasi 1-10," *J. Ilm.*, vol. 12, p. 2,3.
- [9] Handoko, P. (2017). "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3", Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya. Ciputat, Tangerang Selatan.
- [10] Nugroho, S. A, Suryawan I Ketut D, Wardana N. K. (2015). Penerapan Mikrokontroler Sebagai Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android. *Jurnal Eksplora Informatika*, 4(2), 135 – 144.
- [11] Dewi N. H. L, Rohmah M. F, Zahara S. (2014). *Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet Of Things (IOT)*. Mahasiswa Teknik Informatika, Universitas Islam Majapahit.
- [12] Arafat. (2016). *Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266*. Fakultas Teknik "Technologia".
- [13] Bulandala, J. R. (2018). *Pintu RFID (Radio Frekuensi Identification) Dan Perancangan Rumah Otomatis*

Berbasis Mikrokontroler Arduino, Skripsi, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik De La Salle Manado.

- [14] Mandayatma, E. (2018). Peningkatan Resolusi Sensor *Loadcell* Pada Timbangan Elektronik. Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.
- [15] Sujarwata. (2013). “Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler *Basic Stamp 2sx* Untuk Mengembangkan Sistem Robotika”. Universitas Negeri Semarang (UNNES) Semarang.
- [16] Hidayat, R. (2010). Cara Praktis Membangun *Website* Gratis , Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [17] Batubara, F. A. (2012). Perancangan *Website* Pada PT. Ratu Enim Palembang. Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan.
- [18] Destiningrum, M, Adrian, Q. J. (2017). Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbasis *Web* Dengan Menggunakan *Framework Codeigniter*. Informatika dan sistem informasi, Universitas Teknokrat Indonesia. Bandar Lampung.
- [19] Arif, R. (2011). Pemrograman *Web* Dinamis Menggunakan PHP dan MySQL. Yogyakarta: Penerbit Andi.