

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini banyak kurangnya kepedulian manusia terhadap lingkungan sekitar. Kebanyakan dari mereka biasanya membuang sampah sembarangan di jalan-jalan atau area terlantar. Indonesia sedang mengalami kondisi darurat sampah dan sangat mengkhawatirkan. Kondisi tersebut dapat dilihat dari tercemarnya lingkungan di kota-kota besar. Banyaknya sampah plastik di lingkungan masyarakat diakibatkan oleh gaya hidup manusia yang terbiasa menggunakan benda berbahan plastik, mulai dari keperluan rumah tangga hingga bisnis (Hendra, 2016). Jumlah sampah yang dihasilkan oleh penduduk di Indonesia mencapai 189 ribu ton per-hari.

Data sampah yang terdapat di Indonesia dan beberapa wilayah contohnya yaitu Martapura Oku timur saat ini sudah sangat di cemari dengan limbah sampah. Asal usul sampah berasal dari masyarakat Martapura setempat yang produksinya kurang lebih mencapai 7.200 ton per hari. Limbah sampah saat ini yang dihasilkan masyarakat setempat sudah tahap akut, sehingga sangat mengganggu kualitas lingkungan hidup dan pola hidup sehat di daerah martapura. Berdasarkan kondisi tersebut, Pemprov Oku Timur Sumsel akan menyusun sebuah rencana akademik dan raperda tentang pengelolaan limbah sampah di martapura. Data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perbandingan jumlah sampah berbanding lurus dengan banyaknya penduduk yang ada di Indonesia (Republika Online, 2019).

Penulis menawarkan sebuah inovasi untuk memanfaatkan teknologi sebagai sarana sosialisasi yang dapat membantu pegawai dan masyarakat untuk membuang sampah pada tempat nya dan membuat kesadaran orang untuk membuang sampah itu tinggi. Penulis mengusulkan dengan memanfaatkan teknologi *internet of things (IoT)* sebagai sarana untuk mempermudah pegawai dan orang-orang terdekat mempunyai kesadaran

tinggi terhadap sampah. Sesuai dengan permasalahan yang penulis terima dari wawancara tersebut penulis akan membuat sebuah teknologi yang berupa kotak sampah pintar berbasis *IoT*.

Oleh karena itu tugas akhir ini diberi judul berupa “Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis *IoT* (*Design Smart Garbage Based IoT*) Pada PDAM Way Komerling, Martapura, Sumatera Selatan”. Oleh karena itu permasalahan yang penulis terima bahwa kesadaran orang tentang membuang sampah pada tempatnya itu masih kurang maka sistem kotak sampah pintar ini penulis *design* dengan sebegus mungkin untuk membuat orang tau bahwa membuang sampah pada tempatnya itu sangatlah penting dan sistem ini mempermudah pembuangan sampah dengan buka tutup otomatis melalui sensor yang di berikan.

1.2. Tujuan

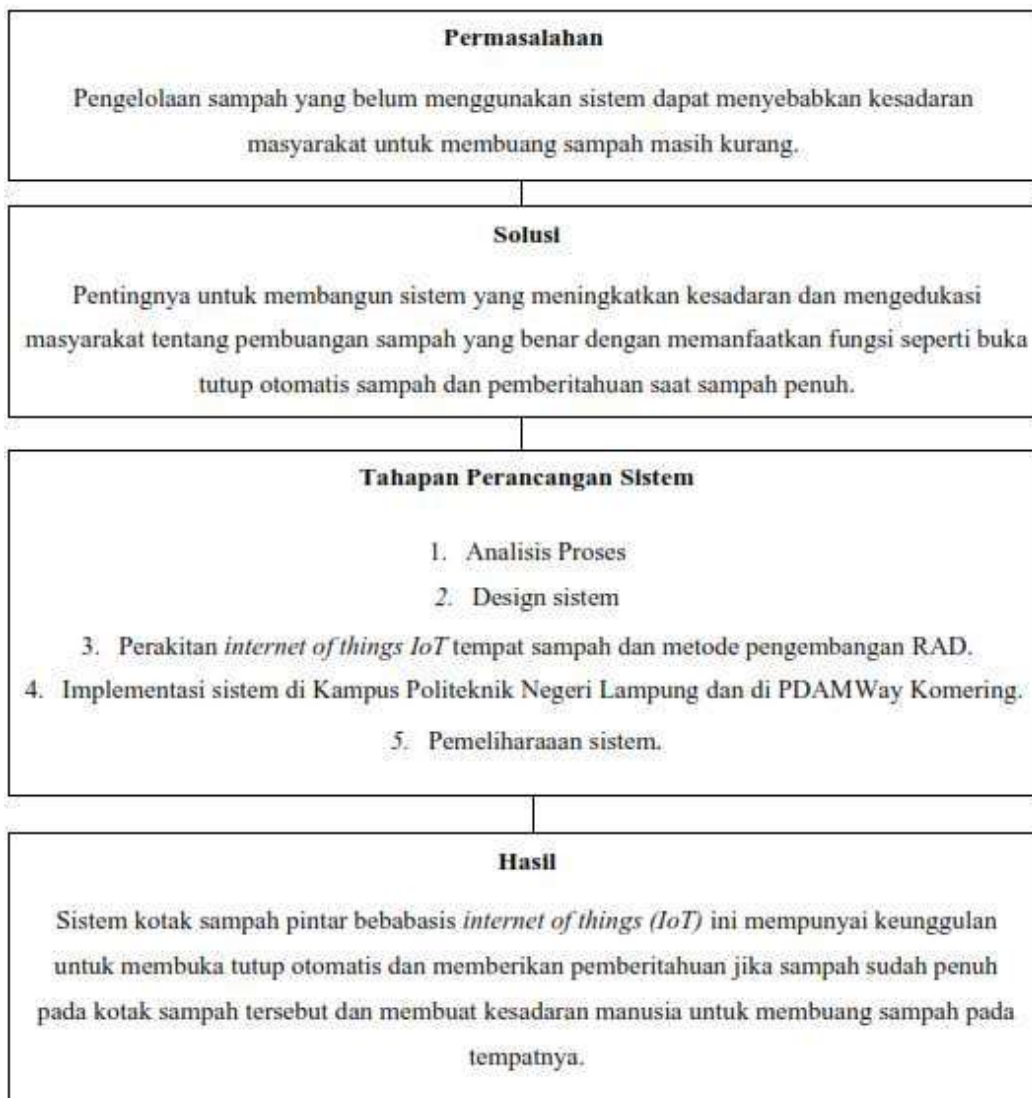
Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang bangun kotak sampah pintar berbasis *internet of things* (IoT).
2. Memberikan edukasi dan inovasi teknologi *internet of things* (IoT) di kehidupan masyarakat sehari-hari.

1.3. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang di atas, maka perlu adanya suatu sistem yang dapat meningkatkan kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya. Kerangka sistem dalam metode ini menggunakan metode RAD. kerangka pemikiran dari kotak sampah pintar ini menggunakan pendekatan *internet of things (IoT)* dan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerangka pemikiran



1.4. Kontribusi

Kontribusi yang dapat diberikan penulis kepada pihak yang menggunakan seperti :

1. PDAM Way Komerling.

Kontribusinya, PDAM Way dapat dengan mudah mengontrol dan memantau masalah sampah yang terkumpul.

2. Mahasiswa.

Kontribusinya, mahasiswa dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam pembuatan tempat sampah pintar berbasis IoT dan menciptakan sebuah inovasi baru yang bermanfaat bagi penulis.

3. Politeknik Negeri Lampung

Kontribusi yang dapat di berikan yaitu sebagai bahan referensi dan bahanbelajaran tentang kotak sampah pintar berbasis *internet of things (IoT)*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sampah

Sampah adalah sesuatu benda atau jenis lainnya yang sudah tidak terpakai dan terbuang. Karena semakin banyaknya sampah yang dihasilkan oleh manusia, dalam perlu dilakukan pengolahan sampah untuk mengubah sampah menjadi bahan yang bernilai sangat ekonomis dan dapat mengubah sampah menjadi suatu bahan yang tidak merusak lingkungan hidup manusia (Hendra, 2016).

2.2. Tempat Sampah

Tempat sampah sebagai tempat untuk menyimpan limbah sampah, biasanya terbuat dari kayu, plastik, dll. Tempat sampah biasanya disimpan di dalam dapur untuk membuang sisa peralatan dapur seperti kulit buah, botol, kertas, dll (E. R. Aprilia, 2013).

2.2.1 Sejarah Tempat Sampah

Sejarah manusia purba, sebagian besar limbah berasal dari sisa pembakaran kayu, tulang, dan limbah sayuran. Bagian yang dapat dimakan biasanya digunakan sebagai makanan hewan, dan sisanya dibiarkan membusuk di tanah. Pada tahun 1875 pengumpulan sampah menjadi sistem resmi di Inggris. Tempat sampah pertama muncul, berfungsi untuk menyimpan abu sampah yang terbakar (E. R. Aprilia, 2017).

2.2.2 Jenis-Jenis Kotak Sampah

Saat ini terdapat lima jenis tempat sampah berwarna dengan fungsi yang berbeda - beda. Penjelasan tentang warna dan fungsi tempat sampah yang mudah dipahami serta cara penggunaannya. Jenis-jenis tempat sampah akan penulis sajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis-jenis tempat sampah

1. Tempat sampah *Paper* (Hijau)

Tempat sampah berwarna hijau berfungsi untuk menyimpan sampah jenis organik.

2. Tempat sampah *plastic* (Kuning)

Tempat sampah berwarna kuning berfungsi untuk menyimpan sampah jenis anorganik

3. Tempat sampah *Cans* (Biru)

Tempat sampah berwarna biru berfungsi untuk mengumpulkan kertas bekas.

4. Tempat sampah *Glass* (Abu-Abu)

Tempat sampah berwarna abu-abu berfungsi untuk mengumpulkan sisa limbah residu ataupun ampas.

5. Tempat sampah *Tetra Pak* (Merah)

Tempat sampah berwarna merah digunakan untuk menampung limbah B3 (Bahan, Berbahaya serta Beracun).

2.3. Tempat Sampah Pintar

Tempat sampah pintar merupakan alat yang di rancang khusus untuk mempermudah menggunakan barang tersebut seperti membuka otomatis tutup dengan menggunakan kekuatan motor servo dan sensor, dan biasanya juga menggunakan *speaker* untuk memberitahukan jika kotak sampah telah penuh. Biasanya orang merancang kotak sampah pintar ini menggunakan alat alat seperti *Arduino uno*, *sensor ultrasonic*, *real time clock*, *motor servo*, *speaker* dll (E. R. Aprilia, 2017).

2.4. Teknologi Internet

Teknologi internet adalah jaringan komputer yang sangat besar yang terdiri dari jutaan PC yang terhubung menggunakan protokol tertentu untuk bertukar data antar PC. Semua PC yang terhubung ke Internet bertukar data menggunakan protocol yang sama, TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) (Setiawan, D. 2018).

2.4.1. Jaringan Komputer

Jaringan komputer ialah suatu sistem yang terdiri dari beberapa unit komputer yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat saling berbagi sumber daya, berkomunikasi, dan mengakses informasi (Setiawan, D. 2018).

2.4.2. LAN (Local Area Network)

LAN adalah jaringan komputer yang hanya mencakup area lokal. Jenis LAN ini sangat umum di warnet, kampus, sekolah atau kantor yang perlu menghubungkan atau menghubungkan antara beberapa dan lebih komputer ke dalam satu ruangan. LAN merupakan jaringan internet yang sangat berpengaruh oleh topologi suatu jaringan jaringan (Setiawan, D. 2018).

2.4.3. MAN (Metropolitan Area Network)

MAN adalah jaringan komputer di seluruh kota dengan kecepatan data tinggi yang menghubungkan lokasi seperti sekolah, kampus, kantor, dan pemerintahan (Setiawan, D. 2018).

2.4.4. WAN (Wide Area Network)

WAN adalah jaringan komputer yang jangkauannya dapat menjangkau suatu negara bahkan benua. contohnya adalah jaringan yang menghubungkan suatu wilayah atau negara dengan negara lain (Setiawan, D. 2018).

2.4.5. Internet

Internet adalah jaringan computer yang saling berhubungan yang mampu membaca dan menguraikan Internet Protocol (IP) dan Transmission Control Protocol (TCP) Pengertian tentang IP sendiri akan dijelaskan terpisah pada istilah-istilah dalam internet (Setiawan, D. 2018).

2.4.6. IoT (Internet of Things)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana Suatu objek di integrasikan ke dalam teknologi seperti sensor dan perangkat lunak untuk tujuan berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui satu perangkat saat masih terhubung ke Internet. Dimana alat (*Internet of Things*) memiliki potensi untuk mengubah seluruh dunia (Fatmawati, K., Sabna, E. & Irawan, Y., 2009).

2.5. Arduino IDE



Gambar 2. Arduino IDE

Saat ini banyak robot banyak menggantikan pekerjaan manusia untuk mempermudah pekerjaan. Robot harus diprogram sesuai dengan kebutuhan untuk mengendalikannya. Di antara aplikasi perangkat lunak lainnya, perangkat lunak aplikasi yang dapat digunakan untuk menganalisis bahasa pemrograman adalah Arduino IDE. Arduino IDE ingin mengirimkan informasi data ke cloud melalui modul Wi-Fi. Integrated development environment atau biasa dikenal dengan Arduino IDE merupakan program open source yang memungkinkan seseorang untuk memprogram Arduino menggunakan C dan C++.

Arduino IDE memungkinkan Anda untuk menulis sebuah program dan mungkin mengkompilasinya menjadi kode biner, yang kemudian ditransfer ke dalam memori mikrokontroler Arduino yang disebut IDE. Ini termasuk membuat, menyimpan, memanggil file program Arduino alias Sketch dengan ekstensi ino dan mengunggah file sketsa ke mikrokontroler.

Aplikasi *Arduino* ini dapat di install bermacam sistem operasi semacam *Mac OS, LINUX, Windows*. *Arduino IDE* memiliki 3 bagian:

1. program *Editor*, untuk membuat catatan dan juga merubah program untuk bahasa-bahasa pemrosesan.
2. *Compiler*, mempunyai fungsi mengkompilasi sketsa tanpa mengunggah ke papan, yang dapat digunakan untuk memeriksa kesalahan sintaks sktech. Materinya sendiri berperan mengubah bahasa pemroses menjadi kode biner yang berpengaruh kesalah satu bahasa yang dimengerti oleh mikrokontroler.
3. *Uploderr*, mempunyai fungus sebagai perangkat keras yang sangat berperan memasukkan sebuah kode biner ke dalam mikrokontroler memori . Pesan kesalahan akan muncul jika kartu tidak dipasang atau jika alamat port COM tidak dikonfigurasi dengan benar.

Secara umum struktur perintah yang terdapat pada *Arduino* meliputi konfigurasi void, void loop, dan void header. Header Void itu sendiri biasanya ditulis dengan definisi penting yang menunjukkan di mana ia digunakan dalam program.

Kemudian, untuk di-deploy secara langsung, software *Arduino IDE* harus terhubung ke perangkat *Arduino* dengan kabel USB. Ada berbagai jenis *Arduino*, tetapi dalam penelitian ini kita akan menggunakan mikrokontroler berbasis *Arduino Uno*.

2.6. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah teknologi *mikro prosesor* dan *mikro komputer*. Digunakan teknologi semi konduktor yang mengandung lebih banyak *transistor* pada ruang yang sangat kecil (Muhajir, 2019).

2.6.1. Arduino Uno

Arduino ialah *board* rangkaian elektrtonik *open source* yang didalamnya memakai komponen utama berbentuk *chip* mikrokontroler tipe AVR yang dibuat oleh industri Atmel (Harun, A. 2019). *Arduino Uno R3* akan di sajikan dalam gambar 3.



Gambar 3. Arduino Uno R3

Arduino Uno yakni *board mikrokontroler* yang berasal dari sebuah industri *Smart Project*. Salah satu tokoh dari penciptanya yakni Massimo Banzì. Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang bersumber pada ATmega328. Mikrokontroler ini memiliki 14pin I/O computerized (6 pin bisa digunakan selaku output PWM) dan terdapat juga 6 input di analog, kristal osilator 16Mhz, port daya, header ICSP,serta terdapat juga tombol untuk reset.

Arduino Uno ATmega 328P diprogram menjadi USB to serial *converter* guna komunikasi serial memakai PC lewat port USB. Arduino ini sendiri merupakan pengembangan terbaru untuk sebuah board Arduino, serta merupakan model referensi untuk sebuah platform Arduino.

Bahasa pemrograman yang terdapat pada Arduino Uno ini sendiri mirip dengan bahasa pemrograman C++ yang digunakan untuk mencari sebuah bahasa pemrograman sederhana atau *universal* yang biasanya digunakan untuk membuat sebuah aplikasi yang akan dibangun ke dalam sebuah *board* Arduino uno.

2.6.1.1. Spesifikasi

Berikut merupakan spesifikasi Arduino Uno akan di sajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Keterangan
<i>Microcontroller</i>	Atmega328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O</i>	14 pin
<i>Analog Input Pins</i>	6 Pin
<i>DC current per I/O</i>	20 pin mA
<i>DC Current for</i>	50 pin mA
<i>Flash memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 Mhz

2.6.1.2. Sumber Tegangan

Koneksi USB (5V) yang tersedia di Arduino dapat digunakan melalui koneksi USB atau menggunakan kabel jack. Daya eksternal (atau non-USB) dapat berupa ACDC atau baterai, sumber dayanya sendiri dapat dipilih secara otomatis. *Connector* yang dimasukkan dengan memasukkan steker tengah positif sepanjang 2,1 mm ke dalam konektor daya DC yang terhubung ke papan daya. Kabel baterai dapat dicolokkan ke header atau yang disebut Head Pin Ground serta Pin Vin yang berasal dari power konektor. Arduino sendiri dapat dioperasikan menggunakan catu daya eksternal 6-20 volt. Dengan adanya suplai kurang dari sama dengan 7v, sebaliknya pin 5 volt juga dapat memasok kurang dari sama dengan 5 volt, namun dengan ini board Arduino akan menjadi kurang stabil dan *controller* akan menjadi terlalu panas. Untuk menghindari ke tidak stabilan pada Arduino Uno direkomendasikan 7 hingga 12 volt.

2.6.1.3. Memori Arduino

Arduino ialah board Arduino yang memakai sebuah mikrokontroler ATmega 328. Memori pada Arduino R3 ialah Atmega328 dengan kapasitas 32KB, sedangkan Arduino sendiri memiliki 2 KB SRAM dan di tambah dengan 1 KB EEPROM.

2.6.1.4. Input dan Output

Digital 14 pin di Arduino Uno dapat juga digunakan sebagai input atau output. Gunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Setiap pin dapat menerima atau bahkan menghasilkan arus hingga 40 mA dan ada 10 *resistor* internal *pull-up* hingga 2050 KOhm (dipisahkan secara default).

2.6.1.5. Komunikasi Arduino

Arduino UNO yang memiliki berbagai fitur agar berkomunikasi komputer, Arduino Uno dan *mikrokontroler* yang lainnya. Atmega_328 mendukung komunikasi sebuah serial melalui Uart Ttl (5 V), tersedia dalam jalur 0 (RX) & 1. (TX). Atmega16U2 memiliki pin tunggal pada papan saluran berkomunikasi dengan USB, menghasilkan pembuatan port virtual untuk pemrograman di sebuah komputer. Firmware 16U2 melalui driver USB COM standar dan tidak memerlukan driver lain. Built-in RX dan TX menyala ketika informasi sedang ditransfer melalui chip berurutan USB *port* ke USB *port* komputer tidak melakukan komunikasi pin serial (0 dan 1).

2.6.2. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel yang digunakan untuk penghubung antara Arduino Uno dengan board atau dengan alat yang lain. Kabel jumper menghantarkan sinyal atau listrik. Kawat jumper konduktif melalui logam dengan konduktor internal. Ada macam macam kabel jumper yang sering kita temui di pasaran yaitu *male-male*, *male-female*, *female-female* (Kedairobot, 2017). Kabel jumper akan penulis sajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Kabel Jumper

2.2.3 Sensor *Ultrasonic* HCSR04

Sensor *ultrasonic* HCSR04 merupakan suatu perangkat listrik dengan fungsi penginderaan yang bekerja sebagai prinsip-prinsip pemantulan gelombang suara dengan mendeteksi keberadaan suatu benda atau *object* di depannya. frekuensi operasi sensor *ultrasonic* berkisar dari 40KHz hingga 400KHz di atas gelombang suara. Sensor *ultrasonic* terdiri dari dua unit pemancar dan penerima. Struktur unit pemancar/penerima sangat sederhana dengan mekanis dan hanya menghubungkan membran sehingga membuat bergetar. Tegangan AC dengan frekuensi kerja 40KHz sampai 400KHz diterapkan pada pelat logam (HAFSARI, R. T., & ISNANI, S. R. 2011). Sensor Ultra sonic HCSR04 akan di sajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sensor Jarak *Ultrasonic* HCSR04

Fungsi Pin-pin HC-SR04 :

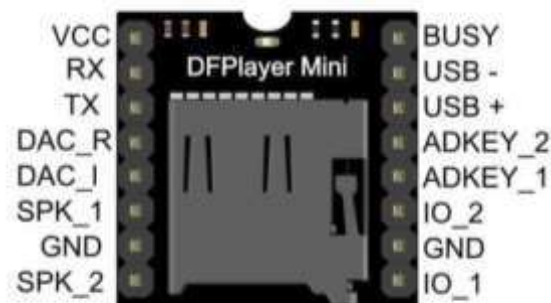
- VCC : 5V Power Supply.
- Trig : Trigger/Penyulut.
- Echo : Receive/Indikator.
- GND : Ground/0V Power Supply

2.2.4 DFPlayer Mini

DFPlayer Mini merupakan modul pemutar musik yang mendukung banyak file seperti file mp3. DFPlayer mini memiliki antar muka 16-pin dalam bentuk header pin standar di kedua sisi.

DFPlayer Mini memiliki koneksi serial yang dapat menerima perintah dari pengontrol lain seperti *NodeMCU* dan dapat menghubungkan *speaker* secara langsung (Faudin, A. 2018).

Modul *NodeMcu* juga dapat diintegrasikan dengan kemampuan pemutaran MP3, WAV dan VMA. Sementara itu, perangkat lunak ini mendukung sistem file FAT16, FAT32. Dapat dilakukan dengan perintah serial pemutaran musik sederhana dan pemutaran musik dan fungsi lainnya, tidak perlu operasi dasar yang rumit, mudah digunakan, stabil dan dapat diandalkan. DFPlayer Mini akan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. DFPlayer mini

DFPlayer Mini yang dioperasikan secara Stand-Alone

1. MODE I/O Mode ini adalah mode pengkabelan sederhana yang hanya membutuhkan 1 *speaker* keluaran 4-8 ohm dan 2 tombol tekan dan catu daya 5vdc. Sedangkan untuk push button terhubung ke I/O pin 1 dan I/O pin 2 dan terhubung ke ground. Tekan sebentar tombol dapat diartikan sebagai berikutnya atau sebelumnya dan tekan lama tombol dapat diartikan oleh modul sebagai volume + atau volume -.
2. Analog to Digital Mode dalam mode ini mempunyai 20 push button disusun dalam jaringan yang terhubung dengan pin ADKEY 1 dan ADKEY 2. Untuk pengaturan ini juga diperlukan 9 resistor yang terhubung ke ADKEY 1 dan ADKEY 2. masing-masing tombol dari 3K Ω , 6.2K Ω , 9.1K Ω , 15K, 24K, 33K, 51K, 100K, 200K.

Berikut Spesifikasi DFPlayer akan di sajikan

di Tabel 3.

Tabel 3 Pin Out DFPlayer

Nama	Deskripsi	Catatan
VCC	Input Tegangan	DC 3,2-5.0V
RX	UART input serial	
TX	UART output serial	
DAC_R	Output audio saluran kanan	Earphone drive dan amplifier
DAC_L	Output audio saluran kiri	
SPK2	<i>Speaker</i>	<i>Speaker power (<3W)</i>
GND	Ground	Power ground
SPK1	<i>Speaker</i>	<i>Speaker power (<3W)</i>
I/O 1	Trigger port 1	Tekan sebentar untuk memainkan lagu berikutnya (tahan lama untuk mengurangi volume)
GND	Ground	Power ground

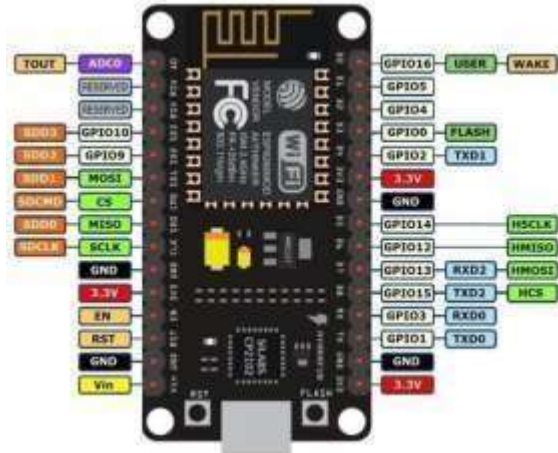
I0 2	Trigger port 2	Tekan lama untuk memainkan lagu berikutnya (tahan lama untuk meningkatkan volume)
ADKEY1	AD port 1	Memacu memainkan segmen pertama
ADKEY2	AD port 2	Memacu memainkan segmen kelima
UBS +	USB + DP	Port USB
USB -	USB - DM	Port USB
Busy	Memainkan status	Rendah Memainkan musik Tinggi tidak memainkan musik

2.2.5 NodeMcu ESP8266



Gambar 7. Node MCU ESP8266

Nodemcu merupakan board *mikrokontroler* yang terintegrasi dengan *chip* ESP8266, mampu mengakses koneksi internet melalui Wi-Fi, *Nodemcu* memiliki pin I/O untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat lain dan dapat dikembangkan menjadi platform IoT. *Nodemcu* juga berkomunikasi melalui USB to serial untuk memasukkan program ke dalam mikrokontroler dan modul ESP8266 sebagai akses Wi-Fi pada perangkat mikrokontroler (Sokop, S. J., Mamahit, D. J., & Sompie, S. 2019). Berikut adalah antarmuka dan spesifikasi untuk *Nodemcu*:



Gambar 8. Interfaces Nodemcu ESP8266 (Suryana, 2021)

Tabel 4. Spesifikasi Nodemcu ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
<i>Voltage</i>	3.3v
<i>Wi-Fi</i>	Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP, 802.11 support; b/g/n.
<i>Current consumption</i>	10uA-170mA
<i>Flash memory</i>	16MB Tensilica L106
<i>Processor Processor speed</i>	32-bit
<i>RAM</i>	80-160MHz
<i>GPIOs</i>	80K
<i>Analog to Digital</i>	17
	1

2.2.6 *Speaker*

Speaker adalah salah satu perangkat output komputer yang berbentuk kotak atau lingkaran dengan kemasan unik yang digunakan untuk mengeluarkan hasil pengolahan berupa audio dari komputer. Agar *speaker* berfungsi, diperlukan perangkat keras berupa kartu suara (audio/sound processor) (Yudibitira, K. 2015).

Gambar *Speaker* akan di sajikan pada gambar 9.



Gambar 9. *Speaker*

Speaker pada umumnya dapat di bedakan menjadi 2 kategori, yaitu :

1. *Speaker Pasif (Passive Speaker)*

Speaker pasif adalah speaker yang tidak mengandung amplifier. Akibatnya, speaker pasif membutuhkan amplifier ekstra untuk dapat menggerakkannya. Pertama-tama level sinyal harus diperkuat untuk menggerakkan *speaker* pasif. Sebagian besar pembicara yang kami temui adalah pembicara pasif.

2. *Speaker Aktif (Active Speaker)*

Speaker aktif adalah *speaker* dengan amplifier. *Speaker* aktif memerlukan kabel daya tambahan untuk menyalakan amplifier di dalamnya

2.2.7 Motor Servo

Motor servo adalah motor DC dengan sistem umpan balik loop tertutup di mana posisi rotor diumpankan kembali ke rangkaian kontrol motor servo. Motor ini terdiri dari motor DC, rangkaian roda gigi, ponsiometer, dan rangkaian kontrol. Sebuah potensiometer digunakan untuk menentukan batas sudut rotasi servo. Ini dimungkinkan dengan kombinasi motor biasa dan sensor tambahan. Dalam hal ini, ini adalah bentuk encoder untuk umpan balik posisi. Mengontrol motor servo, lebih dikenal sebagai penggerak servo, adalah bagian paling penting dan menuntut dari motor servo. Hal ini karena dirancang untuk presisi tinggi tersebut. Jika gaya sebuah eksternal di coba untuk memutar atau mengubah sebuah posisi, servo dengan otomatis menahan dan mempertahankan torsi yang dimilikinya. Namun, servo tidak akan bisa menahan tempatnya tanpa batas waktu yang di tentukan (Artono, B., & Putra, R. G. 2019). Motor Servo akan di sajikan pada gambar 10.



Gambar 10. Motor Servo

2.2.8 *Battery Holder*

Battery Holder adalah satu atau lebih kompartemen atau ruang untuk menyimpan baterai. Untuk baterai kering, pemegang juga harus melakukan kontak listrik dengan terminal baterai. Untuk sel basah, kabel biasanya dihubungkan ke terminal baterai. *Battery Holder* di sajikan pada gambar 11.



Gambar 11. *Battery Holder*

2.2.9 Baterai

Baterai adalah sebuah perangkat keras untuk yang berfungsi untuk menyimpan daya yang dapat di gunakan untuk menghantarkan daya tanpa harus di sambungkan dengan arus listrik secara langsung. Arus yang dipancarkan oleh baterai disebut juga arus searah atau DC (*direct current*). secara umum baterai dapat di bagi menjadi baterai sekunder yang dapat di isi ulang dan baterai primer yang hanya bisa di gunakan sekali (Padhi, A. K. 1997). Baterai akan di tampilkan pada gambar 12.



Gambar12. *Battery*