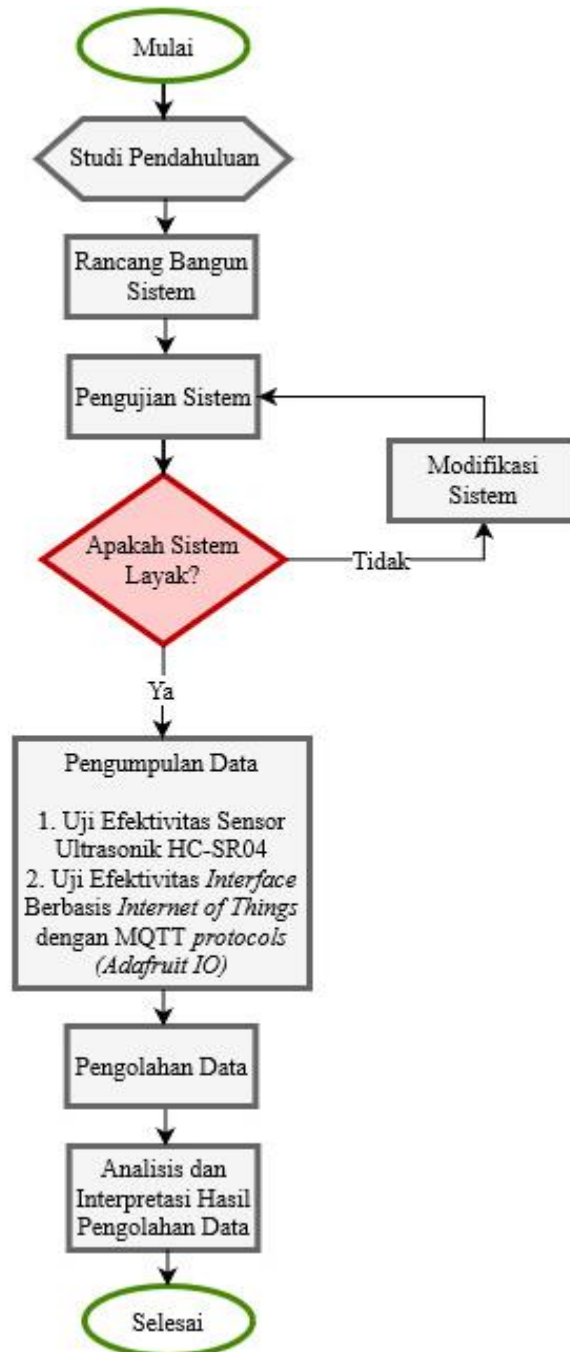


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi tahapan yang ditunjukkan gambar 3.1. Rincian tahapan penelitian yang akan dilakukan meliputi:



Gambar 3.1 Diagram Alir Alur Penelitian

1. Studi pendahuluan

Pada intinya studi pendahuluan ini bertujuan untuk menghimpun dan mengkonstruksikan berbagai informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian. Kegiatan ini meliputi kegiatan studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh informasi sebagai dasar pengetahuan yang mendukung jalannya penelitian mulai dari perancangan penelitian, perancangan dan pembuatan sistem, pengambilan data, hingga tahapan analisis dan interpretasi data. Sumber informasi diperoleh melalui media internet, buku, jurnal ilmiah maupun karya tulis ilmiah lainnya.

2. Rancang bangun sistem

Ditahap ini diawali dengan perancangan sistem yang meliputi pembuatan skema alat dan tahapan kerja sistem dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) sistem untuk dijadikan acuan dalam perakitan sistem *hardware* dan pembuatan program. Diagram alir (*flowchart*) sistem ini merepresentasikan tahapan kerja dan algoritma program yang dibuat seperti yang ditunjukkan gambar 3.4, gambar 3.5, dan gambar 3.6. Sistem *hardware* dan program yang telah dibuat selanjutnya diintegrasikan agar dapat difungsikan sesuai rancangan sistem dengan mengunggah program yang dibuat ke *board* mikrokontroler *DOIT ESP32* menggunakan *tool upload* pada aplikasi pemrograman *Arduino IDE 1.8.5*.

3. Pengujian sistem

Pada tahap ini sistem diuji coba dengan mengoperasikan seluruh bagian sistem (sistem sensor, sistem pemroses data, dan sistem *interface*) untuk dianalisis kinerjanya. Jika kinerja sistem sudah sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat di awal maka sistem dapat dikatakan layak digunakan untuk pengambilan data. Jika kinerja sistem belum sesuai dengan rancangan sistem maka sistem masih termasuk kedalam kategori belum layak. Sistem yang masuk kedalam kategori belum layak tersebut perlu diperbaiki sesuai dengan permasalahan yang dialami sistem melalui proses modifikasi sistem. Sistem yang telah dimodifikasi kemudian diuji coba kembali kelayakannya.

4. Modifikasi sistem

Tahap modifikasi sistem dilakukan ketika sistem menunjukkan belum berfungsi sebagaimana mestinya layaknya rancangan sistem yang dibuat. Untuk

memperbaiki ketidaksesuaian tersebut dilakukan modifikasi sistem dengan melakukan perbaikan berupa perubahan-perubahan pada bagian tertentu yang dirasa bermasalah baik dari *hardware* maupun program.

5. Pengumpulan data

Data penelitian diperoleh dari hasil pengujian efektivitas pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik terhadap berbagai sampel jenis material bidang pantul dan pengujian efektivitas *interface* berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan MQTT *protocols*. Pengujian efektivitas sensor ultrasonik dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran jarak oleh sensor terhadap suatu jenis material bidang pantul dengan hasil pengukuran jarak menggunakan alat ukur *measure tape* terhadap objek yang sama. Pada pengujian efektivitas *interface* berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan MQTT *protocols* dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter *Quality of Service (QoS) delay, jitter, dan packet loss*. Pengukuran parameter QoS ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Wireshark 3.2.5* untuk melakukan analisis kualitas jaringan.

6. Pengolahan data

Data yang diperoleh dari tahap sebelumnya disajikan dan diolah pada aplikasi *Microsoft Office Excel 2013*. Data dari pengujian efektivitas pengukuran sensor ultrasonik terhadap setiap jenis material bidang pantul dicari nilai rata-rata setiap pengukuran dari perulangan sebanyak sepuluh kali tersebut lalu diolah dengan persamaan 2.8 untuk memperoleh persentase galat setiap pengukuran yang dilakukan sensor. Data dari aplikasi *wireshark* pada pengujian efektivitas *interface* berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan MQTT *protocols* diolah pada aplikasi yang sama dengan persamaan 2.3, persamaan 2.4, dan persamaan 2.5 sehingga diperoleh nilai parameter *Quality of Service (QoS) delay, jitter, dan packet loss*.

7. Analisis dan interpretasi hasil pengolahan data

Data yang telah diolah dari pengujian efektivitas sensor ultrasonik kemudian diplot kedalam grafik garis untuk mengetahui penyimpangan terhadap nilai pengukuran sebenarnya yang terukur *measure tape* dan menyajikan nilai rata-rata persentase galat hasil pengukuran jarak oleh sensor terhadap masing-masing jenis material bidang pantul yang menjadi sampel kedalam bentuk tabel. Hal tersebut

akan memudahkan peneliti melakukan analisis dan interpretasi hasil pengujian sensor ultrasonik untuk dibandingkan dengan kriteria toleransi sensor ultrasonik HC-SR04 berdasarkan *datasheet* sensor. Selanjutnya data yang telah diolah dari pengujian efektivitas *interface* berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan MQTT *protocols* disajikan kedalam bentuk tabel terpisah untuk masing-masing parameter QoS yang diukur. Selanjutnya peneliti dapat menarik suatu kesimpulan terkait kualitas layanan menggunakan MQTT *protocols* tersebut dengan mengacu standar TIPHON yang dapat dilihat pada tabel 2.2, tabel 2.3, tabel 2.4, dan tabel 2.5.

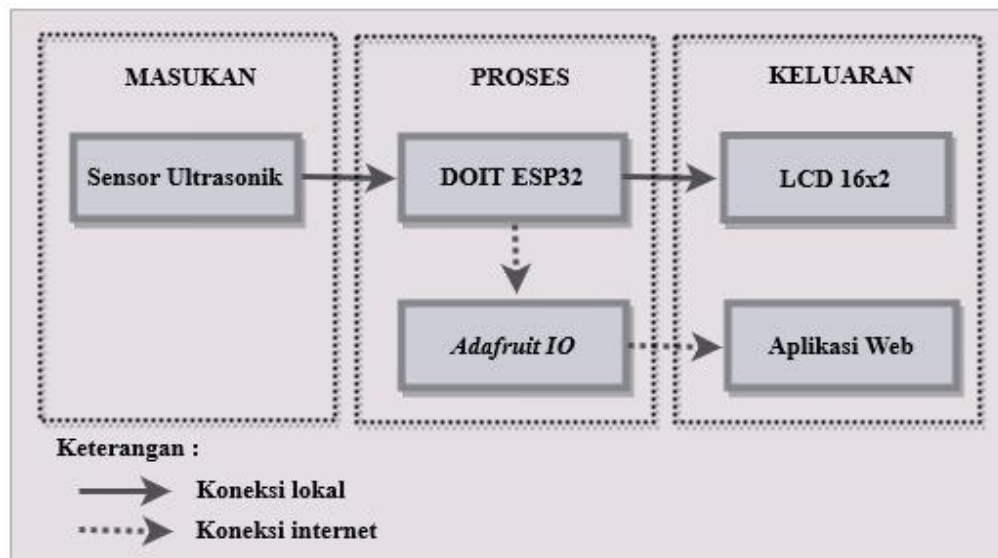
Dalam penelitian ini digunakan beberapa aplikasi pendukung. Aplikasi-aplikasi pendukung tersebut terdiri dari:

1. **Arduino IDE 1.8.5**, aplikasi pemrograman yang digunakan dalam membuat program untuk diupload ke *board* mikrokontroler dan berisi prosedur-prosedur yang akan dijalankan mikrokontroler.
2. **Adafuit IO**, layanan berbasis *web server* yang mendukung sistem *Internet of Things* dengan MQTT *protocols* melalui penyediaan layanan MQTT *broker*.
3. **Wireshark 3.2.5**, aplikasi yang digunakan untuk melakukan analisis jaringan guna mengukur berbagai parameter *Quality of Service* (QoS). Aplikasi tersebut merupakan aplikasi yang dapat diunduh melalui halaman situs resmi www.wireshark.org. Aplikasi ini telah banyak digunakan untuk melakukan analisis QoS jaringan karena sudah memiliki lisensi GPLv2 (*General Public License Version 2*) untuk perangkat lunak bebas dan telah terdaftar di *SourceForge* sehingga dapat dengan mudah diunduh secara bebas.
4. **Microsoft Office Excel 2013**, aplikasi yang digunakan untuk menyajikan dan melakukan pengolahan data serta mendukung pembuatan grafik.

3.2 Diagram Blok Sistem

Secara umum suatu sistem terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian masukan, proses, dan keluaran. Pada rancangan sistem ini terdapat beberapa perangkat sistem yang diklasifikasikan sebagai masukan, proses, dan keluaran pada diagram blok seperti pada gambar 3.2. Masing-masing perangkat dihubungkan dengan koneksi lokal (penyambungan dengan kabel) dan koneksi internet. Dalam rancangan sistem

ini seperti pada gambar 3.2 perangkat yang termasuk kedalam bagian masukan adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini akan memberikan sinyal yang akan dikirimkan dan diproses mikrokontroler *DOIT ESP32* sebagai perangkat yang berperan dalam bagian pemrosesan. Mikrokontroler akan melakukan pemrosesan sinyal berupa pengolahan sinyal input dari sensor ultrasonik HC-SR04 sedemikian rupa sehingga menghasilkan nilai hasil pengukuran jarak.

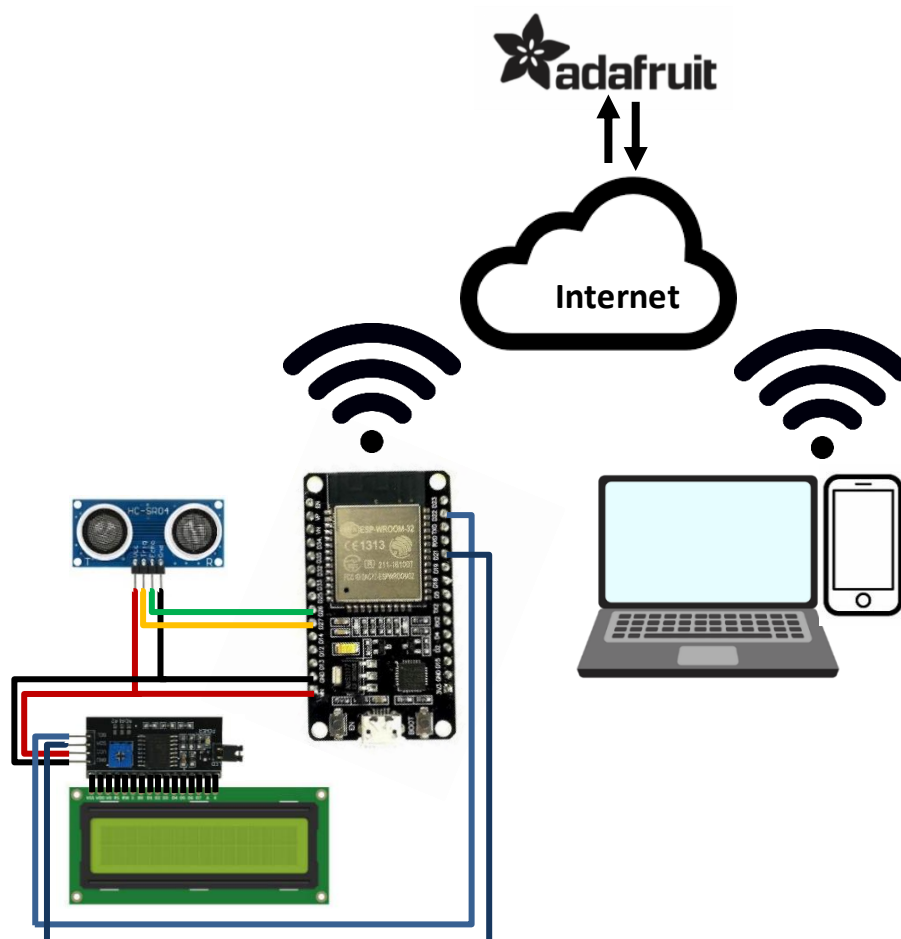


Gambar 3.2 Diagram Blok Rancangan Sistem

Data nilai hasil pengukuran jarak kemudian dikirimkan oleh mikrokontroler ke layanan MQTT *broker Adafruit IO* yang akan mengatur proses transfer data dari mikrokontroler ke aplikasi web *Adafruit IO* agar data dapat ditampilkan pada data aplikasi web *Adafruit IO*. Transfer data dapat dilakukan jika mikrokontroler terhubung dengan jaringan internet sehingga dapat melakukan pengiriman data ke *Adafruit IO*. Begitupun saat pengguna akan mengakses data melalui aplikasi web *Adafruit IO*, perangkat gawai perlu dihubungkan dengan jaringan internet terlebih dahulu. Mikrokontroler *DOIT ESP32* ini pun memproses data pengukuran jarak sensor ultrasonik HC-SR04 agar dapat ditampilkan pada LCD 16x2. Disini LCD 16x2 dan aplikasi web *Adafruit IO* berperan sebagai *output interface* dalam sistem dimana keduanya bertugas melakukan *displaying* data hasil pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik HC-SR04.

3.3 Rancangan Sistem

Pada sistem ini terdapat rangkaian sistem utama sebagai *transmitter* (yang melakukan transmisi data) yang terdiri dari mikrokontroler *DOIT ESP32*, LCD 16x2, I²C LCD *driver*, dan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dirangkai seperti pada gambar 3.3. Data nilai hasil pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 diproses oleh mikrokontroler *DOIT ESP32* agar dapat ditampilkan pada LCD 16x2 dan dikirimkan ke MQTT *broker Adafruit IO*. Untuk melakukan transfer data ke *Adafruit IO* tersebut mikrokontroler *DOIT ESP32* harus terhubung dengan jaringan internet dengan melalui jaringan *WiFi*.



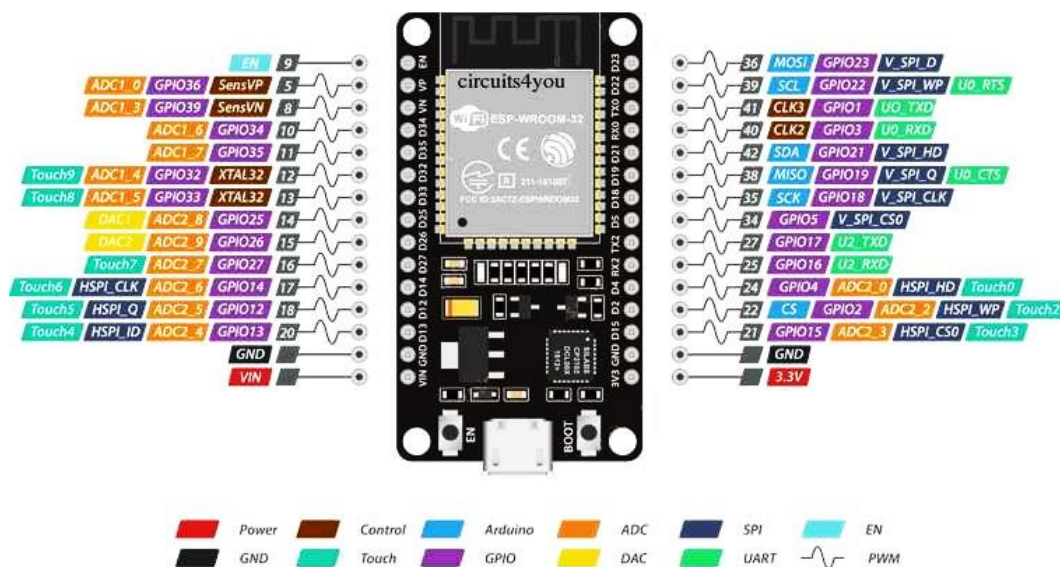
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Sistem Utama

Selanjutnya untuk menampilkan data pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 melalui perangkat gawai baik PC maupun *smartphone* perlu dihubungkan dengan jaringan internet untuk dapat mengakses aplikasi web *Adafruit IO* sebagai media untuk menampilkan data. Dengan begitu sistem yang dibuat mendukung

pemantauan hasil pengukuran jarak secara *real time* di manapun selama seluruh perangkat yang digunakan dalam sistem terhubung dengan jaringan internet sesuai dengan kaidah sistem berbasis *Internet of Things*.








3.3.1 Mikrokontroler *DOIT ESP32*

ESP32 merupakan mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan modul *WiFi* (802.11 b/g/n tipe HT40 @ 2.4GHz up to 150 Mbit/s) serta *Bluetooth* (v4.2 BR/EDR dan BLE) dengan CPU *Xtensa Dual Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS* dan biasa digunakan dalam proyek *Internet of Things* (Tanpa nama, 2008). Pada mikrokontroler ini terdapat sensor di dalam module yaitu *touch sensor*, *temperature sensor*, dan *hall effect sensor*. *Espressif System* membuat ESP32 dengan processor *Tensilica Xtensa 32-bit LX6 microprocessor* yang memiliki *clock frequency* mencapai 240 MHz serta *internal memory* ROM 448 KiB dan SRAM 520 KiB (Prasetyo, 2019).



Gambar 3.4 Pinout *DOIT ESP32*
(Sumber : www.circuits4you.com)

DOIT ESP32 dengan pin berjumlah 30 buah pin seperti pada gambar 3.4. Terdapat 2 pin *power supply* VCC dengan label merah (■), 2 pin *ground* dengan label hitam (■), 1 pin *enable* dengan label biru muda terang (■), dan 25 pin GPIO (*General Purpose Input/Output*) dengan label ungu (■) yang memiliki berbagai

macam fungsi khusus lain di setiap pinnya. Masing-masing fungsi khusus yang dimiliki setiap pin ditandai oleh masing-masing label sesuai fungsinya. Label  untuk *touch sensor*, label  untuk komunikasi I²C (*Inter-Integrated Circuit*), label  untuk pin ADC (*Analog-to-Digital Converter*), label  untuk pin DAC (*Digital-to-Analog Converter*), label  untuk komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*), label  untuk komunikasi UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*), dan label  untuk fungsi PWM (*Pulse Width Modulation*). Dengan tegangan operasi 2,3 V-3,6 V terdapat 15 pin ADC 12-bit, 2 pin DAC 8-bit, 25 pin PWM (*Pulse Width Modulation*) serta berbagai pin komunikasi seperti UART, SPI, I²C, dan sebagainya (Koyanagi, 2019). Seluruh pin GPIO hanya dapat menerima *input* sinyal dan mengeluarkan *output* sinyal dengan tegangan maksimum 3,3 V.

3.3.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

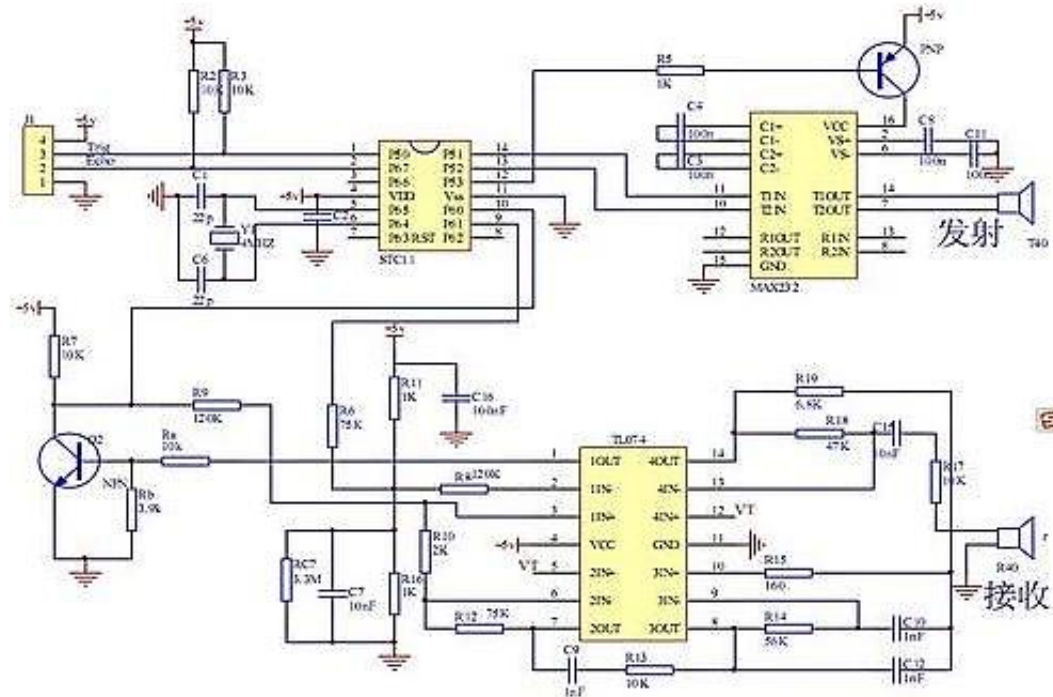
Sensor ultrasonik merupakan sensor pengukur jarak yang memanfaatkan prinsip gelombang ultrasonik. Sensor ini terdiri dari *speaker* sebagai unit pemancar atau *transmitter* dan *microphone* sebagai unit penerima atau *receiver* seperti tampak pada gambar 3.5. Kedua unit ini memiliki kristal *piezoelectric* yang menjadi komponen utama pada sensor tersebut. Pada papan modul sensor terdapat tiga buah *microchip* atau *Integrated Circuit* (IC) *Surface Mount Device* (SMD) yang masing-masing memiliki peran sebagai komparator (LM324) dan pembangkit sinyal 40 kHz (RCWL-9300 dan RCWL-9206) yang dapat dilihat pada bagian belakang sensor ultrasonik seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber : www.shopee.co.id)

Gambar 3.6 menunjukkan skematik rangkaian komponen pada modul sensor ultrasonik HC-SR04. Skematik tersebut menunjukkan berbagai komponen

yang terdiri dari IC SMD LM324, RCWL-9300, dan RCWL-9206, pin *header* 1x4, rangkaian osilator kristal (terdiri dari resistor dan kristal), berbagai resistor, kapasitor, serta transistor PNP dan transistor NPN yang dirangkaiakan, serta sebuah *speaker* dan *microphone*.



Gambar 3.6 Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber : www.alibaba.com)

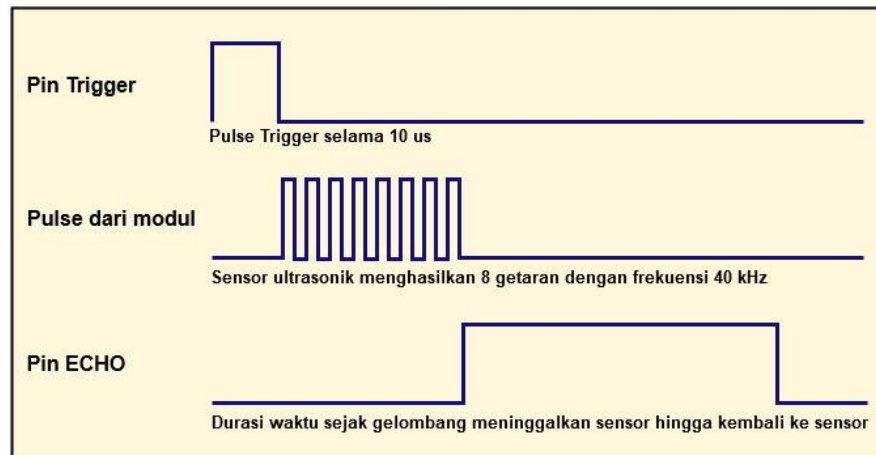
Tahapan proses *signaling* pada sensor ultrasonik HC-SR04 seperti yang diperlihatkan diagram waktu sensor ultrasonik HC-SR04 pada gambar 3.7. Untuk menjalankan fungsinya sensor ultrasonik perlu dipicu terlebih dahulu dengan memberi sinyal berupa tegangan pada pin *trigger* sensor selama 10 us. Dengan diberinya tegangan pada pin *trigger* tersebut maka akan memulai *timer* pancaran gelombang dan memberikan sinyal pada pin *input* IC komparator yang membuat pin *output* IC komparator menghasilkan sinyal untuk menjadi *input* IC pembangkit sinyal 40 kHz. Sinyal *input* pada IC pembangkit sinyal 40kHz membuat IC tersebut menghasilkan *output* berupa delapan getaran sinyal dengan frekuensi 40 kHz untuk ditransmisikan ke plat logam pada *speaker* sebagai unit *transmitter*. Dari pemberian delapan sinyal tersebut mengakibatkan plat logam bergetar dan beresonansi sehingga membuat kristal *piezoelectric* mengalami efek *piezoelectric* akibat penyusutan dan pengembangan *piezoelectric* terhadap polaritasnya (Angga, 2018). *Piezoelectric*

FEBRYANI SRI WARANTI, 2020

ANALISIS EFEKTIVITAS APLIKASI SENSOR ULTRASONIK DENGAN INTERFACE BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN MQTT PROTOCOLS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

yang diberi sinyal akan menghasilkan gerakan mekanis berupa getaran yang diteruskan ke diafragma penggetar sehingga partikel udara disekitarnya ikut bergetar dan itu merupakan fenomena saat gelombang ultrasonik ditransmisikan pada arah penjarannya dengan frekuensi yang sama yaitu 40 kHz.



Gambar 3.7 Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber : www.electronicwings.com)

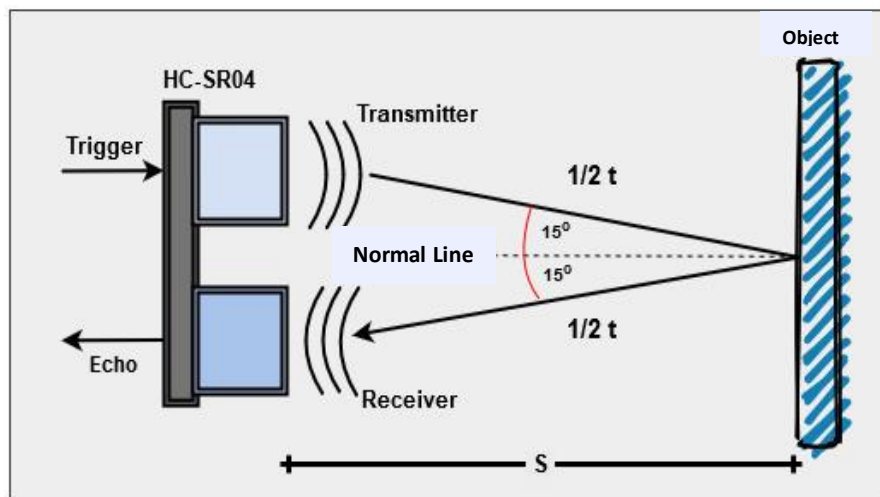
Gelombang ultrasonik yang telah dipancarkan atau ditransmisikan kemudian mengenai suatu objek atau bidang dan membuat gelombang ultrasonik tersebut mengalami pantulan. Radiasi pantulan gelombang ultrasonik yang berada pada jangkauan sudut sensor ultrasonik akan diterima unit penerima atau *receiver* pada sensor yaitu *microphone*. Dengan diterimanya gelombang ultrasonik pada *receiver* menyebabkan diafragma penggetar mengalami getaran. Getaran ini mengakibatkan terjadinya efek *piezoelectric* yang lain berupa penyusutan dan pengembangan kristal *piezoelectric* akibat energi mekanis yang diterima dari luar (energi dari pantulan gelombang ultrasonik) yang akan menghasilkan sinyal listrik. Sinyal ini akan menjadi *input* IC pembangkit sinyal untuk diolah dan menghasilkan sinyal *high* atau *low* yang nantinya akan menjadi *input* IC komparator dan menjadi masukan untuk pin *echo*. Sinyal pin *echo* ini diterima mikrokontroler dan menjadi sinyal untuk menghentikan *timer* sehingga dapat dilakukan kalkulasi waktu tempuh sejak gelombang ultrasonik dipancarkan (sinyal diberikan ke pin *trigger*) hingga gelombang ultrasonik dipantulkan dan diterima kembali (sinyal diterima pin *echo*). Proses transmisi dan pantulan gelombang ultrasonik tersebut diilustrasikan seperti pada gambar 3.8. Pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai bidang (objek)

akan tepat mengenai bagian *receiver* sensor ultrasonik dengan sudut pantul 15° dari garis normal bidang (objek).

Untuk menentukan besar nilai jarak, dalam kasus ini diturunkan dari perumusan Gerak Lurus Beraturan (GLB) seperti pada persamaan 3.1.

$$s = v \cdot t \quad (3.1)$$

dengan v menunjukkan kecepatan tempuh, s menunjukkan jarak yang ditempuh, dan



Gambar 3.8 Skema Ilustrasi Transmisi dan Pantulan Gelombang Ultrasonik
(Sumber : www.semanticscholar.org)

t menunjukkan waktu tempuh. Gelombang ultrasonik merambat di udara pada suhu 20°C dengan kecepatan 340 m/s (Giancoli, 2001). Setelah radiasi pantulan gelombang ultrasonik diterima *receiver* sinyal diproses sedemikian rupa hingga dihasilkan nilai jarak dengan persamaan:

$$s = 340 \times \frac{t}{2} \times \cos 15^\circ \quad (3.2)$$

dengan t merupakan waktu tempuh total gelombang ultrasonik sejak dipancarkan *transmitter* hingga diterima kembali *receiver* seperti ilustrasi pada gambar 3.8. Marian (2015) memaparkan spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 seperti yang dilampirkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1
Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

| <i>Electric Parameter</i> | <i>Range</i> |
|---------------------------|-----------------|
| <i>Working Voltage</i> | 5V DC |
| <i>Working Current</i> | 15 mA |
| <i>Working Frequency</i> | 40 kHz |
| <i>Min Range</i> | 2 cm |
| <i>Max Range</i> | 400 cm |
| <i>Measuring Angle</i> | 15° |
| <i>Tolerance</i> | ± 3 mm |
| <i>Dimension</i> | 45 x 20 x 15 mm |

Seperti yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya bahwa sudah banyak dilakukan perancangan sistem pengukur jarak untuk berbagai aplikasi dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor tersebut diaplikasikan pada sistem pengukur ketinggian air pada sistem irigasi hingga tangki air, pengukur jarak *bumper* mobil terhadap dinding batas parkir, dan sebagainya. Indrayana, Julian, & Triyana (2017) melakukan pengujian terkait akuisisi data sensor ultrasonik HC-SR04 dan memberikan rekomendasi untuk melakukan pengujian akuisisi data sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengaplikasian tertentu. Hal ini menjadikan pengujian pengukuran sensor terhadap berbagai jenis material bidang pantul menjadi sangat penting untuk mengetahui efektivitas sensor ultrasonik HC-SR04 dalam pengaplikasiannya pada suatu sistem.

3.3.3 Adafruit IO

Adafruit IO merupakan *client web server* penyedia layanan MQTT *broker* untuk *Internet of Things* yang dapat melakukan komunikasi suatu perangkat dengan perangkat lain dan memungkinkan untuk melakukan komunikasi dengan perangkat yang tidak memiliki IP khusus seperti mikrokontroler. *Adafruit IO* dapat di akses melalui halaman situs *io.adafruit*. Layanan ini menggunakan MQTT *protocols* dalam melakukan penyimpanan dan pengambilan data, yaitu dengan prinsip *publish-subscribe* terhadap suatu *topic* yang diinginkan. Selain itu melalui *Adafruit IO* dapat melakukan penampilan data *real time* secara *online*, melakukan kontrol atau kendali terhadap suatu objek, membaca data sensor, dan lain-lain. *Adafruit IO*

pun dapat terhubung dengan *web service* lain seperti *twitter*, *RSS feeds*, *weather service*, dan dapat terhubung dengan perangkat lain yang mendukung internet.

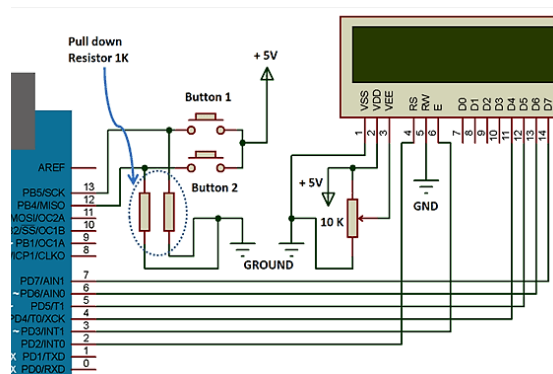
Adafruit IO dapat menangani dan memvisualisasikan berbagai data yang ada pada fitur *feed*. *Feed* disini berperan untuk mewakili *topic* suatu jenis data. Berbagai fungsi *Adafruit IO* sebagai media untuk pengendali (*controlling*) dan pemantau (*monitoring*) dapat dilakukan melalui fitur *dashboard* yang telah dilakukan penyetingan dengan memilih *feed* yang akan ditampilkan dan memilih *block* untuk merepresentasikan *feed* tersebut. Jenis *block* yang disediakan di antaranya *text box*, *gauge*, *momentary button*, *toggle button*, *color picker*, *number slider*, *line graph*, *text box*, *image*, *icon*, *indicator*, *number pad*, dan *remote*. Setiap *block* pada *dashboard* dapat dilakukan penyetingan terkait nama, deskripsi, tampilan, dan sebagainya.

3.3.4 LCD 1602 (*Liquid Crystal Display 16x2*)

LCD merupakan *dot-matrix* modul yang dapat menjadi media penampil angka, huruf, dan berbagai karakter. Modul LCD1602 seperti pada gambar 3.9 merupakan LCD dengan 2 baris dan 16 karakter tiap barisnya dan 5x8 *dot* atau *pixels* pada setiap karakternya. Untuk mengoperasikan LCD ini perlu merangkaikan pin pada LCD seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.9 Tampak Depan dan Tampak Belakang LCD 1602
(Sumber : www.tokopedia.com)



Gambar 3.10 Skematik Rangkaian LCD dengan Mikrokontroler Arduino
(Sumber : pijaeducation.com)

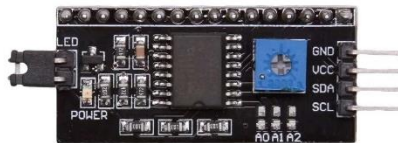
Setiap yang terdapat pada modul LCD memiliki fungsi masing-masing dalam pengoperasiannya. Tabel 3.2 menunjukkan spesifikasi fungsi pin pada LCD berdasarkan *datasheet* (Tanpa nama, 2018)

Tabel 3.2
Spesifikasi Pin LCD

| Pin | Fungsi |
|-------|---|
| VSS | Untuk dihubungkan ke <i>ground</i> |
| VDD | Untuk dihubungkan ke +5V |
| RS | Untuk mengatur kontras |
| R/W | Untuk melakukan register data |
| E | Untuk membaca informasi ketika <i>High level</i> (1) |
| D0-D7 | Untuk membaca dan menuliskan data |
| A | Untuk mengontrol <i>backlight</i> LCD, dihubungkan ke +3,3 V |
| K | Untuk mengontrol <i>backlight</i> LCD, dihubungkan ke <i>ground</i> |

3.3.5 I²C LCD Driver

Rangkaian LCD dengan mikrokontroler dirasa kurang efisien dalam penggunaan pin mikrokontroler. Untuk menghubungkan keduanya diperlukan penyambungan 16 pin LCD dengan mikrokontroler seperti pada gambar 3.10. Untuk meminimalisasi penggunaan pin mikrokontroler dalam pengontrolan LCD maka digunakan modul I²C LCD *driver* yang tampak seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Tampak Depan Modul I²C LCD *Driver*
(Sumber : www.amazon.in)

Dengan digunakannya modul ini maka dalam perangkaian LCD dengan mikrokontroler hanya membutuhkan 2 pin saja, yaitu pin komunikasi I²C yang terdiri dari pin SDA dan pin SCL. Gambar 3.12 menunjukkan tampak belakang modul LCD ketika modul I²C LCD *driver* dan modul LCD dihubungkan. Peran -



Gambar 3.12 Modul I²C LCD *Driver* dan Modul LCD yang Dihubungkan
(Sumber : www.wiki.sunfounder.co)

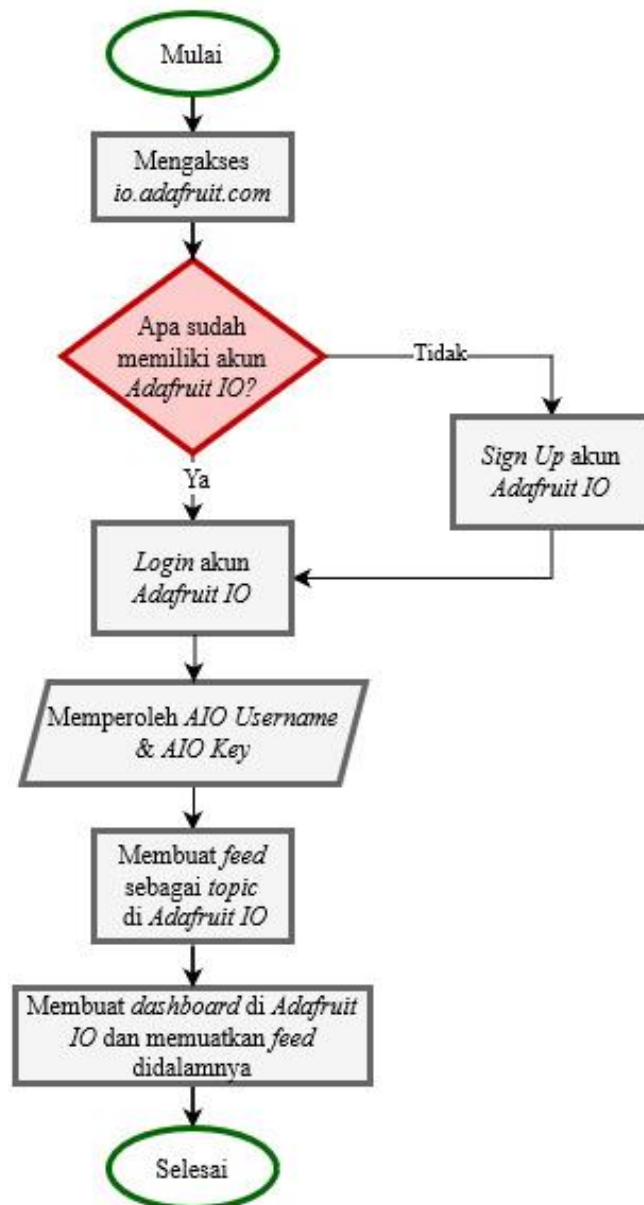
modul I²C LCD *driver* ini dibangun oleh rangkaian yang ada pada *board* modul I²C LCD *driver*. Modul I²C LCD *driver* berisi rangkaian komponen-komponen SMD yang menghubungkan LCD dengan mikrokontroler seperti pada gambar 3.10 yang dirangkai ke IC PCF8547. IC PCF8547 merupakan IC I/O (*input/output*) *expander* 8 bit yang memiliki kemampuan mengekspansi pin dengan *two-line bidirectional bus* atau lebih dikenal dengan I²C (Tanpa nama, 2015). Berbeda dengan rangkaian pada gambar 3.10 dimana pin LCD dihubungkan langsung dengan mikrokontroler. Sederhananya melalui pin I²C mikrokontroler yang dihubungkan dengan IC PCF8547 telah melakukan penambahan pin I/O sebanyak 8 pin (pada IC PCF8547). Pada modul I²C LCD *driver* ini 8 pin tersebut digunakan sebagai Input dari LCD.

3.4 Diagram Alir Sistem

Dalam sistem yang dibuat pada penelitian ini terdapat tiga tahapan proses yang dijalankan di antaranya proses persiapan MQTT *broker*, proses pada sistem utama sebagai *transmitter*, dan proses pada sistem *output interface Adafruit IO*.

3.4.1 Persiapan MQTT *Broker*

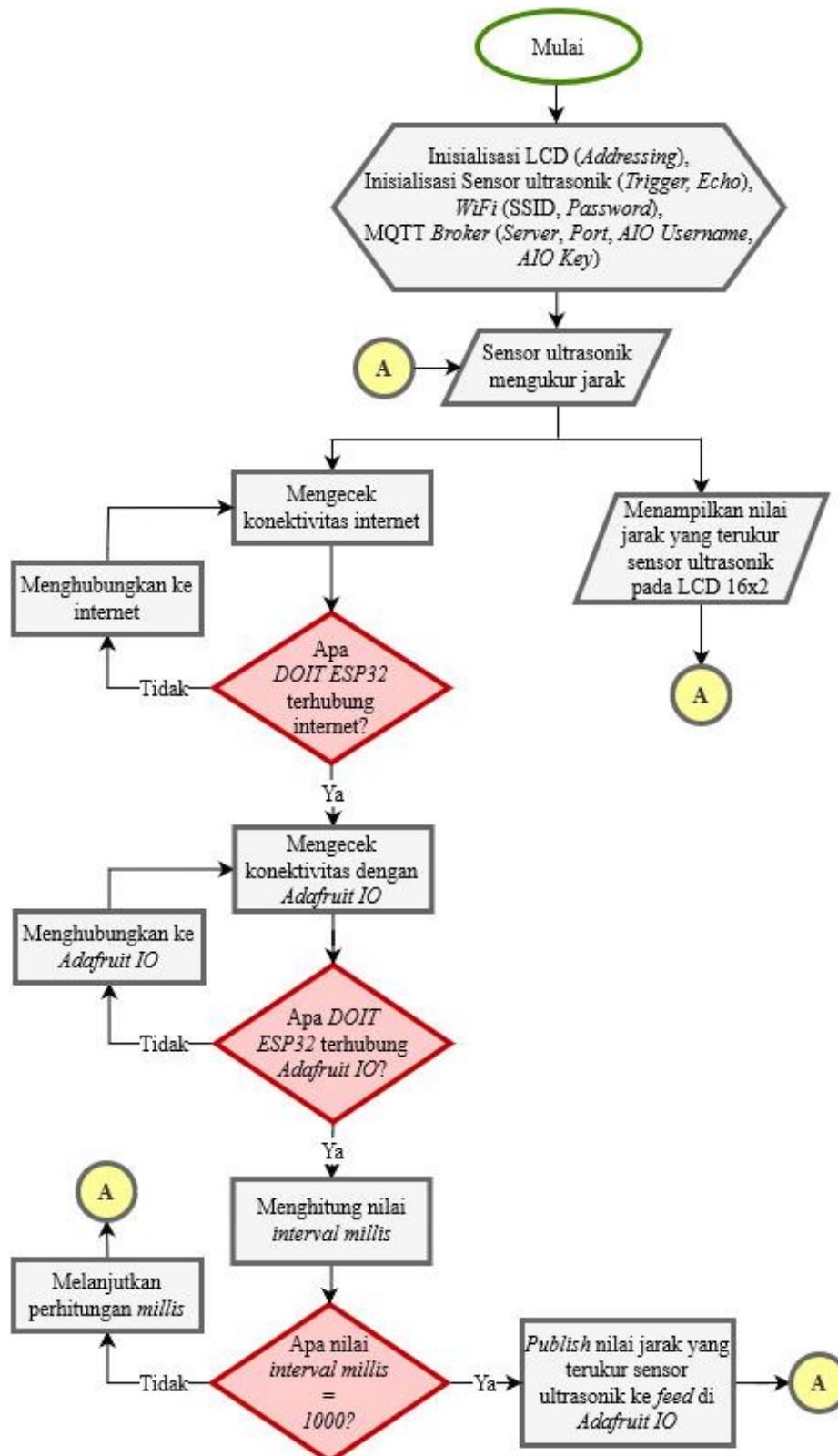
Pada proses persiapan MQTT *broker* seperti pada gambar 3.13 tahap pertama yang perlu dilakukan ialah masuk ke halaman situs *Adafruit IO* dengan alamat io.adafruit.com melalui perangkat gawai yang terhubung internet. Kemudian untuk mengakses fitur *interface Adafruit IO* pengguna perlu melakukan *login* akun *Adafruit IO*. Jika pengguna belum memiliki akun terdapat fitur *sign up* yang dapat digunakan untuk membuat akun baru. Pengguna yang telah memiliki akun secara otomatis akan memiliki *AIO username* dan *AIO key* identik yang dapat dilihat melalui *tool "View AIO Key"*. Kemudian pengguna perlu membuat *feed* untuk menyimpan data nilai sensor yang dikirimkan nantinya. *Feed* ini diberi suatu nama sebagai suatu *topic*. Untuk menampilkan data nilai sensor selanjutnya perlu dilakukan pembuatan *dashboard*. *Dashboard* inilah yang menjadi *output interface* pada layanan MQTT *broker Adafruit IO*. Pada *dashboard* dilakukan penyetingan terkait *feed* yang akan ditampilkan dan jenis *block* yang dipilih untuk merepresentasikan data *feed*.



Gambar 3.13 Diagram Alir Tahapan Persiapan MQTT *Broker* Adafruit IO

3.4.2 Sistem Utama sebagai *Transmitter*

Tahapan prosedur yang dijalankan program untuk membuat sistem beroperasi seperti yang disajikan pada gambar 3.14 Untuk membuat sistem utama sebagai *transmitter* seperti pada gambar 3.14 tahapan pertama yang dilakukan pada program adalah melakukan inialisasi untuk LCD, sensor ultrasonik HC-SR04, jaringan *WiFi*, dan MQTT *broker* yang digunakan. Setelah masing-masing komponen tersebut teridentifikasi selanjutnya sensor ultrasonik melakukan pengukuran jarak terhadap objek (bidang pantul). Hasil pengukuran jarak oleh sensor tersebut kemudian ditampilkan pada LCD 16x2.



Gambar 3.14 Diagram Alir Tahapan Proses Sistem Utama (*Transmitter*)

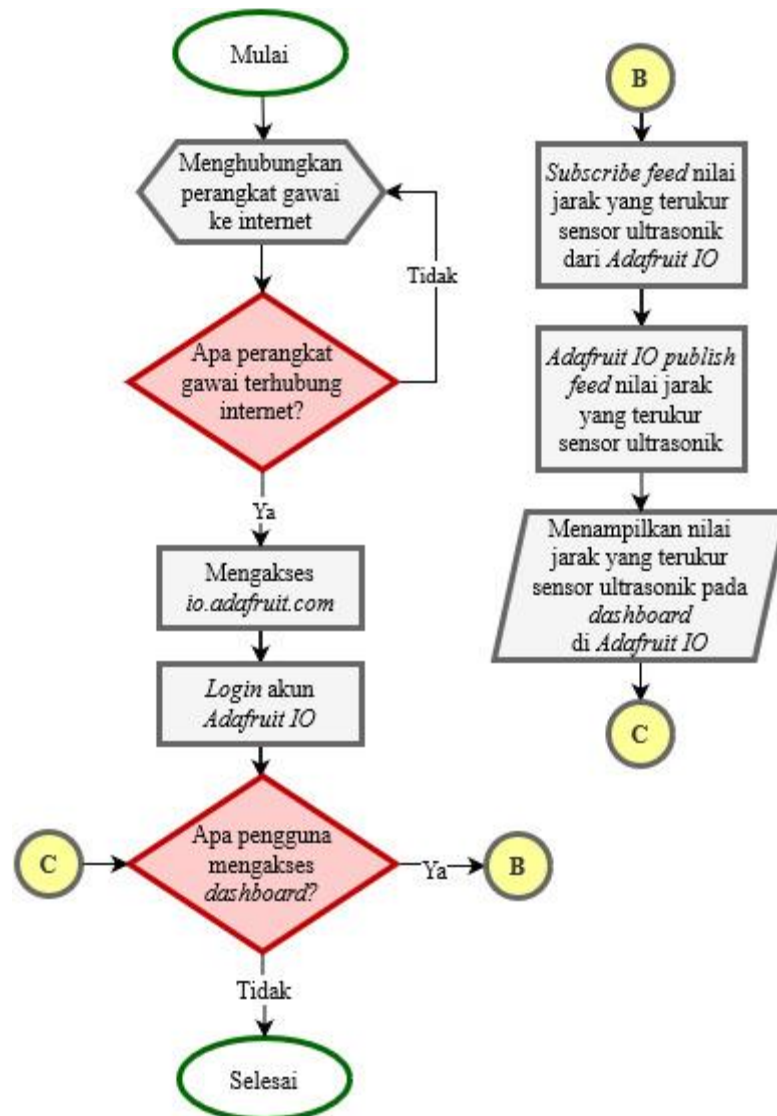
Secara simultan program memberikan intruksi agar mikrokontroler *DOIT ESP32* melakukan pengecekan konektivitas dengan jaringan internet melalui *WiFi*.

Jika belum terhubung dengan internet mikrokontroler diinstruksikan untuk melakukan pencarian jaringan *WiFi* dan melakukan *reconnecting*. Setelah mikrokontroler terhubung dengan internet selanjutnya mikrokontroler diinstruksikan untuk mengecek konektivitas dengan *Adafruit IO* sebagai persiapan untuk melakukan pertukaran data. Serupa dengan prosedur sebelumnya bila mikrokontroler belum terhubung dengan *Adafruit IO* maka program menginstruksikan agar mikrokontroler *DOIT ESP32* melakukan *reconnecting* dengan *Adafruit IO*.

Setelah *DOIT ESP32* terhubung dengan *Adafruit IO* prosedur selanjutnya adalah melakukan pengecekan nilai interval *millis*. Jika nilai interval *millis* tidak sama dengan 1000 maka sistem melankutkan perhitungan *millis*. Setelah nilai interval *millis* sama dengan 1000 maka mikrokontroler *DOIT ESP32* melakukan pengiriman data nilai jarak yang terukur sensor ke *feed* di *Adafruit IO* yang telah dibuat sebelumnya. Dalam *MQTT protocols* proses pengiriman data ke suatu perangkat ini dinamakan *publish*.

3.4.3 Sistem Output Interface Adafruit IO

Saat melakukan pemantauan nilai sensor melalui *Adafruit IO* tahapan proses yang dilakukan seperti pada gambar 3.15. *Adafruit IO* dapat diakses melalui perangkat gawai yang terhubung internet melalui halaman situs *io.adafruit.com*. Selanjutnya untuk mengakses *dashboard* perlu dilakukan identifikasi pengguna terlebih dahulu dengan cara *login* akun *Adafruit IO*. Nilai jarak hasil pengukuran sensor ultrasonik dapat dilihat pada *dashboard* yang berisi *feed* data nilai sensor ultrasonik yang telah dibuat sebelumnya. Dengan dilakukannya pengaksesan *dashboard* sama dengan melakukan *subscribe* ke *Adafruit IO* terhadap *topic* berupa *feed* yang diinginkan. Selanjutnya *Adafruit IO* akan melakukan *publish* data *feed* yang diminta sehingga data nilai hasil pengukuran sensor ultrasonik dapat ditampilkan pada *dashboard*.

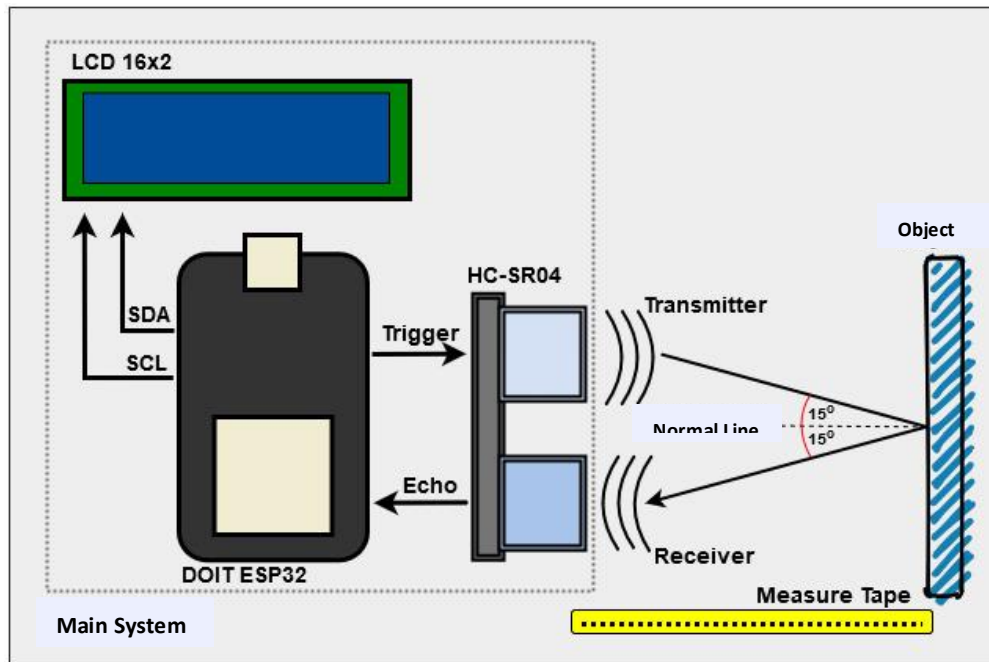


Gambar 3.15 Diagram Alir Tahapan Proses Sistem *Output Interface Adafruit IO*

3.5 Skema Pengambilan Data

Pada pengaplikasian sensor ultrasonik di suatu sistem penting untuk dilakukan pengujian efektivitas sensor ultrasonik dalam melakukan pengukuran jarak terhadap suatu jenis material bidang pantul. Efektivitas penggunaan sensor ultrasonik dinilai dari kualitas hasil pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik. Pengujian efektivitas sensor dilakukan dengan melakukan pengukuran jarak terhadap setiap jenis material bidang pantul yang terdiri dari papan kayu, *styrofoam*, *sponge*, dan permukaan air secara berulang sebanyak 10 kali perulangan. Pengukuran dilakukan dari jarak 2 cm sampai dengan 100 cm dengan selang jarak pengukuran setiap 2 cm dan diukur dengan *measure tape* sebagai alat ukur panjang.

Skema pengambilan data pengujian efektivitas sensor terhadap jenis material bidang pantul seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.16. Data yang diperoleh diolah menggunakan *microsoft office excel 2013* dengan persamaan 2.8 untuk memperoleh nilai persentase galat setiap hasil pengukuran.



Gambar 3.16 Skema Pengambilan Data Pengujian Efektivitas Sensor Ultrasonik

Dalam penggunaan *output interface* berbasis *Internet of Things* (IoT) perlu selektif dalam memilih jenis *interface* yang digunakan khususnya terkait kualitas layanan jaringan yang akan menentukan efektivitas *interface*. Untuk melakukan analisis kualitas layanan MQTT broker *Adafruit IO* dengan MQTT protocols dilakukan pengujian dengan pengambilan data parameter *Quality of Service* (QoS). Pengambilan data tersebut dilakukan dengan menggunakan fitur *capture* jaringan pada aplikasi *wireshark 3.2.5* secara berulang sebanyak 7 kali perulangan dengan kala pengukuran masing-masing 5 menit dengan kondisi sistem utama (*transmitter*) dan sistem *interface* (*Adafruit IO*) beroperasi (melakukan proses *publish-subscribe*). Data hasil *capture* jaringan di *export* kedalam format CSV agar dapat dibuka dan diolah pada aplikasi *microsoft office excel 2013* dengan menggunakan persamaan 2.3, persamaan 2.4, dan persamaan 2.5.

Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah nilai jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul yang diukur dengan *measure tape*. Pada

variabel bebas inilah dilakukan variasi nilai jarak tersebut. Nilai jarak sensor ultrasonik dengan bidang pantul yang terukur sensor menjadi variabel terikat. Sementara yang berperan sebagai variabel kontrol adalah jenis material bidang pantul dan jenis layanan MQTT *broker* yang digunakan.

3.6 Skema Analisis Data

Analisis data merupakan tahapan penelaahan dan penguraian data sehingga menghasilkan suatu simpulan dari data tersebut terkait suatu persoalan. Untuk dapat menarik simpulan tersebut data hasil pengolahan perlu disajikan secara sistematis untuk memudahkan peninjauan. Data hasil pengujian efektivitas sensor ultrasonik berupa data nilai jarak yang terukur sensor disajikan kedalam bentuk grafik garis dengan nilai jarak yang terukur sensor pada sumbu y sebagai variabel terikat dan nilai jarak yang terukur *measure tape* pada sumbu x sebagai variabel bebas. Seluruh data pengujian sensor terhadap setiap jenis material bidang pantul disajikan dalam sebuah grafik garis agar mudah dalam membandingkan hasil pengukuran sensor setiap jenis material bidang pantul.

Untuk menentukan tingkat efektivitas pengukuran sensor ultrasonik dengan lebih konkret maka nilai rata-rata persentase galat pada hasil pengukuran jarak setiap masing-masing bidang pantul disajikan kedalam sebuah tabel, sehingga memudahkan dalam melakukan peninjauan terkait besar penyimpangan hasil pengukuran jarak sensor ultrasonik. Dengan mengacu pada nilai toleransi sensor ultrasonik pada tabel 3.1 dapat ditentukan efektivitas pengukuran yang dilakukan sensor ultrasonik terhadap masing-masing jenis material bidang pantul melalui perbandingan antara nilai rata-rata persentase galat masing-masing jenis material bidang dengan nilai persentase galat yang menjadi batas toleransi sensor ultrasonik sesuai dengan spesifikasinya. Jika rata-rata persentase galat suatu bidang pantul masih dibawah atau sama dengan nilai persentase galat yang ditoleransi maka sensor ultrasonik tersebut dapat dikatakan cukup efektif dalam melakukan pengukuran jarak terhadap jenis material bidang pantul tersebut. Sebaliknya bila rata-rata persentase galat suatu bidang pantul melebihi nilai persentase galat yang ditoleransi maka sensor ultrasonik tersebut tidak efektif untuk digunakan dalam melakukan pengukuran jarak terhadap jenis material bidang pantul tersebut.

Dalam pengujian efektivitas *interface* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan layanan MQTT broker *Adafruit IO* menggunakan MQTT protocols akan diperoleh hasil pengolahan data berupa nilai parameter QoS yang terdiri dari *jitter*, *delay*, dan *packet loss*. Masing-masing nilai parameter pada setiap pengukuran disajikan ke dalam tabel dan diklasifikasikan berdasarkan jenis parameter QoS. Setiap tabel menyajikan nilai suatu parameter QoS pada tujuh kali pengukuran. Dari tabel tersebut dapat ditinjau dan disimpulkan kecenderungan nilai parameter QoS tersebut. Selanjutnya dilakukan penilaian indeks dan kategori masing-masing parameter QoS berdasarkan kualifikasi penilaian parameter QoS pada tabel 2.2, tabel 2.3, dan tabel 2.4. Untuk melakukan penilaian QoS *Adafruit IO* secara menyeluruh dilakukan perhitungan indeks rata-rata dari seluruh indeks parameter QoS yang telah dihitung agar dapat dilakukan penilaian dengan mengacu pada tabel 2.5.