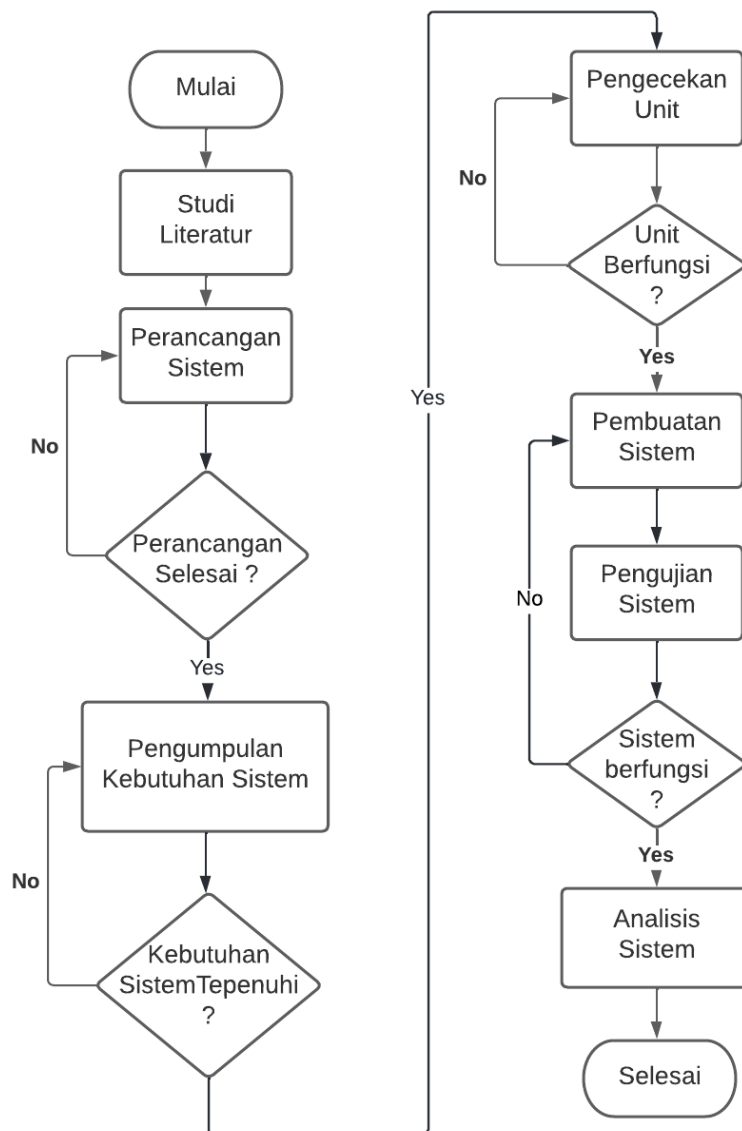


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian

Dalam alur penelitian ini terdapat beberapa tahapan - tahapan kerja, dimana tahapan-tahapan tersebut harus dilakukan secara berurutan agar diperoleh hasil yang sesuai dengan apa yang diharapkan. Tahapan kerja tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

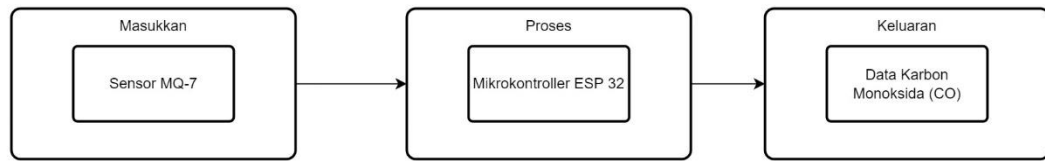
Studi literatur adalah tahapan awal pada penelitian ini, yaitu tahapan pengumpulan informasi, referensi yang relevan terkait dengan tema penelitian yang diambil yang bertujuan untuk memperkuat konsep atau pemahaman terhadap penelitian yang dilakukan dan melakukan kajian teori-teori sebagai pembanding antara penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Studi literatur didapatkan dari sumber-sumber seperti: jurnal penelitian, buku, dan sumber lainnya. Antara lain:

1. Pengumpulan informasi dan teori mengenai sistem kendali yang berfokus mengenai mikrokontroler ESP 32.
2. Karakteristik, spesifikasi dan cara kerja dari komponen-komponen yang akan digunakan, yaitu: sensor MQ-7, mikrokontroler ESP 32, LED, *Buzzer* dan LCD.
3. Pengumpulan informasi dan teori tentang *wireless sensor network* (WSN) dan *internet of things* (IoT).

3.1.2 Perancangan Sistem

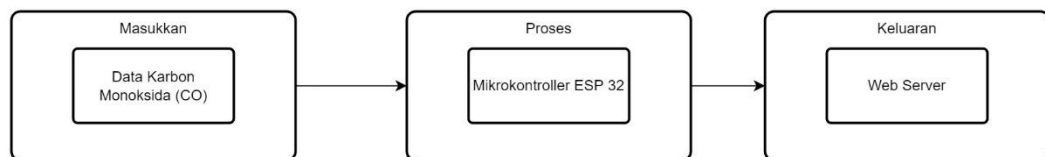
Pada tahap perancangan sistem, kegiatan yang dilakukan berfokus kepada perancangan serta pembuatan sistem yang akan dikembangkan, seperti: pembuatan blok diagram, pembuatan arsitektur sistem, penentuan topologi yang akan digunakan, penentuan masing-masing komponen yang dibutuhkan dan melakukan perancangan skema *wiring* diagram dari masing-masing komponen yang digunakan.

1. Blok Diagram



Gambar 3. 2 Blok Diagram Node Sensor

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dilihat pada bagian node sensor terdapat satu masukan yaitu sensor MQ-7 yang berfungsi untuk mengambil data kadar karbon monoksida pada sebuah ruangan. Pada bagian proses terdapat satu mikrokontroler yaitu mikrokontroler ESP-32 yang berfungsi sebagai proses kontrol dan proses data dalam hal ini data karbon monoksida. Serta keluaran yang diharapkan adalah berupa data kadar karbon monoksida (CO) yang nantinya akan dikirimkan ke node sink.

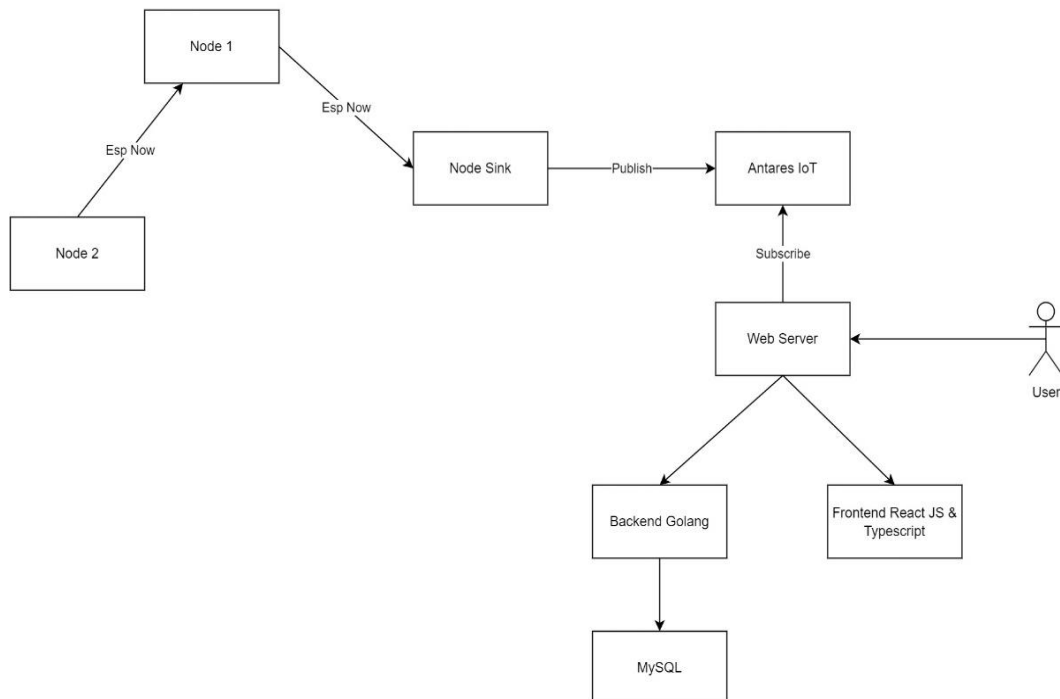


Gambar 3. 3 Blok Diagram Node Sink

Berdasarkan gambar 3.3 pada bagian node sink terdapat masukan berupa data karbon monoksida yang didapatkan dari node sensor. Pada bagian proses terdapat mikrokontroler ESP-32 yang berfungsi untuk mengolah data dan melakukan proses pengiriman data ke *web server*.

2. Arsitektur Sistem

Arsitektur Sistem merupakan gambaran fisik dari sistem yang akan di buat, yang berisi gambaran hubungan antar unit dari sistem. Arsitektur Sistem dijelaskan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem seperti pada Gambar 3.4 yang merupakan bagian dari perancangan sistem yang akan dibuat dan menggambarkan secara detail setiap komponen-komponen fisik yang akan dibuat. Dalam rancangan ini komponen tersebut disusun dan dirancang sehingga menjadi satu-kesatuan yang dapat digunakan untuk menjalankan sistem tersebut. Terdapat tiga bagian dalam arsitektur sistem ini, yaitu:

- a. Bagian pertama yaitu node sensor yang berperan untuk mengambil data kadar karbon monoksida (CO) dimana data karbon monoksida tersebut akan di kirim ke node sink. Serta masing-masing node sensor dapat berkomunikasi dengan node sensor lainnya secara *wireless* menggunakan protokol komunikasi *esp-now*.
- b. Lalu pada bagian kedua yaitu komunikasi data antara node sensor dengan node sink. Node sink berperan sebagai pengumpul data (*collector*) karbon

monoksida yang di kirim dari node sensor yang nantinya akan diteruskan ke *web server*.

- c. Lalu pada bagian ketiga yaitu komunikasi data antara node sink dengan *web server* secara *real-time*. Dimana node sink akan mengirimkan data kadar karbon monoksida yang telah diterima dari node sensor ke *web server* secara *real-time*.

3.1.3 Pengumpulan Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pemilihan dari setiap komponen yang akan digunakan sesuai dengan rancangan sistem sebelumnya. Adapun pengumpulan dan pemilihan komponen-komponen yang dibutuhkan, dapat dilihat pada Tabel 3.1.

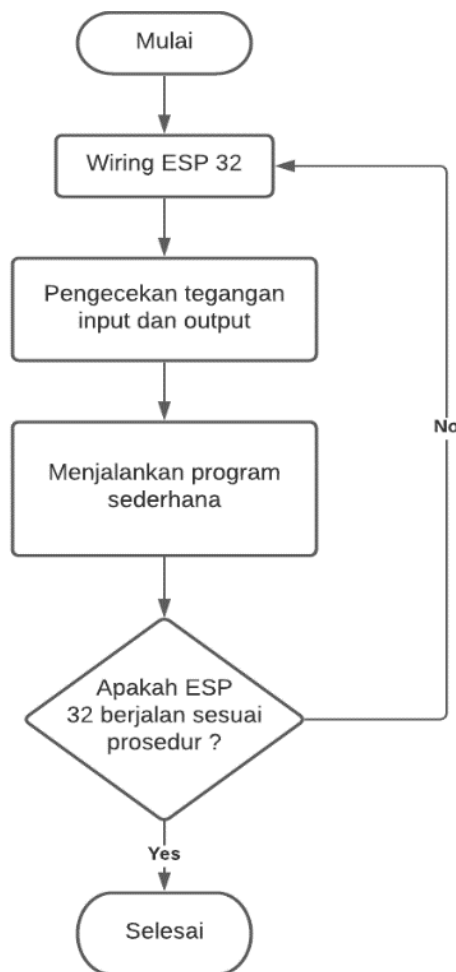
Tabel 3. 1 Komponen Kebutuhan Sistem

No	Komponen	Kegunaan	Alasan Memilih Komponen
1	ESP 32	Sebagai mikrokontroler	Mikrokontroler dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip dan mendukung untuk membuat sistem IoT
2	Sensor MQ-7	Sensor untuk membaca kadar gas CO	Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO)
3	Power Bank	Sebagai suplai pada sistem	Berfungsi untuk memberikan suplai kepada sistem secara mudah dan praktis
4	Kabel Jumper	Sebagai kabel penghubung	Kabel yang berfungsi untuk menghubungkan komponen-komponen elektronika
5	LCD 16x2	Sebagai penampil data hasil pengukuran	Modul yang berfungsi sebagai antarmuka antara mikrokontroler dengan pengguna
6	Breadboard	Sebagai <i>board</i> sistem	Papan yang berfungsi sebagai wadah untuk merancang rangkaian elektronika

3.1.4 Pengujian Unit

Pada tahap pengujian unit, masing-masing komponen kebutuhan sistem akan diuji terlebih dahulu untuk menguji masing-masing komponen tersebut apakah dapat bekerja dengan baik dan layak digunakan atau tidak. Pengujian unit ini antara lain:

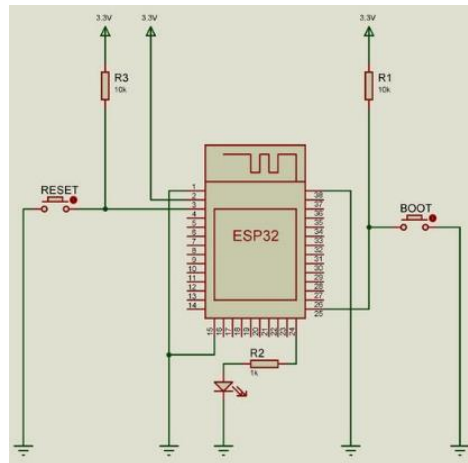
1. Pengujian mikrokontroler ESP 32



Gambar 3. 5 Flowchart Pengujian Mikrokontroler ESP 32

Gambar 3.5 merupakan *Flowchart* pengujian mikrokontroler ESP 32. Pengujian kinerja dari mikrokontroler ESP 32 dapat dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler ESP 32 dengan suplai tegangan. Setelah itu

melakukan pengukuran tegangan masukan pada port masukan mikrokontroler ESP 32 dan tegangan keluaran pada setiap pin pada mikrokontroler ESP 32 untuk mengetahui kinerja dari mikrokontroler. Selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan menjalankan program untuk menghubungkan ESP 32 dengan WiFi untuk mengetahui apakah program tersebut berjalan atau tidak.



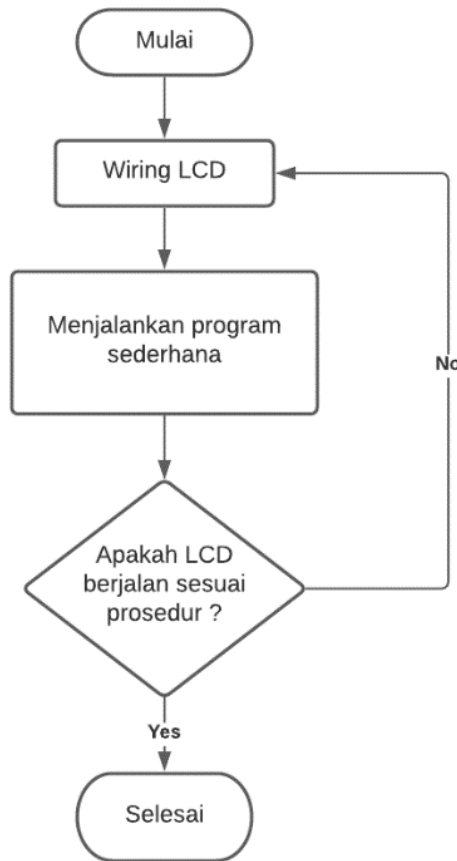
Gambar 3. 6 *Wiring* Mikrokontroler ESP 32

Gambar 3.6 merupakan *wiring* diagram dari mikrokontroler ESP 32. Dimana *wiring* tersebut sangat sederhana hanya menghubungkan mikrokontroler ESP 32 ke suplai tegangan 5 VDC. Untuk skema *wiring* dari mikrokontroler ESP 32.

2. Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

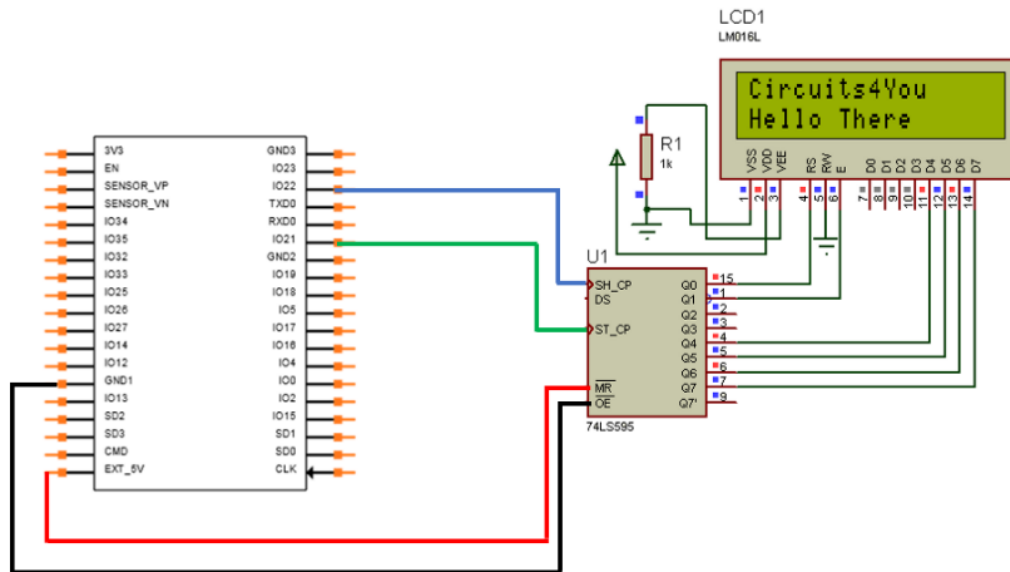
Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*) ini memiliki tujuan untuk menguji kinerja dari komponen LCD apakah dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian ini dimulai dengan melakukan pengawatan LCD, lalu menghubungkan LCD dengan suplai tegangan, dan selanjutnya melakukan ujicoba LCD dengan menjalankan program untuk mengetahui kinerja dari LCD apakah LCD dapat

berjalan dengan baik atau tidak. *Flowchart* pengujian LCD bisa di lihat pada Gambar 3.7.



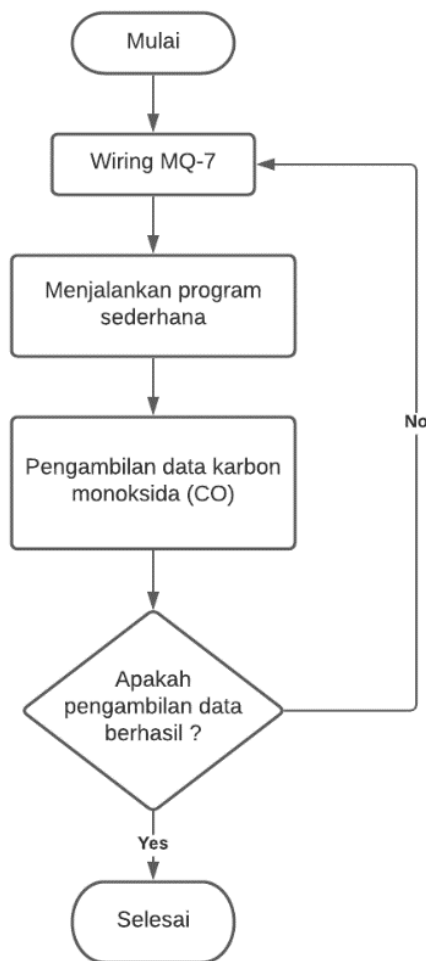
Gambar 3. 7 *Flowchart* Pengujian LCD

Wiring dari LCD (*Liquid Crystal Display*) yang menggunakan komunikasi I2C yang dihubungkan melalui pin SDA D21 dan SCL D22 pada ESP 32, serta pin vcc dihubungkan ke pin vin pada ESP 32 yang digunakan untuk memberikan suplai tegangan sebesar 5 volt dan pin GND dihubungkan ke pin GND pada ESP 32 yang digunakan sebagai sistem pentanahan yang berfungsi untuk meniadakan atau membuang beda potensial sehingga jika terdapat kebocoran tegangan atau arus maka akan langsung dibuang ke bumi. Untuk skema *wiring* dari LCD dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Wiring LCD (Liquid Crystal Display)

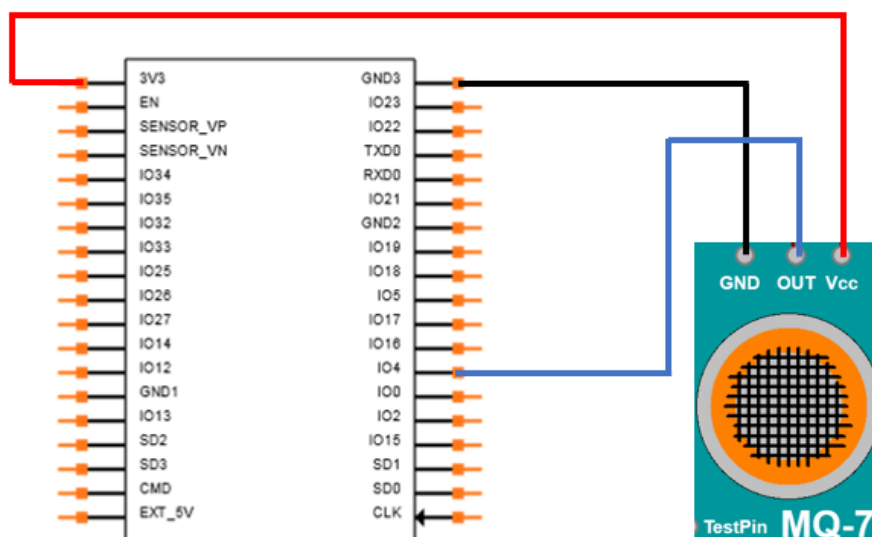
3. Pengujian sensor MQ-7



Gambar 3. 9 Flowchart Pengujian Sensor MQ-7

Gambar 3.9 merupakan *Flowchart* pengujian sensor MQ-7. Pengujian sensor MQ-7 bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut bekerja dengan baik dan layak digunakan atau tidak. Tahapan ujicoba dimulai dengan melakukan pengawatan sensor MQ-7, lalu selanjutnya melakukan ujicoba sensor MQ-7 dengan menjalankan program sederhana untuk mengetahui kinerja sensor MQ-7 itu sendiri. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data kadar karbon monoksida (CO) lalu data tersebut ditampilkan pada serial monitor.

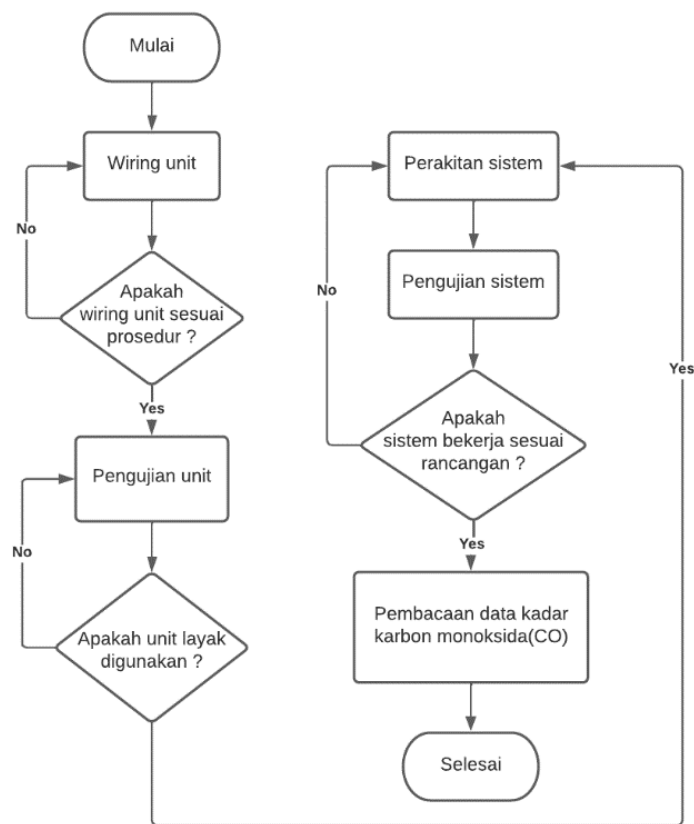
Wiring sensor MQ-7 pin vcc dihubungkan ke pin 3.3v ESP 32 yang digunakan untuk memberikan suplai tegangan sebesar 5 volt, pin GND yang dihubungkan ke pin GND ESP 32 yang digunakan sebagai sistem pentanahan yang berfungsi untuk meniadakan beda potensial sehingga jika terdapat kebocoran tegangan atau arus maka akan langsung dibuang ke bumi dan pin Analog yang dihubungkan ke pin D4 ESP 32 yang berfungsi sebagai nilai *output* atau keluaran dari sensor MQ-7. Skema *wiring* sensor MQ-7 dapat di lihat pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 *Wiring* Sensor MQ-7

3.1.5 Pembuatan Sistem

Pada tahap pembuatan sistem setiap komponen-komponen yang telah dilakukan pengujian sebelumnya untuk menentukan komponen yang layak digunakan, maka selanjutnya komponen-komponen tersebut akan dikombinasikan menjadi sebuah satu-kesatuan sistem yang sesuai dengan perancangan yang telah dirancang sebelumnya. *Flowchart* pembuatan sistem dapat di lihat pada Gambar 3.11.



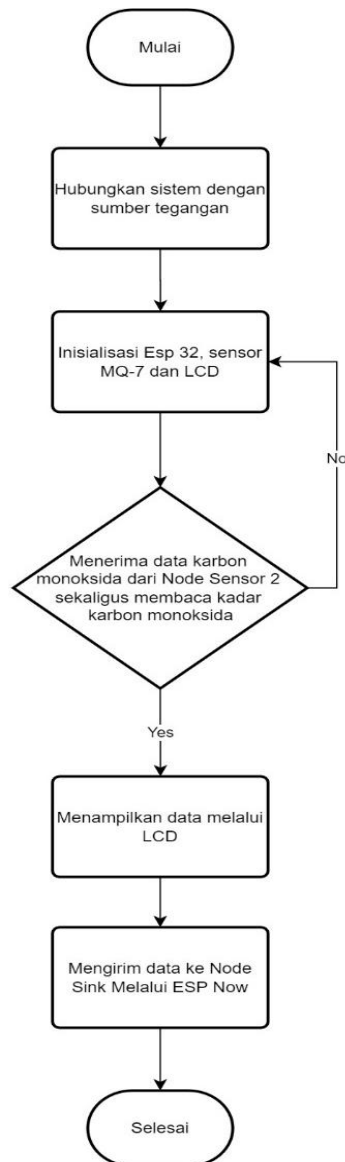
Gambar 3. 11 Perakitan Sistem

Berdasarkan Gambar 3.11 dapat dilihat bahwa pada perakitan sistem meliputi proses:

1. *Wiring* unit, pada tahap ini berfokus melakukan pengawatan setiap unit komponen yang akan digunakan.

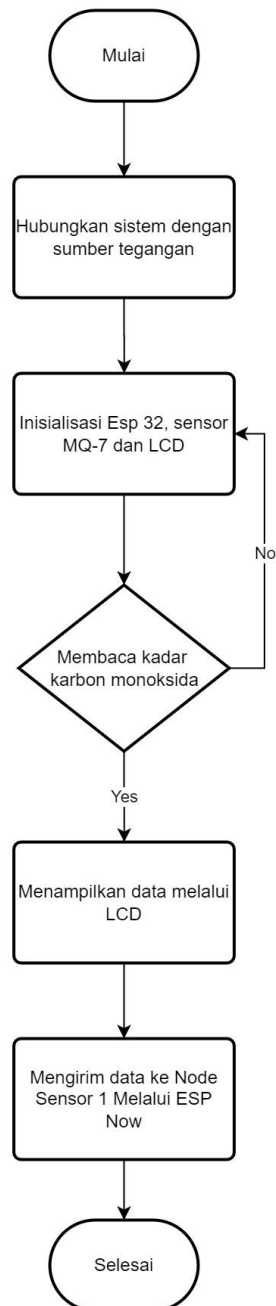
2. Jika pengawatan unit sesuai dengan prosedur, maka selanjutnya adalah proses pengujian unit untuk mengetahui kehandalan dan kelayakan masing-masing unit.
3. Selanjutnya adalah proses perakitan masing-masing unit tersebut menjadi sebuah sistem yang telah dirancangan sebelumnya.
4. Selanjutnya adalah pengujian sistem untuk menguji kinerja sistem apakah sistem bekerja sesuai dengan rancangan ataupun tidak sesuai.

3.1.5.1 Pembuatan Sistem Node Sensor



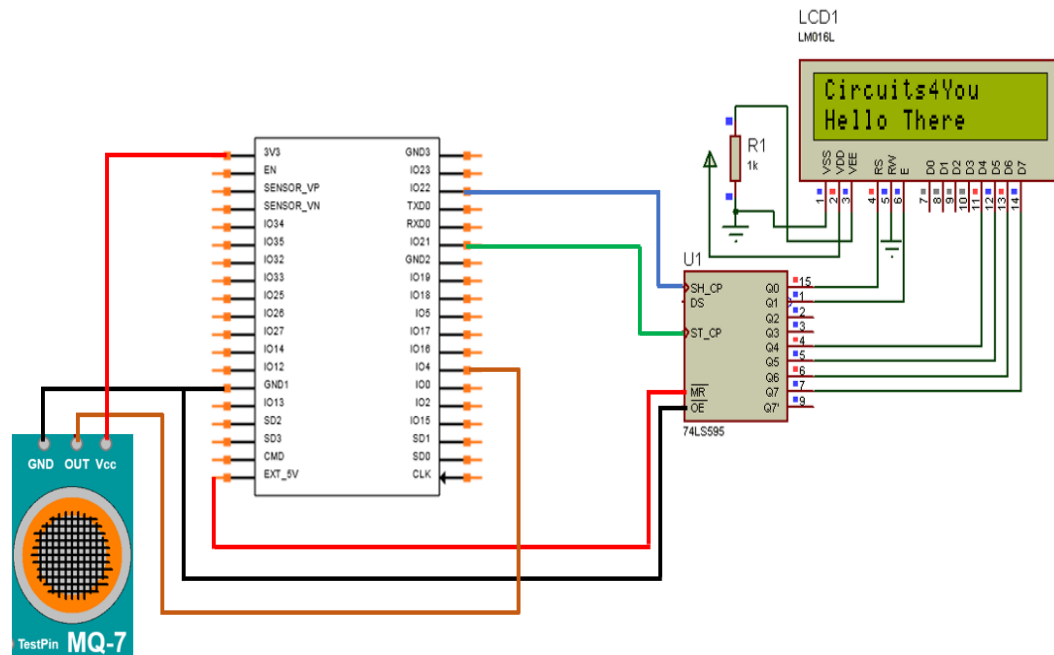
Gambar 3. 12 *Flowchart* Node Sensor 2

Berdasarkan Gambar 3.12 menjelaskan cara kerja Node Sensor 2. Pada saat Node Sensor 2 dihubungkan dengan sumber tegangan, maka seluruh komponen akan memulai proses inialisasi. Tahapan selanjutnya Node Sensor 2 akan membaca data kadar karbon monoksida dan data karbon monoksida akan ditampilkan melalui LCD (*Liquid Crystal Display*). Setelah itu data karbon monoksida dikirimkan ke Node Sensor 1 melalui protokol komunikasi ESP-Now.



Gambar 3. 13 *Flowchart* Node Sensor 1

Berdasarkan Gambar 3.13 menjelaskan cara kerja Node Sensor 1. Pada saat pertama kali Node Sensor 1 dihubungkan dengan sumber tegangan, maka seluruh komponen (Esp 32, Sensor MQ-7 dan LCD) akan memulai proses inisialisasi. Tahapan selanjutnya Node Sensor 1 akan menerima data dari Node Sensor 2 yang telah dikirimkan sebelumnya sekaligus membaca data kadar karbon monoksida, jika proses gagal maka proses kembali ke tahapan sebelumnya dan ketika pembacaan berhasil maka data karbon monoksida akan ditampilkan melalui LCD (*Liquid Crystal Display*). Setelah itu data karbon monoksida dikirimkan ke Node Sink melalui protokol komunikasi ESP-Now.



Gambar 3. 14 *Wiring* Node Sensor

Gambar 3.14 merupakan *wiring* atau pengawatan dari sistem node sensor, dimana pada *wiring* atau pengawatan tersebut sensor MQ-7 untuk pin vcc dihubungkan ke pin 3.3v, pin GND dihubngkan ke pin GND dan pin Analog yang dihubungkan ke pin D4 pada mikrokontroler ESP 32. LCD (*Liquid Crystal Display*) yang menggunakan komunikasi I2C dihubungkan melalui pin SDA D21 dan SCL

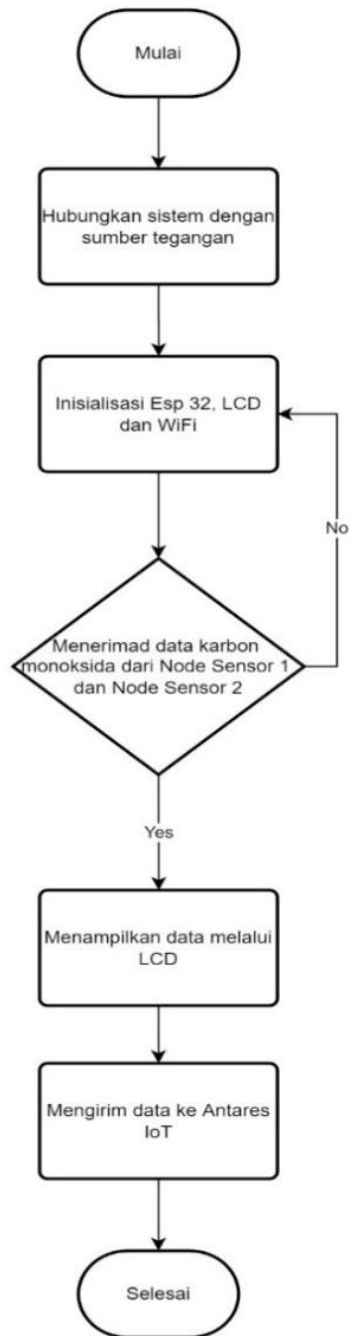
D22 serta pin VCC di hubungkan ke pin VIN dan pin GND di hubungkan ke pin GND dari mikrokontroler ESP 32. Adapun rincian instalasi sistem node sensor dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Rincian Instalasi Sistem Node Sensor

Pin ESP 32	Komponen
VIN	VCC LCD
3.3 V	VCC Sensor MQ-7
GND	GND LCD dan Sensor MQ-7
D21	SDA
D22	SCL
D4	Sensor MQ-7

3.1.5.2 Pembuatan Sistem Node Sink

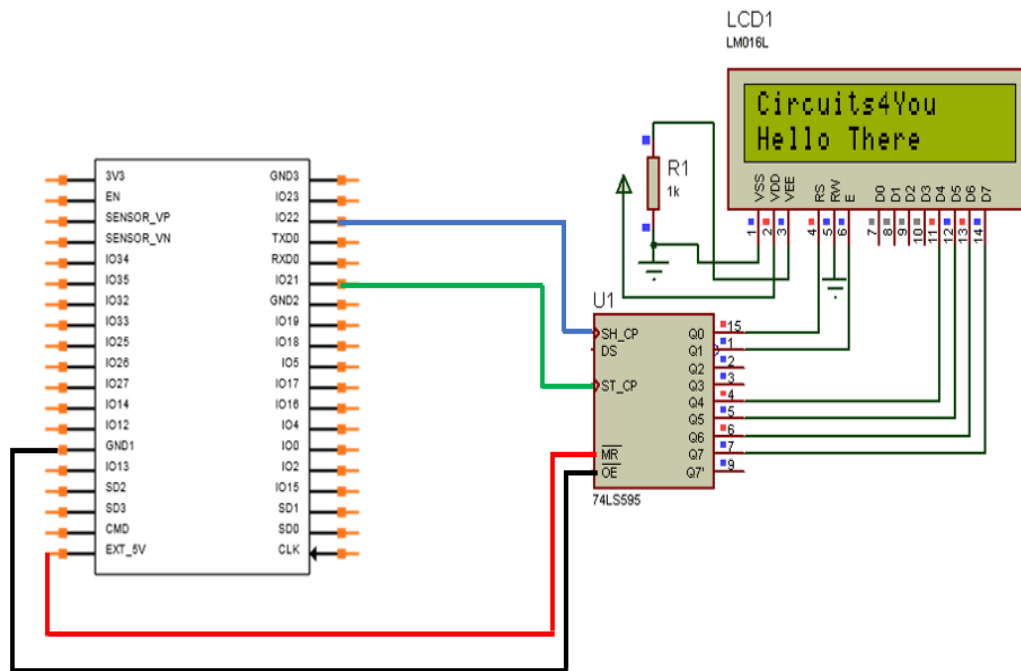
Cara kerja node Sink adalah saat pertama kali Node Sink dihubungkan dengan sumber tegangan, maka seluruh komponen (Esp 32 dan LCD) akan memulai proses inialisasi dan menginisialisasi Esp 32 agar terhubung dengan WiFi. Tahapan selanjutnya Node Sink akan menerima data karbon monoksida dari Node Sensor 1 dan Node Sensor 2 yang telah dikirimkan sebelumnya, jika proses penerimaan data gagal maka proses kembali ke tahapan sebelumnya dan ketika berhasil menerima data maka data tersebut akan ditampilkan melalui LCD (*Liquid Crystal Display*). Setelah itu data karbon monoksida dikirimkan Antares IoT melalui protokol komunikasi MQTT. Adapun *flowchart* cara kerja Node Sink dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 *Flowchart* Node Sink

Adapun *wiring* diagram dari sistem node sink adalah LCD (*Liquid Crystal Display*) yang menggunakan komunikasi I2C dihubungkan melalui pin SDA D21 dan SCL D22 serta pin VCC dihubungkan ke pin VIN dan pin GND di hubungkan

ke pin GND dari ESP 32. *Flowchart* dari *wiring* diagram node sink dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 *Wiring* Node Sink

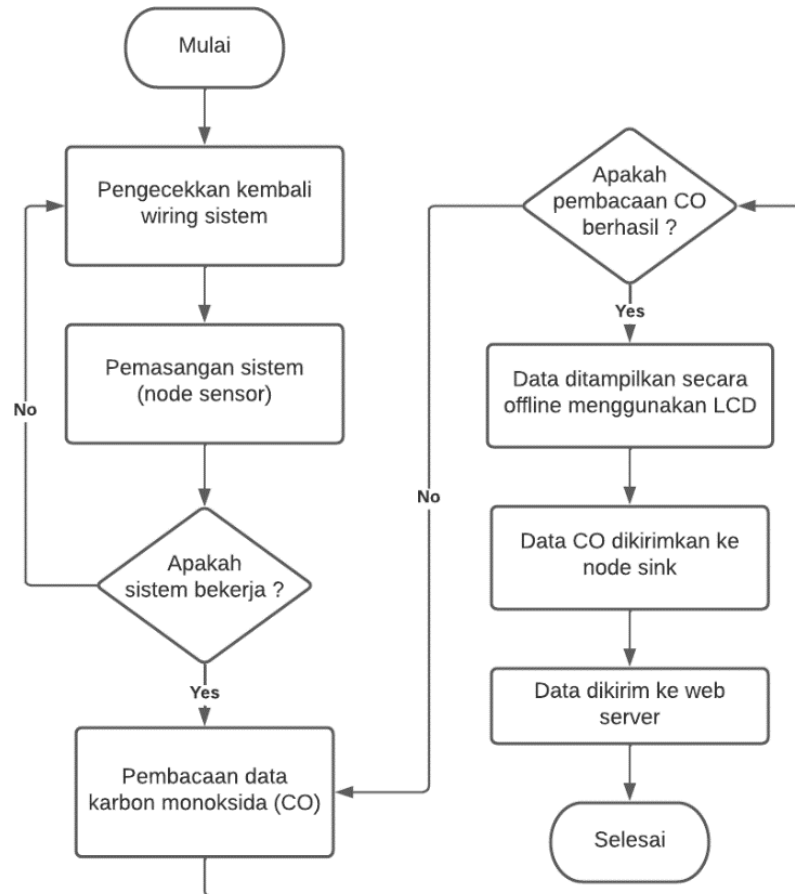
Adapun rincian dari instalasi yang digunakan sistem node sink dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Rincian Instalasi Sistem Node Sink

Pin ESP 32	Komponen
VIN	VCC LCD
GND	GND LCD
D21	SDA
D22	SCL

3.1.6 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem berfokus untuk melakukan pengujian dari sistem yang telah dibuat sebelumnya guna memastikan bahwa sistem tersebut bisa bekerja dengan baik dan sesuai dengan perancangan sistem. *Flowchart* pengujian sistem bisa di lihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Pengujian Sistem

Berdasarkan Gambar 3.17 dapat dilihat bahwa pada pengujian sistem meliputi proses:

1. Pengujian sistem dimulai dengan melakukan pengecekan kembali pengawatan sistem.
2. Setelah melakukan data pengecekan, selanjutnya adalah melakukan pemasangan sistem (node sensor) pada sebuah ruangan.

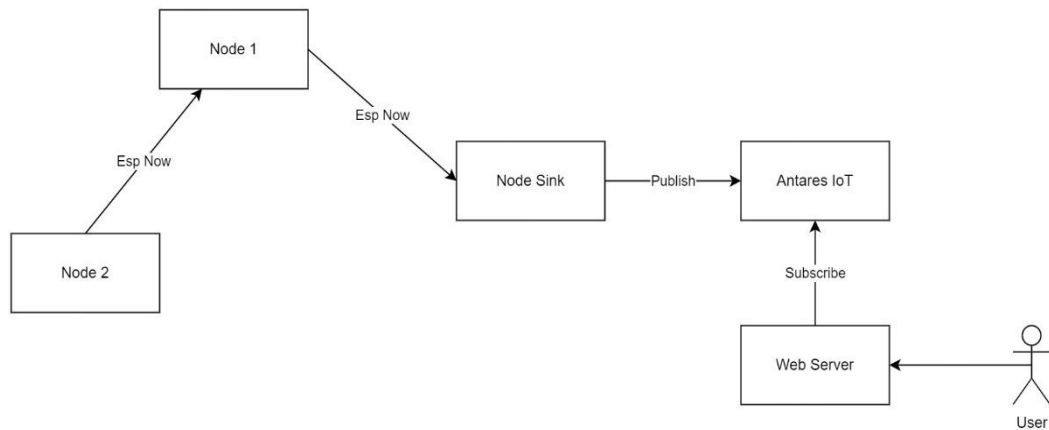
3. Jika sistem (node sensor) sedang berjalan maka LED akan menyala sebagai indikator sistem sedang berjalan.
4. Sistem tersebut akan membaca kadar karbon monoksida (CO) pada ruangan tersebut.
5. Indikator akan memberikan respon sesuai dengan data pembacaan kadar CO, jika kadar CO dalam ruangan tersebut termasuk dalam kategori bahaya maka *buzzer* akan aktif sebagai alarm peringatan untuk segera meninggalkan ruangan.
6. Data pembacaan kadar CO akan ditampilkan melalui LCD dan dikirimkan ke *cloud* secara *real-time*.

Skema pengujian sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu pengujian untuk sistem yang bekerja sebagai node sensor dan pengujian sistem yang bekerja sebagai node sink. Pengujian sistem pada penelitian ini dilakukan dengan sistem zonasi, berikut adalah zonasi dan *device* yang akan diuji dalam pengujian sistem: zonasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi adalah node sensor 2, zonasi Gor Mashud Universitas Siliwangi adalah node sensor 1 dan zonasi Fakultas Teknik Gedung Baru adalah node sink. Rincian pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Keterangan Zonasi Pengujian Sistem

Zonasi	Device
Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan	Node Sensor 2
Gor Mashud	Node Sensor 1
Gedung Fakultas Teknik Baru	Node Sink

3.1.6.1 Skema Pengujian Pertama



Gambar 3. 18 Skema Pengujian Pertama

Gambar 3.18 menggambarkan skema pengujian pertama. Node Sensor 2 akan membaca kadar karbon monoksida (CO) di area Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi lalu data tersebut akan dikirimkan ke Node Sensor 1 melalui protokol komunikasi Esp Now. Node Sensor 1 akan membaca kadar karbon monoksida (CO) di area Gor Mashud sekaligus menerima data dari Node Sensor 2 lalu mengirimkan data tersebut ke Node Sink melalui protokol komunikasi Esp Now. Node Sink yang berada di area Gedung Fakultas Teknik Baru akan menerima data dari Node Sensor 1, lalu data tersebut akan di *publish* ke *Cloud Platform* Antares IoT.

Node Sensor 2 memiliki alamat *MAC Address* 7C:9E:BD:66:37:74, dimana Node Sensor 2 di letakkan di lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi pada saat dilakukan pengujian. Pengujian sistem yang dilakukan adalah dengan cara menguji pengiriman data sensor karbon monoksida yang telah dibaca oleh sensor MQ-7 pada *device* Node Sensor 2 dan data tersebut dikirimkan ke Node Sensor 1 Menggunakan protokol komunikasi ESP-Now.

Node Sensor 1 memiliki alamat *MAC Address* 7C:9E:BD:67:2B:88, dimana Node Sensor 1 di letakkan di lingkungan Gor Mashud Universitas Siliwangi pada saat dilakukan pengujian. Pengujian sistem yang dilakukan adalah dengan cara Node Sensor 1 akan menerima data karbon monoksida dari Node Sensor 2 yang telah dikirimkan sebelumnya menggunakan protokol komunikasi ESP-Now. Selain berperan sebagai penerima data, Node Sensor 1 juga berperan untuk mengirimkan data yang telah diterima dari Node Sensor 2 dan di saat yang bersamaan mengirim data karbon monoksida yang telah dibaca oleh sensor MQ-7 pada *device* Node Sensor 1, dimana kedua data tersebut akan dikirimkan oleh Node Sensor 1 ke Node Sink yang berfungsi untuk menerima kedua data karbon monoksida tersebut.

Node Sink memiliki alamat *MAC Address* 58:BF:25:37:35:40, dimana Node Sink di letakkan di lingkungan Fakultas Teknik Gedung Baru pada saat dilakukan pengujian. Node Sink berfungsi untuk menerima data karbon monoksida dari Node Sensor 1 dan Node Sensor 2 yang kemudian akan dikirimkan ke Antares IoT yang bertindak sebagai *cloud platform*. Agar dapat mengirimkan data ke Antares IoT, Node Sink perlu terhubung dengan koneksi internet.

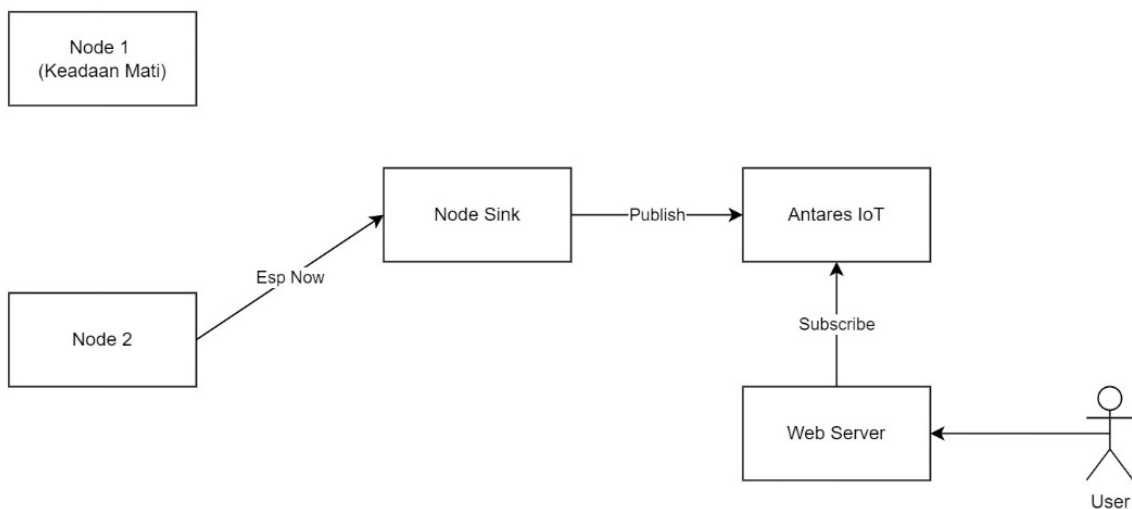
3.1.6.2 Skema Pengujian Kedua

Skema pengujian 2 memiliki scenario pengujian node Sensor 1 akan di buat dalam keadaan tidak menyala yang ditunjukkan dengan garis putus-putus. Node Sensor 2 akan membaca kadar karbon monoksida (CO) di area Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi lalu data tersebut akan dikirimkan ke Node Sink tanpa melalui Node Sensor 1 melalui protokol komunikasi Esp Now. Node Sink yang berada di area Gedung Fakultas Teknik Baru akan menerima data dari Node Sensor 2, lalu data tersebut akan di *publish* ke *Cloud Platform* Antares IoT.

Pada skema pengujian kedua, Node Sensor 1 sengaja di matikan untuk melihat respon dari Node Sensor 2 yang akan berkomunikasi secara langsung dengan Node Sink.

Node Sensor 2 memiliki alamat *MAC Address* 7C:9E:BD:66:37:74, serta Node Sensor 2 di letakkan di lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi pada saat dilakukan pengujian. Pengujian sistem yang dilakukan adalah dengan cara menguji pengiriman data sensor karbon monoksida yang telah dibaca oleh sensor MQ-7 pada *device* Node Sensor 2 dan data tersebut dikirimkan ke Node Sink Menggunakan protokol komunikasi ESP-Now.

Node Sink memiliki alamat *MAC Address* 58:BF:25:37:35:40, serta Node Sink di letakkan di lingkungan Fakultas Teknik Gedung Baru pada saat dilakukan pengujian. Node Sink berfungsi untuk menerima data karbon monoksida dari Node Sensor 2 yang kemudian akan dikirimkan ke Antares IoT yang bertindak sebagai *cloud platform*. Agar dapat mengirimkan data ke Antares IoT, Node Sink perlu terhubung dengan koneksi internet. Adapun *flowchart* skema pengujian 2 dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Skema Pengujian Kedua

3.1.7 Analisis Sistem

Dalam pembuatan analisa data, akan didapatkan perbandingan antara kajian teori dan hasil pengujian atau percobaan yang telah dilakukan. Jika terdapat perbedaan antara keduanya, maka akan dilakukan analisis yang menjadi penyebab perbedaan tersebut. Kemudian dari hasil analisis perbedaan tersebut akan menjadi pembelajaran dan perbaikan untuk mengatasi permasalahan terjadinya perbedaan data tersebut. Apabila terjadi kesamaan data berarti hasil pengujian yang dilakukan sesuai dengan kajian teori yang telah dilakukan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian yang dilakukan dalam tahap penyusunan usulan penelitian ini dilaksanakan sepanjang tahun 2022.

Tempat penelitian akan dilaksanakan di kampus Universitas Siliwangi Tasikmalaya, Jawa Barat.

3.3 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian yang akan digunakan dalam pembuatan sistem pada penelitian ini adalah ESP 32. Sedangkan objek penelitian adalah Fakultas Ilmu Kesehatan, Gor Mashud dan Fakultas Teknik Gedung Baru Universitas Siliwangi.

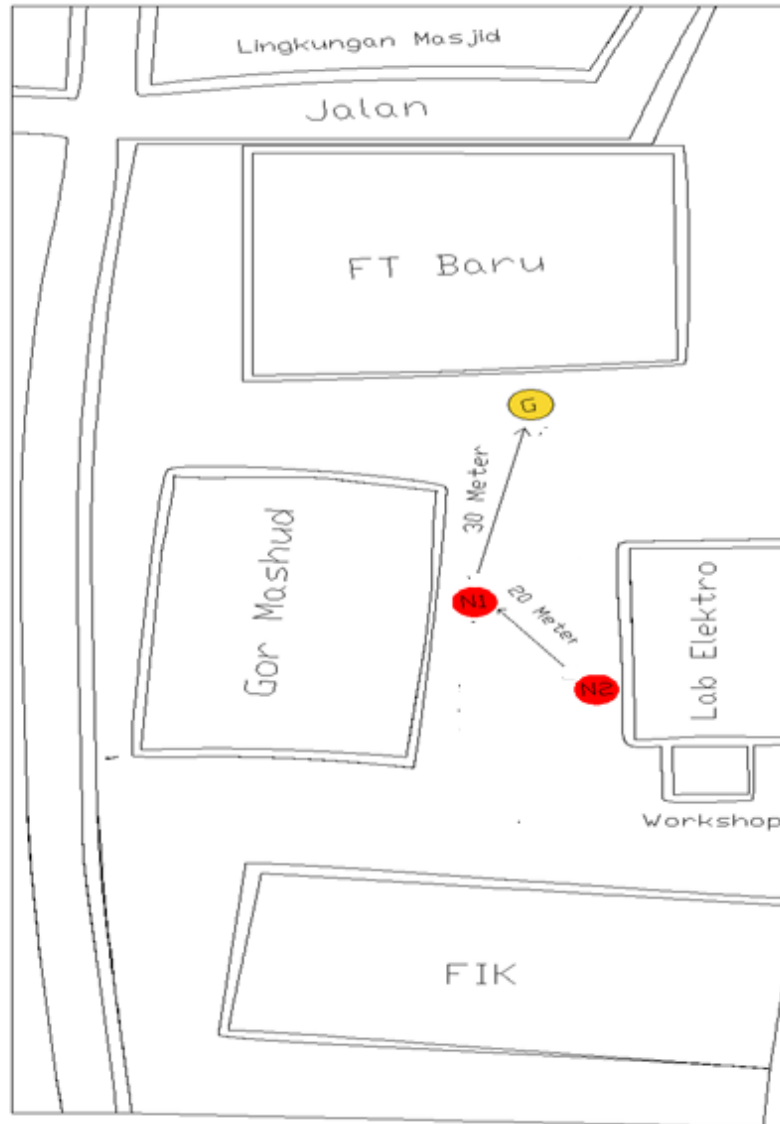
3.4 Denah Peneltiain

Metode ujicoba sistem dilakukan di lingkungan Gor Mashud, Fakultas Teknik (FT) gedung baru dan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi. Pengujian sistem yang dilakukan berfokus kepada hal-hal berikut:

1. Melakukan pengujian penggunaan komunikasi data *Wireless Sensor Network* (WSN) dengan topologi jaringan mesh.

2. Melakukan pengujian kehandalan masing-masing node apakah saling mempengaruhi atau tidak.
3. *Monitoring* kadar karbon monoksida (CO).

Pengujian sistem yang dilakukan mengaju pada denah pengujian yang tertuang pada Gambar 3.20.



Gambar 3. 20 Denah Pengujian Sistem