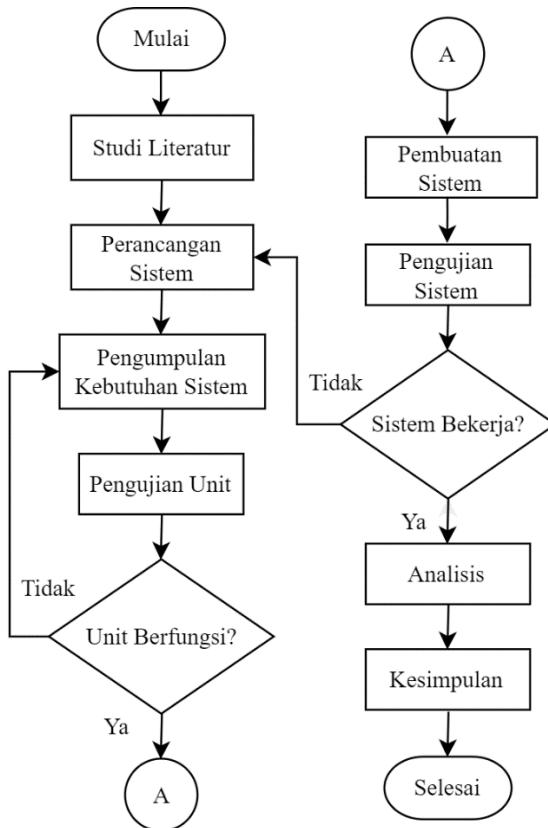


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian dilakukan sebagai upaya untuk membuat sistem yang baik dan sesuai dengan yang dituju. Gambar 3.1 merupakan *flowchart* penelitian dari tugas akhir ini.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan awal dalam penelitian dengan proses mencari, mengumpulkan, dan mengkaji teori dari berbagai referensi pendukung,

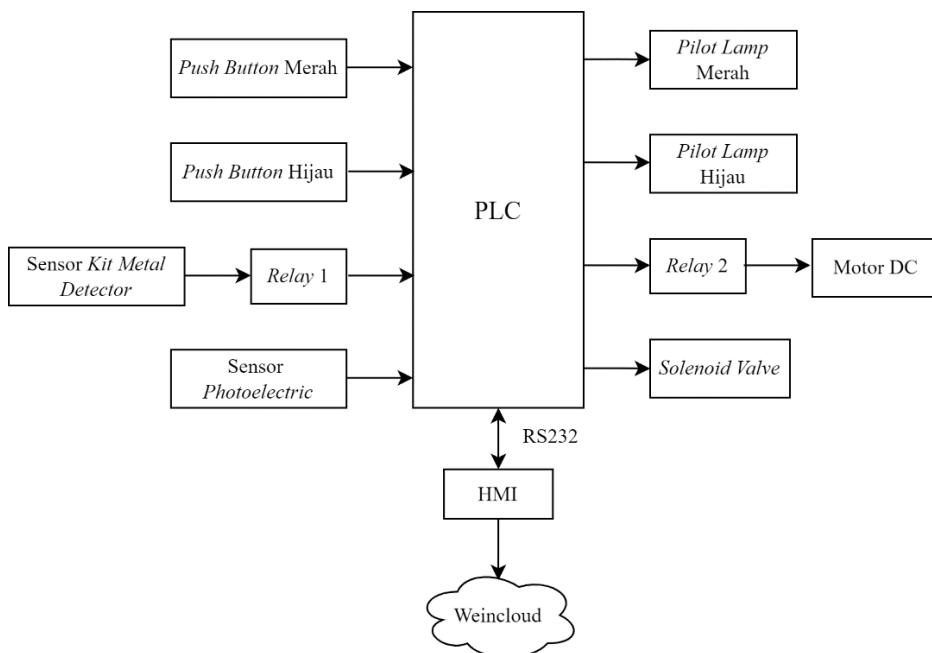
seperti *ebook*, *website*, dan jurnal yang berkaitan dengan tema dari penelitian ini. Hal ini dilakukan untuk mempermudah perancangan sistem monitoring barang logam dan non-logam berbasis IoT serta tercapainya hasil penelitian yang diharapkan.

3.3 Perancangan Sistem

Setelah dilakukan tahapan studi literatur dan mendapatkan pemahaman dari referensi yang dikaji, tahapan selanjutnya yaitu perancangan sistem. Tahapan ini terdiri dari perancangan *hardware* dan perancangan *software*.

3.3.1 Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* adalah suatu proses membuat blok diagram dan *flowchart* sistem, hal ini bertujuan agar sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan. Gambar 3.2 merupakan blok diagram dari sistem.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

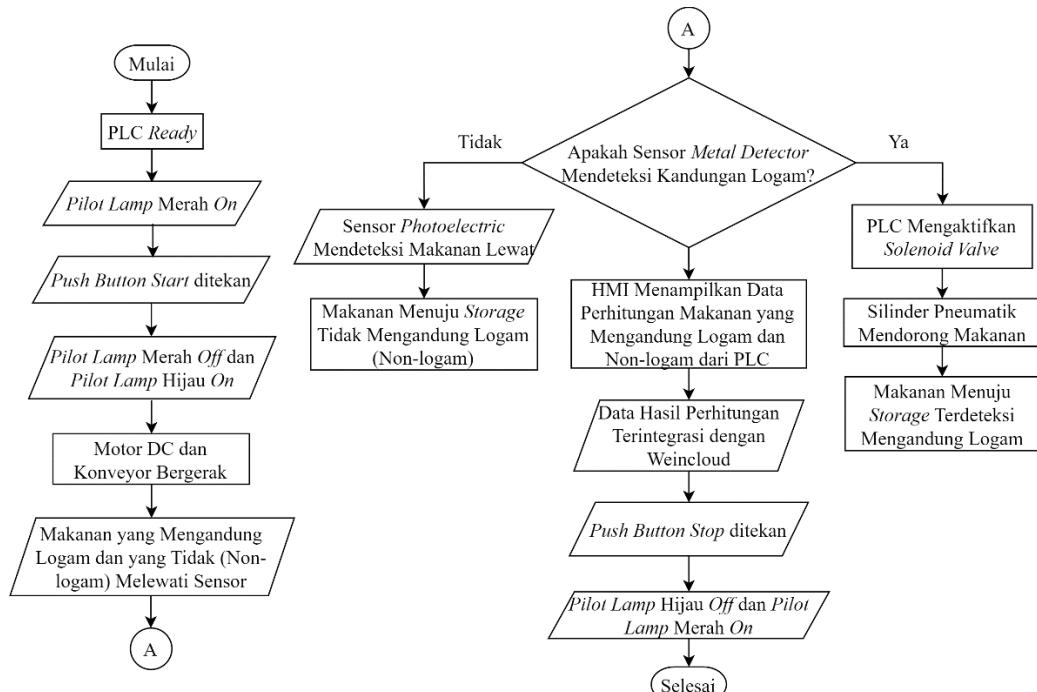
Dapat dilihat pada Gambar 3.2, sistem ini menggunakan PLC sebagai alat utama untuk sistem kontrolnya. PLC yang digunakan dalam sistem ini adalah PLC Omron CP1E. Dalam menjalankan sistemnya, PLC dihubungkan dengan berbagai alat bantu lainnya, seperti sensor, HMI, kabel RS232, *relay*, *solenoid valve*, *push button*, dan *pilot lamp*. Untuk mendekksi makanan yang mengandung barang logam, menggunakan sensor *kit metal detector* yang *output* dari sensor tersebut dihubungkan dengan *relay* 1, kemudian dari *relay* 1 diteruskan sebagai *input* pada PLC. Sementara itu, makanan yang tidak mengandung barang logam (non-logam) didekksi oleh sensor *photoelectric*.

Hasil deteksi dari kedua sensor tersebut memberikan sinyal kepada PLC untuk diteruskan ke HMI sehingga dapat ditampilkan dan dimonitor makanan yang mengandung barang logam dan yang tidak (non-logam). Adapun penjelasan dan fungsi dari masing-masing blok diagram sistem sebagai berikut:

1. *Push button* hijau, berfungsi sebagai *input* PLC untuk menghidupkan sistem kerja alat.
2. *Push button* merah, berfungsi sebagai *input* PLC untuk mematikan sistem kerja alat.
3. *Relay* 1, berfungsi sebagai *input* PLC ketika menerima sinyal deteksi barang logam dari sensor *kit metal detector*.
4. Sensor *photoelectric*, berfungsi sebagai *input* PLC ketika mendekksi keberadaan makanan, dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai pendekksi makanan yang tidak mengandung barang logam (non-logam).
5. PLC, berfungsi sebagai kontroler sistem.

6. *Pilot lamp* merah, berfungsi sebagai *output PLC* yang menandakan lampu indikator bahwa sistem *off*.
7. *Pilot lamp* hijau, berfungsi sebagai *output PLC* yang menandakan lampu indikator bahwa sistem *on*.
8. *Relay 2*, berfungsi sebagai *output PLC* yang akan meneruskan sinyal ke motor DC sehingga konveyor berjalan.
9. *Solenoid valve*, berfungsi sebagai *output PLC* untuk mengendalikan aliran udara ke silinder pneumatik.
10. RS232, berfungsi sebagai kabel serial penghubung antara PLC dengan HMI.
11. HMI, berfungsi sebagai monitoring layar kerja sistem.
12. Weincloud, berfungsi sebagai monitoring melalui internet.

Dalam alur kerja sistem, terdapat *flowchart* yang menjelaskan sistem kerja alat dari sistem ini. Gambar 3.3 merupakan *flowchart* sistem kerja alat.



Gambar 3.3 *Flowchart* Sistem Kerja Alat

Dapat dilihat pada Gambar 3.3 tahapan ini dimulai dengan PLC siap untuk menjalankan instruksi. *Pilot lamp* merah *on* saat sistem sedang tidak berjalan. Kemudian apabila ingin mengaktifkan sistem, *push button start* ditekan. Setelah ditekan, *pilot lamp* hijau akan *on* dan *pilot lamp* merah akan *off* sebagai tanda bahwa sistem sedang aktif. Ketika sistem aktif, untuk menjalankan konveyor, maka PLC mengirimkan sinyal *output* ke *relay* 2 yang akan mengaktifkan motor DC sehingga motor arus searah tersebut bergerak untuk menjalankan konveyor pembawa makanan yang mengandung barang logam dan yang tidak (non-logam). Makanan-makanan tersebut akan berjalan melewati dua sensor, yaitu sensor *kit metal detector* dan sensor *photoelectric*.

Jika makanan yang mengandung barang logam terdeteksi oleh sensor *kit metal detector*, sensor akan berbunyi dan *output* dari sensor tersebut akan dihubungkan terlebih dahulu dengan *relay* 1. Ketika PLC menerima sinyal dari *relay* 1 tersebut, PLC akan meneruskan sinyal untuk mengaktifkan *solenoid valve*. *Solenoid valve* ini akan mengatur udara untuk mengaktifkan silinder pneumatik sehingga makanan yang terdeteksi mengandung barang logam tersebut akan didorong oleh silinder pneumatik untuk dipisahkan menuju *storage* terdeteksi logam. Kemudian jika makanan yang tidak terdeteksi mengandung logam (non-logam), maka akan dilewatkan oleh sensor *kit metal detector*, tetapi akan dideteksi oleh sensor *photoelectric*. Makanan yang tidak mengandung logam (non-logam) akan diteruskan menuju *storage* non-logam. Pada saat mendeteksi makanan-makanan tersebut, *relay* 1 yang terhubung dengan sensor *kit metal detector*, dan sensor *photoelectric* akan mengirim sinyal ke PLC, kemudian PLC akan mengirim

sinyal kepada HMI sehingga HMI menampilkan data berapa masing-masing makanan yang telah dipisahkan, yaitu makanan yang mengandung barang logam dan yang tidak (non-logam). Data hasil perhitungan tersebut juga akan terintegrasi dengan internet dan dapat diakses untuk dimonitoring melalui server Weincloud. Proses tersebut akan terjadi secara berulang sampai tombol *stop* ditekan sehingga *pilot lamp* hijau *off* dan *pilot lamp* merah *on* sebagai tanda bahwa sistem berhenti berjalan dan selesai.

3.3.2 Perancangan *Software*

Untuk memprogram PLC agar sesuai dengan perintah kerja yang diinginkan menggunakan *software CX-Programmer*. Dalam *software* ini, dapat diberikan alamat yang akan dirancang pada *hardware* dengan perintah kerja diinstruksikan dalam bahasa *ladder diagram*. Selanjutnya, untuk membuat tampilan antarmuka dan memprogram HMI Weintek menggunakan *software Easy Builder Pro*. Dalam *software* ini, dapat dibuat berupa pemrograman dan desain monitoring agar lebih mudah dalam mengoperasikan dan memonitor. Agar proses monitoring tersebut dapat diakses melalui internet, maka perlu diintegrasikan antara program pada *CX-Programmer*, *Easy Builder Pro*, dan *Weincloud*.

3.4 Pengumpulan Kebutuhan Sistem

Dalam tahapan ini, mengumpulkan alat dan bahan pendukung yang akan digunakan dalam penelitian. Pemilihan serta pengumpulan alat dan bahan untuk mempermudah pembuatan sistem. Adapun kebutuhan alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan dapat ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Alat yang Digunakan

No.	Nama Alat	Jumlah	Kegunaan
1	Laptop	1 unit	Membuat program
2	Tang pengupas	1 unit	Mengupas kabel
3	Tang potong	1 unit	Memotong kabel
4	Tang jepit	1 unit	Menjepit mur
5	Tang skun	1 unit	Menjepit skun agar tersambung dengan kabel
6	Tespen	1 unit	Mendeteksi aliran listrik
7	Gergaji besi	1 unit	Memotong benda kerja
8	Gunting	1 unit	Memotong stiker vinil
9	Ragum catok	1 unit	Menjepit agar benda kerja tidak bergerak saat dipotong, dibor, dan lainnya
10	Kunci ring pas	1 unit	Mengencangkan mur
11	Kunci Y	1 unit	Mengencangkan mur
12	Kikir bulat	1 unit	Menghaluskan benda kerja setelah dipotong dan digunakan juga untuk melubangi akrilik
13	Kikir setengah bulat	1 unit	Menghaluskan benda kerja setelah dipotong
14	Penggaris	2 unit	Mengukur panjang dan lebar
15	Pulpen	2 unit	Menulis dan memberikan tanda
16	Cat semprot putih	2 unit	Mewarnai benda kerja
17	Obeng plus dan minus	1 set	Melonggarkan dan mengencangkan baut atau sekrup
18	Multimeter	1 set	Mengukur arus dan tegangan listrik
19	Solder	1 set	Menyambungkan komponen elektronika
20	Mesin bor	1 set	Melubangi benda kerja

Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan

No.	Nama Bahan	Deskripsi	Jumlah
1	PLC	Omron CP1E-N20DR-A	1 unit
2	HMI	Weintek CMT-2078X	1 unit
3	<i>Flexible coupling</i>	Diameter 6×8 mm	1 unit
4	Motor DC	12VDC JGY-370	1 unit
5	<i>Bracket</i> motor DC	JGY-370	1 unit
6	Pipa PVC	1/2 inch	1 unit
7	Frame penyanga	Kayu	1 unit

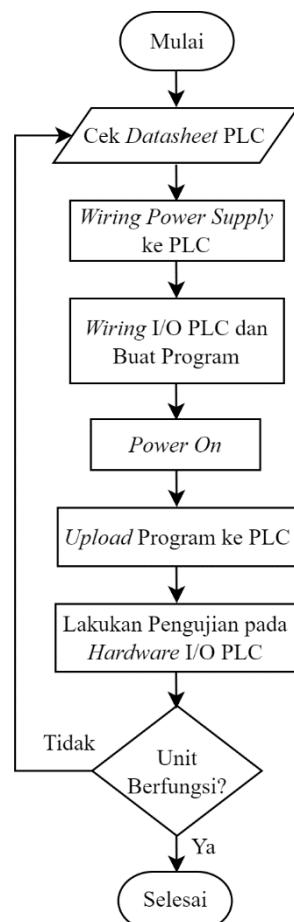
No.	Nama Bahan	Deskripsi	Jumlah
8	MCB	3P	1 unit
9	Stop kontak	Arde 2 lubang	1 unit
10	Box project	Ukuran $75 \times 50 \times 25$ mm	1 unit
11	Soket AC power	3pin	1 unit
12	Kabel AC power	Panjang 1,5 m	1 unit
13	Sensor photoelectric	D18-3A30N1	1 unit
14	Selang PU	Diameter 6×4 mm	1 unit
15	Kabel LAN	Panjang 2 m, CAT6	1 unit
16	Kabel USB	Panjang 2,5 m	1 unit
17	Kabel RS232	Panjang 2 m	1 unit
18	USB Flashdisk	FAT32 16 GB	1 unit
19	Double tape busa	Ukuran $20 \text{ mm} \times 5 \text{ m}$	1 unit
20	Double tape kertas	Ukuran $12 \text{ mm} \times 10 \text{ m}$	1 unit
21	Belt conveyor	Putih ukuran $50 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$	1 unit
22	Batang as	Diameter 8 mm	2 unit
23	Dop PVC	1/2 inch	2 unit
24	Push button	LA38-11BN	2 unit
25	Pilot lamp	AD16-22DS	2 unit
26	Relay	6 dan 24VDC	2 unit
27	Terminal blok	TB1512	2 unit
28	Power supply	5, 12, dan 24VDC	3 unit
29	Display tray	Ukuran $180 \times 131 \times 42$ mm	3 unit
30	Pillow block bearing	KP08	4 unit
31	Software CX-Programmer	Versi 9.7	1 set
32	Software Easy Builder Pro	Versi 6.09.01	1 set
33	Weincloud	Dashboard	1 set
34	Kompresor	Lakoni	1 set
35	Skun kabel Y	SV1.25-3	1 set
36	Sensor metal detector	Kit	1 set
37	Silinder double acting	MAL 20×100	1 set
38	Solenoid valve	5/2 24VDC	1 set
39	Kabel NYAF	Diameter 0,75 mm	1 set
40	Kabel ties	Ukuran $2,5 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$	1 set
41	Kabel ducting	Ukuran 25×25 mm dan $21,7 \times 14,8$ mm	2 set
42	Stiker label	Putih	1 pack
43	Stiker vinil	Putih	1 lembar
44	Akrilik	Tebal 3, 4, dan 5 mm	3 lembar
45	Skrup, baut, mur, dan ring	Berbagai ukuran	Secukupnya

No.	Nama Bahan	Deskripsi	Jumlah
46	Aluminium siku L	Ukuran 25 mm × 13 mm	Secukupnya

3.5 Pengujian Unit

Pada tahap ini, pengujian unit dilakukan untuk mengetahui kondisi setiap komponen atau unit dapat berfungsi dengan baik atau tidak, sehingga unit yang berfungsi dengan baik dapat digunakan untuk penelitian. Pengujian unit ini dilakukan dalam beberapa bagian, yaitu pengujian PLC, HMI, motor DC, sensor, dan pengujian koneksi jaringan ke server Weincloud.

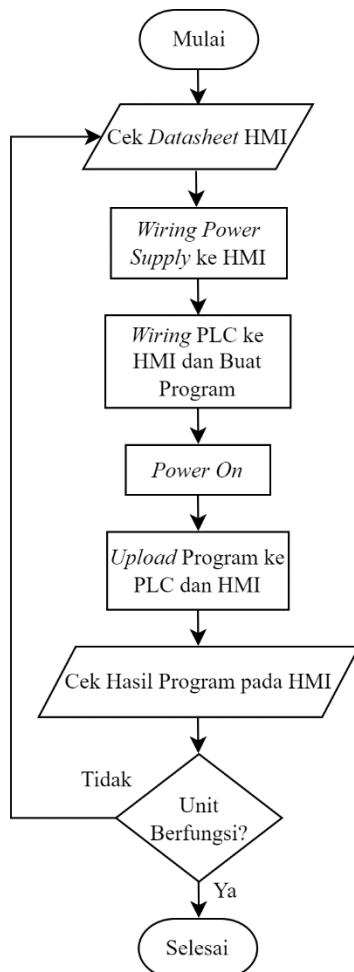
3.5.1 Pengujian PLC



Gambar 3.4 Flowchart Pengujian PLC

Gambar 3.4 merupakan tahapan pengujian PLC. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah unit PLC berfungsi dengan baik atau tidak. Pada pengujian PLC ini dilakukan dengan mengecek terlebih dahulu *datasheet* PLC sebelum diberikan tegangan pada *power supply*. Kemudian dilakukan *wiring* pada I/O (*Input/Output*) PLC dan membuat program pada *software CX-Programmer*. Program tersebut diupload untuk mengecek pada *hardware* I/O yang telah terpasang apakah PLC berfungsi atau tidak sesuai yang diinstruksikan.

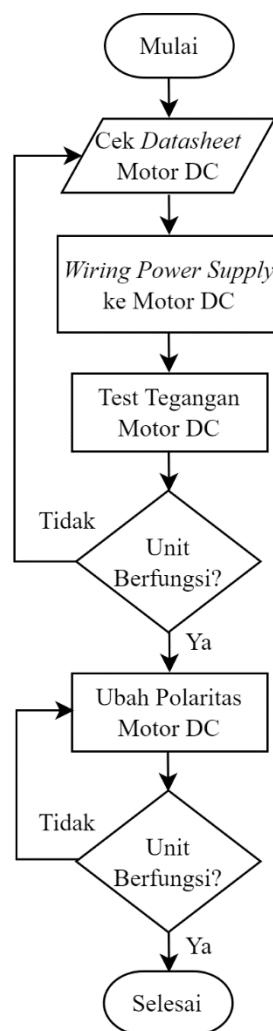
3.5.2 Pengujian HMI



Gambar 3.5 Flowchart Pengujian HMI

Gambar 3.5 merupakan tahapan pengujian HMI. Pengujian ini berupa menghubungkan HMI ke *power supply*, menghubungkan HMI ke PLC, membuat dan mengupload program, serta pengecekan hasil program pada HMI. Sehingga dengan itu dapat diketahui HMI berfungsi atau tidak. Jika tidak, maka pengujian kembali ke tahap mengecek *datasheet*. Jika iya, maka pengujian selesai.

3.5.3 Pengujian Motor DC

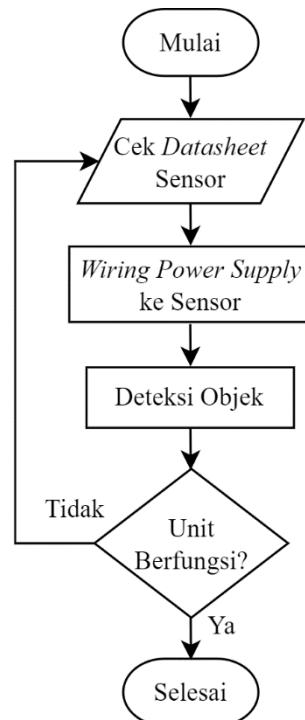


Gambar 3.6 *Flowchart* Pengujian Motor DC

Gambar 3.6 merupakan tahapan pengujian motor DC. Pengujian ini dilakukan dengan mengecek terlebih dahulu *datasheet* motor DC yang akan

digunakan. Kemudian menghubungkan motor DC dengan *power supply* sehingga motor berputar. Jika sudah berputar, dilakukan pengukuran tegangan motor DC. Apabila sudah berfungsi, selanjutnya diubah polaritas motor DC tersebut dan cek apakah berfungsi atau tidak.

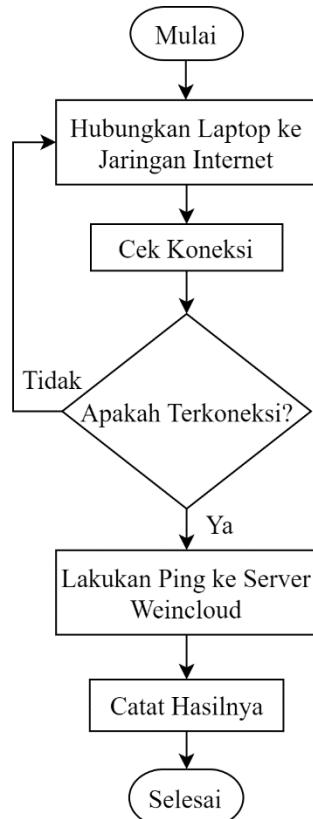
3.5.4 Pengujian Sensor



Gambar 3.7 Flowchart Pengujian Sensor

Gambar 3.7 merupakan tahapan pengujian sensor, baik itu sensor *kit metal detector* maupun sensor *photoelectric*. Pengujian sensor ini dengan memberikan tegangan pada *power supply* ke sensor. Sensor *kit metal detector* didekatkan dengan objek logam apakah dapat mendeteksi atau tidak, sementara sensor *photoelectric* didekatkan dengan objek khususnya non-logam apakah dapat mendeteksi atau tidak.

3.5.5 Pengujian Koneksi Jaringan ke Server Weincloud



Gambar 3.8 *Flowchart* Pengujian Koneksi Jaringan ke Server Weincloud

Gambar 3.8 merupakan tahapan pengujian koneksi ke server Weincloud.

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan laptop pada jaringan internet yang akan digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan mengecek koneksi, seperti akses www.google.com. Jika tidak terkoneksi, maka hubungkan kembali laptop ke jaringan internet. Namun jika terkoneksi, dilanjutkan dengan melakukan ping ke server Weincloud pada CMD (*Command Prompt*) di laptop. Catat hasil dari ping tersebut, dan pengujian selesai.

3.6 Pembuatan Sistem

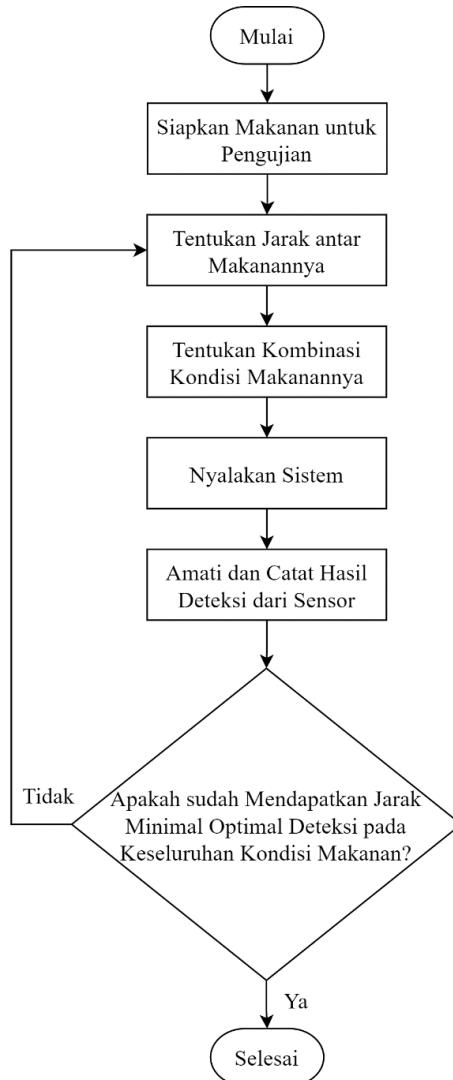
Pada tahap ini, apabila setiap unit sudah diuji dan berfungsi dengan baik maka selanjutnya dilakukan pembuatan sistem dengan menggabungkan setiap unit menjadi satu sistem sesuai dengan perancangan.

3.7 Pengujian Sistem

Setelah melakukan pembuatan sistem sehingga menjadi sebuah alat yang terintegrasi satu sama lain baik dari *hardware* maupun *software*, selanjutnya yaitu pengujian sistem. Pada pengujian sistem dilakukan dengan melakukan pengujian secara keseluruhan sistem yang sudah dibuat dengan tujuan supaya sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan tidak ada kesalahan.

3.7.1 Pengujian Jarak antar Makanan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kerapatan dan jarak minimal optimal antar kondisi makanan terhadap kemampuan deteksi secara akurat tanpa adanya kesalahan oleh sistem dalam menjalankan instrukssinya. Dalam melakukan deteksinya, sistem dilengkapi dengan sensor *kit metal detector* dan sensor *photoelectric*. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan dua makanan dodol dengan empat kondisi kombinasi, yaitu logam-logam, nonlogam-nonlogam, logam-nonlogam, dan nonlogam-logam pada ban berjalan dengan variasi jarak tertentu antar makanannya. Gambar 3.9 merupakan *flowchart* pengujian jarak antar makanan di ban berjalan.



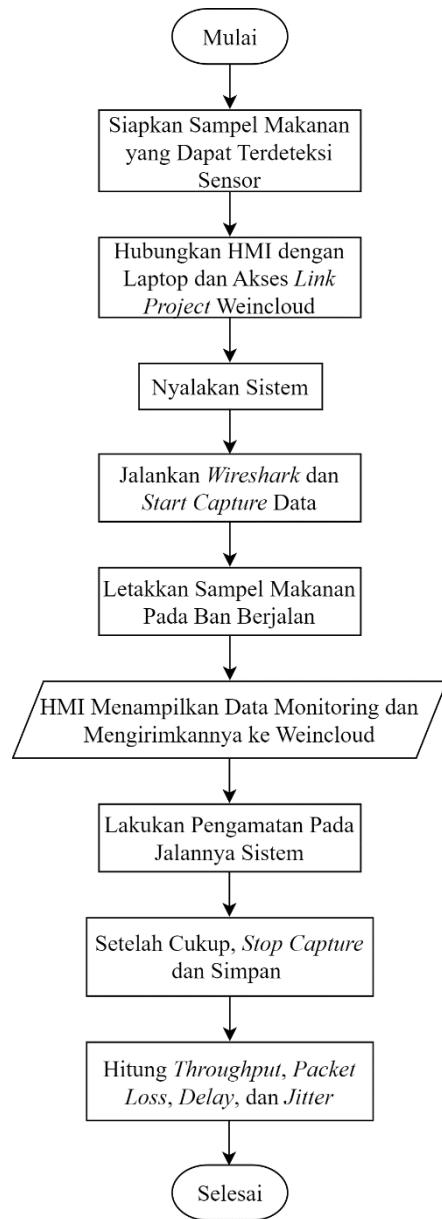
Gambar 3.9 *Flowchart* Pengujian Sistem Jarak antar Makanan

Pada Gambar 3.9 dapat dijelaskan langkah awal dalam pengujian sistem ini yaitu menyiapkan makanannya. Pengujian sistem ini menggunakan makanan dodol. Jika makanan tersebut akan dikategorikan sebagai makanan logam, maka plat logam dimasukkan ke dalam makanan tersebut, kemudian makanannya dibungkus kembali. Jika makanan tersebut akan dikategorikan sebagai makanan nonlogam, maka cukup dibungkus. Selanjutnya dalam menentukan jarak antar makanan ini berguna untuk mengetahui jarak minimal sistem dapat mendeteksi secara akurat

dengan optimal pada seluruh kombinasi kondisi makanan. Setelah ditentukan jarak dan diukur jarak antar kondisi makanannya, sistem dinyalakan. Selama proses ini dilakukan pengamatan pada deteksi sensor apakah mendeteksi secara optimal (sesuai dengan jumlah seharusnya) atau tidak optimal (tidak sesuai dengan jumlah seharusnya). Pengujian ini dilakukan hingga mendapatkan jarak optimal untuk seluruh kombinasi kondisi makanan.

3.7.2 Pengujian QoS TIPHON

Pada pengujian ini bertujuan untuk menilai suatu kualitas layanan jaringan internet (QoS) pada sistem IoT *prototype* alat yang telah dibuat dengan mengacu pada standar TIPHON. Pengujian dilakukan dengan menggunakan makanan mengandung logam yang dapat terdeteksi oleh sensor *kit metal detector* dan makanan tidak mengandung logam (non-logam) yang dapat terdeteksi oleh sensor *photoelectric*. Dengan hal ini, HMI dapat menampilkan perhitungan terdeteksi logam dan yang tidak. Data tersebut dikirim ke Weincloud melalui koneksi internet yang dibagikan oleh laptop. Selama proses ini berlangsung, aktivitas jaringan direkam menggunakan *Wireshark*. Gambar 3.10 merupakan *flowchart* pengujian QoS TIPHON.



Gambar 3.10 Flowchart Pengujian Sistem QoS TIPHON

Pada Gambar 3.10 dapat dijelaskan untuk melakukan pengujian IoT pada sistem, dimulai dengan menyiapkan makanan yang dapat terdeteksi oleh sensor, baik itu sensor *kit metal detector* dan sensor *photoelectric*. Kemudian HMI dihubungkan ke laptop menggunakan kabel LAN, dan pada laptop akses *link project* Weincloud untuk monitoring melalui internetnya. Setelah itu sistem

dinyalakan dengan menekan PB *start*. Pada laptop, jalankan *Wireshark* dan *start capture*. Kemudian makanan yang telah disiapkan sebelumnya diletakkan pada ban berjalan untuk dideteksi oleh sensor, dan data makanan yang terdeteksi mengandung logam dan makanan yang tidak mengandung logam ditampilkan oleh HMI yang selanjutnya dikirim ke Weincloud. Keberlangsungan proses jalannya sistem ini diamati, dan ketika cukup, *stop capture* lalu simpan hasilnya. Hasil rekaman tersebut dilakukan perhitungan *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* sesuai standar TIPHON.

3.8 Analisis Hasil

Pada tahap analisis akan didapatkan perbandingan antara kajian teori dengan hasil pengujian. Apabila adanya perbedaan maka akan dilakukan pengecekan kembali untuk menentukan penyebab terjadinya perbedaan tersebut, apabila terjadi persamaan pada pengujian maka hasil pengujian tersebut sudah sesuai dengan teori.

3.9 Kesimpulan

Pada tahap ini, dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan dan dilakukan evaluasi dari kerja sistem yang telah dibuat.

3.10 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 2 Tasikmalaya yang berlokasi di Jalan Raya Noenoeng Tisnasaputra, Kahuripan, Kecamatan Tawang, Kota

Tasikmalaya, dan di Laboratorium Sistem Kendali Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Siliwangi Kampus 2, Mugarsari, Kecamatan Tamansari, Kabupaten
Tasikmalaya, Jawa Barat.

3.11 Waktu Penelitian

Tabel 3.3 Waktu Penelitian