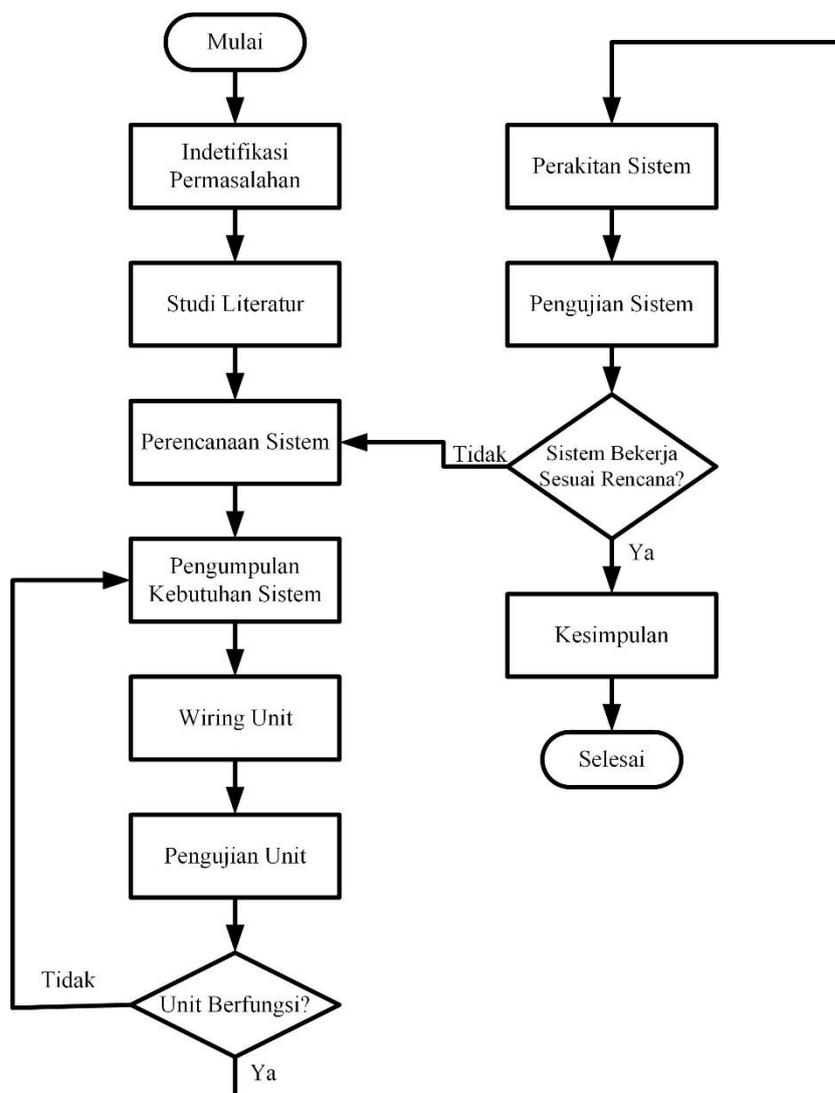


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

*Flowchart* alur penelitian yang memuat tahapan-tahapan terstruktur dan sistematis dibutuhkan dalam sebuah penelitian agar mudah dipahami dan dapat menjadi pedoman dalam proses penelitian. Oleh karenanya *flowchart* alur penelitian telah disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.

Langkah pertama dalam penelitian adalah identifikasi permasalahan berdasarkan bidang dan tema yang diminati, sehingga dapat mengerucutkan penelitian menjadi cangkupan yang lebih sempit, dan permasalahan yang lebih spesifik. Dalam penelitian ini peneliti memilih tema ekstraksi harmonisa dan mengerucutkan permasalahan menjadi lebih spesifik yaitu ekstraksi harmonisa tiga fasa hubungan *star* dengan metode *synchronous reference frame* menggunakan NI myRio.

Setelah tema penelitian dikerucutkan maka langkah selanjutnya adalah mencari teori-teori yang berkaitan dengan penelitian lalu dikaji sehingga memperkuat konsep dan pemahaman terhadap penelitian yang dilakukan. Studi yang dilakukan diantaranya mengenai harmonisa, SRF-PLL, FFT, myRio dan HIL.

Langkah berikutnya adalah perancangan sistem dimana dalam tahap ini dilakukan penggambaran desain sistem yang akan dibuat agar sistem dapat bekerja dengan sesuai harapan. Perancangan sistem kemudian direalisasikan dimulai dari pengumpulan kebutuhan sistem, wiring unit, pengujian unit, perakitan sistem sampai pada pengujian sistem.

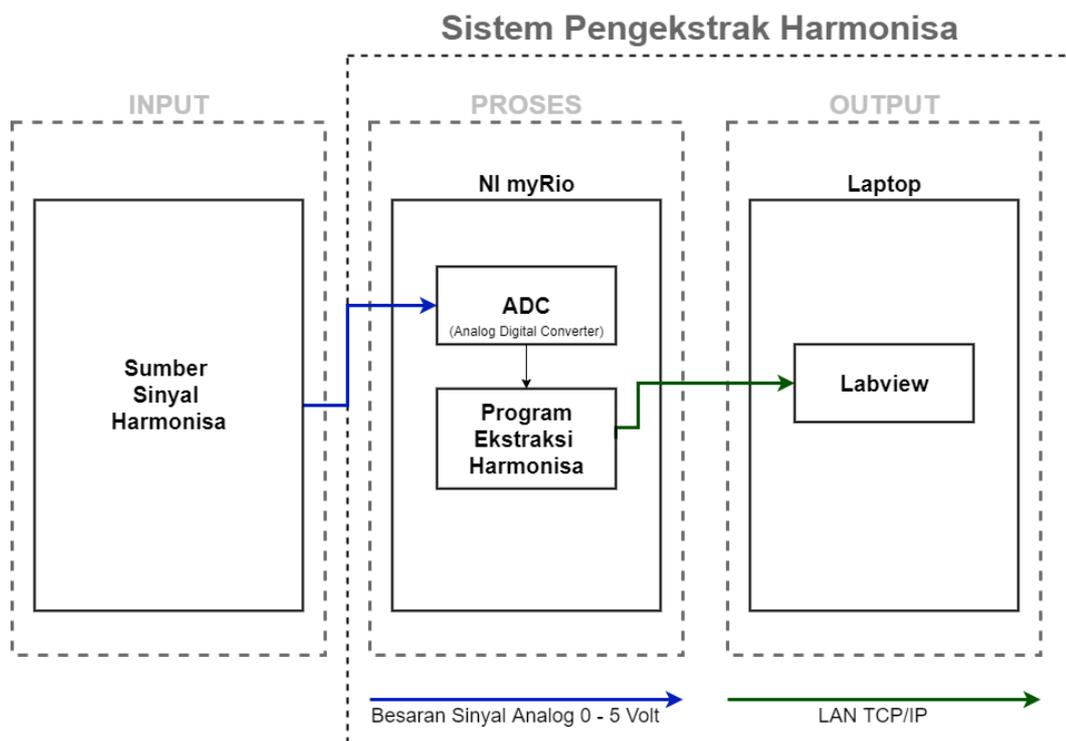
Tahap pengujian unit dan pengujian sistem memiliki bagian pengambilan keputusan. Apabila pada pengujian unit tidak berhasil maka pengumpulan kebutuhan sistem kembali untuk mengganti atau memperbaiki unit / komponen yang bermasalah (rusak / tidak bekerja) harus dilakukan. Sedangkan pada pengujian sistem apabila sistem tidak bekerja sesuai dengan rencana maka perencanaan sistem harus ditinjau kembali. Output dari penelitian yang telah sesuai dengan perencanaan adalah kesimpulan akhir.

### 3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari beberapa tahap diantaranya menyusun blok diagram, *flowchart* sistem, pengujian unit dan pengujian sistem.

#### 3.2.1 Blok Diagram

Penyusunan diagram blok merupakan cara menjelaskan alur kerja dari sebuah sistem kompleks yang direpresentasikan dalam gambar yang tersusun dari blok dan panah. Diagram blok memudahkan pembaca memahami alur kerja dari sebuah sistem yang akan maupun telah dirancang juga menjadi acuan dalam merealisasikan sistemnya nanti.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem.

Pada penelitian ini diagram blok digunakan untuk menggambarkan alur kerja seperti yang telah tercantum pada Gambar 3.2. yang terdiri dari blok bagian diantaranya :

a. *Input*

Bagian input terdiri dari sumber sinyal harmonisa yang menghasilkan harmonisa tiga fasa dengan hubungan Y. Sumber sinyal harmonisa meneruskan sinyal kepada myRio sebagai bagian proses melalui tiga pin analog. Terlepas dari sumber sinyal harmonisa yang meneruskan sinyal analog dengan rentang tegangan dari 0 – 5V ke myRio, sumber sinyal harmonisa sendiri bisa berupa sensor arus, sensor tegangan atau generator sinyal harmonisa.

Pada penelitian ini diputuskan untuk menggunakan generator sinyal harmonisa sebagai sumber sinyal harmonisa. Dengan begitu maka sistem ekstraksi harmonisa yang dibangun dengan myRio dapat diuji dengan berbagai konfigurasi input sinyal harmonisa yang akan diekstrak sehingga diketahui kelebihan dan kekurangannya dalam mengekstraksi harmonisa. Beda halnya dengan menggunakan sensor arus atau tegangan sebagai sumber sinyal, harmonisa yang dihasilkan bergantung pada beban listrik yang terpasang. Keleluasaan untuk mengatur sinyal harmonisa yang akan diekstrak inilah yang menjadi alasan penggunaan generator sinyal harmonisa sebagai sumber sinyal harmonisa.

b. *Proses*

Pada bagian proses terdiri dari NI myRio sebagai sistem yang mengekstraksi sinyal harmonisa yang berasal blok *input* melalui pin analog. NI myRio diprogram dengan menerapkan metode *synchronous reference frame* agar bisa mengekstraksi sinyal dan juga metode lainnya untuk menghasilkan informasi harmonisa yang diterima. Hasil ekstraksi dan informasi harmonisa kemudian diteruskan ke bagian *output*.

### c. *Output*

Pada bagian *output* terdiri dari satu perangkat yaitu komputer atau laptop. Hasil ekstraksi dan data dari myRio ditampilkan pada aplikasi yang telah dibangun oleh platform Labview.

### 3.2.2 Flowchart Sistem

Penelitian ini menggunakan *flowchart* sistem untuk menggambarkan bagaimana alur kerja sistem ekstraksi harmonisa pada NI myRio. Flowchart sistem ini membantu dalam memprogram NI myRio dan juga membantu orang lain dalam memahami cara kerja sistemnya.

### 3.2.3 Pengujian Unit

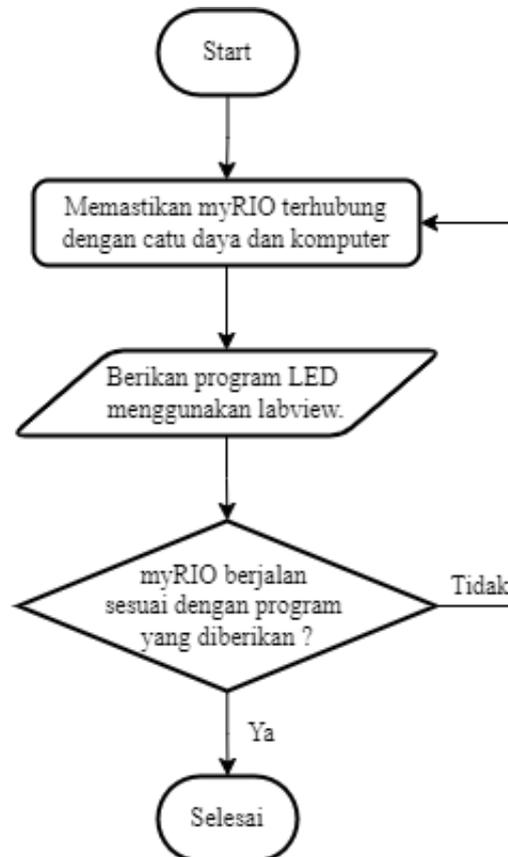
Beberapa unit pembentuk sistem perlu melalui tahap pengujian (pengujian unit) demi kelancaran pada tahap perakitan sehingga meminimalisir kegagalan sistem karena kerusakan komponen. Pengujian unit memastikan apakah komponen berjalan dengan baik atau tidak. Beberapa pengujian unit ini meliputi :

1. Pengujian Unit NI myRio
2. Pengujian Myrio Menerima Input Analog
3. Pengujian Myrio Menghasilkan Output Analog
4. Pengujian Myrio Membaca Amplitudo Arus / Tegangan AC
5. Pengujian Myrio Membaca Frekuensi Arus / Tegangan AC

#### 3.2.3.1 Pengujian myRIO

Pengujian unit pertama dilakukan pada myRIO yang berperan sebagai *controller*. Sehingga dengan memastikan bahwa myRIO dapat diprogram dan berjalan sesuai dengan program yang diberikan menandakan bahwa myRIO bekerja normal dan dapat digunakan dalam penelitian ini. Sesuai dengan alur pengujian

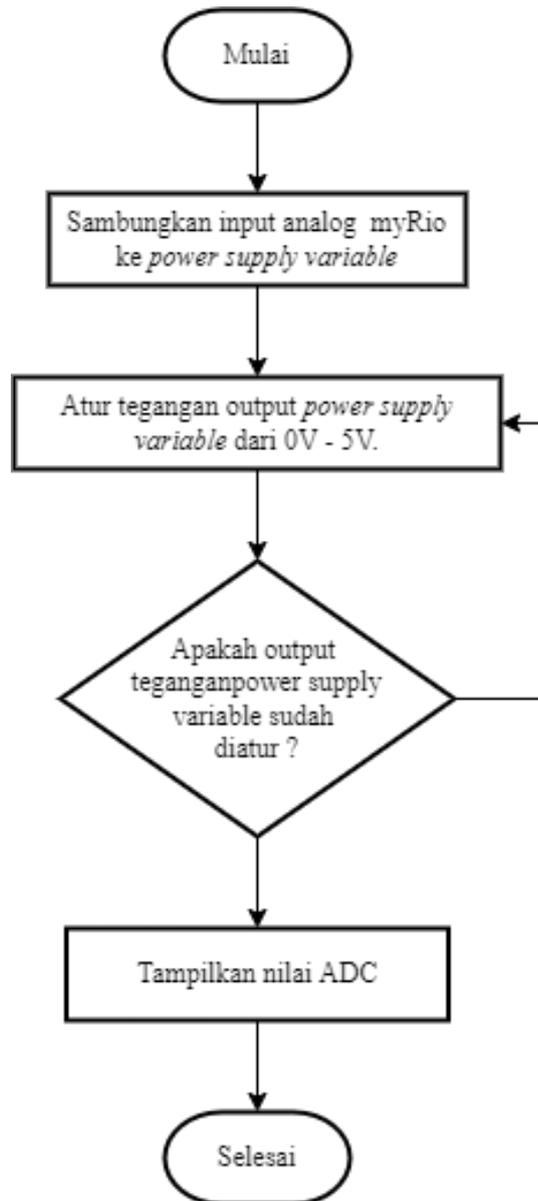
yang tercantum pada Gambar 3.3. Pengujian unit myRIO menggunakan program dasar yaitu LED *on/off*. Pengujian dimulai dengan memastikan myRIO terhubung ke catu daya dan komputer dengan baik, dilanjutkan dengan *upload* program.



Gambar 3.3 Flowchart Pengujian NI myRio.

### 3.2.3.2 Pengujian myRIO Menerima Input Analog

Berdasarkan Gambar 3.4 pengujian diawali dengan menyambungkan power supply ke port analog input pada myRio. Dilanjutkan dengan mengatur tegangan mulai dari 0V sampai 5V, dan setiap tegangan yang diberikan ditampilkan nilai ADC nya.



Gambar 3.4 Pengujian myRio Menerima Input Analog.

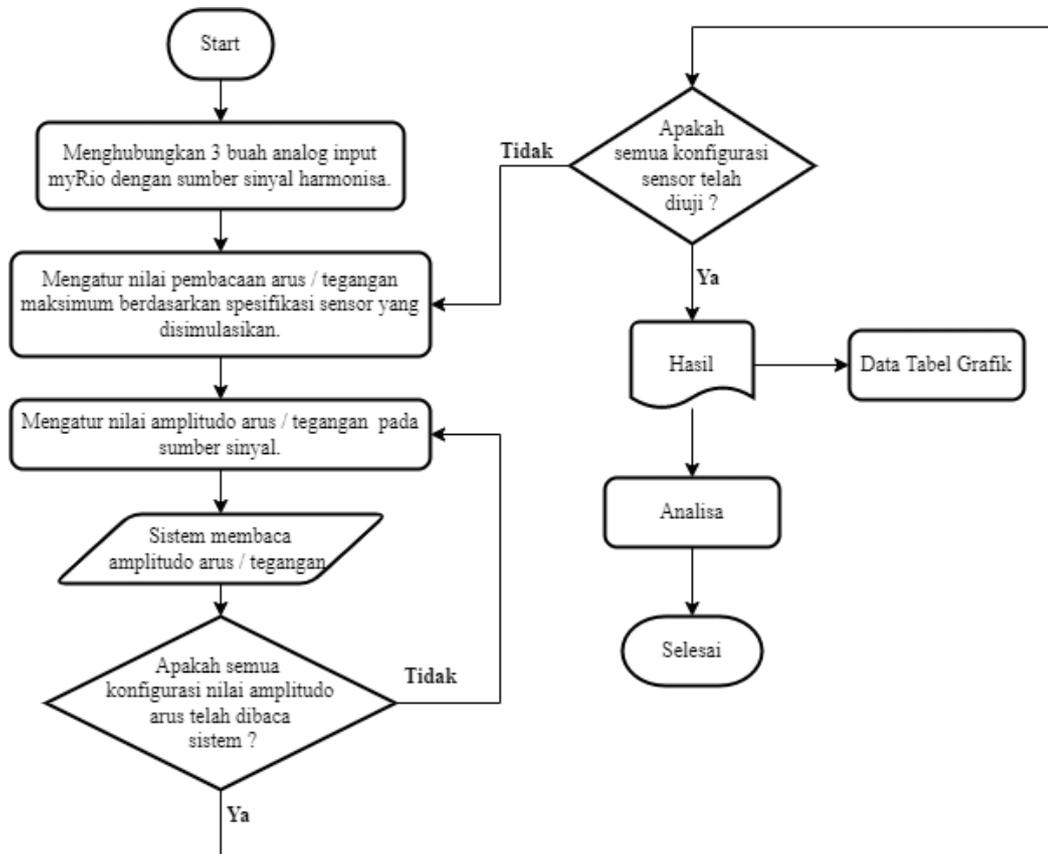
### 3.2.3.3 Pengujian myRIO Menghasilkan Output Analog

Berdasarkan Gambar 3.5 pengujian diawali dengan menyambungkan output analog myRio ke volt meter. Selanjutnya adalah mengatur nilai analog pada program mulai dari 0 sampai 4095 sehingga masing-masing nilai analog yang dikeluarkan melalui output analog myRio diukur tegangannya.



Gambar 3.5 Pengujian MyRio Menghasilkan Output Analog

### 3.2.3.4 Pengujian myRIO Membaca Amplitudo Arus / Tegangan AC



Gambar 3.6 Flowchart Pengujian Sistem Membaca Amplitudo Arus / Tegangan AC.

Pengujian sistem membaca amplitudo arus atau tegangan AC pada Gambar 3.6 bertujuan untuk mengetahui keakuratan sistem membaca amplitudo arus atau tegangan AC. Pengujian dilakukan pada sinyal sinusoidal murni 50Hz baik arus maupun tegangan yang merupakan gelombang fundamental atau orde 1 pada gelombang sinyal harmonisa.

Pengujian ini diawali dengan menghubungkan 3 buah input analog myRio ke sumber sinyal harmonisa. Sumber sinyal harmonisa disini sebenarnya bisa berupa sensor arus atau tegangan yang membaca jaringan tiga fasa, tetapi sesuai dengan penjelasan pada bagian blok diagram bahwa dalam penelitian ini digunakan generator sinyal harmonisa sebagai sumber sinyal harmonisa. Bukan hanya

membangkitkan sinyal harmonisa, generator sinyal harmonisa juga dapat mensimulasikan penggunaan sensor dimana sensor memiliki maksimal pembacaan arus atau tegangan pada setiap spesifikasi yang berbeda. Maksimum pembacaan arus atau tegangan dapat diatur pada program berdasarkan sensor yang digunakan atau disimulasikan. Nilai maksimum pembacaan arus atau tegangan yang tidak sesuai dengan sensor yang digunakan atau disimulasikan akan berpengaruh pada penskalaan dari nilai sinyal analog 0 -5V menjadi arus atau tegangan aktual.

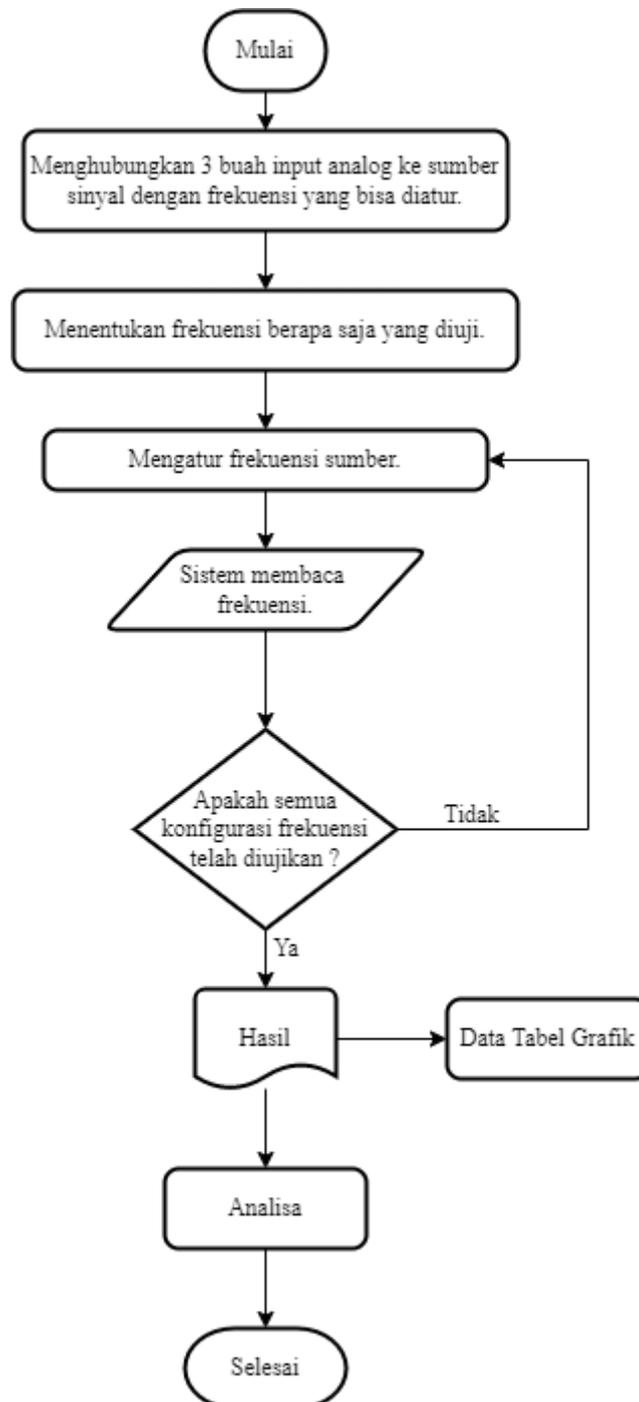
Masing masing konfigurasi sensor arus / tegangan diuji dengan memberikan nilai amplitudo arus atau tegangan yang bervariasi. Tentunya dengan penggunaan generator sinyal harmonisa nilai amplitudo arus atau tegangan bisa divariasikan. Hal berbeda terjadi apabila sumber sinyal harmonisa didapatkan dari sensor arus atau tegangan yang dipasangkan pada jaringan 3 fasa dengan hubungan Y, yang mana nilai amplitudo arus bergantung pada beban yang terpasang pada jaringan listrik tersebut.

Hasil pembacaan nilai amplitudo arus atau tegangan oleh sistem pada setiap konfigurasi sensor arus atau tegangan dibandingkan dengan nilai amplitudo yang diberikan oleh sumber sinyal kemudian dianalisa.

#### **3.2.3.5 Pengujian myRIO Membaca Frekuensi Arus / Tegangan AC**

Pengujian sistem membaca frekuensi pada Gambar 3.7 bertujuan untuk mengetahui batas minimum dan maksimum sistem dalam membaca frekuensi. Pengujian ini didasari pada frekuensi harmonisa yang merupakan kelipatan dari frekuensi fundamental. Pengujian dimulai dengan menghubungkan 3 buah input analog myRio ke sumber sinyal. Pembacaan sistem terhadap frekuensi diuji dengan

berbagai variasi frekuensi. Data hasil pembacaan sistem kemudian disajikan dan dianalisa.



Gambar 3.7 Flowchart Pengujian Sistem Membaca Frekuensi

### **3.2.4 Pengujian Sistem**

Untuk memastikan sistem yang telah dibuat dapat bekerja sebagaimana mestinya maka dibutuhkan pengujian sistem. Pengujian sistem dibagi menjadi lima diantaranya meliputi :

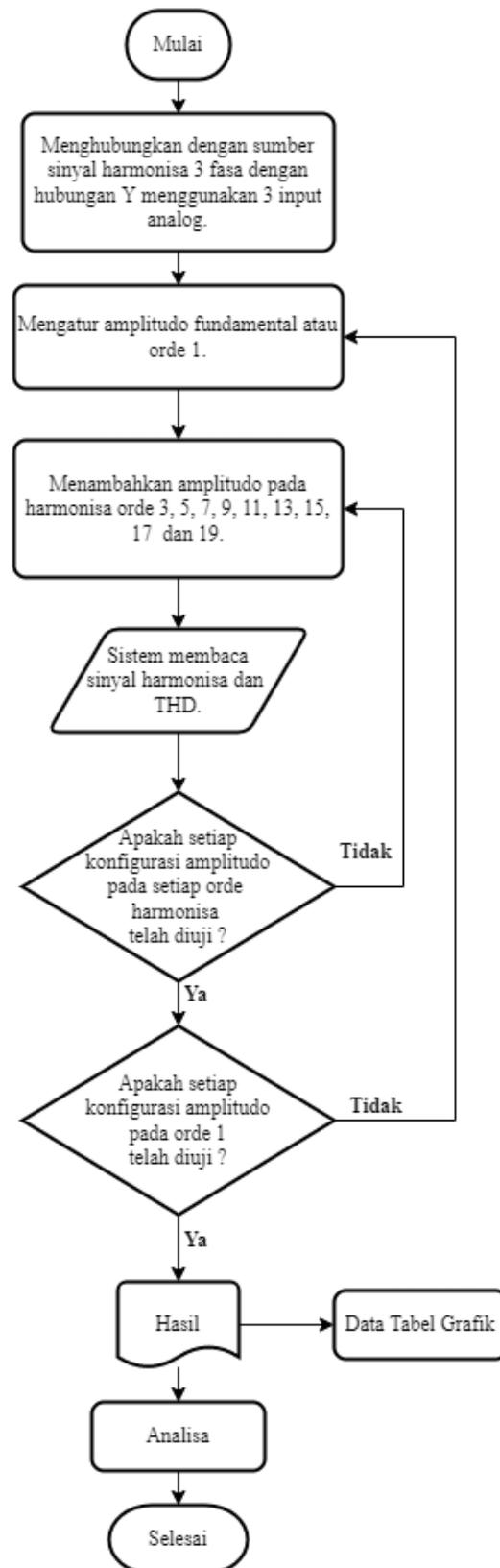
1. Pengujian Sistem Membaca Sinyal Harmonisa
2. Pengujian Sistem Mengekstrak Harmonisa Orde Triplen
3. Pengujian Sistem Mengekstrak Harmonisa Orde Non-triplen

#### **3.2.4.1 Pengujian Sistem Membaca Sinyal Harmonisa**

Sebelum menguji sistem terhadap tujuan utamanya yaitu ekstraksi harmonisa maka perlu dipastikan terlebih dahulu bahwa sistem dapat membaca sinyal harmonisa. Untuk itu maka pengujian sistem membaca sinyal harmonisa direncanakan seperti yang tercantum pada Gambar 3.8.

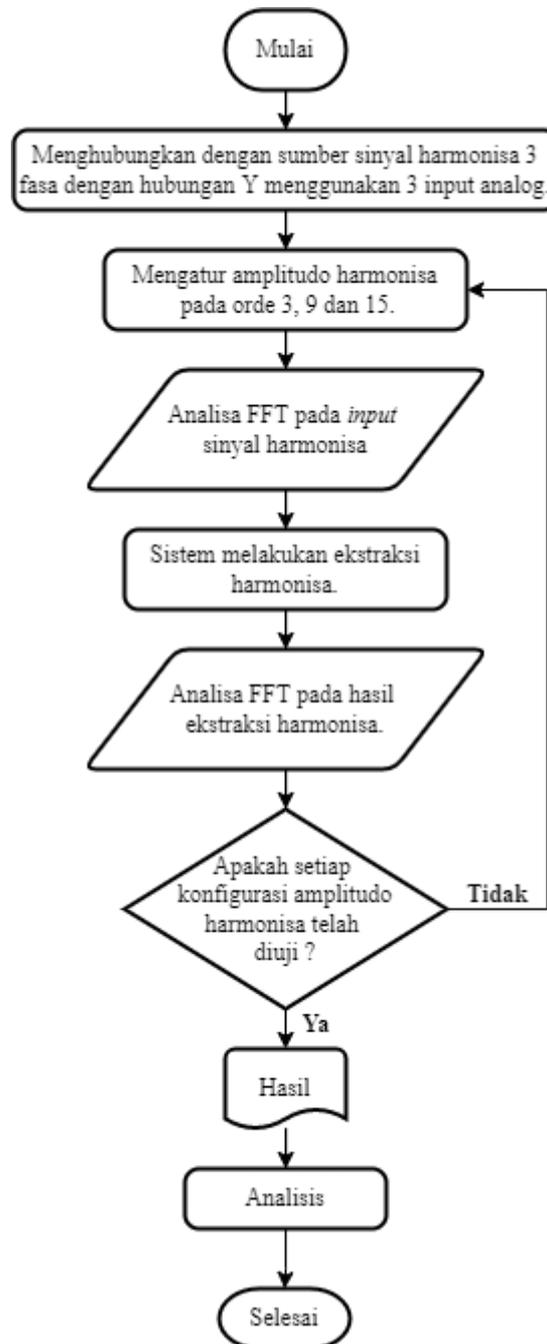
Hal pertama yang dilakukan adalah menyambungkan 3 analog input myRio ke sumber sinyal harmonisa baik itu arus / tegangan dengan hubungan Y atau start. Karena tidak ada perbedaan antara sinyal harmonisa tegangan ataupun arus dengan nilai yang sama maka pengujian ini ditetapkan menggunakan sinyal harmonisa arus agar tidak menimbulkan keambiguan saat penyebutan satuan, mengingat juga bahwa di lapangan kebanyakan gangguan harmonisa terjadi pada arus.

Pada sumber sinyal harmonisa dalam hal ini adalah myRio parameter harmonisa diatur dengan berbagai konfigurasi. Parameter pertama yang diubah adalah amplitudo gelombang fundamental harmonisa atau orde 1 yang diubah secara bertahap. Dilanjutkan dengan penambahan amplitudo secara bertahap pada orde harmonisa diluar fundamental. Sistem membaca sinyal harmonisa dan data hasil pembacaan dari pengujian ini kemudian disajikan dan dianalisa.



Gambar 3.8 Flowchart Pengujian Sistem Membaca Sinyal Harmonisa

### 3.2.4.2 Pengujian Sistem Mengekstrak Harmonisa Orde Triplen



Gambar 3.9 Flowchart Pengujian Sistem Mengekstrak Harmonisa Orde Triplen

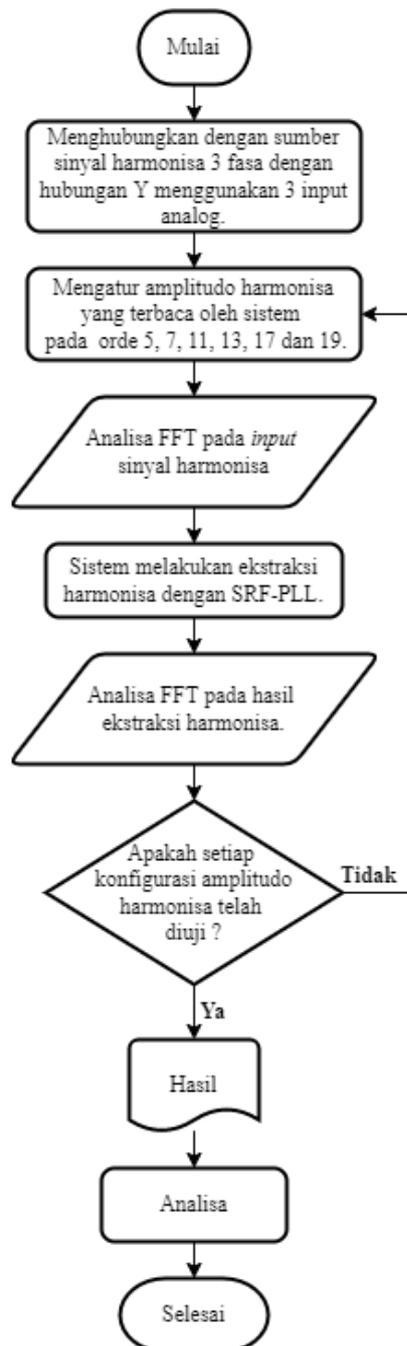
Berdasarkan Tabel 2.2 bahwa harmonisa orde kelipatan tiga tidak memiliki urutan fasa (urutan nol) sedangkan harmonisa diluar orde kelipatan tiga memiliki urutan positif atau negatif. Hal tersebut melandasi pengujian sistem dalam mengekstrak harmonisa dibagi menjadi dua bagian yaitu pengujian sistem dalam

mengekstrak harmonisa orde kelipatan tiga atau triplen dan pengujian sistem dalam mengekstrak harmonisa orde non-triplen.

Pada pengujian yang telah disajikan diagram alurnya pada Gambar 3.9, pengujian dimulai dengan menghubungkan tiga input analog myRio ke sumber sinyal harmonisa tiga fasa dengan hubungan Y atau bintang. Kemudian mengatur amplitudo harmonisa orde 3, 9 dan 15, sistem akan melakukan analisa FFT pada sinyal harmonisa yang terbaca. Dilanjutkan dengan proses ekstraksi oleh sistem dengan menggunakan metode Synchronous Reference Frame – Phase Locked Loop (SRF-PLL). Hasil ekstraksi harmonisa juga dianalisis dengan FFT sehingga dapat dibandingkan antara FFT sinyal sebelum di ekstraksi dan FFT sinyal yang telah di ekstraksi. Data hasil dari pengujian ini kemudian disajikan dan dianalisa.

#### **3.2.4.3 Pengujian Sistem Mengekstrak Harmonisa Orde Non-triplen**

Pada pengujian sistem mengekstrak harmonisa orde non-triplen yang tercantum pada Gambar 3.10, pengujian dimulai dengan menghubungkan tiga input analog myRio ke sumber sinyal harmonisa tiga fasa dengan hubungan Y atau bintang. Kemudian mengatur amplitudo harmonisa orde 5, 7, 11, 13, 17 dan 19, sistem akan melakukan analisa FFT pada sinyal harmonisa yang terbaca. Dilanjutkan dengan proses ekstraksi oleh sistem dengan menggunakan metode Synchronous Reference Frame – Phase Locked Loop (SRF-PLL). Hasil ekstraksi harmonisa juga dianalisis dengan FFT sehingga dapat dibandingkan antara FFT sinyal sebelum di ekstraksi dan FFT sinyal yang telah di ekstraksi. Data hasil dari pengujian ini kemudian disajikan dan dianalisa.



Gambar 3.10 Flowchart Pengujian Sistem Mengekstrak Harmonisa Orde Non-triplen

### 3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Siliwangi, Jln. Siliwangi No. 24 Kota Tasikmalaya.