

## RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DANDATA AKUISISI PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK LABVIEW DAN USB NI-DAQ 6008

<sup>1</sup>I Kadek Rangga Satria Billy <sup>2</sup>I Made Wartana <sup>3</sup>Widodo Pudji Muljanto

Teknik Elektro S1 Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

<sup>1</sup>kadekranggasatria@gmail.com, <sup>2</sup>m.wartana@lecturer.itn.ac.id, <sup>3</sup>widodopm@yahoo.com

**Abstrak**— Motor induksi 3 fasa merupakan salah satu mesin listrik yang banyak digunakan di dunia industri. Sistem proteksi merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu instalasi listrik untuk melindungi peralatan utama bila terjadi gangguan. Diantara gangguan-gangguan yang dapat terjadi yaitu: tegangan lebih (Over Voltage), tegangan kurang (Under Voltage), arus lebih (Over Current), panas lebih (Over Temperature), dan rpm lebih (Over RPM). Sistem kontrol dan monitoring pada penelitian ini dibuat agar dapat mempermudah memonitoring dan mengontrol motor induksi tiga fasa lewat komputer. Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini menggunakan software Labview. Data dari pengukuran sensor akan diolah oleh USB NI-DAQ 6008 yang memudahkan dalam kendali motor induksi tiga fasa dan mengamankan gangguan-gangguan. Labview sendiri memiliki tampilan yang sangat mudah dipahami oleh orang awam, sehingga memudahkan untuk memonitoring dan mengontrol motor induksi tiga fasa. Dari hasil pengujian setiap sensor memiliki metode kalibrasi yang berbeda, sensor tegangan dan sensor arus memiliki metode kalibrasi regresi linier, sehingga nilai error yang dihasilkan dari pengukuran setiap sensor mendapatkan rata-rata yang relative kecil yaitu kurang dari 5%. Untuk sensor tegangan memiliki rata-rata error sebesar 2.5%, sensor arus sebesar 1.5%, sensor kecepatan sebesar 0.05%, dan sensor suhu sebesar 0.07%. Selain itu pada sistem ini memiliki kelebihan untuk export data excel setiap pembacaan sensor secara otomatis.

**Kata Kunci**—Sistem Kontrol, Data Akuisisi, Motor Induksi, NI-DAQ 6008, Labview, Sensor Tegangan, ACS712, Optocoupler, Thermistor, Alpha Load Beam

### I. PENDAHULUAN

Motor induksi 3 fasa yaitu jenis mesin listrik yang lebih umum digunakan di dunia industri. Motor induksi 3 fasa dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik, yakni sebagai penggerak pada peralatan-peralatan produksi seperti conveyor, crusher (mesin penghancur), fan atau blower, pompa dan lain-lain. Motor induksi 3 fasa sering digunakan karena memiliki konstruksi sangat kuat, perawatan motor yang relatif mudah dan mempunyai efisiensi relatif tinggi pada keadaan normal. Sesuai kegunaannya, motor induksi 3 fasa diharuskan bekerja dengan semestinya, tetapi banyak sekali jenis gangguan yang terjadi untuk mengganggu motor induksi 3 fasa yang dapat merusak motor induksi 3 fasa. Motor induksi 3 fasa yang rusak perlu diperbaiki dan memerlukan biaya, semakin sering terjadi kerusakan akan semakin sering mengeluarkan biaya, ini sangat merugikan penggunaannya. Penggunaan tanpa adanya pengendalian menimbulkan panas yang melampaui dan motor bisa terbakar. Oleh karena itu, motor induksi 3 fasa dirancang sedemikian rupa selalu dilengkapi dengan sistem proteksi.[1]

Motor Induksi juga sering kali digunakan dalam praktikum mesin listrik dan beberapa praktikum lainnya di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang. Pada umumnya praktikum di Laboratorium Konversi Energi Elektrik memiliki waktu yang terbatas sehingga pengambilan data pada praktikum tidak

maksimal dan efisien. Pengambilan data yang banyak memerlukan waktu yang banyak juga, sedangkan data yang harus di ambil pada praktikum antara lain nilai torsi, rpm, tegangan, suhu, dan arus, sehingga memerlukan waktu yang cukup lama. Maka dari itu diperlukan alat yang bisa memonitoring secara real time dan juga memiliki sistem proteksi serta output datanya bisa langsung dilihat menggunakan komputer dan kemudian data tersebut dapat diolah perangkat lunak NI-DAQ 6008 dan software Labview.[2]

Sesuai dengan peran dan fungsinya, maka motor induksi diharuskan bekerja dengan baik dan aman dengan semestinya, tetapi banyak sekali jenis-jenis gangguan yang dapat berpotensi untuk mengganggu fungsi dan kerja dari motor induksi atau bahkan merusak motor induksi itu sendiri.[3] Diantara gangguan-gangguan yang dapat terjadi yaitu: tegangan lebih (over voltage), tegangan kurang (under voltage), arus lebih (over current), suhu lebih (over heat), dan kecepatan lebih (over rpm).[4]

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem SCADA dan pengaman motor induksi tiga fasa menggunakan perangkat lunak NI-DAQ 6008 dan software Labview yang mampu menunjukkan nilai kerja motor, mencatat data sensor- sensor, mencatat jenis gangguan yang terjadi, serta dapat mengontrol motor induksi tiga fasa melalui PC (Personal Computer) secara real-time. Dengan dibuatnya alat ini maka kedepannya praktikum pada Laboratorium Konversi Energi Elektrik waktu untuk pengambilan data akan lebih efisien dan akurat serta motor dapat terproteksi dengan aman.

Berdasarkan latar belakang yang telah diambil pembahasanyang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mendesain dan merancang sistem kendali serta pengaman untuk motor induksi 3 fasa pada Laboratorium Konversi Energi Elektrik menggunakan software Labview.
2. Bagaimana proses pengambilan data torsi, rpm, tegangan, suhu, dan arus pada motor induksi 3 fasa melalui sebuah komputer menggunakan software Labview.

#### Tujuan

1. Mendesain dan merancang sistem kontrol serta pengaman motor induksi 3 fasa dengan keunggulan dapat memonitoring dan mengontrol secara real-time nilai torsi, rpm, tegangan, suhu, dan arus dengan nilai error dibawah 5% melalui software Labview.
2. Memantau nilai torsi, rpm, tegangan, suhu, dan arus padamotor induksi 3 fasa yang berupa sistem SCADA serta dapat mengontrolnya melalui komputer menggunakan software Labview.

#### Batasan Masalah

1. Monitoring motor induksi dari enam aspek: torsi, rpm, tegangan, suhu, dan arus.
2. Implementasi alat ini digunakan untuk modul percobaan mesin mesin elektrik pada Laboratorium Konversi EnergiElektrik.
3. Menggunakan 4 sensor yaitu sensor alpha beam, sensor optocoupler, sensor tegangan, sensor thermistor, dan sensor ACS712.
4. Software yang digunakan adalah Labview.
5. USB NI-DAQ 6008 dan Arduino Uno sebagai mikrokontroller.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Labview

Labview adalah perangkat lunak pemrograman yang dikeluarkan oleh National Instruments. Labview menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis text. Program Labview dikenal dengan sebutan Vi atau Virtual instruments. Pada Labview, pengguna pertama-tama diharuskan membuat user interface atau front panel dengan menggunakan control dan indikator, yang dimaksud dengan control adalah knobs, push buttons, dials dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah graphs, LEDs dan peralatan display lainnya. Setelah menyusun user interface, lalu user menyusun blok diagram yang berisi kode- kode VIs untuk mengontrol front panel.[5]

### B. USB NI-DAQ 6008

DAQ Card adalah sebuah hardware yang berfungsi sebagai ADC ataupun DAC, dari sebuah sensor ataupun rangkaian output. DAQ akan menterjemahkan nilai tegangan yang diberikan oleh output sensor kedalam bentuk digital, nilai ini yang dikirimkan kedalam komputer, melalui port USB. DAQ Card yang digunakan dalam penelitian ini adalah USB NI- DAQ 6008. USB NI-DAQ 6008 dapat menjadi sebuah hardware data akusisi yang sudah cukup baik untuk kebutuhan laboratorium. Sampling rate 10 ks/s, maka transmisi data monitoring suatu sensor tidak menjadi suatu masalah.

### C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board komputasi fisik yang terdapat mikrokontroler Atmega 328P. Arduino di dapat di gunakan dengan Bahasa pemrograman C dengan menggunakan software Arduino IDE (Integrated Development Environment).[6]

#### D. Motor Induksi

Motor Induksi adalah salah satu jenis Motor Listrik yang kita ketahui. Motor induksi ini nantinya akan di monitoring dan di kontrol melalui software Labview. Monitoring dilakukan untuk melihat nilai torsi, rpm, tegangan, suhu, arus, dan frekuensi. Tipe motor yang digunakan adalah De Lorenzo 1021 yang memiliki spesifikasi Power: 1.1 KW, Voltage 220/380 V D/Y, Current 4.3/2.5 A D/Y, Speed 2870 RPM, 50 HZ.[7]

#### E. Sensor Alpha Load Beam

Alpha Load Beam adalah salah satu jenis sensor Load Cell untuk mengukur berat dari suatu benda. Alpha Load Beam digunakan untuk mengukur torsi pada motor induksi 3 fasa, satuan dari torsi adalah kg/m. Untuk mengukur torsi diperlukan kalibrasi terlebih dahulu dan menghitung panjang dari sensor ke rotor pada motor induksi. Setelah itu panjang dari sensor di kalikan berat yang terdeteksi pada loadcell. Maka dihasilkan torsi dalam satuan kg/m atau n/m jika menggunakan newton.

#### F. Sensor Optocoupler

Pada penelitian ini untuk mengukur kecepatan (rpm) pada motor menggunakan Optocoupler. Sensor Optocoupler merupakan sensor yang dapat merasakan keberadaan suatu benda tanpa menyentuh benda tersebut yaitu dengan menggunakan infrared. Sensor ini hanya dapat mendeteksi apakah ada benda yang menghalangi atau tidak ada, sensor tidak dapat mengetahui jarak ke benda tersebut. Transmitter dan receiver yang ada di dalam sensor tersebut menghadap kearah yang sama, dimana receiver akan menerima pantulan sinar infrared dari transmitter.[8]

#### G. Sensor Tegangan

Trafo step down 220:12 ini guna untuk mengukur tegangan R S T pada motor induksi 3 fasa. Dengan rasio 220 primer di tempatkan pada line R S T motor induksi 3 fasa dan sekunder 0 – 12v disambungkan analog input pada USB NI-DAQ 6008 maka setiap perubahan tegangan pada line R S T bisa di monitoring pada Labview.

#### H. Sensor Suhu Thermistor

Thermistor adalah kependekan dari thermally sensitive resistor yang juga dikenal sebagai resistor thermal. Istilah tersebut diambil dari dua kata, yaitu “thermal” yang artinya suhu dan “resistor” berarti hambatan. Thermistor NTC adalah negative temperature coefficients atau koefisien suhu negatif. Artinya, koefisien suhu negatif yang dimiliki oleh resistor ini sangat tinggi. Umumnya, thermal resistor jenis ini dibuat dari bahan transisi besi yang berperan sebagai oksida. Beberapa bahan yang biasa dipakai, antara lain mangan, tembaga, besi, kobalt, dan nikel.

#### I. Sensor Arus ACS712

Sensor arus ini menggunakan ACS712-5A yang memiliki kemampuan arus sampai 5 Ampere. Keluaran dari sensor ACS712-5A adalah tegangan DC. Perubahan yang dihasilkan dari keluaran sensor arus ACS712-5A ini sangat kecil sekitar 100 mV setiap perubahan 1 Ampere.[9]

#### J. Relay 5VDC

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay ini nantinya akan digunakan untuk start, stop dan proteksi pada motor induksi. Dengan menggunakan relay ini kita bisa mengontrolnya dari software Labview, karena hanya membutuhkan sinyal 5VDC dan output sinyalnya bisa menghantarkan 220V 2A.

#### K. Standart IEC

Alat ukur listrik menurut standardisasi dari IEC 13B-23 memberikan spesifikasi bahwa ketelitian alat ukur dibagi menjadi 8 kelas antara lain 0.005; 0.1; 0.2; 0.5; 1.0; 1.5; 2.5; dan 5 dengan batas toleransi yaitu  $\pm 0.05\%$ ,  $\pm 0.1\%$ ,  $\pm 0.2\%$ ,  $\pm 0.5\%$ ,  $\pm 1.0\%$ ,  $\pm 1.5\%$ ,  $\pm 2.5\%$ ,  $\pm 5\%$  dari relatif harga maksimum.[10]

$$\%ERROR = \frac{x-y}{y} \times 100\% \quad (1)$$

#### L. Sistem Proteksi

Sistem proteksi diperlukan untuk menghindari adanya gangguan-gangguan pada motor induksi. Cara kerja sistem proteksi hanya memutus aliran listrik dari motor induksi 3 fasa melalui kontaktor yang di triger dari relay 5VDC. Aspek yang diproteksi adalah over voltage, under voltage, over current, over rpm, dan over temperature.[11]

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah pada penelitian ini adalah:

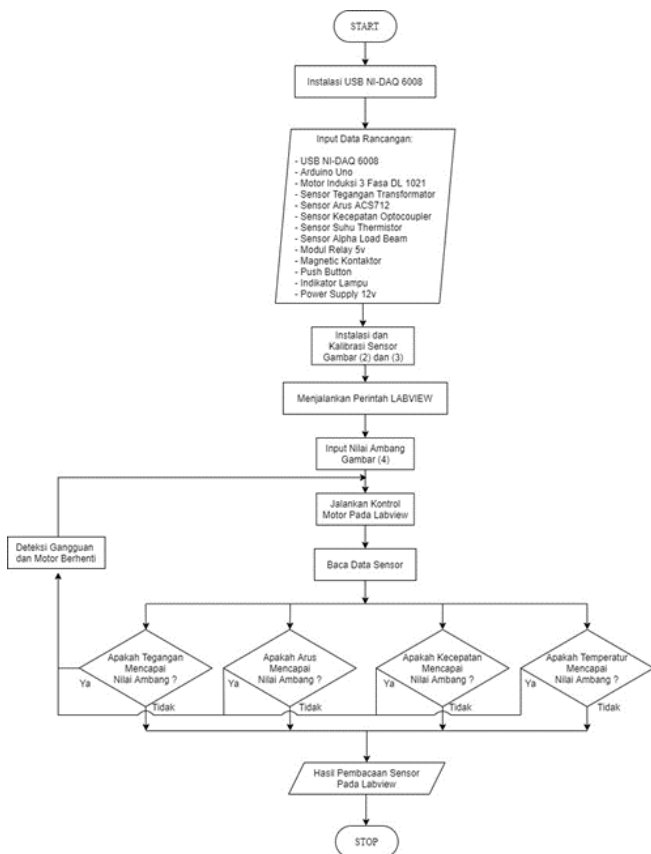
1. Instalasi USB NI-DAQ 6008 dan Arduino Uno dalam bentuk wiring dan program pada Interface dan BlockDiagram Labview.
2. Menginput data rancangan setiap sensor dan komponen yang diperlukan untuk memonitoring dan kontrol motor induksi 3 fasa.
3. Instalasi dan kalibrasi. Pengkalibrasian diperlukan untuk mendapatkan hasil pembacaan

sensor yang sempurna dan mendekati hasil yang akurat.

4. Menginput nilai ambang. Penginputan nilai ambang untuk menentukan nilai proteksi dari adanya arus lebih, tegangan lebih, tegangan kurang rpm lebih, dan suhu lebih.
5. Setelah tahap pengkalibrasian dan penginputan nilai ambang selesai, program sudah bisa di jalankan.
6. Dan setiap sensor mulai membaca kondisi motor induksi 3 fasa.
7. Jika terdeteksi adanya gangguan pada setiap sensor maka motor akan otomatis terproteksi dan sistem proteksi akan bekerja untuk menghentikan motor.

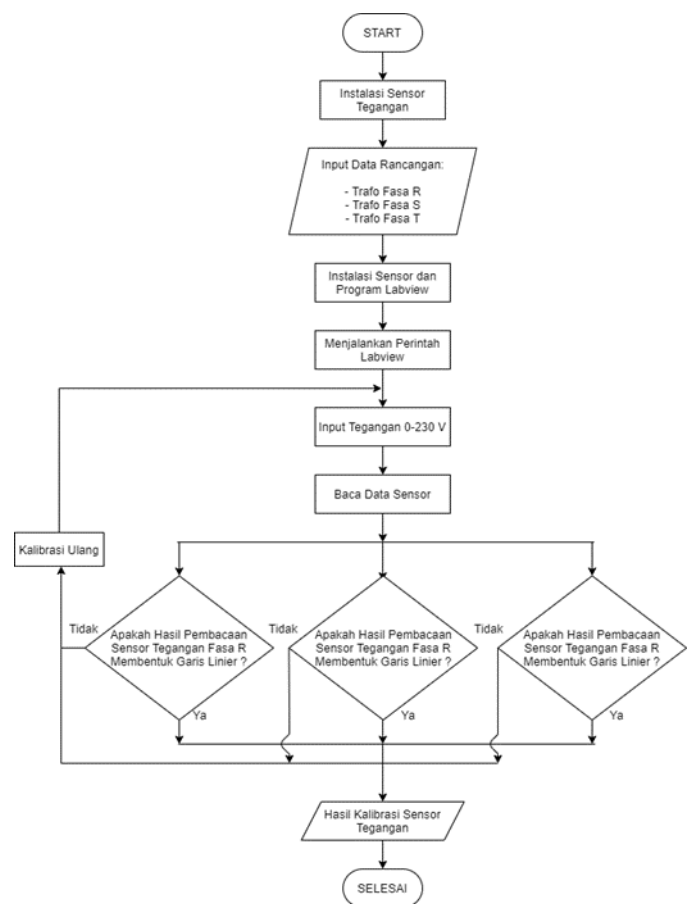
## B. Flowchart

Gambar 1. Flowchart Sistem Kerja Alat Monitoring menjelaskan sistem kerja alat monitoring, serta gambar 1 adalah flowchart utama. Gambar 2. Flowchart Kalibrasi Sensor Tegangan, Gambar 3. Flowchart Kalibrasi Sensor Arus ACS712, Gambar 4. Flowchart Sistem Proteksi, dan Gambar 5. Flowchart Pengujian Error adalah sub flowchart dari flowchart utama.



Gambar 1. Flowchart Sistem Kerja Alat Monitoring dan Kontrol

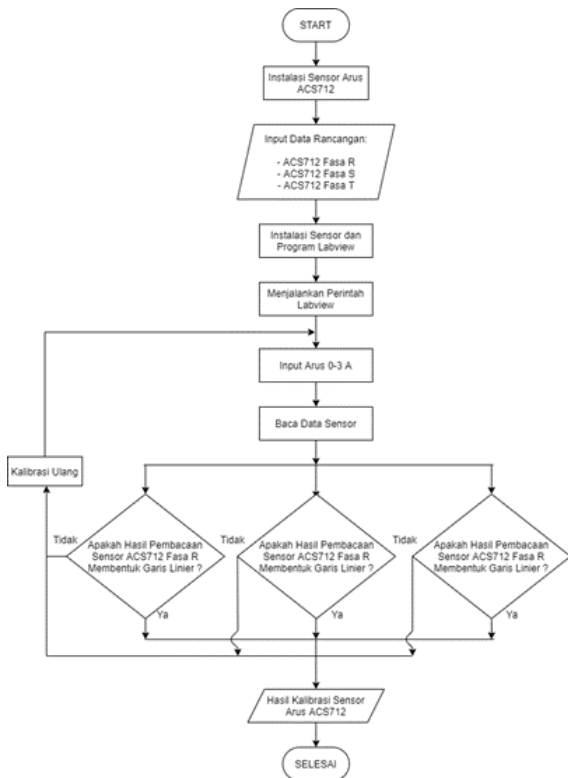
Langkah pertama pada flowchart sistem kerja alat mmonitoring yang harus dilakukan adalah instalasi USB NI- DAQ 6008 karena perlu memahami datasheet yang ada pada NI-DAQ 6008 dan karakteristiknya dari cara kerja, isi port, serta kegunaannya, dan juga memahami cara kerja pada software Labview setelah itu menginput data rancangan dari setiap sensor-sensor dan komponen-komponen penunjang penelitian. Instalasi dan kalibrasi perlu dilakukan untuk mendapatkan angka pembacaan sensor yang akurat seperti multimeter atau alat ukur pembanding proses kalibrasi adapada sub flowchart 2 dan 3. Input nilai ambang kita menginputkan variable seperti over voltage, under voltage, over current, over temperature, dan over rpm. Nilai ambang sistem proteksi untuk menghindari dari adanya gangguan- gangguan pada motor induksi. Jika motor mendeteksi gangguan sistem proteksi yang bekerja untuk memutus aliran dari listrik ke kontaktor.



Gambar 2. Flowchart Kalibrasi Sensor Tegangan

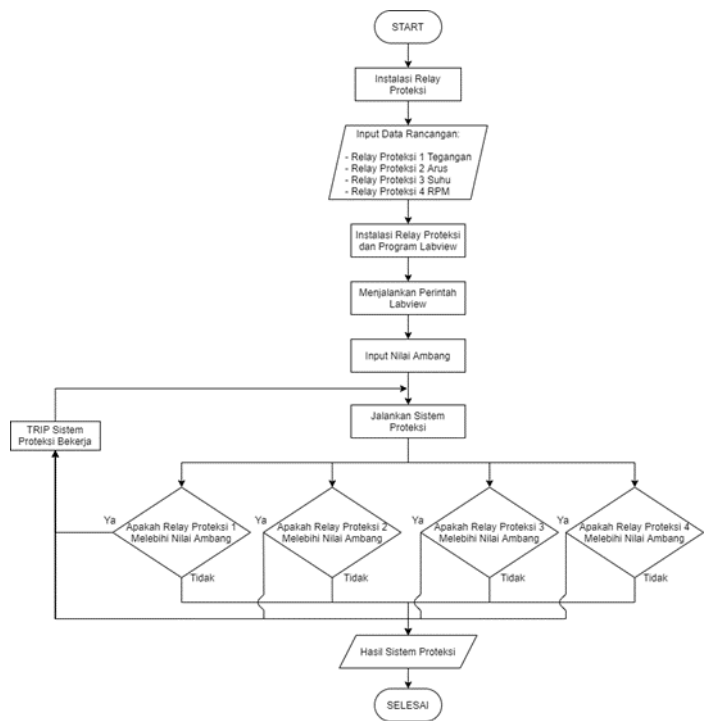
Pada proses kalibrasi sensor tegangan diperlukan hasil yang membentuk garis linier seperti pada Gambar 9 Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan, jika tidak membentuk garis linier maka bisa di pastikan hasil pembacaan sensor setelah

menggunakan rumus regresi linier tidak akan presisi / nilai errornya tinggi. Jika tidak membentuk garis linier maka diperlukan kalibrasi ulang sampai mendapatkan hasil yang maksimal.



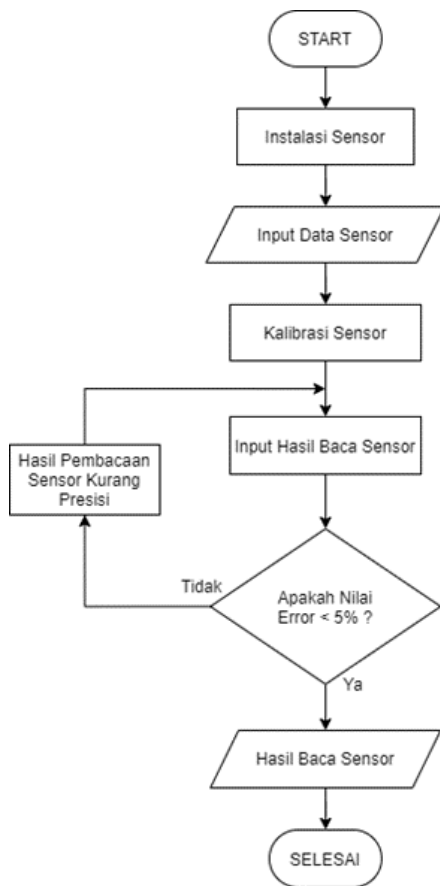
Gambar 3. Flowchart Kalibrasi Sensor Arus ACS712

Pada proses kalibrasi sensor arus ACS712 diperlukan hasil yang membentuk garis linier seperti pada Gambar 11 Hasil Kalibrasi Sensor Arus ACS712, jika tidak membentuk garis linier maka bisa di pastikan hasil pembacaan sensor setelah menggunakan rumus regresi linier tidak akan presisi / nilai errornya tinggi. Jika tidak membentuk garis linier maka diperlukan kalibrasi ulang sampai mendapatkan hasil yang maksimal.



Gambar 4. Flowchart Sistem Proteksi

Pada sistem proteksi diperlukan adanya riset dan pengujian secara berskala karena sistem proteksi sangat penting untuk menghindari adanya kerusakan pada motor induksi. Dengan cara kerja memainkan variable nilai ambang. Sebagai contoh kasus terjadinya overvoltage adalah 5% dari tegangan normal yaitu 231 V dan under voltage adalah 10% dari tegangannormal yaitu 198 V, maka input nilai ambang relay proteksi 1 adalah overvoltage > 231 V under voltage < 198 V. jika relay 1 melebihi 231 V atau kurang dari 198 V maka sistem proteksi akan bekerja dan sistem akan trip untuk menghindari adanya gangguan.

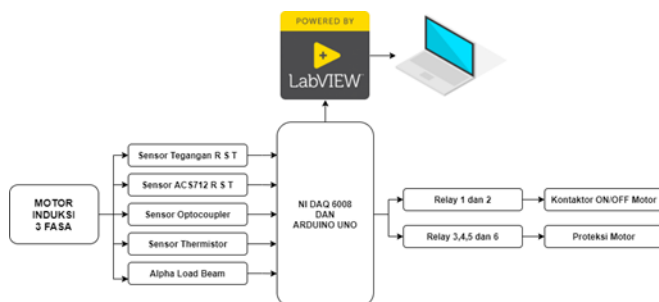


Gambar 5. Flowchart Pengujian Error

Pada pengujian Error hasil baca sensor harus kurang dari 5% karena menurut standart IEC sensor bisa dibilang presisi jika memiliki nilai error dibawah 5%.

### C. Blok Diagram

Diagram Blok merupakan suatu gambaran dasar dari suatu sistem yang akan dirancang. Untuk melihat sistem kontrol motor induksi menggunakan labview dan arduino bisa dilihat pada diagram block dibawah ini:

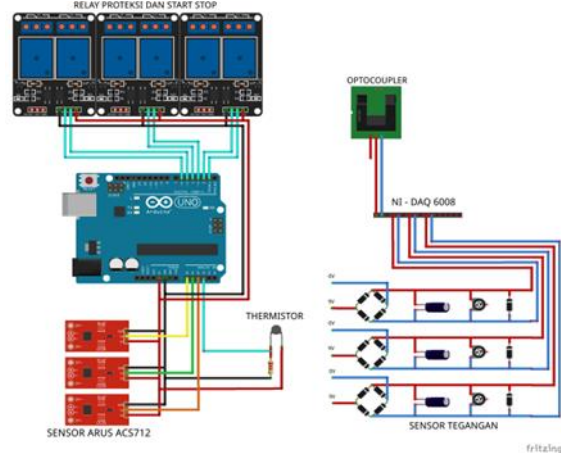


Gambar 6. Blok Diagram Alat Monitoring dan Kontrol

Cara kerja dari blok diagram pada gambar 5 yang pertama ialah motor induksi 3 fasa di baca oleh 5 sensor yaitu sensor tegangan pada fasa R S T, sensor acs712 pada fasa R S T, sensor optocoupler, sensor thermistor, dan sensor alpha load beam. Setelah itu data 5 sensor tersebut di olah oleh NI-DAQ 6008 dan Arduino Uno, kemudian di proses oleh softwareLabview, setelah itu keluaran NI-DAQ 6008 dan Arduino Uno tersebut terdapat 6 relay, 2 relay untuk start stop motor induksi, dan 4 relay proteksi.

### D. Perancangan Alat

Skematik alat menggunakan software fritzing, gabungan rangkaian dari sensor-sensor, Arduino Uno, dan NI-DAQ 6008.



Gambar 7. Skematik Modul Alat Monitoring dan Kontrol

Keterangan:

1. Relay 2 channel 4 buah terhubung dengan pin digital 1-6 Arduino Uno, pin VCC keempat relay terhubung dengan pin 5VDC Arduino Uno, dan pin GND keempat sensor terhubung dengan pin GND Arduino Uno.
2. Sensor arus ACS712 3 buah terhubung dengan pin analog 1-3 Arduino Uno, pin VCC ketiga sensorterhubung dengan pin 5VDC Arduino Uno, dan pin GNDketiga sensor terhubung dengan pin GND Arduino Uno.
3. Sensor thermistor terhubung dengan pin analog 0 Arduino Uno, pin VCC sensor terhubung dengan pin 5VDC Arduino Uno, dan pin GND sensor terhubungdengan pin GND Arduino Uno.
4. Sensor Optocoupler terhubung dengan pin analog 1-2 (Differensial) NI-DAQ 6008, pin VCC sensor terhubung dengan pin 5VDC sumber, dan pin GND sensor terhubung dengan GND sumber.

5. Sensor tegangan dan rangkaian penyearah 3 buah terhubung dengan pin analog 3-9 (RSE) NI-DAQ 6008, 9V dari keluaran transformator 0-9 V.
6. Sensor alpha load beam terhubung dengan pin 10-11 (Differensial) NI-DAQ 6008, pin VCC sensor terhubung dengan pin 5VDC sumber, dan pin GND sensor terhubung dengan GND sumber.

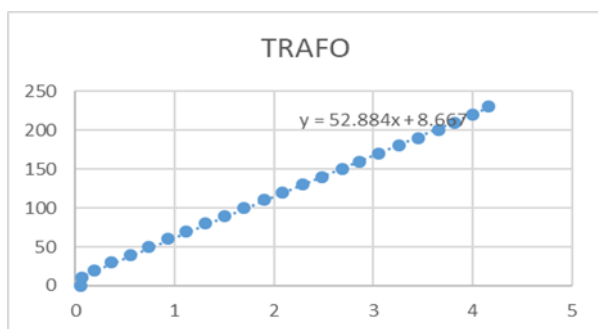
#### IV. SIMULASI DAN ANALISA

##### A. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Tegangan

Pada Gambar 9 adalah proses kalibrasian Sensor Tegangan menggunakan sensor Tegangan diinputkan melalui Analog Input mikrokontroller NI-DAQ 6008 lalu sebagai pembandingnya menggunakan multimeter. Untuk pengujian disini menggunakan variable power supply AC.



Gambar 8. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Tegangan



Gambar 9. Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan

Pada Tabel 1 untuk mendapatkan nilai Error menggunakan persamaan (1) dan Gambar 5. Flowchart Pengujian Error, maka didapatkan hasil pengukuran error pada Tabel 1.

Pada proses kalibrasi sensor tegangan diperlukan hasil yang membentuk garis linier seperti pada Gambar 9, jika tidak membentuk garis linier maka bisa di pastikan hasil

pembacaan sensor setelah menggunakan rumus regresi linier tidak akan presisi / nilai errornya tinggi. Jika tidak membentuk garis linier maka diperlukan kalibrasi ulang sampai mendapatkan hasil yang maksimal seperti pada Gambar 2 Flowchart Pengujian Sensor Tegangan.

Tabel 1. Pengujian Sensor Tegangan

No	Volt AC (V)	Hasil Pengukuran		Error %
		Multimeter (V)	Labview (V)	
1.	0	0	0	0
2.	10	10	12.35611223	19
3.	20	20	18.83748828	6
4.	30	30	28.01939927	7
5.	40	40	38.28154756	4
6.	50	50	48.00363015	4
7.	60	60	58.26577844	2.9
8.	70	70	67.44753056	3.7
9.	80	80	77.7097318	2.9
10.	90	90	87.97193304	2.33
11.	100	100	98.23413428	1.7
12.	110	110	109.0365071	0.8
13.	120	120	118.7585368	1
14.	130	130	129.5609096	0.3
15.	140	140	139.2829392	0.5
16.	150	150	150.6249541	0.4
17.	160	160	159.8073417	0.1
18.	170	170	170.069543	0.4
19.	180	180	180.8713862	0.4
20.	190	190	190.5934159	0.3
21.	200	200	201.9359603	0.9
22.	210	210	211.1178183	0.5
23.	220	220	221.3800196	0.6
24.	230	230	230.021706	0.009
Rata-rata Error				2.596043478

Pada Gambar 9 adalah metode kalibrasi regresi linier. Untuk mendapatkan rumus  $y = 52.884x + 8.667$  di perlukan riset kalibrasi sebanyak mungkin supaya untuk mendapatkan garis yang linier. Rumus ini di gunakan pada program labview untuk mendapatkan angka pada sensor seperti multimeter. Setelah itu bisa didapatkan angka hasil pengukuran pada tabel

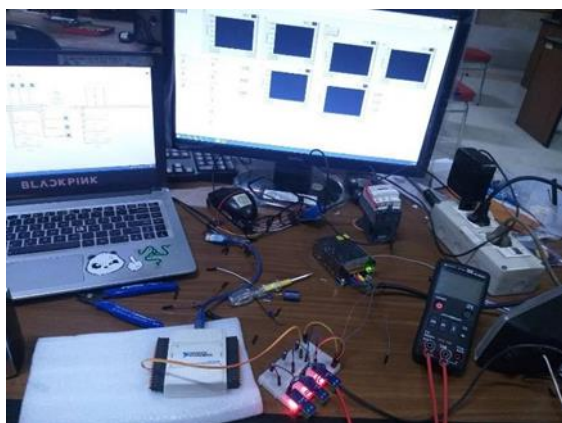
1 pada kolom Hasil Pengukuran LABVIEW. Angka yang didapat hampir mendekati seperti pada hasil pengukuran menggunakan multimeter.



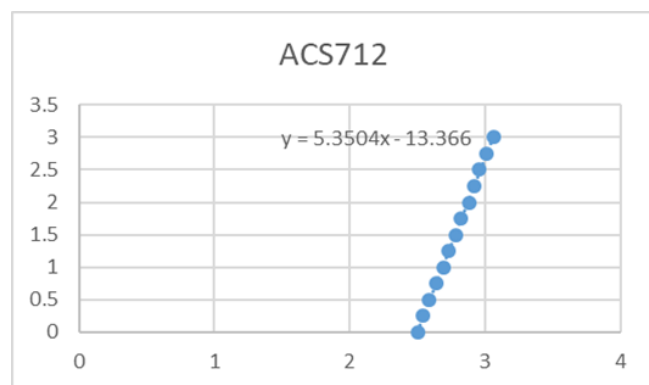
Dari beberapa percobaan mendapatkan hasil nilai Error dengan rata-rata sebesar 2.5960%, yang dimana menurut standart IEC masih dalam angka presisi.

#### B. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Arus ACS712

Pada Gambar 10 ini adalah proses kalibrasi sensor Arus menggunakan sensor Arus ACS712 diinputkan melalui analoginput mikrokontroller Arduino Uno lalu sebagai pembandingnya menggunakan multimeter. Untuk pengujian disini menggunakan lampu AC 55 Watt dan Power SupplyAC.



Gambar 10. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Arus ACS712



Gambar 11. Hasil Kalibrasi Sensor Arus ACS712

Pada Tabel 2 untuk mendapatkan nilai Error menggunakan persamaan (1) dan Gambar 5. Flowchart Pengujian Error, maka didapatkan hasil pengukuran error pada Tabel 2.

Pada proses kalibrasi sensor arus diperlukan hasil yang membentuk garis linier seperti pada Gambar 11, jika tidak membentuk garis linier maka bisa di pastikan hasil pembacaan sensor setelah menggunakan rumus regresi linier tidak akan presisi / nilai errornya tinggi. Jika tidak

membentuk garis linier maka diperlukan kalibrasi ulang sampai mendapatkan hasil yang maksimal seperti pada Gambar 3 Flowchart Pengujian Sensor Arus.

Tabel 2. Pengujian Sensor Arus ACS712

No	Arus AC (A)	Hasil Pengukuran		Error %
		Multimeter (A)	Labview (A)	
1.	0	0	0	0
2.	0.25	0.25	0.239714	4
3.	0.5	0.5	0.461042	8
4.	0.75	0.75	0.737648	1.6
5.	1	1	1.014253	1.4
6.	1.25	1.25	1.290913	0.3
7.	1.5	1.5	1.512186	0.8
8.	1.75	1.75	1.733514	0.9
9.	2	2	2.010119	0.5
10.	2.25	2.25	2.231447	0.8
11.	2.5	2.5	2.508107	0.3
12.	2.75	2.75	2.72938	0.8
13.	3	3	3.00604	0.2
Rata-rata Error				1.507692

Pada Gambar 11 adalah metode kalibrasi regresi linier. Untuk mendapatkan rumus  $y = 5.3504x + 13.366$  di perlukan kalibrasi satu persatu supaya untuk mendapatkan garis yang linier. Rumus ini di gunakan pada program labview untuk mendapatkan angka pada sensor seperti multimeter. Setelah itu bisa didapatkan angka hasil pengukuran pada tabel 2 pada kolom Hasil Pengukuran LABVIEW. Angka yang didapat hampir mendekati seperti pada hasil pengukurang menggunakan multimeter.

Dari beberapa percobaan mendapatkan hasil nilai Error dengan rata-rata sebesar 1.507692%, yang dimana menurut standart IEC masih dalam angka presisi.

#### C. Pengujian Sensor Optocoupler

Pada Gambar 12 dilakukan pengujian sensor optocoupler untuk menghitung rpm pada motor induksi 3 fasa, sebagai pembandingnya menggunakan tachometer untuk mengukur rpm.





Gambar 12. Pengujian Sensor Optocoupler

Pada sensor optocoupler ini tidak memerlukan metode kalibrasi regresi linier seperti pada sensor tegangan dan arus. Untuk mendapat nilai yang akurat memerlukan rumus yaitu: banyaknya sisi yang dilewati oleh optocoupler dan dikalikan 60 karena rpm adalah rotation per minute.

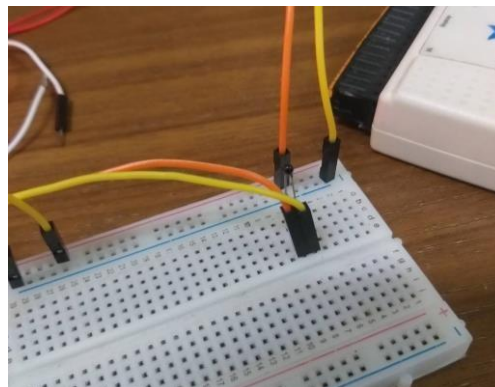
Tabel 3. Pengujian Sensor Optocoupler

No	RPM Tachometer (RPM)	Labview (RPM)	Error %
1.	0	0	0
2.	250	250.37	0.14
3.	500	500.699	0.13
4.	750	750.89	0.11
5.	1000	1000.9	0.08
6.	1250	1250.71	0.05
7.	1500	1500.77	0.05
8.	1750	1750.421	0.02
9.	2000	2000.85	0.04
10.	2250	2250.99	0.04
11.	2500	2500.44	0.017
12.	2275	2750.51	0.018
13.	3000	3000.512	0.017
Rata-rata Error			0.05

Pengujian error menggunakan metode Gambar 5. Flowchart Pengujian Error untuk mencari nilai error yang rendah. Pada Tabel 3 didapat hasil yang cukup presisi dengan mendapatkan rata-rata nilai error sebesar 0.05 %

#### D. Pengujian Sensor Thermistor

Pada Gambar 13 dilakukan pengujian sensor thermistor untuk menghitung suhu pada motor induksi 3 fasa. Sebagai pembandingnya menggunakan multimeter dalam satuan celcius.



Gambar 13. Pengujian Sensor Thermistor

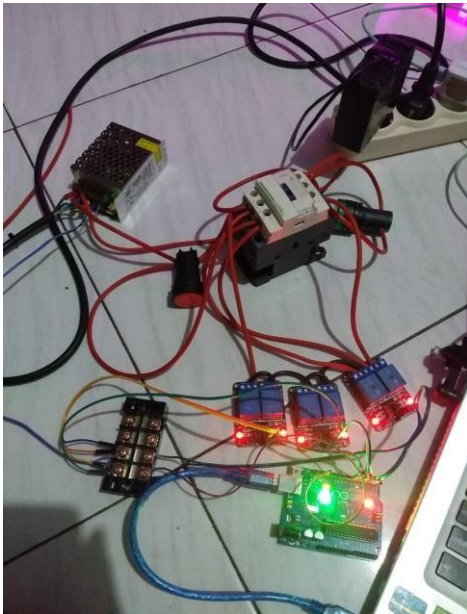
Tabel 4. Pengujian Sensor Thermistor

No	Multimeter (°C)	Labview (°C)	Error %
1.	10	10.21	0.02
2.	20	20.19	0.09
3.	30	30.55	0.18
4.	40	40.20	0.05
5.	50	50.66	0.01
Rata-rata Error			0.07

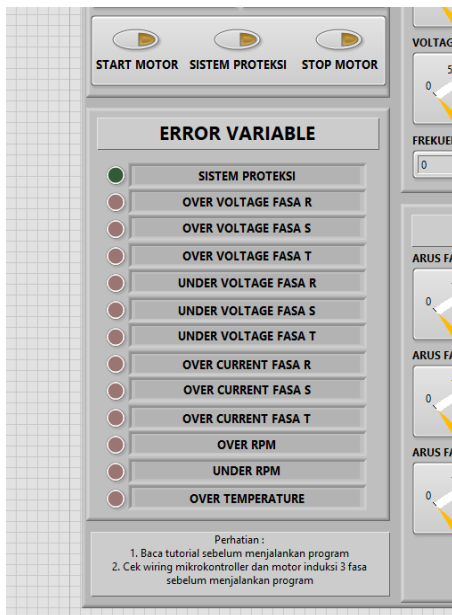
Pengujian error menggunakan metode Gambar 5. Flowchart Pengujian Error untuk mencari nilai error yang rendah. Pada Tabel 4 didapat hasil yang cukup presisi dengan mendapatkan nilai rata-rata error sebesar 0.07 %.

#### E. Pengujian Sistem Proteksi dan Relay

Pada Gambar 14 dilakukan pengujian sistem proteksi dan relay untuk memproteksi motor induksi dari adanya over voltage, under voltage, over current, over rpm dan over temperature. Sebagai simulasinya menggunakan simulate signal pada labview. Metode yang digunakan ada pada Gambar 4. Flowchart Sistem Proteksi.



Gambar 14. Pengujian Sistem Proteksi



Gambar 15. Sistem Proteksi

Pada Gambar 15 adalah interface sistem proteksi pada software Labview guna untuk melihat apakah terjadi kondisi gangguan pada proses monitoring motor induksi. Kondisi led pada interface software Labview akan hidup jika terjadi adanya gangguan pada motor induksi.

Tabel 5. Pengujian Over Voltage dan Under Voltage

No	Set Nonimal Tegangan (V)	Set Nilai Over (V)	Set Nilai Under (V)	Kondisi
1.	220	231	198	Tidak Trip
2.	232	231	198	Trip
3.	200	231	198	Tidak Trip
4.	195	231	198	Trip
5.	230	231	198	Tidak Trip

Pada pengujian sistem proteksi over voltage dan under voltage kondisi kontaktor akan trip jika melebihi nilai ambang yang telah di set. Menentukan nilai ambang dengan cara nilai over voltage adalah 5% dan under voltage adalah 10% menurut jurnal pada referensi.

Tabel 6. Pengujian Over Current

No	Set Nonimal Arus (A)	Set Nilai Over (A)	Kondisi
1.	0.7	1	Tidak Trip
2.	1.5	1	Trip
3.	1.9	2	Tidak Trip
4.	2.7	2	Trip
5.	2.5	3	Tidak Trip

Pengujian sistem proteksi over current kondisi kontaktor akan trip jika melebihi nilai ambang yang telah di set. Untuk menentukan nilai ambang over current dengan cara melihat nameplate motor induksi seberapa arus yang dapat dihasilkan motor tersebut atau maximal arus pada motor tersebut.

Tabel 7. Pengujian Over RPM

No	Set Nonimal (RPM)	Set Nilai Over (RPM)	Kondisi
1.	2800	2870	Tidak Trip
2.	2850	2870	Tidak Trip
3.	2875	2870	Tidak Trip
4.	2900	2870	Trip
5.	3000	2870	Trip

Pada pengujian sistem proteksi over rpm kondisi kontaktor akan trip jika melebihi nilai ambang yang telah di set. Menentukan nilai ambang over rpm dengan cara melihat nameplate motor induksi seberapa besar rpm yang dapat dihasilkan motor tersebut atau maximal rpm pada motor tersebut.

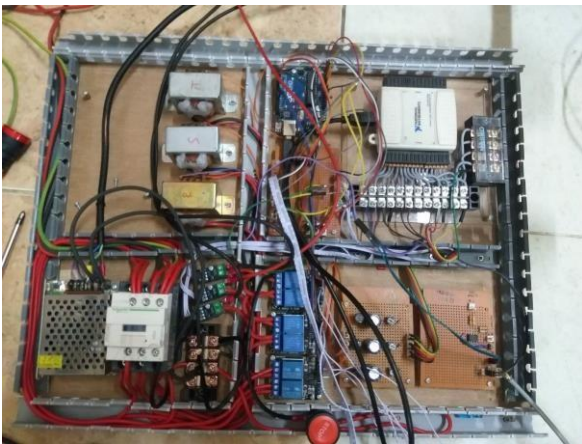
Tabel 8. Pengujian Over Temperature

No	Set Nonimal Temperature (°C)	Set Nilai Over (°C)	Kondisi
1.	25	100	Tidak Trip
2.	50	100	Tidak Trip
3.	75	100	Tidak Trip
4.	110	100	Trip
5.	120	100	Trip

Pada pengujian sistem proteksi over temperature kondisi kontaktor akan trip jika melebihi nilai ambang yang telah di set. Menentukan nilai ambang over temperature dengan cara melihat referensi pada jurnal, yaitu sebuah alat bisa di katakan overhear jika suhu pada alat tersebut lebih dari 95°C.

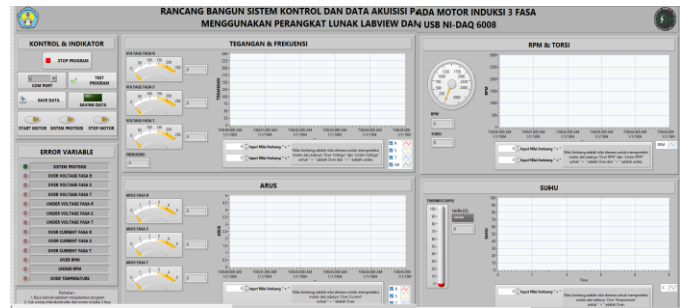
Setelah keempat aspek dalam sistem proteksi di uji dan mendapatkan hasil yang presisi maka bisa dibilang sistem proteksi sudah jadi dan bisa untuk memproteksi motor induksi atau alat yang di monitoring.

#### F. Pengujian Alat



Gambar 16. Board Alat Monitoring dan Kontrol

Gambar 16 adalah board alat monitoring dan kontrol dan hasil jadi dari Gambar 7. Skematik Alat Monitoring dan Kontrol, yang dimana setiap sensor dan komponen penunjang di gabungan menjadi 1 dalam 1 board untuk memudahkandan manage wiring.



Gambar 17. Interface Program Monitoring dan Kontrol

Gambar 17 adalah interface program monitoring dan kontrol pada software Labview. Di desain sedemikian rupa agar bisa memonitoring dan mengontrol motor induksi. Serta mudah dioperasikan bagi orang awam



Gambar 18. Pengujian Alat Monitoring dan Kontrol

Gambar 18 adalah proses pengujian alat monitoring dan kontrol menggunakan software Labview. Dilakukan untuk menguji apakah setiap sensor mendapatkan angka yang presisi dan apakah sistem proteksi bekerja dengan benar. Serta yang terpenting apakah data pada software Labview dapat di export ke Excel dalam bentuk real-time.

Tabel 9. Hasil Pengujian Alat Monitoring dan Kontrol

1	Time	RPM	VOLT R	VOLT S	VOLT T	ARUS R	ARUS S	ARUS T	SUHU	TORSI	FREKUENSI
2	5/25/2021 16:53:02.460	2994.94	233.952	232.7763	238.3135	1.279981	1.673236	1.830538	31.58323	0	49.6
3	5/25/2021 16:53:03.000	2996.512	234.4914	232.7763	238.3135	1.568368	1.620802	1.882972	31.58323	0	49.6
4	5/25/2021 16:53:04.000	2995.555	233.952	232.7763	238.3135	1.384849	1.673236	1.961622	31.48855	0	49.6
5	5/25/2021 16:53:05.000	2996.438	233.952	232.7763	238.3135	1.358632	1.699453	2.014056	31.39397	0	49.6
6	5/25/2021 16:53:06.000	2994.465	233.952	232.7763	238.3135	1.279981	1.699453	1.987839	31.48855	0	49.6

Tabel 9 adalah hasil pengujian alat monitoring dan kontrol dalam bentuk file Excel. File excel ini akan otomatis ter export dari labview jika kita mengaktifkan tombol save file padainterface labview. Kolom time sampai frekuensi akan otomatis terrecord dan juga setiap kolom akan otomatis terisi dan terlabel. Untuk pengambilan data bisa di setting setiap berapa detik sekali, seperti pada Tabel 9 bisa dilihat data setiap sensor akan terbaca setiap 1 detik

sekali. Bisa dilihat pada Tabel 9 pengambilan data secara otomatis dari software Labview, dari Time akan otomatis terrecord, RPM, Volt R, Volt S, Volt T, Arus R, Arus S, Arus T, Suhu, dan Torsi.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan yaitu:

1. Desain sistem kontrol serta pengaman motor induksi 3 fasa ini memiliki keunggulan dapat memonitoring dan mengontrol secara real-time dengan nilai error dibawah 5% melalui software Labview.
2. Sistem SCADA ini memiliki interface yang mudah di pahami oleh orang awam, serta dapat mengontrol dan memonitoring melalui komputer menggunakan software Labview.
3. Sistem proteksi yang telah dibuat sangat kompleks dan presisi secara teori dan real.
4. File hasil pembacaan setiap sensor akan otomatis tersimpan dalam bentuk Excel dan tidak perlu mengedit setiap tabel.

## Saran

Dalam pembuatan alat ini kami tidaklah mungkin lepas dari kesalahan dan kekurangan, dari penulisan, penjelasan- penjelasan pada laporan, dan juga perancangan atau pembuatan alat. Maka dari itu agar kedepanya bisa jauh lebih baik lagi kami menyarankan:

1. Pengkalibrasian perlu dilakukan berkali-kali dan bertahap secara detail agar mendapatkan hasil pembacaan yang maksimal dan presisi.
2. Lebih baik menggunakan 2 mikrokontroller NI-DAQ 6008 atau 1 mikrokontroller dengan spek yang lebih tinggi dari NI-DAQ 6008 untuk meminimalisir adanya error pada program.
3. Program sistem proteksi perlu di sederhanakan lagi agar mikrokontroller bisa menerima dan tidak mengalami error karena banyaknya program yang harus di running.
4. Perlu mencari referensi rangkaian filter untuk sensor arus ACS712 agar mendapatkan hasil yang stabil dan tidak ada noise.
5. Semakin banyak program spek laptop atau komputer yang digunakan juga harus semakin tinggi. Di rekomendasikan menggunakan laptop atau komputer dengan spek tinggi jika program terlalu banyak.
6. Perlu di sederhanakan program pada Labview agar ketika running tidak terjadi adanya error karena keberatan program.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Eliza, U. N. Padang, J. Prof, and H. Air, "Sistem Monitoring dan Kontrol Motor AC Berbasis SCADA," vol. 1, no. 1, pp. 15–20, 2020.
- [2] D. Of, T. Phase, and I. Motor, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PENGAMAN MOTOR INDUKSI TIGA PHASA BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 8535," vol. 2, no. 2, pp. 124–130, 2015.
- [3] E. Rusdi, "Monitoring Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Software Labview berbasis Webserver," *Tek. Elektro ITP*, vol. 2, no. 1, pp. 1–17, 2013.
- [4] A. D. Gigih Prabowo, Era Purwanto, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Dan Monitoring Motor Sinkron Tiga Fasa," pp. 1–7.
- [5] M. I. Hadikusuma and S. A. Salim, "Rancang Bangun Modul Praktikum Pemrograman Labview," vol. 1, no. 1, pp. 35–44, 2020.
- [6] A. Sumarjono, "SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN SUHU RUANGAN DI LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN LABVIEW BERBASIS ARDUINO Agus Sumarjono," *Integr. Lab J.*, vol. 06, no. 1405, pp. 19–28, 2018.
- [7] A. R. Nansur, B. R. Hartono, A. R. L. Permawalsahan, K. Kunci, M. Induksi, and T. Fasa, "Monitoring Sistem Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa," no. September, pp. 149–152, 2015.
- [8] R. M. M. Wilutomo and T. Yuwono, "Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Due," *Gema Teknol.*, vol. 19, no. 3, p. 19, 2017.
- [9] H. R. Iskandar, E. Juniarto, and N. Heryana, "Sistem Monitoring Cerdas pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel dan Aplikasi Blynk Server," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 17, no. 2, p. 94, 2018.
- [10] F. I. Su'ud, M.TI, "Rancang Bangun Monitoring Kualitas Daya Dengan Raspberry," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2018.
- [11] F. G. Siringoringo, A. Sofwan, and A. Nugroho, "Over / Under Voltage Relay Menggunakan Mikrokontroler Pada Tegangan 1 Fasa 220Vac," vol. 8, no. 1, pp. 93–100, 2019.

## VII. BIODATA PENULIS

I Kadek Rangga Satria Billy lahir di Malang, 21 Juni 1998 merupakan anak kedua pasangan I Nyoman Suandi dan Lilis Ida Haeni. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD N Purwodadi 1 pada tahun 2004-2010 dilanjutkan dengan pendidikan tingkat menengah di SMP N

1 Purwosari pada tahun 2010-2013 dan SMK N 8 Malang pada tahun 2013-2016. Penulis memulai pendidikan di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2017 dengan mengambil jurusan Teknik Elektro S-1 dan peminatan Energi Listrik, penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro ITN Malang dan asisten laboratorium Konversi Energi Elektrik Teknik Elektro S-1 ITN Malang. E-mail: kadekranggasatria@gmail.com.