

MONITORING DAN CONTROLING DAYA BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN SENSOR PZEM-004T

Alfi Syahri, Andik Bintoro

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Muara Satu, Aceh Utara, Aceh, Indonesia
E-mail : andik@unimal.ac.id

Abstrak— Motor induksi tiga fasa yang merupakan salah satu jenis motor listrik yang bekerja sebagai penggerak mesin produksi memegang peranan penting dalam dunia industri. Sistem kendali dan sistem proteksi motor listrik masih dalam pengembangan dan hingga saat ini semakin canggih dan modern, meskipun terkadang terdapat gangguan pada kinerja motor listrik seperti arus berlebih misalnya. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mendesain serta mengaplikasikan sistem *monitoring* dan proteksi *over current* menggunakan sensor PZEM-004T sebagai pengukur arus, tegangan dan juga daya, berbasis Arduino Uno sebagai otak program lalu dikirimkan melalui USB ke *software* LabVIEW untuk direalisasikan desain interface yang memiliki menu *monitoring* dan juga *control*. Proteksi pada alat ini menggunakan module relay channel yang diprogram melalui arduino IDE untuk melakukan trip ketika *over current* terdeteksi dengan memutuskan hubungan aliran listrik pada kontaktor. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan tegangan input yang berbeda 100 V, 130 V dan 200 V, didapati hasil 2,5% tingkat *Error* perbandingan antara sensor dan juga multimeter dengan masing-masing 3 kali percobaan. Akurasi kinerja relay sebesar 2 detik setelah PZEM memonitoring kenaikan arus.

Keywords— *Sensor PZEM-004T, LabVIEW, Monitoring, Controlling, Arduino*

I. PENDAHULUAN

Dalam sistem tenaga listrik, keandalan stabilitas adalah prioritas paling umum dalam layanan pelanggan, serta dalam distribusi listrik, jika terjadi gangguan, akan ada kerugian besar bagi pelanggan, terutama bagi perusahaan industri[1].

Arus berlebih adalah gangguan yang menyebabkan ketidakstabilan daya dalam aliran distribusi, Oleh karena itu, *monitoring* dan perlindungan arus berlebih diperlukan untuk memastikan aliran arus dan memantau gangguan yang terjadi dengan sistem mini SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) secara real time, yang mana dapat memudahkan dalam pengaturan serta penyimpanan data secara langsung sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien, dengan demikian perusahaan dapat menerima keuntungan dari hasil yang lebih baik[2][3]. Pada laboratorium teknik elektro diketahui masih belum lengkapnya penerapan proteksi serta *monitoring* secara otomatis dan juga real time pada simulasi aliran tenaga listrik generator 3 phase.

Dengan alat ini, desain sistem pemantauan dan kontrol untuk sistem perlindungan arus berlebih akan direalisasikan melalui komputer dengan *software* LabView, yang memungkinkan kita untuk mengatur dan menerima data secara real time, dan dapat menjadi langkah pengantar penerapan mini sistem SCADA sekaligus sebagai pengenalan akan sistem mini SCADA kepada mahasiswa teknik elektro ketika menerapkan simulasi aliran tenaga listrik di laboratorium Prodi Teknik elektro Universitas Malikussaleh.

II. DASAR TEORI

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam suatu rangkaian listrik. Dalam perhitungannya daya listrik menggunakan kWh (*Kilo Watt Hour*) meter. Umumnya kWh meter digunakan secara manual untuk memantau keseimbangan arus, yang terkadang menyebabkan keterlambatan untuk mengetahui masalah yang terjadi [4].

2.1 Arus Lebih

Arus beban lebih merupakan kenaikan arus yang terjadi dikarenakan adanya *overload* pada sistem. Proteksi arus lebih dimaksudkan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat arus lebih. Pemutus sirkit dilengkapi dengan pelepasan beban lebih[5]

Proteksi arus beban lebih bekerja berdasarkan besarnya arus masukan, jika arus beban melebihi suatu harga tertentu yang dapat diatur (*I setting*), maka relay ini akan dapat bekerja seperti berikut ini.

$$I_{\text{beban}} < I_{\text{setting}} = \text{Relay Tidak Bekerja} \quad (1)$$

$$I_{\text{beban}} > I_{\text{setting}} = \text{relay berkerja (Trip)} \quad (2)$$

2.2 Relay Arus Lebih

Relai arus lebih adalah relai berdasarkan peningkatan arus yang melebihi nilai keamanan atau nilai pengaturan (*I setting*). Relai arus berlebih memiliki dua jenis pengaman, yakni pengaman gangguan (fasa – fasa) dan pengaman gangguan (fasa – tanah). Karakteristik relay arus berlebih adalah jenis yang berbeda, yaitu relay sesaat (*Instantaneous relay*), relay waktu pasti (*Definite time relay*), relay arus berlebih waktu terbalik (*Invers relay*).

Relai sesaat beroperasi tanpa penundaan atau waktu sesaat ketika arus yang mengalir melebihi nilai yang ditetapkan, relai ini beroperasi dalam (10-20ms), tetapi relai dari relai arus berlebih karakteristik lainnya jarang berdiri

sendiri. Relai waktu tetap berfungsi untuk memerintahkan PMT pada saat kesalahan hubung singkat dan besarnya arus patahan yang melebihi Iset-nya dan bekerja dalam waktu yang telah ditentukan. Relai waktu terbalik (inverse relay) akan beroperasi dengan waktu tunda yang tergantung pada besarnya kebalikannya (inverse time), di mana semakin tinggi arusnya, semakin kecil pula waktu tunda agar relai bekerja.

2.3 Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah suatu sistem dari alat yang memiliki fungsi sebagai suatu pengaman listrik pada suatu sistem aliran tenaga listrik yang terpasang seperti pada generator listrik, yang dipergunakan untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban lebih pada generator, dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu, sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dan dapat terus bekerja (mengalirkan arus terhadap beban/konsumen). Jadi pada hakekatnya pengaman pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga[6].

Kinerja yang diharapkan dari sebuah Proteksi yaitu ketelitian, kecepatan, keandalan dan kepekaan berikut ini penjelasan lebih jelasnya[7].

- Ketelitian (*Selective*)
Yang dimaksud ketelitian yaitu harus dapat mengamankan perangkat dari sistem tenaga listrik dalam jangkauan pengamannya.
- Kecepatan (*Speed*)
Proteksi harus bereaksi cepat terhadap pelaksanaan sistem proteksi jika terjadi gangguan.
- Keandalan (*Reability*)
proteksi harus beroperasi sesuai dengan gangguan dari jaringan listrik dan tidak boleh beroperasi ketika tidak ada gangguan.
- Kepekaan (*Sensitive*)
dapat mendeteksi atau menjadi sensitif pada awal gangguan sekecil apapun pada area proteksi.

2.4 SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) merupakan sistem pengaturan yang menggunakan otomatisasi perangkat komputer yang memungkinkan melakukan beberapa fungsi, seperti pengawasan, pengendalian dan akuisisi data terhadap sebuah sistem kontrol yang terdiri dari subsistem dan proses[8]. Secara sederhana SCADA diartikan sebagai sistem pengolahan data terintegrasi yang berfungsi untuk memantau, mengendalikan dan mendapatkan data secara real time [9].

SCADA umumnya digunakan di beberapa bidang, seperti berikut ini.

- a. Memiliki. Proses industri: manufaktur, pabrik, rumah produksi, generator listrik, dll.
- b. Proses infrastruktur: penggalian air minum dan distribusinya, pengolahan air limbah yang kompleks, sistem peringatan dini dan sirene.
- c. Proses Fasilitas, bangunan, bandara, dan stasiun

kereta api.

Sistem SCADA modern yang dikembangkan dalam beberapa dekade ini menggunakan komputer yang menjadikannya sebagai komponen utama. Penggunaan komputer sendiri untuk menampilkan status dari sensor dan aktuator dalam suatu *plant*-nya, yang kemudian akan menampilkan grafik dan disimpan dalam *database*[10]. SCADA juga merupakan sistem yang memungkinkan operatornya untuk melakukan 3 hal berikut.

1. Pengawasan (*Monitoring*).
2. Pengendalian (*Controlling*).
3. Pengambilan dan Perekaman Data (*Data Acquisition*).

2.5 LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*)

Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench atau yang biasa dikenal dengan LabVIEW merupakan perangkat lunak yang dikeluarkan oleh National Instruments (NI) yang didesign untuk mengolah dan dapat memvisualisasikan data dalam bidang akuisisi data, kontrol, otomatisasi industri dan instrumentasi. Perangkat lunak ini dapat dijalankan diberbagai sistem operasi antarlain seperti windows, mac, linux, dan unix. Dengan menggunakan program ini maka sistem monitoring, pengukuran dan penyimpanan data akan lebih cepat dan akurat. Kita juga dapat menggunakan LabVIEW sebagai software design dan juga sebagai monitor pada saat project dilakukan [10].

LabVIEW merupakan *software* pemrograman berbasis grafis dimana program dibuat dengan simbol yang saling dihubungkan, itulah hal yang membuat *software* ini berbeda dengan yang lain. Untuk menjalankan LabVIEW diperlukan beberapa *support software* lain seperti,

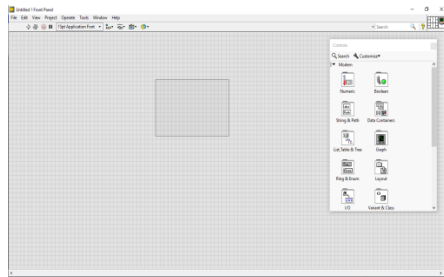
- VIPM (Virtual Instrument Package Manager)
- NI-VISA (National Instrument–Virtual Instrument Software Architecture)
- LabVIEW LINX Toolkit



Gambar 2. 1 Tampilan awal LabVIEW

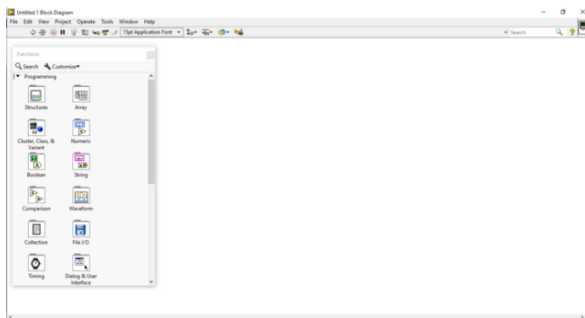
Fungsi LabVIEW sebagai *monitor* adalah untuk menampilkan parameter besaran listrik seperti arus, tegangan, dan daya yang akan diukur dari Arduino, LabVIEW sendiri terbagi menjadi dua bagian yaitu.

- front panel.
- block diagram.



Gambar 2. 2 Tampilan front panel pada LabVIEW

Front panel pada LabVIEW bertujuan untuk menampilkan kontrol dan indikator kepada pengguna yang berfungsi untuk melihat program yang kita buat berjalan atau tidak nantinya.



Gambar 2. 3 Tampilan block diagram pada LabVIEW

Block diagram pada LabVIEW bertujuan untuk pengkodean atau pemrograman dimana kode yang digunakan ditujukan pada VI (*Virtual Instrument*) yang bekerja sebagai representasi visual, dengan kata lain blok diagram ini yang melakukan kerja terhadap program tersebut [11] [12].

2.6 Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan suatu modul sensor elektronik yang memiliki fungsi dapat mengukur arus, tegangan, frekuensi, daya, energi dan juga power factor dan sensor ini juga dibekali CT yang sudah terintegrasi.



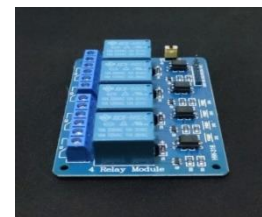
Gambar 2.4 Modul Sensor PZEM-004T

Papan PZEM-004T mempunyai dimensi sebesar 3,1 × 7,4 centimeter. Materi PZEM-004T dibungkus pakai kumparan trafo arus diameter 3mm yang bisa dipakai buat deteksi arus optimal sebesar 100A. Pengkabelan dari modul ini mempunyai 2 bagian, yakni dari pengkabelan tersambung masukan tegangan serta arus, serta pengkabelan

kiriman informasi. Berdasarkan pada kebutuhan, modul ini mempunyai papan pin TTL buat menunjang komunikasi pengiriman informasi antar hardware. Adapun penjelasan detail mengenai spesifikasi modul PZEM-004T dapat dilihat pada tabel berikut ini[13] [14].

2.7 Modul Relay

Modul relay dapat digunakan sebagai saklar untuk mengendalikan *ON/OFF* berbagai peralatan elektronik. Kendali *ON/OFF switch*, ditentukan dari nilai output sensor yang digunakan, setelah selesai diproses Mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada relay agar melakukan perintah *ON/OFF* [15]. *Modul relay* ialah saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsipnya, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya, ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.



Gambar 2. 4 Modul Relay

Modul relay digunakan untuk menggerakkan arus atau tegangan yang besar (misalnya seperti peralatan listrik 4A 220V) dengan memakai arus atau tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 Volt DC). *Modul relay* adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Penghantar sialiri oleh arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis.

Relai terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah gulungan kawat yang menerima arus listrik, sedangkan *contact* adalah sejenis sakelar yang gerakannya tergantung pada ada atau tidaknya arus listrik dalam *coil*[16].

Contact ada dua jenis yaitu:

- *Normally Open (NC)* merupakan kondisi awal dari relay sebelum diaktifkan *open*.
- *Normally Closed (NO)* merupakan kondisi awal dari relay sebelum diaktifkan *close*.

2.8 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sistem computer yang menggunakan chip di dalamnya. Terdapat inti prosesor, memori (RAM dalam jumlah kecil, memori program atau keduanya)[2].

Mikrokontroler dapat juga disebut dengan alat elektronika yang memiliki input dan output yang dapat ditulis juga dihapus dengan cara tertentu, penulisan ini digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik dan dapat

meningkatkan efisiensi juga menaikkan efektifitas biaya[17]



Gambar 2. 5 Tampilan sensor tegangan ZMPT101B[18]

2.9 Arduino Uno

Arduino Uno ialah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (*data sheet*). Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya[19].

Tujuan dibekali program Arduino ini adalah memudahkan rangkaian elektronik dapat membaca input. Proses input Arduino tersebut dan akan menghasilkan keluaran sesuai yang diinginkan. Berikut ini spesifikasi dari mikrikontroler Arduino UNO yaitu : Tegangan Inputnya 7 sampai 12V, Flash Memory berukuran 32 KB (ATmega), 6 input analog atau ADC (*Analog to Digital and Converters*), kristal dengan 16 MHz, Dilengkapi dengan penggunaan koneksi tipe USB B, header dengan ICSP dan tombol dilengkapi *reset* [19].



Gambar 2. 6 Arduino Uno R3 [20]

Komunikasi USB A to USB B (USB Printer) memudahkan komunikasi hardware dengan perangkat komputer atau laptop[20]. Adapun data teknis pada papan Arduino Uno R3 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Table 2.1 Data Teknis Arduino Uno R3

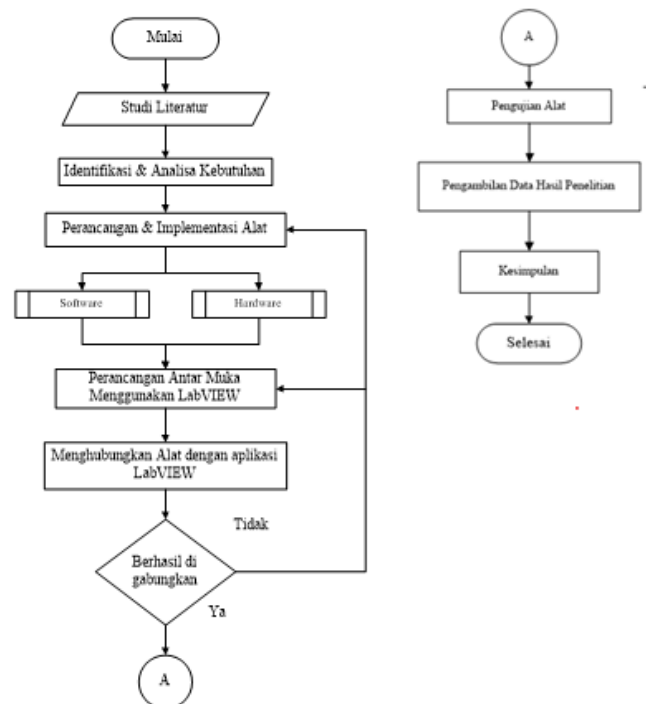
Mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan Operasi	2,7V – 5,5V
Tegangan Input	7 - 12 V
Tegangan Input (limit)	6-20 V
Pin digital I/O	4 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog input	6
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3.3 V	150 Ma
Flash Memory	32 KB dengan 0.5 KB untuk

	<i>bootloade</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan Pewaktuan	16 Mhz

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap – Tahap Perancangan

Adapun tahap-tahap yang dapat diterapkan guna mempresentasikan sejumlah aktivitas yang dilakukan agar dapat terkonsep dengan baik dan lebih terstruktur salah satunya seperti diagram alur penelitian. Berikut ini diagram alur penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Perancangan

3.2 Identifikasi Kebutuhan

Pada Proses rancang bangun proteksi ini dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan, adapun kebutuhan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

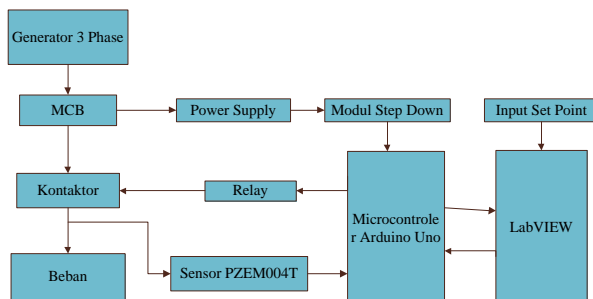
- a. Kontrol
Kebutuhan kontrol merupakan suatu hal yang terpenting di dalam penelitian ini, adapun kebutuhan kontrol yang dibutuhkan terdiri dari Arduino Uno, sensor PZEM-004T dan juga relay 4 channel.
- b. Program
Kebutuhan program digunakan sebagai perintah untuk menjalankan sistem agar dapat bekerja dengan baik. Program yang digunakan adalah *directory (folder/drawer)* dan *library* tertentu sesuai dengan rangkaian elektroniknya. LabVIEW merupakan suatu *graphic programming* yang mempermudah kerja dari penulis dan juga menggunakan *softare serial* dari arduino untuk membaca nilai-nilai dari sensor yang digunakan.

3.3 Rancang Hardware Dan Software

Penyusunan rancangan pengerjaan alat dapat di gunakan untuk mempermudah dalam pelaksanaan pengerjaan alat dan juga program software.

3.2.1 Blok Diagram Alat

Blok diagram perlu dibuat untuk memudahkan proses penyelesaian penelitian. Blok diagram ini mendeskripsikan hubungan antara bagian input, proses dan output yang ditampilkan dari beberapa komponen seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Adapun penjelasan terhadap masing - masing blok yang ada di gambar 3.2 Sebagai berikut.

- MCB sebagai jalur masukan energy dari generator dan di alirkan ke kontaktor serta power supply.
- Power supplay sebagai pengubah dari listrik AC ke DC 12 Volt untuk di alirkan ke step down dan diturunkan lagi dari 12V DC ke 5V DC sebagai input power arduino cadangan.
- LabView berperan sebagai pengatur, pengontrol sesuai set point yang di terapkan, dan sebagai monitor, serta mengakuisisi data secara real time.
- Arduino bereperan sebagi otak pemograman serta perintah dari alat ini yang mana berhubungan dengan sensor, relay dan juga Labview.
- Sensor PZEM-004T sebagai prangkat yang memonitoring nilai arus, tegangan, daya, dan juga frekuensi.
- Relay O channel berperan sebagai indicator on/off kontaktor relay yang mengacu terhadap set point yang telah di program.
- Kontaktor berfungsi sebagai pemutus aliran tenaga listrik ke beban dengan perintah dari Relay O channel.

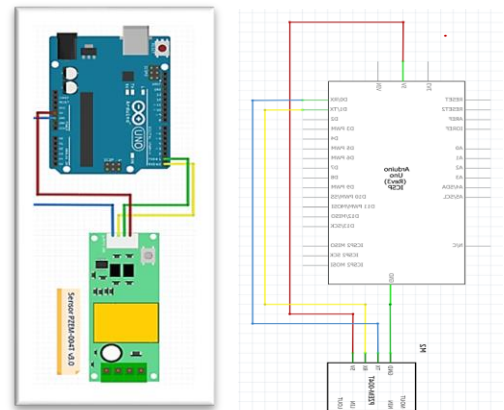
3.2.2 Rancangan Rangkaian Alat dan Kontrol

Pembuatan rangkaian alat dan kontrol pada penelitian ini dibuat agar dapat mempermudah dan memperjelas langkah –langkah dalam pengerjaan alat dan kontrol. Adapun skematik pembuatan rangkaian alat dan kontrol pada penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada sebagai berikut.

a. Sensor Arus PZEM-004T

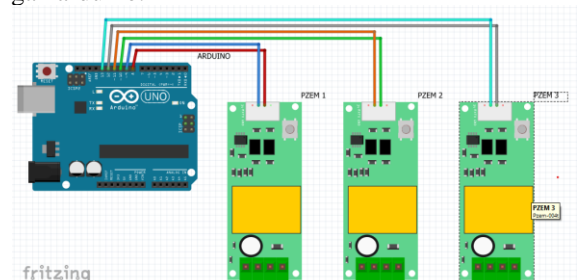
Rangkaian elektronik yang digunakan di dalam penelitian ini yaitu sensor PZEM-004T sebagai pengukur

nilai arus, tegangan, frekuensi seta daya. Kemudian mikrokontroler mengirimkan data ke *personal computer* untuk dimonitoring secara *real time* dan memerintahkan relay on/off bekerja apabila arus melebihi Iset yang telah di tetapkan.



Gambar 3. 3 Rangkaian Koneksi Dan Skematik PZEM-004T Dengan Arduino

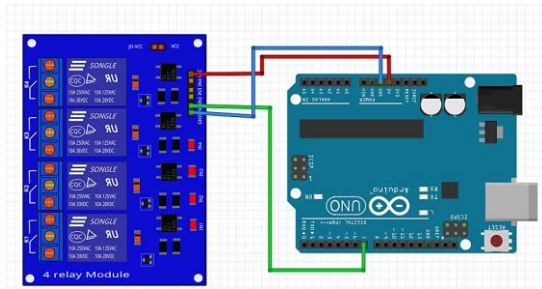
Sensor PZEM-004T terdapat 8 buah pin sebagai penghubung, pin 1 Vcc dihubungkan pada pin 5v pada arduino, pin 2 Rx dihubungkan pada pin digital 0 arduino, pin 3 Tx dihubungkan pada pin digital 1 arduino, pin 4 Gnd dihubungkan pada pin Gnd pada arduino, lalu pin 5 AC1 dihubungkan dengan sumber AC line PLN, Pin 6 AC2 dihubungkan dengan sumber AC Netral PLN serta Pin 7 CT1 dan 8 CT2 merupakan current transformer pada modul PZEM-004T V3. Adapun berikut ini dapat dilihat gambar rangkaian koneksi dan skematik sensor pzem 3 phase dengan arduino.



Gambar 3. 4 Rangkaian Koneksi PZEM-004T 3 Phase Dengan Arduino

b. Modul Relay 4 Channel

Modul relay On/Off yang digunakan dalam rangkaian ini berguna sebagai proteksi dari arus lebih (*over current*) yang mana relay ini bekerja jika arus yang akan mengalir ke beban naik melebihi nilai setingan arus yang telah di tetapkan (*Isetting*).



Gambar 3. 2 Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Relay 4 Channel

Modul Relay ini memiliki 6 pin yang dapat di hubungkan dengan arduino uno, pin Vcc di hubungkan pada pin 5V pada arduino, pin Gnd di hubungkan pada pin Gnd pada arduino, lalu pin IN1,IN2,IN3,IN4 dapat di hubungkan dengan pin D2, D3, D4, D5. Dikarenakan untuk alat kali ini hanya menggunakan satu pin saja jadi disini dapat digunakan pin IN1 yang akan kita hubungkan ke pin 7 pada arduino uno.

3.2.3 Rancangan Software

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dibutuhkan beberapa perangkat lunak (*software*) untuk membangun rancang bangun pengukuran dan pengaturan daya listrik berbasis mini SCADA da Arduino Uno. Untuk lebih jelas peneliti akan memaparkan rancangan *software* penelitian ini.

3.2.3.1 Konfigurasi pada LabVIEW

LabVIEW memerlukan beberapa tambahan untuk bisa berinteraksi dan berkomunikasi dengan mikrokontroler. Adapun beberapa *support* yang kita butuhkan untuk menjalankan LabVIEW adalah sebagai berikut.

- a. VIPM (*Virtual Instrument Package Manager*), berfungsi sebagai browser tambahan untuk mencari *support lain* (jika diperlukan)
- b. LINX/Maker Hub, berfungsi untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler yang kita gunakan.
- c. NI-VISA, berfungsi untuk membaca port mikrokontroler sehingga dapat dibaca oleh LabVIEW.
- d. Untuk penginstallan support dapat dilakukan dengan membuka VIPM kemudian ketik support apa yang ingin ditambahkan kedalam LabVIEW.
- e. Kemudian ketik “LINX” pada bagian *search* kanan atas, dan akan muncul tampilan seperti dibawah ini.
- f. Apabila langkah pertama sudah berhasil maka selanjutnya menginstall NI-Visa. Untuk *support* yang ini dapat diunduh langsung di VIPM atau setelah semua support di install maka kita dapat menggunakan LabVIEW seperti biasa.

3.2.3.2 Konfigurasi pada Arduino IDE

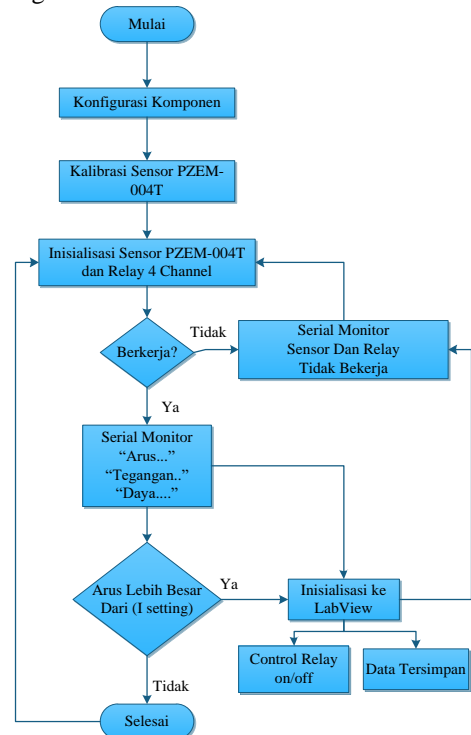
Dikarenakan arduino IDE tidak memiliki *default* perpustakaan yang lengkap maka dari itu dibutuhkan untuk melakukan *set up* pada *library*nya agar program dapat berjalan dengan baik sesuai dengan penelitian yang dilakukan seperti berikut ini.

- a. Library PZEM-004T V3.0, sebagai pustaka komunikasi Arduino UNO dengan sensor daya, arus dan tegangannya.

- b. Untuk menambahkan pustaka pada Arduino IDE adalah dengan cara membuka Arduino IDE kemudian masuk ke Menu *Tools* lalu klik *Manage Libraries*. maka akan muncul gambar seperti dibawah ini.

3.4 Rancangan Pemrograman

Perancangan program sistem monitoring transformator distribusi menggunakan software Arduino IDE. Diagram alir perancangan program bisa dilihat pada gambar diagram alir pemrograman berikut ini.



Gambar 3. 6 Diagram Alir Rancangan Program

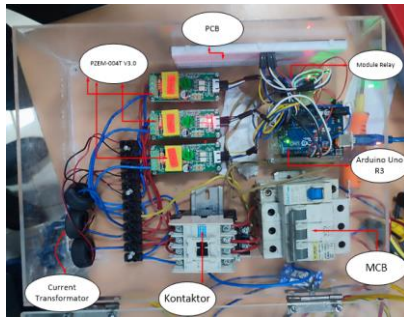
Adapun dari diagram alir rancangan program pada sistem proteksi over curen diatas dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Konfigurasi komponen yaitu, meregister setiap konfigurasi pin komponen, library, variable yang digunakan dan melakukan setup komponen input, output serta penyetingan address sensor.
2. Kalibrasi sensor dilakukan sebagai langkah pengetesan kemampuan fungsi dari sensor tersebut
3. Menginisialisasi sensor dan juga relay bekerja atau tidak dan terkhusus untuk sensor dapat menampilkan nilai Arus, Tegangan dan juga Daya.
4. Menginisialisasi LabView agar sesuai antara nilai yang ditampilkan arduino pada serial monitor terhadap control dan monitoring pada LabView .
5. Pada LabView di program juga agar dapat menyimpan data serta mengontrol on/off relay secara manual maupun otomatis.

Dengan di terapkannya batasan arus atau Isetting maka jika arus yang masuk ke beban melebihi batas I setting maka relay akan berkerja.

3.5 Realisasi Rancangan

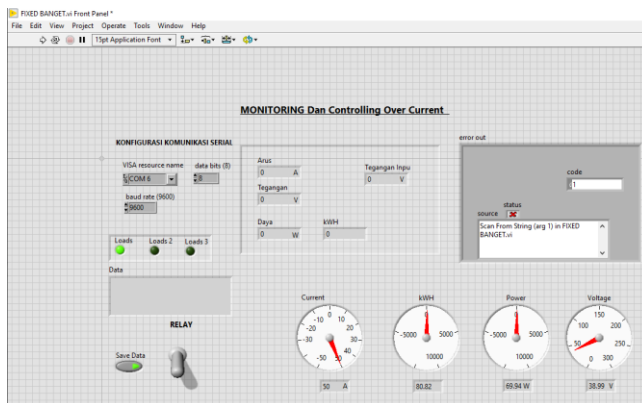
Realisasi yang dikerjakan dalam penelitian ini adalah alat proteksi over current yang dapat dimonitoring secara real time menggunakan LabVIEW dan Arduino Uno, Arduino Uno berfungsi sebagai pengirim data dari sensor PZEM-004T ke LabVIEW untuk di akuisisi dan di proses. Kemudian memastikan bahwa setiap perangkat terhubung ke perangkat yang lain dan uji keakuratan sensor dalam memantau kejadian arus berlebih.



Gambar 3.7 Realisasi Alat

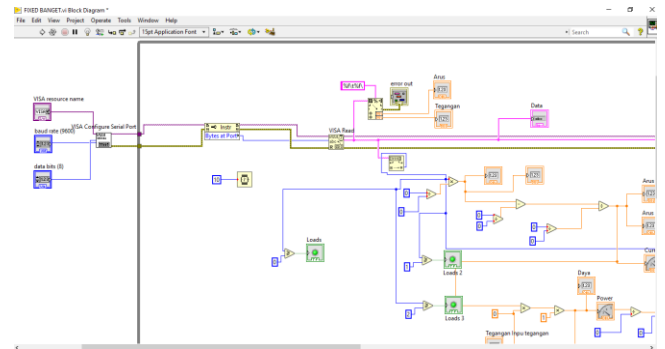
3.5.1 Hasil Rancangan Menu Monitoring dan Controlling Pada LabView

Pemrograman dilakukan di LabVIEW di bagian diagram blok, Kemudian, diperoleh menu monitoring untuk mengukur daya yang bersirkulasi pada sistem yang berhasil dibuat oleh peneliti. *Menu - menu design interdice* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 8 Menu Monitoring Dan Controlling Daya

Pada menu di atas kita dapat memantau dan mengontrol catu daya sistem, jika tegangan atau arus lebih besar dari arus atau tegangan nominalnya, maka kita bias menonaktifkan sistem menggunakan relay sehingga memutuskan aliran listrik. Berikut ini konfigurasi serial yang dapat dilihat pada gambar blok diagram Labview dibawah ini.



Gambar 3. 9 Konfigurasi Serial LabVIEW

3.6 Hasil Pengujian

Hasil pengujian dan pengumpulan data yang telah dilakukan dengan melakukan tahapan dari metode penelitian yang menunjukkan tingkat fungsi dan kinerja alat yang dibahas pada uraian dibawah ini.

3.6.1 Uji fungsional sensor PZEM-004T

Uji fungsional sensor PZEM-004T dilakukan untuk mengukur stimulasi sensor dengan menerima perubahan parameter. Sebelumnya, penulis telah menyiapkan beberapa sumber yang berbeda. Program yang telah disiapkan pada Arduino IDE adalah seperti gambar di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor PZEM

Sensor	Current	Voltage	Power
PZEM {R}	0.07 A	219.90 V	14.50 W
	0.07 A	219.90 V	14.50 W
	0.07 A	219.90 V	14.50 W
PZEM {S}	0.07 A	220.10 V	14.6 W
	0.07 A	220 V	14.6W
	0.07 A	220 V	14.6W
PZEM {T}	0.07 A	219.30 V	14.50 W
	0.07 A	219.10 V	14.50 W
	0.07 A	219.00 V	14.50 W

3.6.2 Hasil Pengujian Alat Dengan Input Tegangan Berbeda

Pengujian keseluruhan alat monitoring dengan tegangan input berbeda yaitu 100V, 130V dan 200V. Berikut ini hasil dari pengujiannya.

Tabel 4. 2 Hasil Monitoring Tegangan Dan Nilai Error Dengan Input 200 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	200 V	202.3 V	200 V	1%
S	200 V	203 V	200 V	1%
T	200 V	202 V	200 V	1%

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai monitoring tegangan menggunakan sensor dan juga alat multi meter memiliki selisih nilai error rata-rata 1.2% .

Tabel 4. 3 Hasil Monitoring Arus 3 Phase Dan Nilai Error Dengan Input 100 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	100 V	0.57 A	0.57 A	1%
S	100 V	0.58 A	0.57 A	1%
T	100 V	0.58 A	0.57 A	1%

Tabel 4. 4 Hasil Monitoring Arus 3 Phase Dan Nilai Error Dengan Input 130 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	130 V	0.88 A	0.87 A	1%
S	130 V	0.89 A	0.87 A	2%
T	130 V	0.89 A	0.87 A	2%

Tabel 4. 5 Hasil Monitoring Arus 3 Phase Dan Nilai Error Dengan Input 200 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	200 V	1.03 A	1.01 A	2%
S	200 V	1.04 A	1.01 A	2%
T	200 V	1.02 A	1.01 A	1%

Dari hasil pengujian monitoring arus 3 phase pada table di atas terdapat perbandingan nilai error rata rata dari perbandingan uji sensor dan multimeter sebesar 2%.

Tabel 4. 6 Hasil Monitoring Daya 3 Phase Dan Nilai Error Dengan Input 100 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	100 V	41 W	39.9 W	2%
S	100 V	40.7 W	39.9 W	2%
T	100 V	40.7 W	39.9 W	2%

Tabel 4. 7 Hasil Monitoring Daya 3 Phase Dan Nilai Error Dengan Input 130 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	130 V	80.51 W	79.2 W	2%
S	130 V	82.1 W	79.4 W	4%
T	130 V	82.1 W	79.4 W	3%

Tabel 4. 8 Hasil Monitoring Daya 3 Phase Dan Nilai Error Dengan Input 200 V

Phase	Tegangan Input	Sensor	Multimeter	%Error
R	200 V	146.3 W	142 W	3%
S	200 V	147.1 W	142 W	4%
T	200 V	144.2 W	142 W	2%

Dari hasil pengujian serta pada table diatas di dapat hasil perbandingan nilai error sebesar 3.5% antara nilai uji sensor dengan alat multimeter. Dengan demikian dapat kita ketahui bahwasanya alat monitoring ini memiliki nilai yang berbeda beda dimana setelah penulis menganalisa bahwa adanya penyebab nilai error bervariasi tersebut yaitu, terdapat perbedaan nilai $\cos \theta$ serta adanya factor human error saat melaksanakan pengujian.

IV. KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan yang bisa ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem pengukuran dan pengontrolan daya listrik berbasis Mini SCADA menggunakan LabVIEW dan Arduino Uno sudah dirancang dan direalisasikan serta beroperasi dengan baik.
2. Dari hasil penerapan monitoring dapat dilakukan dengan baik, hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran
3. Pengujian dilakukan dengan pengukuran langsung juga digunakan pembandingan berupa hasil perhitungan

V. REFERENSI

- [1] S. Nurhadiyono and N. Efendi, "Analisis Setting Relay Proteksi Pengaman Arus Lebih Pada Generator (Studi Kasus di PLTU 2X300 MW Cilacap)," no. 1, pp. 49–57, 2018.
- [2] A. S. S., "RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN PENGUKURAN DAYA LISTRIK BERBASIS MINI SCADA DENGAN LABVIEW DAN ARDUINO." .
- [3] S. Hidayat1, I. Made, A. Nrrtha2, I. Bagus, and F. Citarsa3, "PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING UNTUK GENERATOR SINKRON TIGA FASE BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 Design of Protection and Monitoring Systemsfor Three-Phase Synchronous Generator Based On Arduino Mega 2560," vol. 6, no. 1, pp. 141–153, 2019.
- [4] S. Mustafa and U. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Di Rumah Tangga," *J. MEDIA Elektr.*, vol. 17, no. 3, pp. 6–27, 2020.
- [5] PUIL 2000, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. PUIL, p. 562, 2000.
- [6] A. Azis and I. K. Febrianti, "Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang," *J. Ampere*, vol. 4, no. 2, p. 332, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i2.3468.
- [7] I. Fauziah, K. Wijayanto, and K. Kunci, "Rancang Bangun Over Current Relay Pada Simulator Gardu Induk 70 / 20 kV Menggunakan PLC dan HMI," pp. 4–5, 2021.
- [8] V. Mtech and I. C. Technology, "Major project Report : 1." 2020.
- [9] M. Hidayat, *Sistem SCADA untuk Penggantian Process Condition Mesin Las dan Resistance Welding Timer. .*
- [10] A. Baloi, F. Molnar-Matei, A. Pana, F. Baloi, and F. Dilerte, "LabVIEW implementation for three-phase voltage dip classification," *Proc. 2015 16th Int. Sci. Conf. Electr. Power Eng. EPE 2015*, pp. 116–121, 2015, doi: 10.1109/EPE.2015.7161118.
- [11] E. Pujiani, "Monitoring Kualitas Daya Listrik Pada Manajemen Energi Listrik Berbasis Labview Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 7 Tahun 2022," vol. 7, pp. 5–12, 2022.
- [12] A. Restu, J. Wiriawan, and A. Irawan, "Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Kontrol Proporsional Integral Derifatif (PID) Berbasis LabView Motor DC Speed Adjustment By Propotional Integral Derivative (PID) Based on LabView," vol. 4, no. 2, 2016.
- [13] F. Habibi, Nur, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim, "Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap. 2017*, vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017, [Online]. Available: <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntet/article/view/81/77>.
- [14] J. Juni, R. Risfendra, and H. Habibullah, "Sistem Monitoring dan Protection Motor Induksi 3 Fasa dengan Labview," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.106748.
- [15] A. S. Wijaya, "Sistem Simulasi Kontrol Relay Proteksi Over Voltage," *Progr. Stud. D-3 Fis. Fak. Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam, Univ. Sumatera Utara*, 2018.
- [16] J. Rahman, "Lebih Dan Temperatur Pada Motor Induksi 1 Fasa Berbasis Arduino Uno Lebih Dan Temperatur Pada Motor Induksi," 2017.
- [17] R. Ariandi, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)," 2021.
- [18] S. R, G. D. Ramady, Hermawaty, and R. R. Hudaya, "Rancang Bangun Sistem Proteksi Daya Listrik menggunakan Sensor Arus dan Tegangan berbasis Arduino," *Isu Teknol. Stt Mandala*, vol. 16, no. 597, pp. 36–43, 2021.
- [19] D. T. Listrik, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "PEMBUATAN PROTOTYPE PENSTABIL TEGANGAN UNTUK MENGATASI GANGGUAN OVER -UNDER VOLTAGE BERBASIS ARDUINO UNO Mohamad Bahtiar Subuh Isnur Haryudo , Achmad Imam Agung , Aditya Chandra H . Abstrak," pp. 119–126.
- [20] D. Sasmoko, *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*. 2021.