

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung yang dilaksanakan mulai dari bulan Maret 2014.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu antara lain :

1. *Personal Computer*
2. *Current Transformer (CT)*
3. Trafo Tegangan
4. Modul KYL 200u
5. Mikrokontroler ATmega 328p
6. *Project board*
7. *Printed circuit board (PCB)*
8. LCD 2x16
9. Amperemeter Analog
10. Multi tester
11. Solder dan peralatan yang berguna dalam pembuatan jalur PCB
12. *Software* pendukung, antara lain: LabVIEW, Arduino 1.0.5, Diptrace dan Microsoft Office 2007

### 3.3 Tahap – Tahap Dalam Pembuatan Tugas Akhir

Dalam perancangan alat ukur arus ini dilakukan langkah-langkah kerja sebagai berikut :

#### 1) Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan yang mendukung tentang penulisan tugas akhir ini, antara lain :

- a. Prinsip kerja dan karakteristik transformator arus.
- b. Kalibrasi pengukuran arus dengan trafo arus.
- c. Prinsip dasar pengiriman sinyal dengan metode melalui TX-RX
- d. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam mikrokontroler arduino.
- e. Karakteristik dan aplikasi-aplikasi mikrokontroler arduino.

Studi literatur dilakukan dengan cara mencari dan mempelajari bahan – bahan ajar, internet, dan juga dari hasil penelitian sebelumnya yang membahas tentang sistem telemetri ini.

#### 2) Perancangan blok diagram rangkian sistem telemetri pengukuran tegangan dan arus. Perancangan blok diagram ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam merealisasikan alat yang akan dibuat.

#### 3) Implementasi rangkaian sistem telemetri pengukuran tegangan dan arus, dengan tahap – tahap sebagai berikut:

1. Memilih rangkaian dari tiap masing – masing blok diagram sistem telemetri.
2. Menentukan komponen yang digunakan dalam rangkaian.

3. Merangkai dan uji coba rangkaian dari masing – masing blok diagram.
  4. Membuat program dengan bahasa C dan kemudian memasukkannya dalam sebuah mikrokontroler ATmega 328P.
  5. Menggabungkan rangkaian per blok yang telah di uji pada sebuah papan percobaan (*project board*), melakukan pengujian ulang setelah dilakukan penggabungan rangkaian.
  6. Membuat program dengan menggunakan *software* LabVIEW untuk membuat tampilan yang akan digunakan untuk pembacaan pengukuran tegangan dan arus.
  7. Melakukan uji coba penggabungan *software* antarmuka penampil data pengukuran arus dan hardware pengukuran tegangan dan arus.
  8. Merangkai komponen kedalam PCB.
- 4) Uji coba sistem telemetri

Uji coba sistem telemetri ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari alat yang dibuat. Adapun pengujian dilakukan secara perbagian serta secara keseluruhan untuk menentukan tingkat keberhasilan dari sistem yang dibuat.

Adapun hal-hal yang diuji cobakan sebagai berikut:

1. Komunikasi sistem telemetri dengan media komputer sebagai penampil data pengukuran tegangan dan arus.
2. Pengujian jangkauan sistem telemetri.

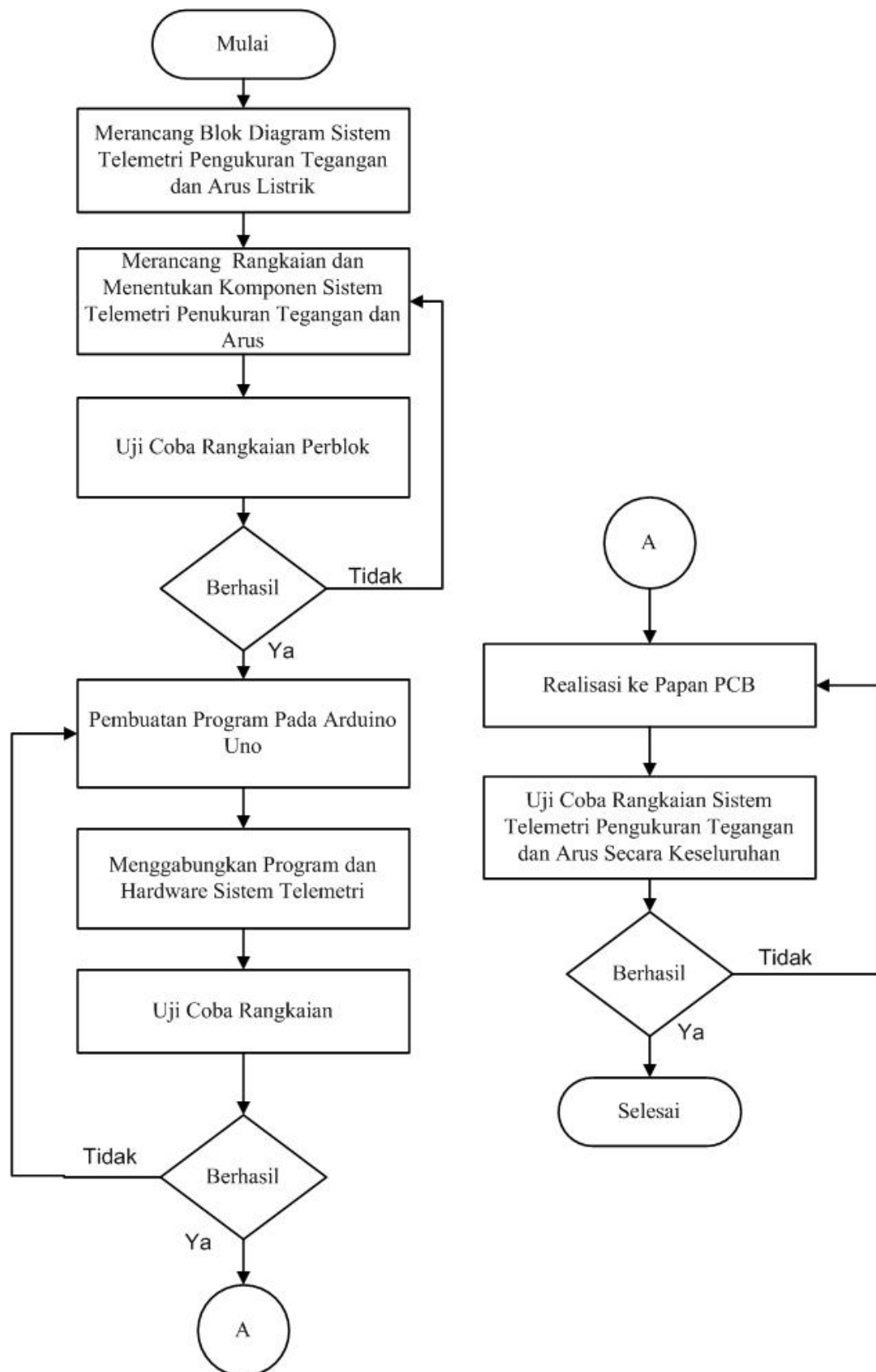
#### 5) Analisis dan simpulan

Setelah proses pembuatan alat selesai, langkah selanjutnya ialah mengumpulkan dan menganalisa data-data yang didapat dari pengujian keseluruhan alat yang sudah dibuat. Proses analisa data dari pengujian alat ini dilakukan agar dapat diketahui mengenai kelebihan dan kekurangan yang terdapat pada alat ini untuk kemudian dapat diambil kesimpulan

#### 6) Pembuatan laporan

Pada tahap ini dilakukan penulisan terhadap data-data yang didapatkan dari hasil pengujian, analisis dan kesimpulan.

### 3.4 Bagan Alir Proses Penelitian



Gambar 3.1. Bagan alir penelitian

Pada bagan alir proses penelitian diatas terbagi menjadi 3 bagian utama, yaitu :

1. Perancangan blok diagram dan menentukan komponen serta rangkaian dari sistem telemetri pengukuran arus yang akan dibuat.
2. Pembuatan rangkaian dari masing-masing blok diagram sistem telemetri pengukuran arus.
3. Pengujian dari sistem telemetri pengukuran arus yang telah di realisasikan.

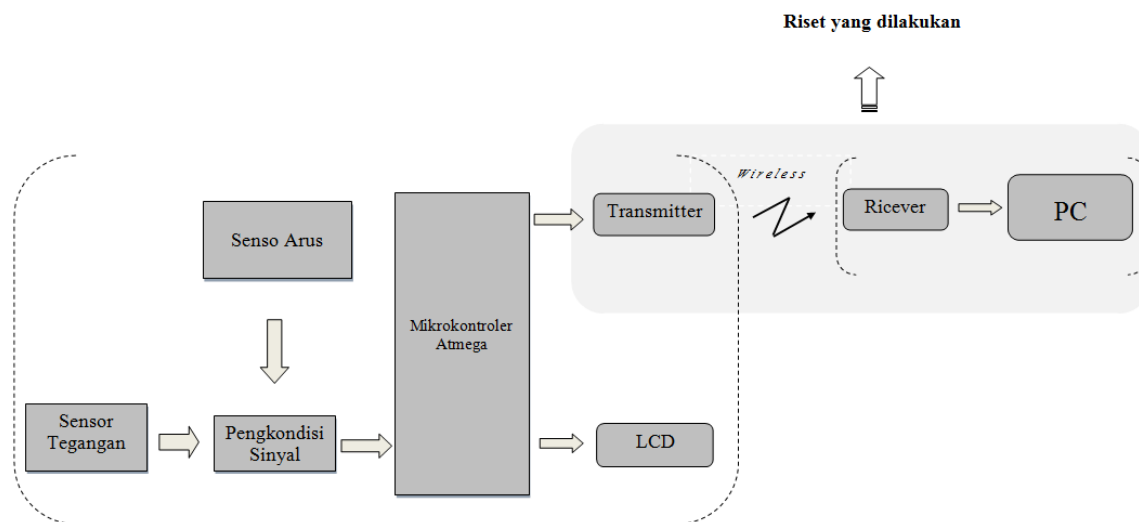
### **3.5 Spesifikasi Alat**

Spesifikasi dari alat yang dibuat adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran arus hanya untuk jaringan 1 fasa.
2. Ketelitian pengukuran arus menggunakan 1 digit angka di belakang koma.
3. Konversi data ADC dari trafo arus menggunakan resolusi 10 bit.
4. Menggunakan LabVIEW sebagai antar muka penampil data pada komputer.
5. Pengiriman data secara *line of sight* dan tidak *line of sight*.
6. Jarak maksimum pengiriman data dari *user*  $\pm 600$  meter dengan kondisi LOS (*Line of Sight*) dengan *baudrate* 9600bps.

### 3.6 Diagram Blok Rangkaian

Untuk mempermudah dalam perancangan, maka rangkaian dipisahkan berdasarkan fungsinya. Berikut ini adalah diagram blok rangkaiannya :



Gambar 3.2. Diagram blok sistem telemetri pengukuran tegangan dan arus.

Diagram blok sistem telemetri pengukuran tegangan dan arus diatas dibuat untuk mengetahui proses kerja pada sistem telemetri pengukuran tegangan dan arus yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam memahami alur kerja dari sistem yang akan dibuat.

Komponen-komponen yang terdapat pada sistem ini terdiri atas beberapa macam diantaranya.

#### 1. Sensor tegangan.

Sensor tegangan digunakan sebagai masukan atau alat untuk memasukkan data tegangan dari proses pembacaan tegangan yang terukur. Sensor tegangan yang digunakan berupa transformator tegangan dengan rasio tegangan 400/5VAC.

## 2. Sensor arus

Sensor arus digunakan untuk mengukur arus yang mengalir menuju ke beban, sensor arus yang digunakan berupa transformator arus dengan perbandingan rasio 100/5 A. Transformator arus ini bekerja berdasarkan arus yang mengalir pada kumparan primer sehingga menghasilkan gaya gerak magnet, gaya gerak magnet ini memproduksi fluks pada inti trafo dan akan membangkitkan gaya gerak listik pada kumparan sekunder, sehingga pada kumparan sekunder dapat kita ukur besarnya sinyal yang dihasilkan dari arus yang mengalir pada kumparan primer.

## 3. Pengkondisi sinyal

Pengkondisi sinyal dalam hal ini digunakan untuk mengkonversi besaran yang terukur pada sensor arus dan tegangan sehingga dapat diolah pada mikrokontroler.

## 4. Mikrokontroler

Pada sistem ini, mikrokontroler yang digunakan berupa Atmega 328P dengan 22 jalur I/O, 32KB *flash memory*, 6 kanal PWM, 8 kanal ADC 10-bit, 2 kanal *Timer/Counter* 8-bit, 1 kanal *Timer/Counter* 16-bit, dan antar muka USART, SPI, I2C. Pada mikrokontroler ini sinyal masukan dari pengkondisi sinyal diolah pada kanal ADC (*Analog Digital Converter*), proses pengolahan data pada kanal ADC ini menggunakan resolusi sebesar 10-bit. Hasil dari pengolahan data analog menjadi data digital ditransmisikan pada media penampil.



## 5. LCD

LCD digunakan sebagai media penampil data pengukuran tegangan dan arus secara digital. LCD yang digunakan beresolusi 16x2 yang berarti terdiri dari 2 baris dan 16 karakter.

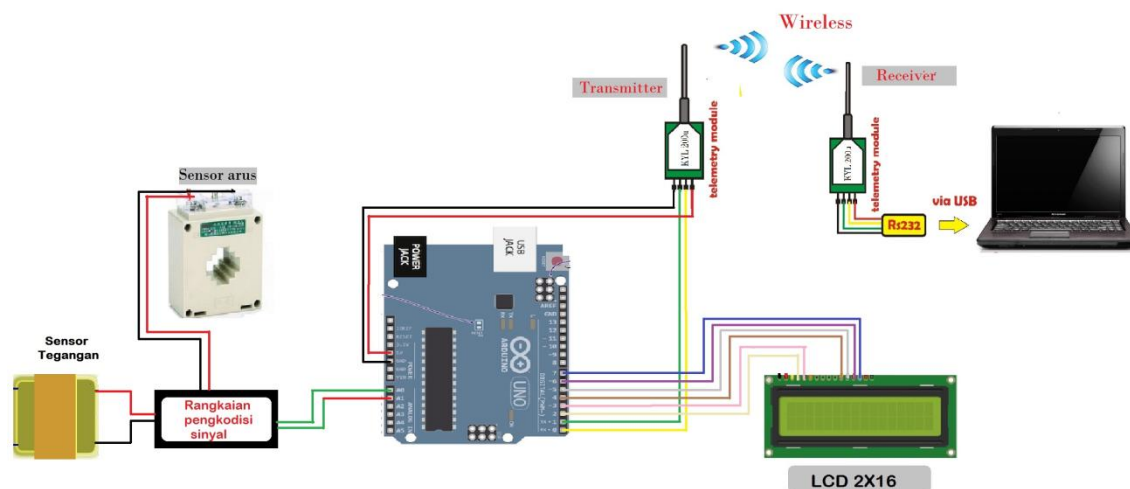
## 6. *Transmitter* dan *Receiver*

*Transmitter* adalah alat yang berfungsi untuk memproses dan memodulasi sinyal *input* agar dapat ditransmisikan sesuai dengan kanal yang diinginkan, sedangkan *receiver* adalah sebuah alat yang berfungsi menerima dan mengolah atau demodulasi sinyal *output* dari *transmitter* sehingga sesuai dengan sinyal awal. Modul yang digunakan pada pengiriman ini berupa KYL-200U yang merupakan modul *wireless transceiver*, hasil pengiriman data secara telemetri ini akan dihubungkan pada media penampil data berupa personal komputer atau laptop.

## 7. Personal komputer

Personal komputer pada penelitian ini digunakan sebagai media antarmuka penampil data pengukuran tegangan dan arus secara digital, dengan menggunakan GUI (*Graphical User Interface*) berupa LabVIEW.

### 3.7 Perancangan Alat



Gambar 3.3. Rancangan sistem telemetri pengukuran arus

#### 3.7.1 Perancangan Alat Ukur Tegangan dan Arus

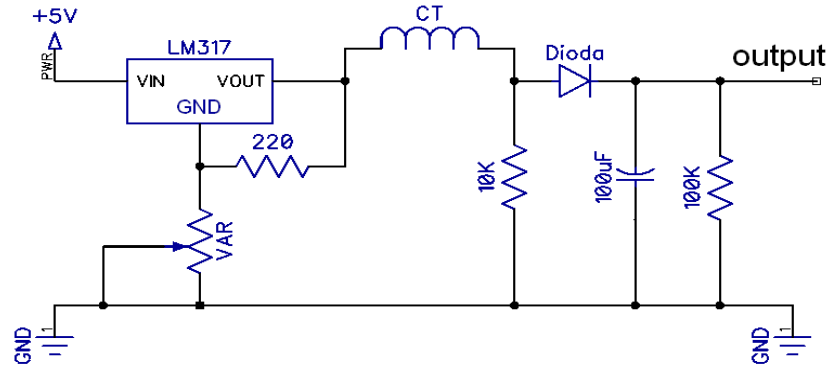
Perancangan alat ukur tegangan dan arus ini dirancang untuk mempermudah dalam pembacaan tegangan dan arus yang dapat di monitor secara jarak jauh dengan tampilan digital.

Berdasarkan diagram blok pada gambar 3.2, ada beberapa rancangan yang dibuat yaitu:

1. Rangkaian Sensor Arus

Rangkaian sensor arus disini dilakukan beberapa metode seperti penstabil tegangan, penyearah, dan filter. Keluaran tegangan dari transformator arus ini masih dalam arus bolak-balik, sedangkan dalam pengolahan *analog to digital* membutuhkan arus searah sehingga mendapatkan pembacaan yang benar, untuk itu perlunya disearahkan terlebih dahulu. Skematik penyearah ini dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar rangkaian sebagai berikut:



Gambar 3.4. Rangkaian sensor arus

Dilihat pada gambar 3.4, rangkaian penyearah ini disuplai dengan tegangan DC (*Direct Current*) sebesar 5 volt. Kemudian tegangan 5 volt ini diturunkan melalui rangkaian penstabil tegangan menggunakan LM317 sehingga didapat tegangan keluarannya konstan sebesar 1,25 volt, pada sisi Vout LM317.

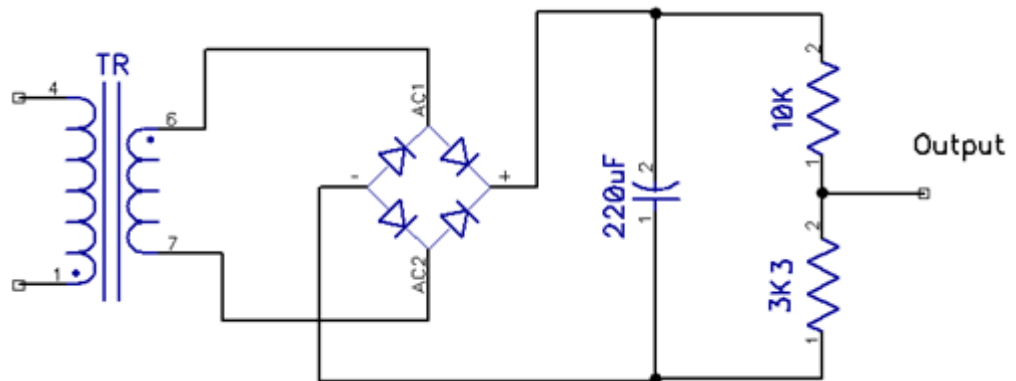
Tujuan dari penggunaan rangkaian penstabil tegangan adalah agar mendapatkan keluaran tegangan yang konstan, hal ini dikarenakan tegangan keluaran penstabil ini akan membawa tegangan sekunder CT (*Current Transformer*). Tegangan sekunder CT (*Current Transformer*) akan berubah-ubah seiring perubahan pada arus yang melaluinya.

Keluaran tegangan dari rangkaian penstabil tegangan ini dirangkai seri dengan keluaran tegangan sekunder transformator arus. Keluaran trafo ini masih dalam bentuk arus AC. Tujuan diserikan adalah untuk menambahkan nilai tegangan dari belitan sekunder trafo dengan tegangan 1,25 volt. Hal ini dikarenakan keluaran tegangan sekunder hanya sebesar 0.024 VAC pada

saat arus yang terukur 0.93 ampere atau mendekati 1 ampere sesuai dengan Tabel 4.3. Sehingga jika disearahkan langsung melalui diode, nilai tersebut akan habis oleh *cut off* diode yaitu 0,7 volt. Setelah ditambahkan dengan tegangan 1,25 volt barulah dapat dilewatkan melalui diode untuk disearahkan. Tujuan dari rangkaian ini selain untuk penyearahan adalah membawa tegangan keluaran CT (*Current Transformator*) yang tidak mampu menembus tegangan *cut off* diode. Sehingga nilai keluaran tegangan dari rangkaian pengkondisi sinyal akan berubah seiring beratambahnya arus yang melewati CT (*Current Transformator*).

## 2. Rangkaian Sensor Tegangan.

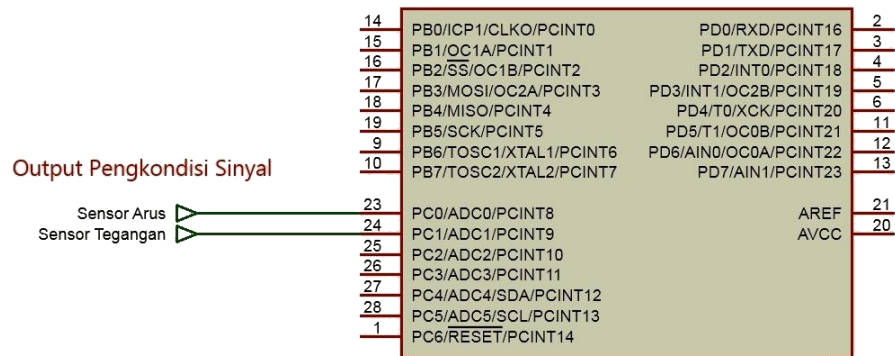
Pada rangkaian sensor tegangan ini menggunakan rangkaian *diode bridge* atau yang lebih dikenal dengan jembatan dioda. Rangkaian ini digunakan untuk penyearah arus (*rectifier*) dari AC ke DC.



Gambar 3.5. Rangkaian sensor tegangan

### 3. Konversi ADC (*Analog Digital Converter*)

Pada tahap ini, tegangan keluaran dari pengkondisi sinyal akan diubah ke digital melalui ADC (*Analog Digital Converter*) menggunakan mikrokontroler Atmega328p. Berikut gambar rangkaiannya :

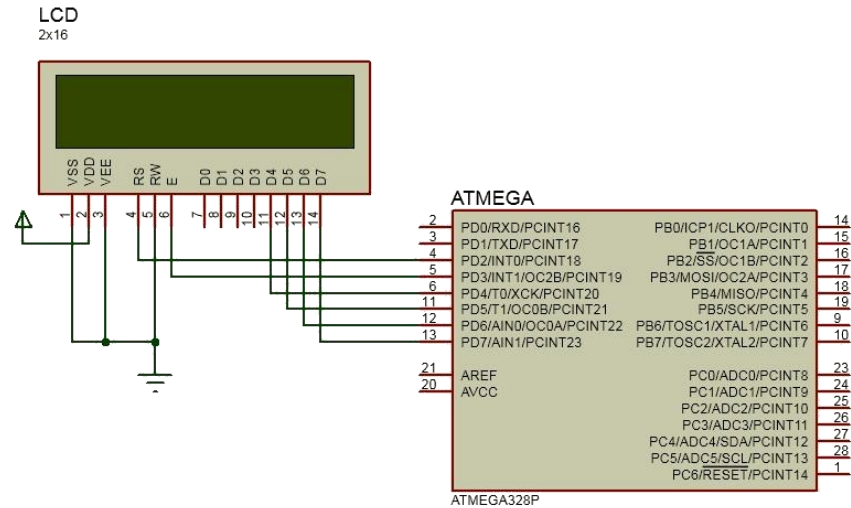


Gambar 3.6. Rangkaian mikrokontroler dengan pengkondisi sinyal

Pada mikrokontroler dilakukan pemrograman menggunakan bahasa C pada *software* arduino untuk melakukan pembacaan sinyal analog dari pengkondisi sinyal dan kemudian diubah ke data digital.

### 4. Antarmuka LCD 2x16

Untuk menampilkan hasil pembacaan pengukuran pada trafo arus, digunakan LCD 2x16. Untuk pengolahannya menggunakan mikrokontroler Atmega328p, berikut rangkaiannya :



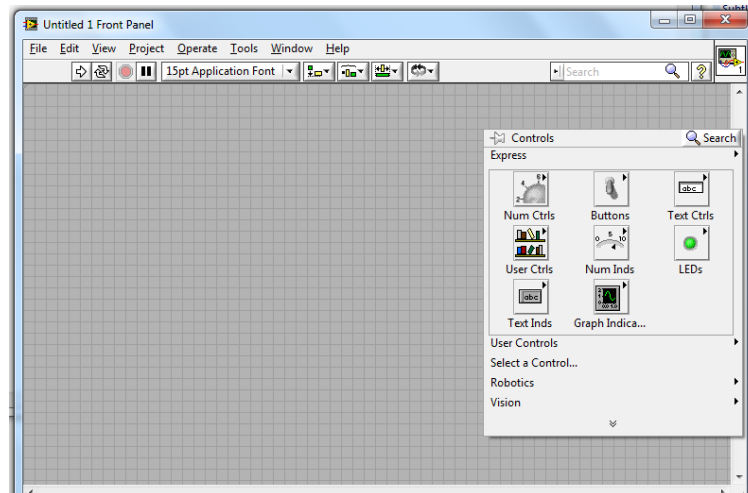
Gambar 3.7. Rangkaian antarmuka LCD 2x16

Pada tahap ini, data pengukuran dari Sensor Tegangan dan arus akan ditampilkan melalui *interface* LCD 2x16.

### 3.7.2 Perancangan Sistem Perangkat Lunak

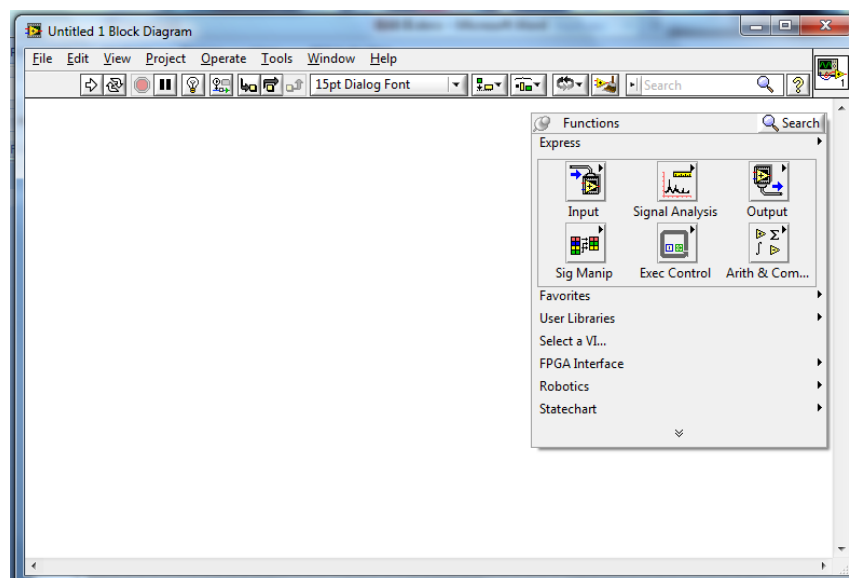
#### 1. LabVIEW 2010

Pada perancangan perangkat lunak digunakan LabVIEW 2010 sebagai pengolah data yang akan ditampilkan pada komputer di mana LabVIEW memiliki dua lembar jendela kerja, yaitu jendela *front panel* dan jendela blok diagram.



Gambar 3.8. Jendela *front panel* pada LabVIEW

Gambar 3.8 merupakan tampilan jendela *front panel* pada labview. Tampilan monitoring akan dibuat pada laman ini. Terdapat *panel control* dan indikator tampilan yang dapat digunakan sebagai tampilan pengukuran.

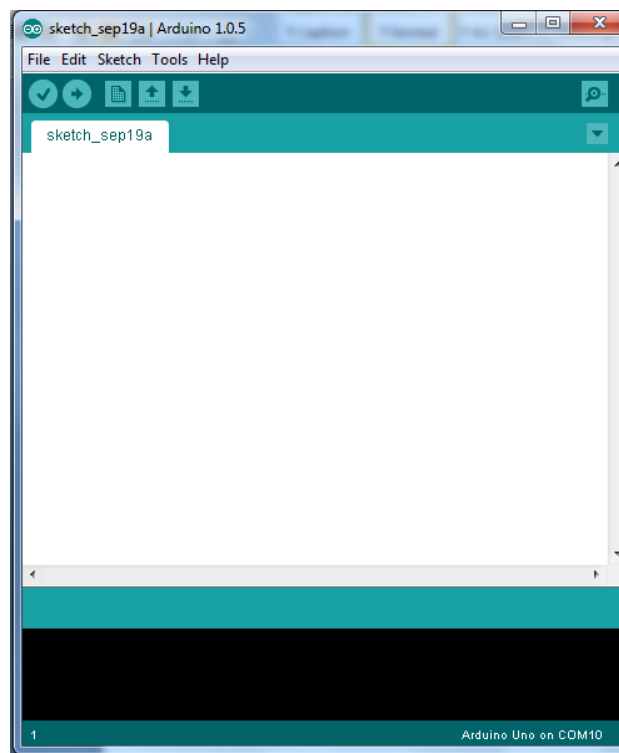


Gambar 3.9. Jendela blok diagram LabView

Gambar 3.9 merupakan laman jendela yang akan digunakan sebagai laman pemrograman tampilan pada LabVIEW dengan cara menarik blok diagram yang sudah disediakan LabVIEW pada kotak dialog *function*.

## 2. Arduino

Perangkat lunak yang lain untuk mendukung penyelesaian tugas akhir ini adalah arduino. Arduino merupakan bahasa pemrograman yang digunakan pada mikrokontroler Atmega 328p sebagai pengendali utamanya.



Gambar 3.10. Arduino *software*

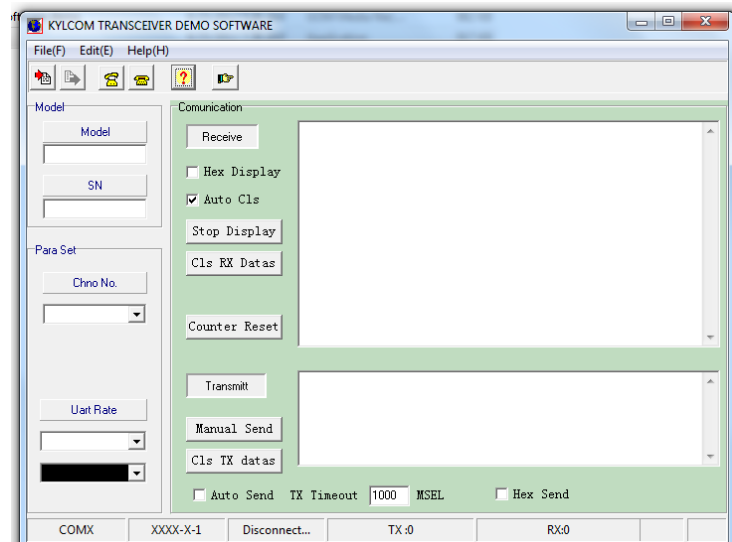
Gambar 3.10 di atas merupakan gambar lembar kerja dari *software* arduino yang digunakan untuk menulis program yang nantinya akan di upload pada mikrokontroler. Dilembar kerja arduino ini kita mengolah nilai-nilai yang terbaca pada sensor yang berupa data analog menjadi data digital dan hasil pengolahan



data digital ditransmisikan pada media penampil berupa komputer melalui *wireless*.

### 3. *Kylcom*

*Kylcom* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengatur modul KYL-200U. pada perangkat lunak ini kita dapat mengatur *baudrate*, dan nilai frekuensi yang kita gunakan pada modul KYL-200U agar dapat saling berkomunikasi dalam pengiriman data. Contoh *software Kylcom* dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. *Software kylcom*

### 3.8 Metode pengujian

Dalam Metode pengujian ini, dilakukan beberapa cara pengujian dari sistem yang dibuat, yaitu:

Tabel 3.1. Pengujian sensor tegangan

No	Pembacaan Tegangan		%Error
	Alat yang di buat LCD 2X16 (Volt)	Multitester Digital (Volt)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Tabel 3.2. Pengujian pembacaan arus

No	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)	Pembacaan Arus			Relative Error alat terhadap multitester
			Ix	Iy	LCD2X16	
			Amperemeter Analog (Ampere)	Multitester (Ampere)	Alat (Ampere)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Tabel 3.3. Pengujian jarak pengiriman data

No	Jarak (meter)	Data Penampil Unit Penerima		Keterangan
		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	
1				
2				
3				
4				
5				

### 3.9 Analisa pengujian

Pada metode pengujian alat yang dibuat, ada beberapa hal yang akan dilakukan dalam pengambilan data, diantaranya:

1. Data pada tabel 3.1 adalah pengujian pengukuran tegangan dari sistem yang dibuat, hasil pengukuran tegangan dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan multimeter digital sebagai alat kalibrasi pengukuran tegangan.
2. Data pada tabel 3.2 adalah pengujian pembacaan arus dari alat yang akan dirancang, di mana hasil pembacaan arus akan di bandingkan menggunakan multimeter digital dan amperemeter analog. Pada pengujian ini dilakukan pada beberapa jenis beban diantaranya beban resistif, beban kapasitif dan beban induktif. Selain itu juga dilakukan perhitungan untuk menghitung nilai *Error* pembacaan alat yang dibuat terhadap multimeter digital sebagai acuan dari hasil pengukuran.

Untuk mendapatkan nilai *Error* dari pembacaan alat ukur terhadap multimeter digital atau menggunakan amperemeter analog.

3. Pada tabel 3.3 merupakan tabel untuk pengujian dari sistem telemetri yang di rancang, di mana pada pengujian ini data dikirim pada jarak yang berbeda-beda untuk mengetahui kemampuan jangkauan dari sistem telemetri yang digunakan. Pengujian ini dilakukan pada dua kondisi, yaitu kondisi tidak *line of sight* dan *line of sight*.