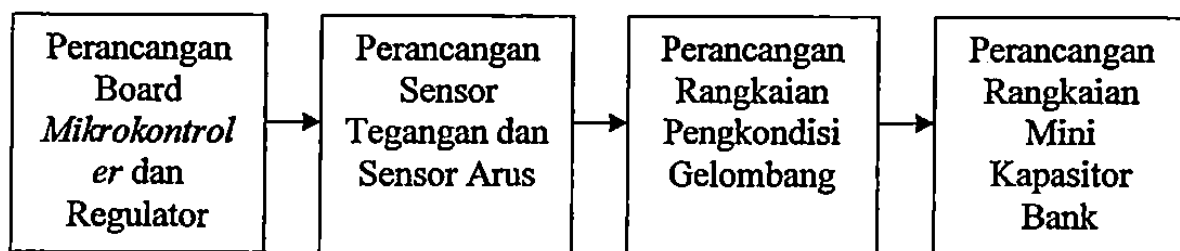


BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

3.1 Perancangan

3.1.1 Gambaran Umum Proses Perancangan Alat



Gambar 3.1 Diagram Blok Proses Perancangan Alat

Pada gambar 3.1 diperlihatkan proses perancangan alat yang akan dibuat, dimana pada proses pembuatan alat ini, memiliki empat tahapan dalam proses perancangannya, tujuan dari tahapan-tahapan diatas adalah guna mendapatkan spesifikasi-spesifikasi yang dianggap cocok untuk nantinya diterapkan dan digunakan pada pembuatan alat, sehingga nantinya dalam pembuatan alat dapat sesuai dengan fungsi dan kegunaan alat itu sendiri.

3.1.2 Langkah – Langkah Perancangan Alat

Langkah-langkah rancangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan komponen yang dipakai untuk membuat board mikro dan rangkaian.
- Perancangan diagram skematik *rangkaian board mikro dan rangkaian* dengan menggunakan *software* PROTEUS ISIS
- Perancangan *layout* PCB dengan menggunakan *software* PROTEUS

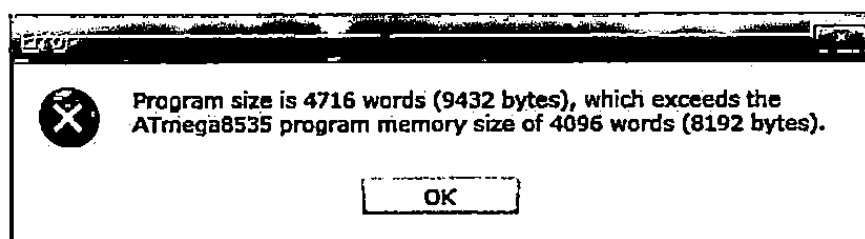
- Mengkonvert *layout* PCB kedalam format CAD-CAM agar dapat dibaca oleh mesin CNC.
- Pencocokan posisi dan ukuran PCB yang kemudian akan di routing oleh mesin CNC.

3.1.3 Perancangan Board Mikrokontroler dan Regulator

Rancangan board mikrokontroler ini berupa perancangan sistem minimal mikrokontroler, sebagai inti dari pengolah ketiga sensor yang akan digunakan, dan regulator sebagai pencatu daya seluruh komponen elektronika dan digital yang digunakan.

3.1.3.1 Board Mikrokontroler

Board mikrokontroler disini adalah board yang digunakan untuk bekerjanya sebuah mikro sebagai otak dari alat ini, mikrokontroler yang digunakan adalah atmega16 yang memiliki kapasitas penyimpanan data sebesar 16K Bytes flash memory. Pada perancangan sebelumnya, mikrokontroler yang digunakan adalah atmega8535 yang mempunyai kapasitas memori lebih sedikit. Karena program kalkulasi yang diolah oleh mikro membutuhkan kapasitas penyimpanan yang lebih besar maka dengan menggunakan atmega8535 tidak memadai, sehingga pada alat ini menggunakan mikrokontroler atmega16 sebagai pengolah datanya.



Gambar 3.2 Peringatan Bahwa Kapasitas Mikro Tidak Cukup

Pada Rangkaian Board Mikrokontroler, terdapat 2 bagian fungsi utama, yang pertama sebagai input, seperti diaktifkan 3 port sebagai masukan dari sensor tegangan, sensor arus, dan sensor pengkondisi gelombang dan juga push button sebagai pemilih menu. Dan yang kedua adalah output, seperti LCD sebagai penampil dan port untuk mensaklar relay sebagai pengaktifan kapasitor bank.

3.1.3.2 Regulator

Regulator disini berfungsi sebagai pencatu keseluruhan dari rangkaian yang ada. Pada alat ini terdapat 4 macam nilai regulator yang dipakai, yang pertama adalah regulator +12 volt, digunakan sebagai pencatu relay – relay yang akan digunakan. Lalu regulator -12 volt, digunakan sebagai pencatu tegangan negatif yang nanti akan diturunkan lagi menjadi -5 volt. Lalu regulator +5 volt, pada regulator +5 volt menggunakan rangkaian switching regulator, dengan keunggulan nilai arus yang mampu disuplai lebih besar dari regulator +5 volt biasa dan nilai tegangan yang dihasilkan cukup stabil, sehingga aman digunakan sebagai tegangan referensi untuk Mikrokontroler. Dan yang terakhir adalah regulator -5 volt, digunakan untuk mensuplai rangkaian komparator dan op-amp.

3.1.3.3 Langkah – Langkah Perancangan Rangkaian

I. Penentuan Komponen Yang Akan Dipakai

Pada board Mikrokontroler menggunakan atmega 16 karena mempunyai kapasitas besar selain atmega rangkaian ini juga

menggunakan LCD dengan kapasitas 16x2 sebagai penampil. Sedangkan untuk rangkaian regulator menggunakan komponen LM7812 sebagai pncatu tegangan +12 volt, LM7912 sebagai pncatu tegangan -12 volt, LM7905 sebagai pncatu tegangan -5 volt, dan LM2576-5 sebagai pncatu tegangan +5 volt. Seluruh tegangan input diambil dari trafo stepdown yang telah disearahkan terlebih dahulu.

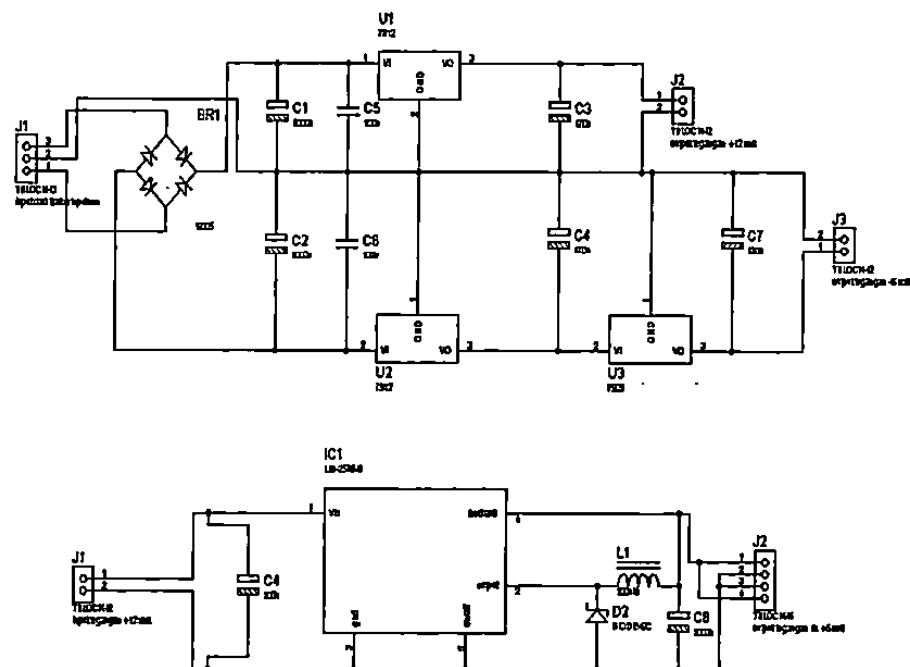
II. Perancangan Skematik Rangkaian

Pada perancangan skematik disini menggunakan software proteus

ini yang mana didalam software tersebut telah terdapat k...

Pada gambar 3.3, nilai vcc adalah nilai tegangan +5 volt, dan pada PORTA sebagai port input dari sensor – sensor yang digunakan, lalu pada PORTB adalah sebagai input dari tombol – tombol yang digunakan, PORTC digunakan sebagai output kepenampil LCD, dan PORTD sebagai port pengendali relay – relay sebagai pensaklar kapasitor.

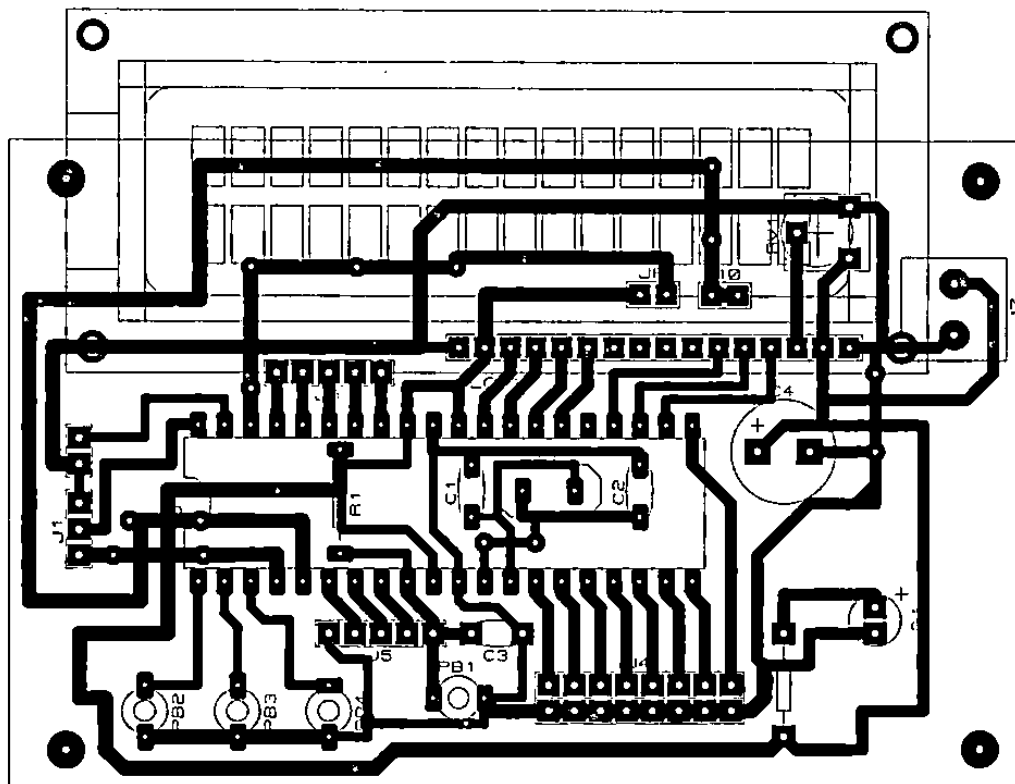
Dan untuk rangkaian regulatornya ditunjukkan pada gambar 3.4 dibawah ini.



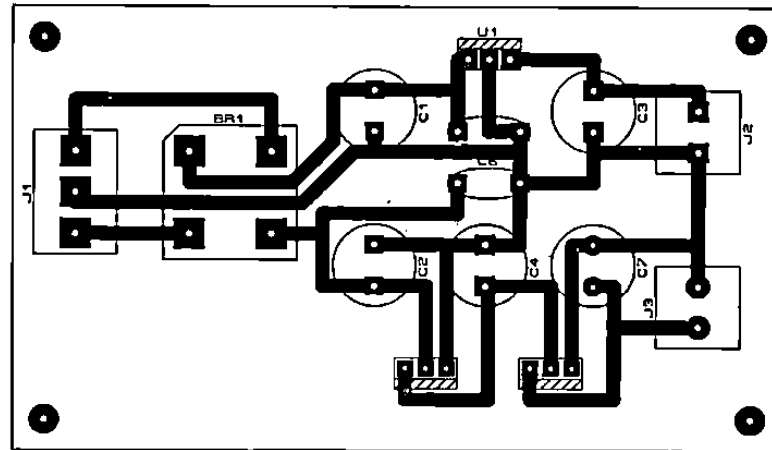
Gambar 3.4 Skematik Regulator Tegangan

III. Perancangan Layout PCB Rangkaian

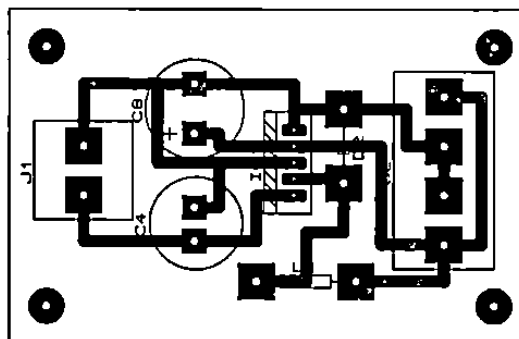
Pada perancangan skematik disini menggunakan software proteus ares, dalam pembuatan layout PCB, yang menjadi panduan utama adalah skematik yang telah dibuat sebelumnya, jadi dalam pembuatan layout, perancang hanya melakukan tata letak komponen. Pada gambar 3.5 dan 3.6a dan 3.6b dibawah ini adalah rangkaian layout PCB board mikro dan board regulator



Gambar 3.5 Layout PCB board Mikrokontroler



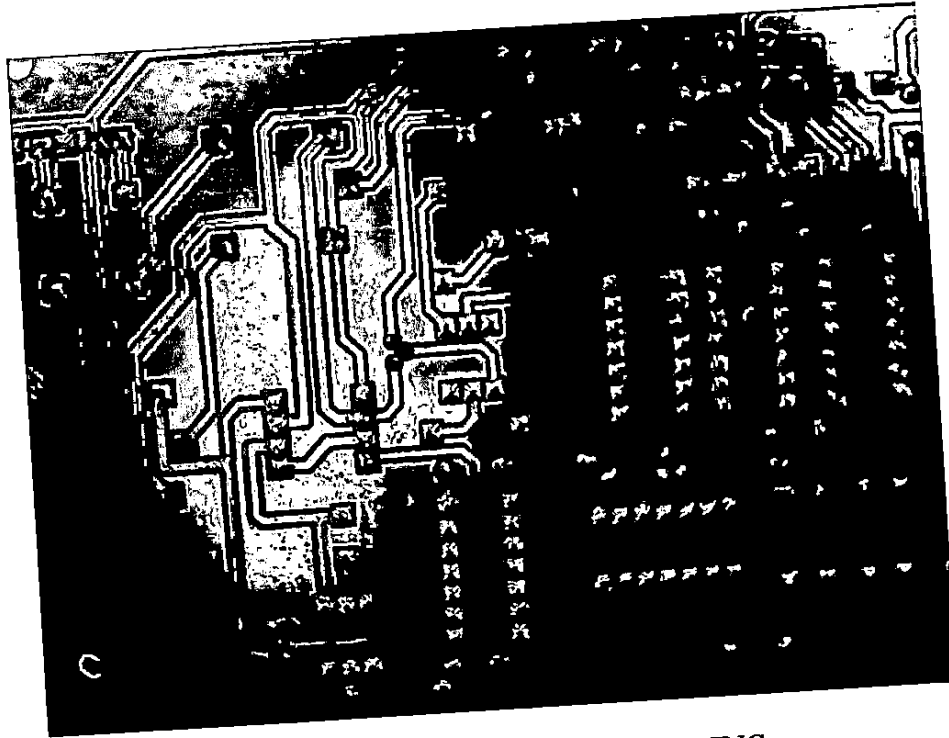
Gambar 3.6a Layout PCB Regulator Tegangan



Gambar 3.6b Layout PCB Switching Regulator +5 volt

IV. Mengkonvert File dan Peroutingan

Pada tahap ini layout PCB yang telah selesai kemudian disimpan kedalam format dalam bentuk CAD/CAM agar dapat dibaca oleh software dan mesin CNC, jika file telah disimpan maka dengan menggunakan mesin CNC hasil layout tadi dapat langsung dibuat dengan menggunakan mesin dengan cara membuang tembaga – tembaga yang tidak terpakai sehingga sampai terbentuk jalur – jalur tembaga yang nantinya akan digunakan sebagai konduktor



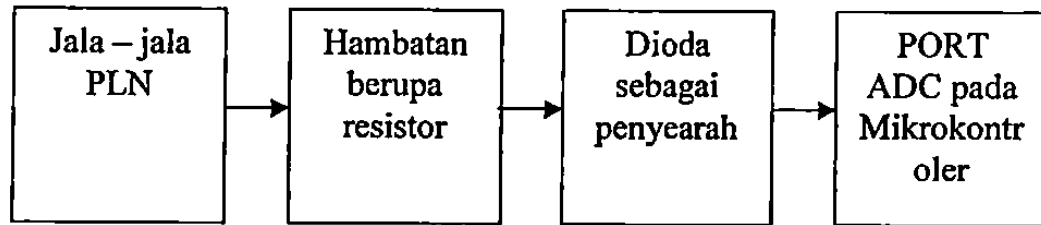
Gambar 3.7 Rangkaian Hasil Routing CNC

3.1.4 Perancangan Sensor Tegangan Dan Sensor Arus

Rancangan kedua sensor ini berupa perancangan sensor yang digunakan untuk mengetahui nilai tegangan dan arus yang mengalir pada beban. Pada pembuatan sensor – sensor, sebelumnya telah mengalami beberapa kali perubahan.

3.1.4.1 Sensor Tegangan

Sensor tegangan disini digunakan untuk mengukur nilai tegangan PLN yang masuk kebeban, yang nantinya akan digunakan untuk memonitoring pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap nilai tegangannya. Pada pembuatan sensor tegangan sebelumnya telah mengalami beberapa percobaan dan perubahan.

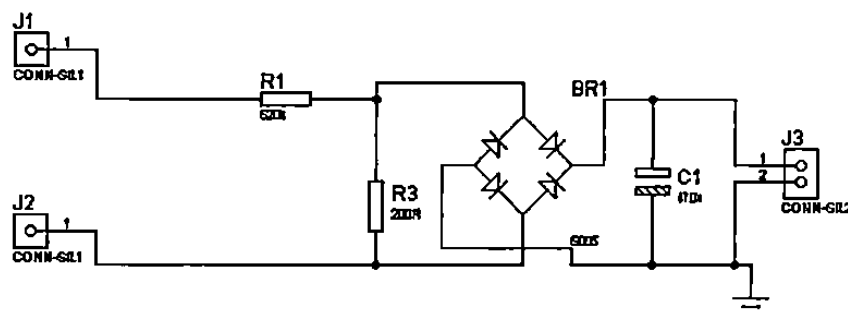


Gambar 3.8 Blok diagram sensor tegangan pertama

Pada Perancangan awal terjadi kendala pada saat hambatan resistor langsung dihubungkan dengan jala – jala PLN, karena untuk mengurangi desipasi daya yang terjadi pada resistor maka dibutuhkan nilai daya pada hambatan yang besar, karena disini rangkaian yang digunakan berupa rangkaian pembagi tegangan yang semula mendapat input tegangan PLN 220 akan diturunkan menjadi max 5 volt, karena nilai 5 volt ini yang nantinya akan dibaca oleh Mikrokontroler. Dan dengan semakin besar nilai tegangan yang diturunkan pada resistor maka nilai eror yang didapat akan semakin besar pula, dan ini tidak sesuai jika digunakan sebagai sensor pengukuran.

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R2}{R1+R2}$$

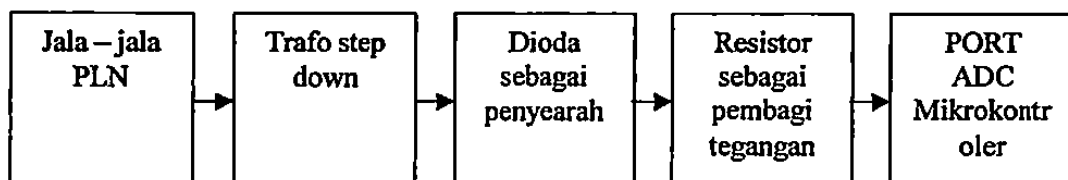
.....(3.1)



Gambar 3.9 Skematik Sensor Tegangan Pertama

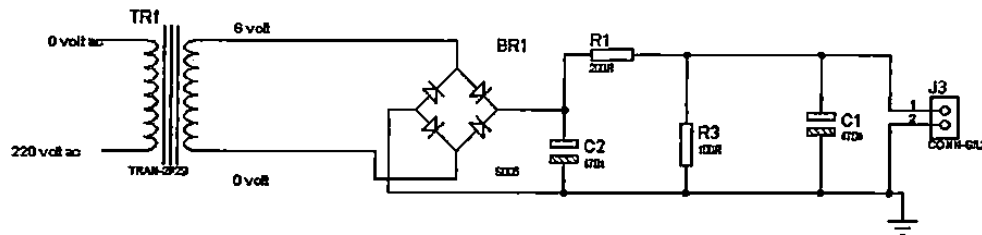
Dengan menggunakan persamaan (3.1) maka akan didapat nilai tegangan keluaran sebesar 70mV. Dengan nilai tegangan yang dibagi cukup besar, sehingga energi yang terbuang pada resistor akan semakin besar juga, dan ini akan mempengaruhi nilai pembacaan oleh Mikrokontroler.

Sehingga pada percobaan berikutnya, perancangan sensor tegangan dirubah dengan menggunakan prinsip trafo pengukuran pada gardu induk.



Gambar 3.10 Blok Diagram Sensor Tegangan Kedua

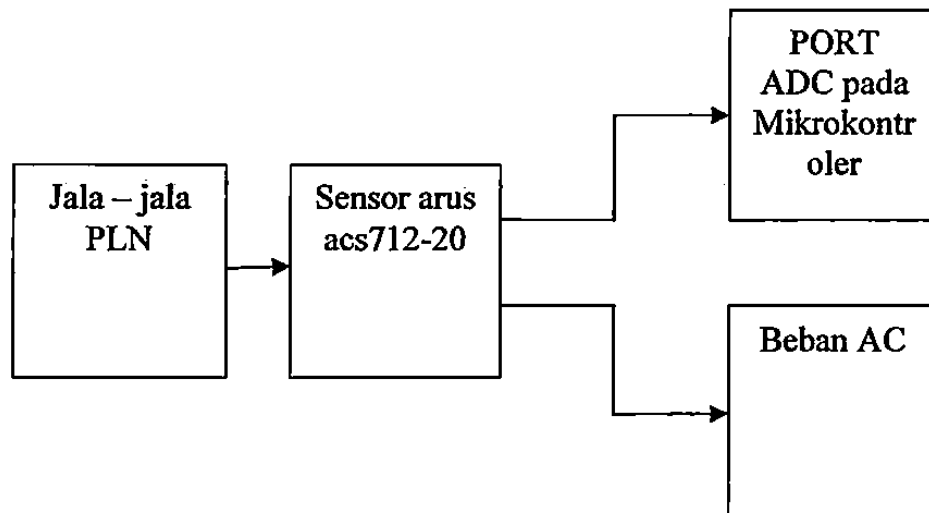
Pada perancangan sensor tegangan yang kedua, ada sedikit perbedaan dan penambahan komponen yang dipakai. Tegangan jala- jala PLN yang akan diukur diturunkan terlebih dahulu dengan menggunakan trafo stepdown, karena trafo disini tidak digunakan sebagai trafo daya, sehingga tidak diperlukan kapasitas ampere yang besar. Lalu tegangan keluaran dari trafo stepdown disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan, tegangan keluaran dioda kemudian dibagi dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan yang memiliki nilai hambatan kecil dan toleransi sebesar 1%, sehingga nilai yang didapat memiliki error yang kecil



Gambar 3.11 Skematik Sensor Tegangan Kedua

3.1.4.2 Sensor Arus

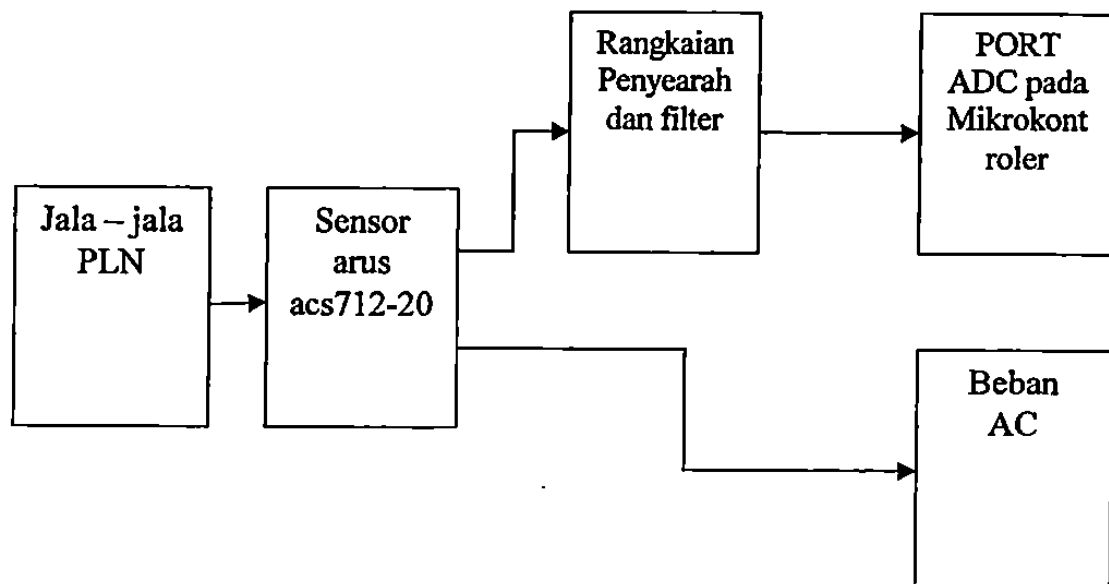
Sensor arus berfungsi sebagai pengukur arus AC yang masuk ke beban, yang nantinya akan digunakan untuk memonitoring pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap nilai arusnya. Sensor arus pada rangkaian ini menggunakan komponen ic hall effect yakni acs712-20 yang mampu dialiri arus sampai dengan 20 ampere.



Gambar 3.12 Blok Diagram Sensor Arus Pertama

Pada perancangan rangkaian sensor arus, penulis telah melakukan dua kali perubahan, perancangan yang pertama sesuai blok diagram dengan gambar 3.12, pada perancangan ini terjadi kendala dalam pembacaan nilai dari

sensor arus, karena nilai yang terbaca tidak stabil dan berubah – ubah. Pada perancangan kedua penulis sedikit memberi tambahan rangkaian pada sensor arus, output dari sensor arus sebelum masuk ke port adc diberikan rangkaian penyearah dan filter, dapat dilihat pada gambar 3.13 dibawah.



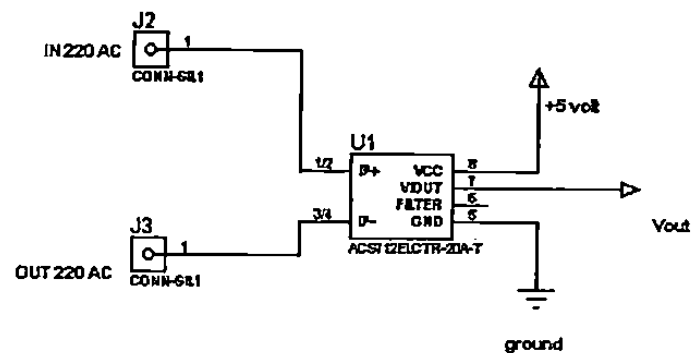
Gambar 3.13 Blok Diagram Sensor Arus Kedua

Pada perancangan kedua nilai yang terbaca oleh mikrokontroler lebih stabil. Sehingga dapat terlihat nilai arus yang mengalir pada beban.

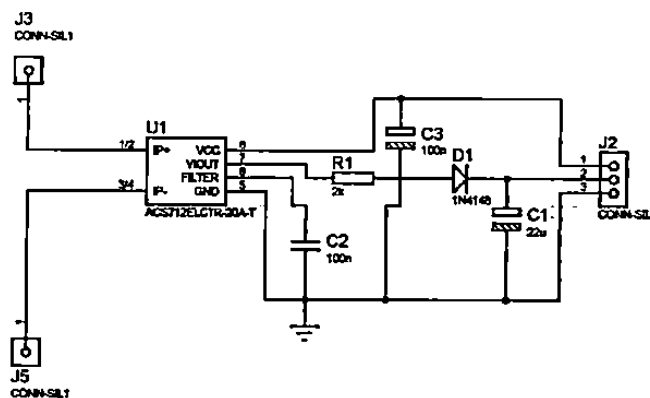
Prinsip kerja dari rangkaian sensor arus ini adalah dengan arus yang mengalir pada ic tersebut maka akan timbul medan magnet, medan magnet inilah yang nantinya akan digunakan sebagai olahan dari komponen – komponen yang ada didalam ic. Medan magnet yang timbul akibat arus yang mengalir adalah berbanding lurus semakin besar arus yang mengalir maka medan magnet yang ditimbulkan semakin besar pula. Pada bagian ic ini

terdapat 2 bagian yang berbeda, bagian yang pertama adalah bagian tegangan

tinggi 220 volt AC dan bagian yang kedua adalah bagian tegangan rendah 5 volt DC. Keluaran dari sensor arus ini adalah tegangan dc yang nantinya akan diolah oleh Mikrokontroler. Pada gambar 3.14 dibawah ini adalah rangkaian sensor arus pertama yang digunakan.



Gambar 3.14 Skematik Rangkaian Pertama Sensor Arus



Gambar 3.15 Skematik Rangkaian Kedua Sensor Arus

3.1.4.3 Langkah – Langkah Perancangan Rangkaian

I. Penentuan Komponen Yang Akan Digunakan

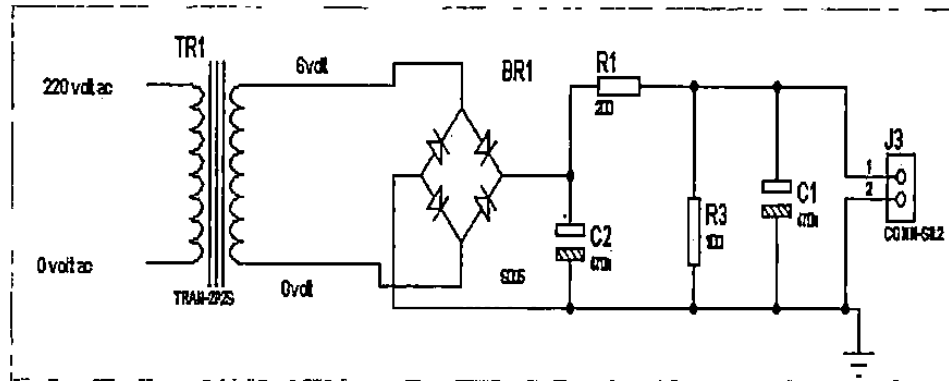
Pada rangkaian sensor tegangan, trafo yang digunakan adalah trafo stepdown. trafo yang digunakan tidak diperlukan kapasitas yang besar

karena trafo yang digunakan tidak untuk mensuplai beban, melainkan hanya untuk pengukuran. Selain penggunaan trafo, dalam pemilihan jenis hambatan yang digunakan untuk membagi tegangan sebaiknya menggunakan hambatan dengan toleransi 1%, karena semakin kecil nilai toleransi maka semakin kecil pula eror yang didapat. Dan juga nilai hambatan yang digunakan untuk membagi tegangan tidak terlalu besar nilainya, karena semakin besar nilai pembagi maka akan semakin besar pula energi yang terbuang.

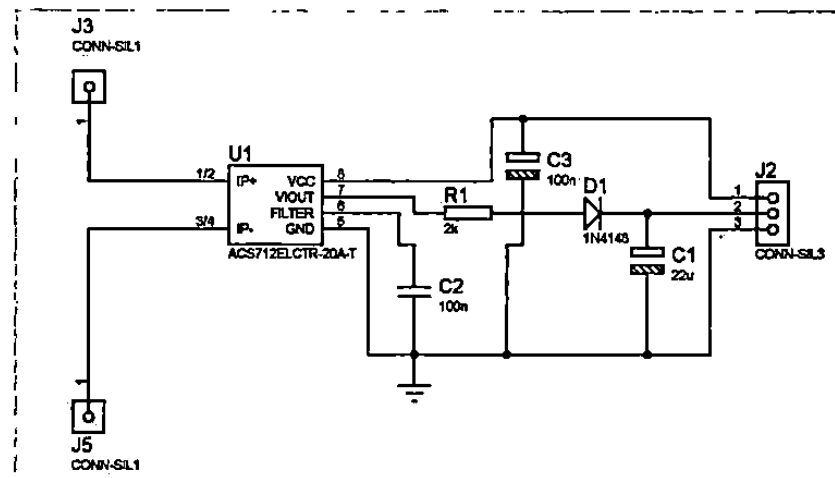
Sedangkan untuk sensor arus tidak diperlukan komponen yang terlalu banyak, hanya saja perlu ditambahkan kapasitor sebesar 1nF sebagai filter untuk masukan sensor arus. Nilai 1nF didapat dari datasheet sensor acs712-20. Sedangkan pada perancangan kedua penulis menambahkan komponen penyearah menggunakan dioda 1n4148 dan filter menggunakan kapasitor polar sebesar 22uF.

II. Perancangan Skematik Rangkaian

Sama dengan perancangan sebelumnya, perancangan skematik menggunakan software proteus ini. Dibawah ini adalah skematik dari



Gambar 3.16 Skematik Rangkaian Sensor Tegangan



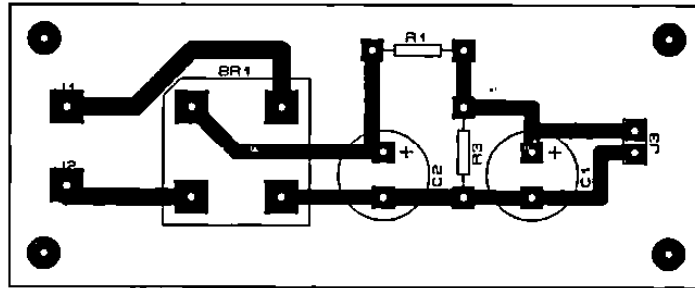
Gambar 3.17 Skematik Rangkaian Sensor Arus

Pada gambar 3.16 bagian J3 masuk kedalam PORT ADC Mikrokontroler yang nantinya akan diolah oleh Mikrokontroler dan gambar 3.17 bagian J2 juga dihubungkan dengan PORT ADC Mikrokontroler. Kedua masukan tersebut yang nantinya menjadi nilai pembanding untuk nilai sesungguhnya pada jala – jala PLN.

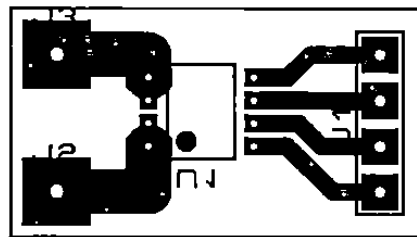
III. Perancangan Layout PCB Rangkaian

Pada perancangan skematik disini menggunakan software proteus ares, dalam pembuatan layout PCB yang menjadi panduan utama adalah

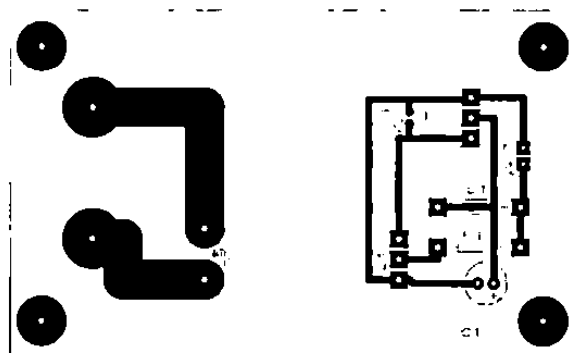
skematik yang telah dibuat sebelumnya, jadi dalam pembuatan layout, perancang hanya melakukan tata letak komponen.



Gambar 3.18 Layout PCB Rangkaian Sensor Tegangan



Gambar 3.19 Layout PCB Rangkaian IC ACS712



Gambar 3.20 Layout PCB Rangkaian Sensor Arus

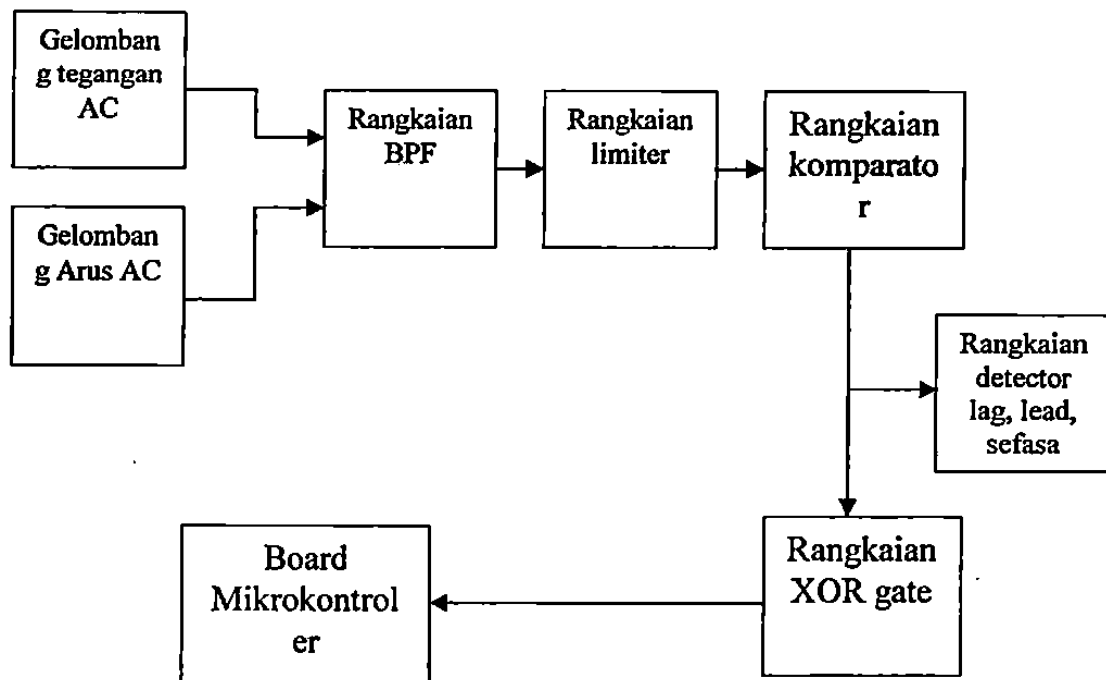
Pada perancangan layout PCB gambar 3.19 diatas, ic acs712-20 yang digunakan sangat kecil sekali sehingga dalam pembuatan jalur sebaiknya diberikan ukuran semaksimal mungkin sehingga nantinya akan memudahkan dalam pemasangan komponen

IV. Mengkonvert File Dan Peroutingan

Pada tahap ini layout PCB yang telah selesai kemudian disimpan kedalam format dalam bentuk CAD/CAM agar dapat dibaca oleh software dan mesin CNC, jika file telah disimpan maka dengan menggunakan mesin CNC hasil layout tadi dapat langsung dibuat dengan menggunakan mesin dengan cara membuang tembaga – tembaga yang tidak terpakai sehingga sampai terbentuk jalur – jalur tembaga yang nantinya akan digunakan sebagai konduktor.

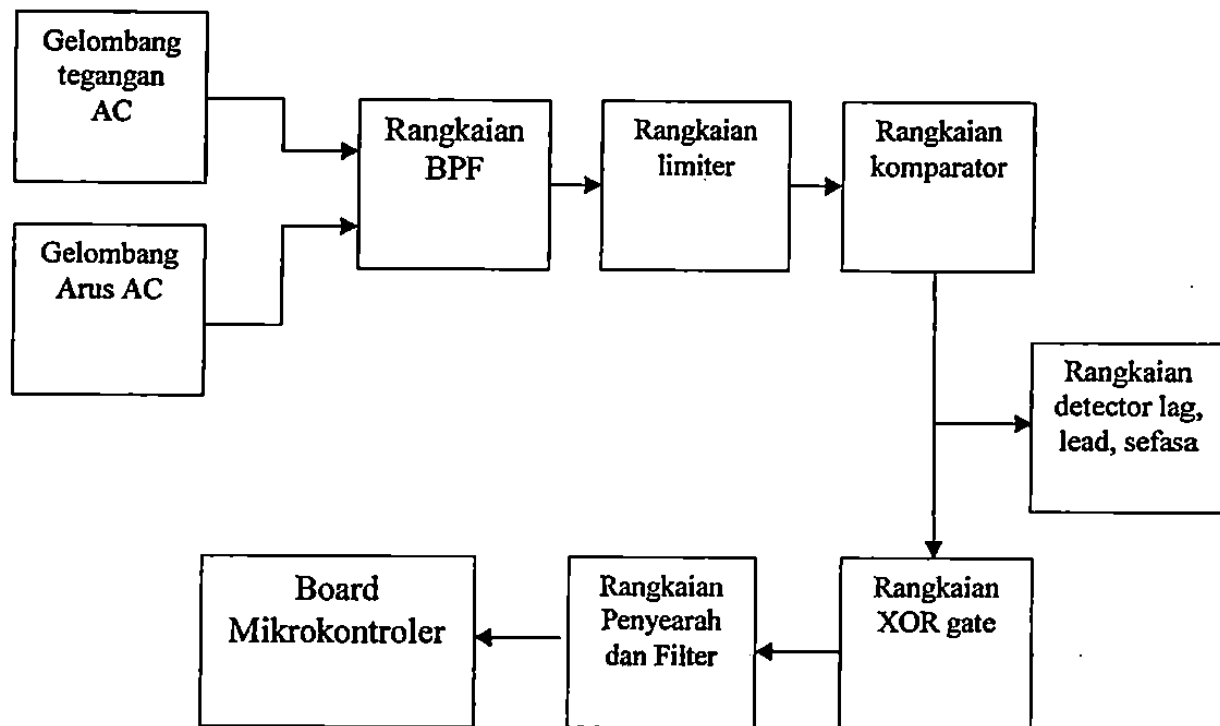
3.1.5 Perancangan Rangkaian Pengkondisi Gelombang

Pada rangkaian pengkondisi gelombang terdiri dari bagian – bagian blok yang memiliki fungsi masing – masing.



Gambar 3.21 Blok diagram Rangkaian Pengkondisi Gelombang ke 1

Pada tahapan ini penulis juga memberikan perubahan antara rancangan pertama dan rancangan kedua. Pada rancangan pertama keluaran dari XOR-gate langsung dibaca oleh port adc mikro, sedangkan rancangan kedua diberikan rangkaian tambahan berupa rangkaian filter dan penyearah. Dibawah ini adalah blok diagram rancangan kedua dari rangkaian pengkondisi gelombang.

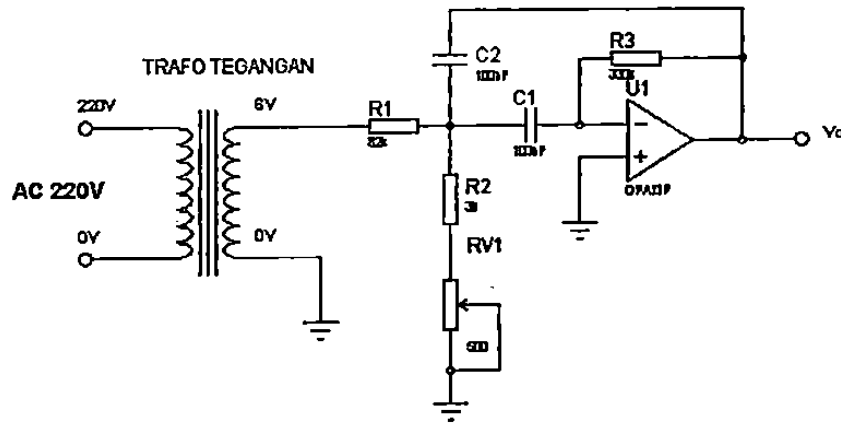


Gambar 3.22 Blok diagram Rangkaian Pengkondisi Gelombang ke-2

Bagian – bagian diatas memiliki fungsi masing – masing, fungsi tersebut akan dijelaskan dibawah ini.

3.1.5.1 Rangkaian Gelombang Tegangan Dan BPF Tegangan

Untuk mendapatkan bentuk gelombang tegangan AC, maka pada bagian ini menggunakan trafo stepdown

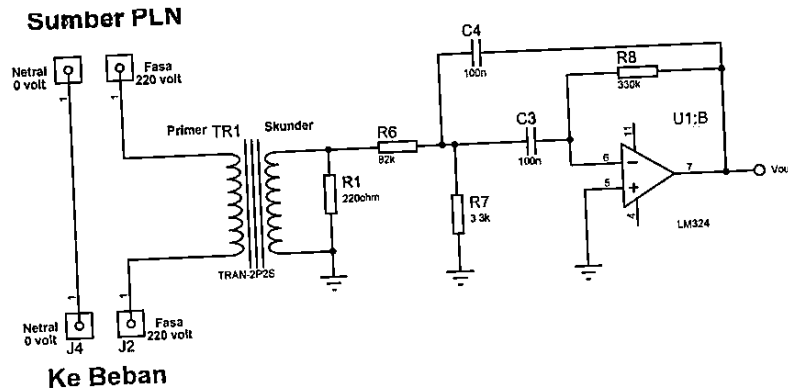


Gambar 3.23 Skematik Rangkaian Gelombang Tegangan Dan BPF

Pada perancangan bagian ini telah mengalami beberapa percobaan, percobaan pertama untuk mengetahui bentuk gelombang tegangan digunakan trafo stepdown yang sama digunakan dengan trafo stepdown pada sensor tegangan. Ternyata dalam percobaan, nilai tegangan yang terdapat pada sensor tegangan terjadi eror dan nilainya tidak stabil, selain erornya nilai dari sensor tegangan, dioda pada sensor tegangan juga mengalami panas yang berlebih, dan hal tersebut tidak wajar, karena dioda tersebut tidak digunakan untuk mensuplai beban yang besar. Sehingga pada percobaan kedua trafo stepdown yang digunakan untuk mendapatkan gelombang tegangan menggunakan trafo yang berbeda dari trafo sensor tegangan.

3.1.5.2 Rangkaian Gelombang Arus Dan BPF Arus

Untuk mendapatkan bentuk gelombang tegangan AC, maka pada



Gambar 3.24 Skematik Rangkaian Gelombang Arus Dan BPF

Untuk mendapatkan bentuk gelombang arus AC, pada penelitian ini telah mengalami beberapa kali percobaan dengan cara yang berbeda – beda.

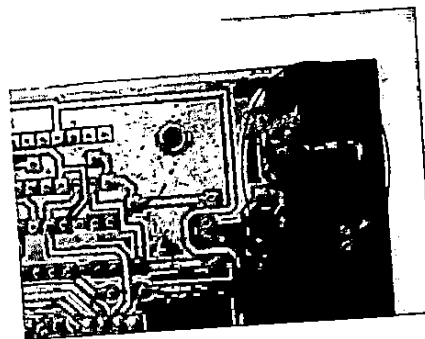
Pada percobaan pertama untuk mendapatkan bentuk gelombang arus AC dilakukan dengan cara mengambil tegangan keluaran dari sensor arus acs712-20, tetapi pada percobaan ini mengalami kegagalan dikarenakan gelombang yang keluar dari sensor arus acs712-20 adalah gelombang sinus dengan noise yang cukup besar, sedangkan yang dibutuhkan untuk masukan rangkaian BPF adalah gelombang AC (sinus) dengan noise yang kecil.

Pada percobaan kedua, penelitian untuk mendapatkan bentuk gelombang arus AC dengan cara menggunakan kumparan toroid yang terdiri dari lilitan primer dan lilitan skunder.



Gambar 3.26 Kumparan Toroid yang Digunakan Sebagai Pengkondisi Gelombang Arus

Selain adanya noise yang besar, pada percobaan ini juga sempat mengalami sort circuit, sehingga berakibat rusaknya komponen – komponen yang lain. Sort circuit diakibatkan karena lilitan primer yang terkelupas pada saat pemasangan lilitan, sehingga arus AC yang melewati lilitan primer bercampur dengan lilitan skunder yang terdapat pada komponen – komponen rangkaian. Dibawah ini adalah rangkaian yang mengalami sort circuit.

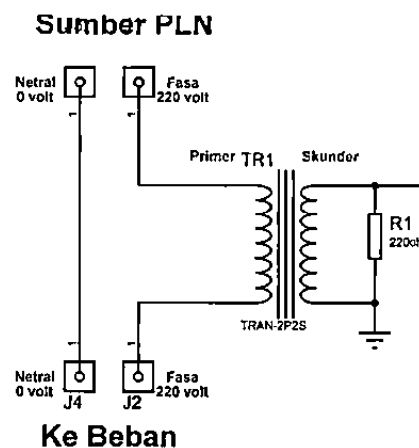


Gambar 3.27 Rangkaian Yang Rusak Akibat Sort Circuit

Setelah mengalami beberapa percobaan, untuk mendapatkan bentuk gelombang arus AC maka digunakan trafo arus, trafo arus disini menggunakan trafo stepdown yang dimodifikasi dari trafo tegangan.

Modifikasi dilakukan dengan cara membalik bagian primer dan skunder, pada bagian skunder trafo stepdown menjadi bagian primer kemudian dirangkai seri dengan jala – jala PLN dan beban sedangkan pada bagian primer menjadi bagian skunder yang digunakan untuk mendapatkan gelombang arus AC yang mengalir pada bagian skunder.

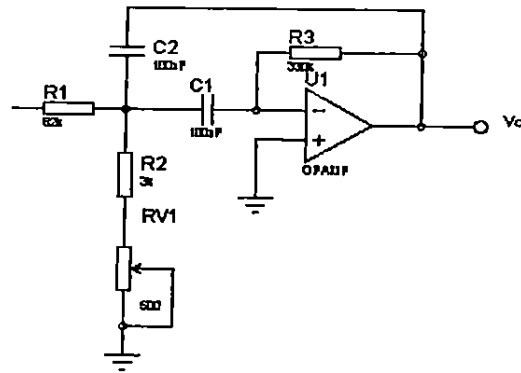
Hal ini dilakukan karena, jika bagian primer pada kondisi awal yang dirangkai seri dengan jala – jala PLN maka akan terjadi drop tegangan pada bagian outputnya, karena lilitan yang berada bagian primer jumlahnya lebih banyak dari bagian skunder, dan lilitan disini juga bersifat sebagai hambatan.



Gambar 3.28 Trafo Tegangan Yang Dimodifikasi Menjadi Trafo Arus

Pada bagian skunder diberi hambatan agar tegangan yang keluar menjadi kecil, karena sebelum diberi hambatan nilai tegangannya sebesar 75 volt, tetapi arusnya sangat kecil, sehingga dengan pemasangan hambatan 220 ohm tegangan yang keluar menjadi sebesar 4 volt AC

3.1.5.3 Rangkaian BPF Tegangan Dan Arus



Gambar 3.29 Skematik Rangkaian BPF Tegangan Dan Arus

Rangkaian BPF disini digunakan untuk memfilter gelombang sinus yang berasal dari trafo tegangan dan trafo arus agar didapatkan gelombang dengan frekuensi 50 hz, dan tegangan sebesar 8,5 vpp. Pada rangkaian ini menghasilkan 2 batasan Lf dan Hf . Komponen pasif yang digunakan sama dengan komponen pasif dari LPF dan HPF.

Perhitungan dari rangkaian diatas adalah

Dipilih $C1 = C2 = C$

Hubungan nilai tahanannya adalah :

$$R_1 = \frac{Q}{2\pi f_c C A_f} \quad \dots\dots(3.2)$$

$$R_2 = \frac{Q}{2\pi f_c C (2Q^2 - A_f)} \quad \dots\dots(3.3)$$

$$R_3 = \frac{Q}{\pi f_c C} \quad \text{.....(3.4)}$$

Dimana nilai fA saat pada Cf adalah

$$A_f = \frac{R_3}{2R_1} < 2Q^2 \quad \text{.....(3.5)}$$

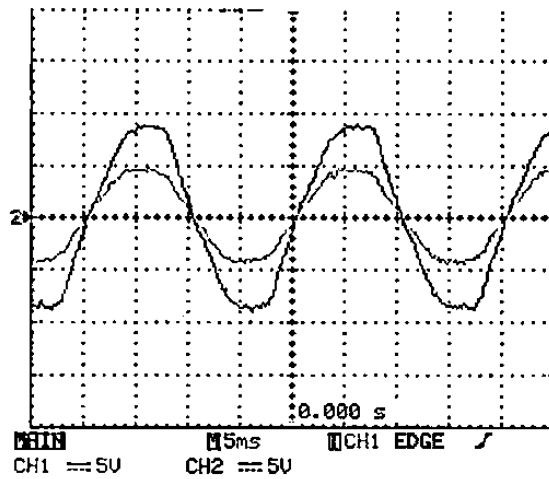
Perlu diingat bahwa,

$$Q = \frac{f_c}{BW} = \frac{f_c}{f_H - f_L} \quad \text{dan} \quad f_c = \sqrt{f_H f_L} \quad \text{.....(3.6)}$$

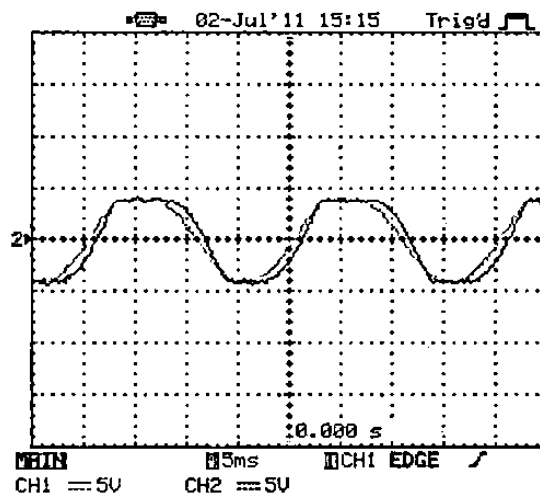
Ada keuntungan rangkaian ini adalah bila ingin mengganti frekuensi centernya Cf , maka tinggal mengganti nilai R_2 saja. Nilai yang baru adalah R_2'

$$R_2' = R_2 \left(\frac{f_c}{f_c'} \right)^2 \quad \text{.....(3.7)}$$

Gambar 3.30 adalah gambar gelombang dari keluaran trafo tegangan dan trafo arus, sedangkan gambar 3.31 adalah gelombang keluaran dari



Gambar 3.30 Gelombang Keluaran Dari Trafo

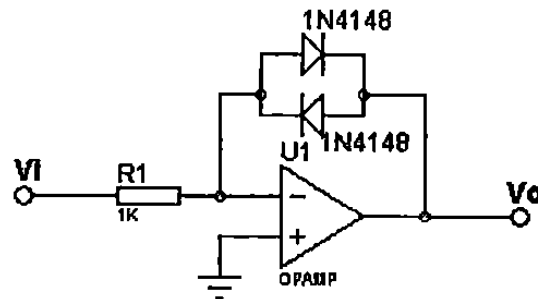


Gambar 3.31 Gelombang Keluaran Rangkaian BPF

Pada gambar diatas, gelombang warna kuning adalah gelombang untuk arus AC dan gelombang warna biru adalah gelombang untuk tegangan AC.

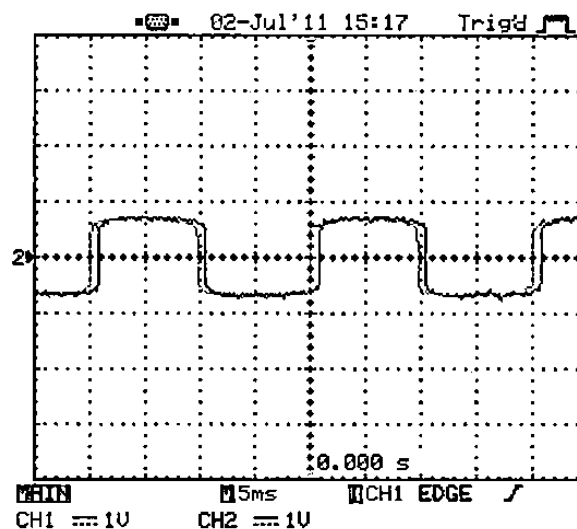
Gelombang diambil dengan menggunakan beban lampu halam 40 watt

3.1.5.4 Rangkaian Limiter



Gambar 3.32 Skematik Rangkaian Limiter

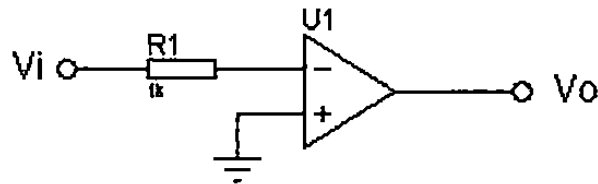
Pada Gambar 3.32 Rangkaian limiter pada tegangan dan arus cara kerjanya sama. Rangkaian limiter mengubah sinyal dari BPF gelombang sinus menjadi gelombang kotak kemudian *level output*-nya di batasi sebesar 0,65 volt. Ini merupakan tegangan *forward* yang dimiliki dioda 1N4148. Penggunaan resistor diatas digunakan untuk mengurangi nilai arus yang masuk kedalam rangkaian dan juga berfungsi sebagai filter terhadap noise – noise yang lolos oleh rangkaian BPF.



Gambar 3.33 Gelombang Kebetulan Dari Rangkaian Limiter

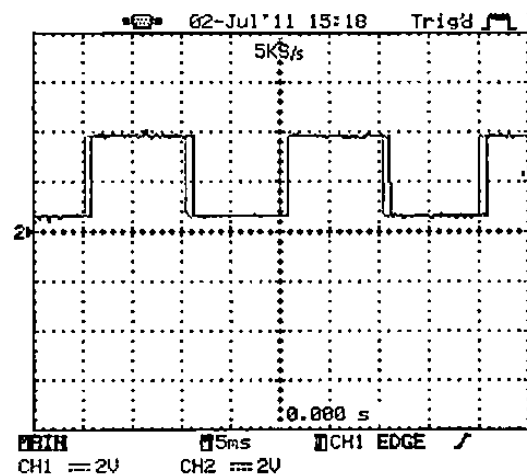
Pada gambar 3.33 bentuk gelombang yang dihasilkan hampir kotak, tetapi pada gelombang tersebut masih terdapat nilai tegangan dibawah level 0 volt. Sehingga pada rangkaian berikutnya akan membalik tegangan dibawah level 0 volt menjadi tegangan diatas 0 volt.

3.1.5.5 Rangkaian Komparator



Gambar 3.34 Skematik Rangkaian Komparator

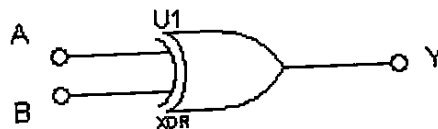
Pada Gambar 3.34 Rangkaian comparator yang bekerja pada tegangan kerja tunggal lima volt. Vi di letakan pada kaki inverting. Apabila Vi berpolaritas negatif melewati level nol volt, Vo akan menjadi berpolaritas positif dan menuju level tegangan kerja. Vo akan bergerak maksimum positif menuju level nol, apa bila Vi berubah kearah positif dan melewati nol volt.



Gambar 3.35 Gelombang Keluaran Rangkaian Komparator

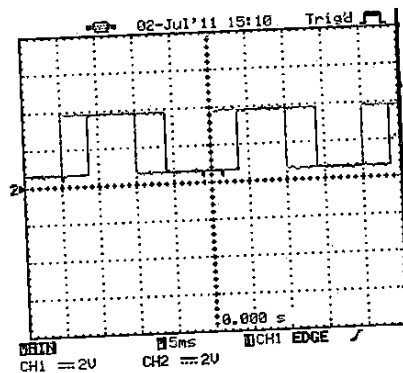
Pada gambar gelombang diatas, sudah tidak terdapat gelombang dibawah level 0 volt. Kedua gelombang tersebut kemudian akan digunakan untuk mendeteksi pergesean fasa yang dideteksi oleh XOR gate dan juga sebagai masukan detector lagging, leading.

3.1.5.6 Rangkaian XOR Gate

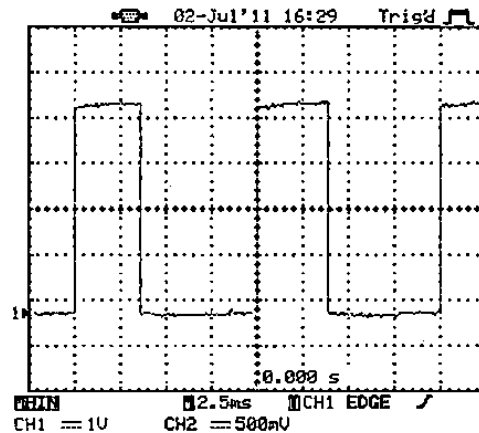


Gambar 3.36 Rangkaian XOR Gate

Pada Gambar 3.36 Inti dari rangkaian pengkondisi gelombang ini ada pada rangkaian EX-OR *gate* dimana pergesean fasa tegangan dan arus pada A dan B akan terdeteksi melalui output Y pada rangkaian EX-OR *gate* ini. Semakin besar pergesean fasa antara arus dan tegangan maka semakin lebar pulsanya pada output Y rangkaian EX-OR *gate* tersebut begitu juga sebaliknya.



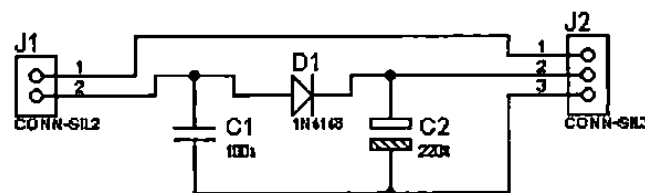
Gambar 3.37 Gelombang Masukan XOR Gate



Gambar 3.38 Gelombang Keluaran XOR Gate

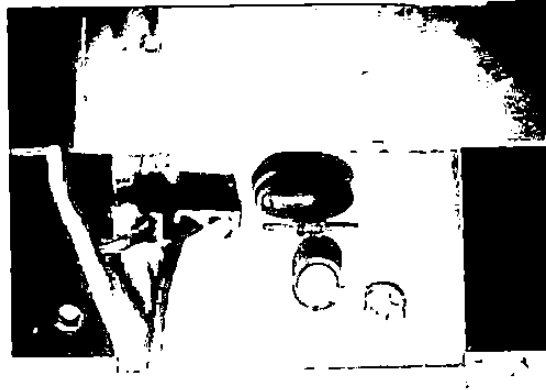
3.1.5.7 Rangkaian Penyearah dan Filter

Pada rangkaian penyearah dan filter ini, penulis menggunakan pada rancangan yang kedua.



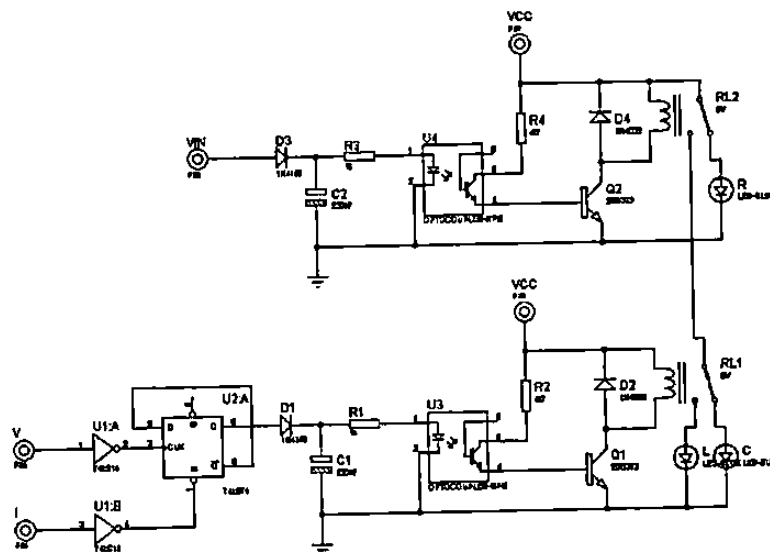
Gambar 3.39 Skematik Rangkaian Penyearah dan Filter

Rangkaian diatas menggunakan komponen yang sedikit, tapi penambahan rangkaian diatas sangat berpengaruh dalam pembacaan nilai keluaran dari XOR-gate. Sehingga jika terjadi pergeseran fasa dari gelombang arus dan tegangan keluaran dari xor gate dengan nilai lebar pulsa yang berbeda – beda dapat terbaca kedalam port adc dan dideteksi perubahannya.



Gambar 3.40 Rangkaian Penyearah dan Filter

3.1.5.8 Rangkaian Detector Lagging, Leading, Dan Sefasa



Gambar 3.41 Rangkaian Detektor Lagging, Leading, dan Sefasa

Pada detektor lagging leading dan sefasa diperoleh dari dua comparator tegangan dan arus. Indikator rangkaian ini menggunakan led. Apabila terjadi lagging pada output comparator tegangan dan arus maka

input indikator sefasa diperoleh dari output EX-OR gate. Apabila tidak terjadi pergeseran fasa pada input EX-OR gate maka indikator sefasa akan menyala.

3.1.5.9 Langkah – Langkah Perancangan Rangkaian

I. Penentuan Komponen Yang Akan Digunakan

Dalam perancangan rangkaian pengkondisi gelombang digunakan bermacam – macam jenis komponen elektronika analog. Pada bagian rangkaian BPF sampai dengan bagian rangkaian detector lagging dan leading terdiri dari beberapa komponen, seperti :

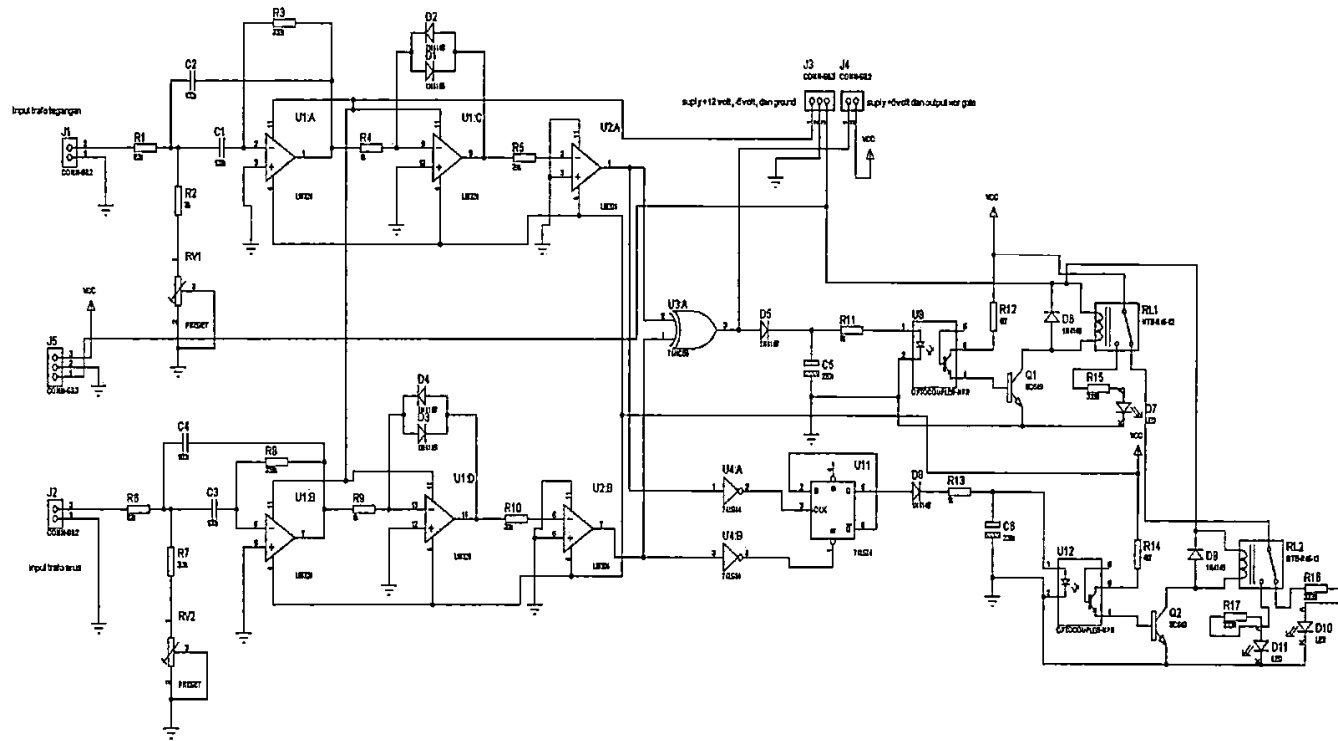
- Kapasitor mkm 100nF
- Resistor dengan toleransi 1%
- Ic lm 324
- Dioda 1n4148
- Ic 74HC86 (XOR gate)
- Ic 74LS14 (NOT gate)
- Ic 74LS74
- MOC
- Transistor dan relay

Pada komponen – komponen diatas adalah komponen yang sering digunakan pada rangkaian analog jadi untuk mendapatkannya juga

II. Perancangan Skematik Rangkaian

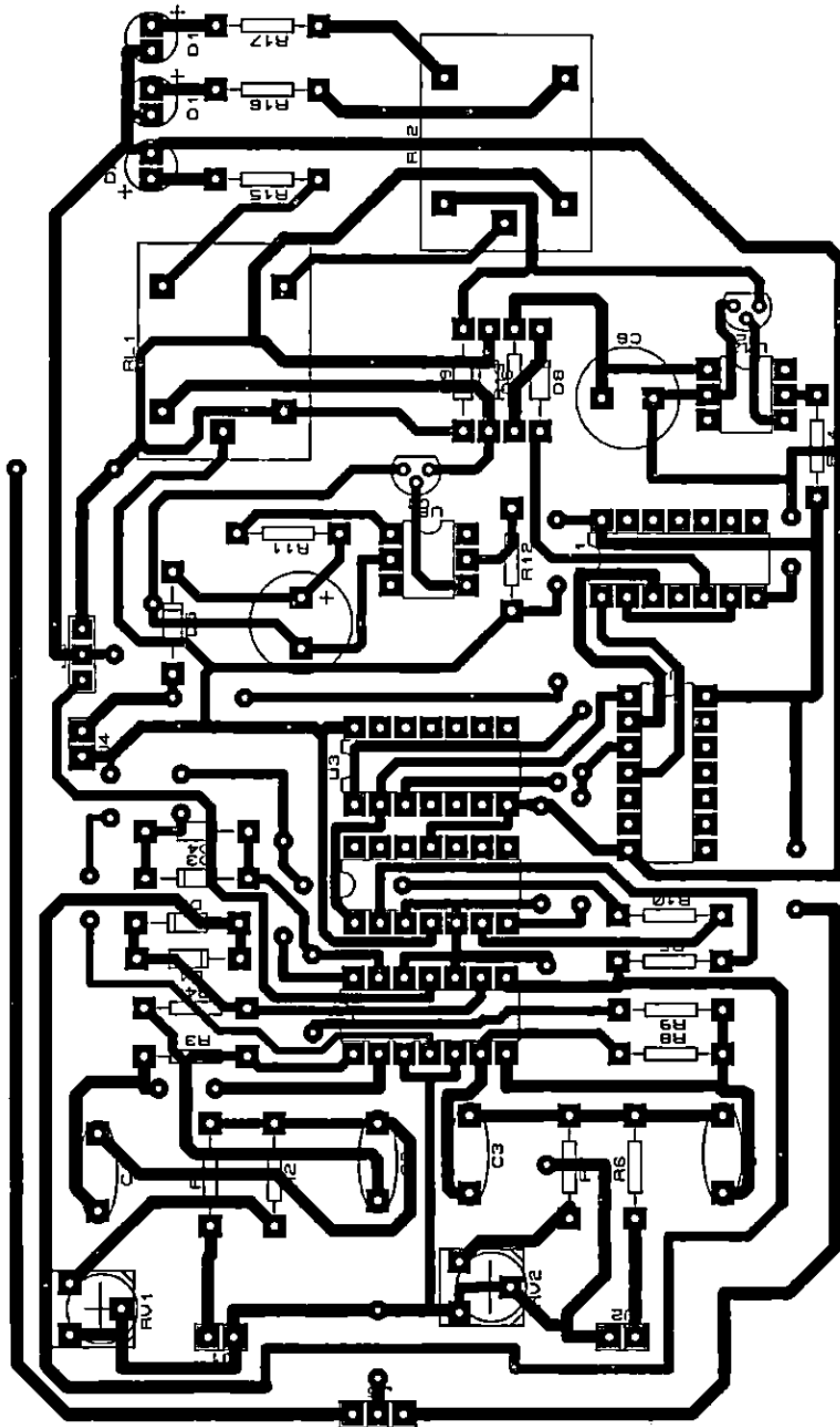
Pada perancangan skematik rangkaian pengkondisi gelombang, seluruh bagian – bagian yang telah disebutkan diatas dirangkai menjadi satu bagian sehingga memudahkan dalam pembuatan dan penghematan dalam penggunaan komponen – komponen aktif, seperti ic lm324, ic 74LS14 dan lain – lain.

Dibawah ini adalah gambar skematik dari rangkaian pengkondisi:



Gambar 3.42 Skematik Rangkaian Pengkondisi gelombang Dan Rangkaian Detektor Lagging Leading.

III. Perancangan Layout PCB



Gambar 3.43 Layout PCB Rangkaian Pengkondisi Gelombang Dan

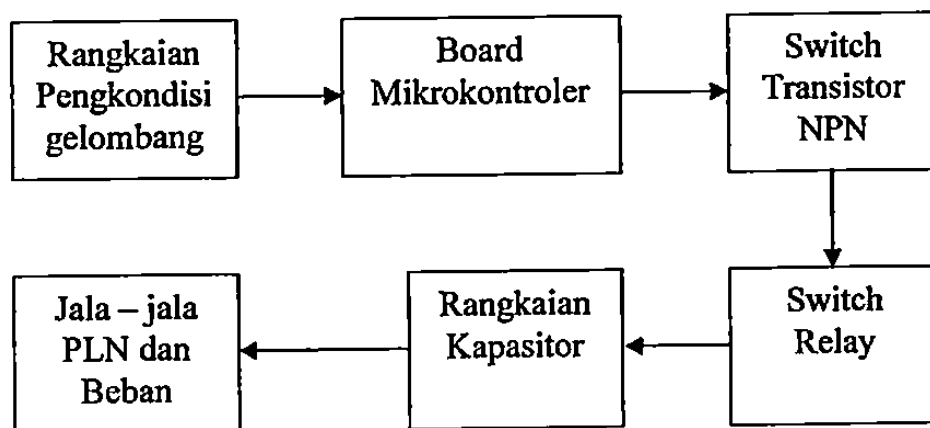
Deteksi Detektor Leaking Loading

IV. Mengkonvert File Dan Peroutingan

Pada tahap ini layout PCB yang telah selesai kemudian disimpan kedalam format dalam bentuk CAD/CAM agar dapat dibaca oleh software dan mesin CNC, jika file telah disimpan maka dengan menggunakan mesin CNC hasil layout tadi dapat langsung dibuat dengan menggunakan mesin dengan cara membuang tembaga – tembaga yang tidak terpakai sehingga sampai terbentuk jalur – jalur tembaga yang nantinya akan digunakan sebagai konduktor.

3.1.6 Perancangan Rangkaian Mini Kapasitor Bank

Pada tahap perancangan ini adalah bertujuan untuk membuat rangkaian kapasitor sebanyak 8 buah yang dirangkai secara paralel terhadap jaringan jala – jala PLN, penggunaan kapasitor ini diatur secara otomatis oleh Mikrokontroler yang pengaturan switch nya menggunakan transistor dan relay.



Gambar 3.44 Blok Diagram Rangkaian Mini Kapasitor Bank

Pada perancangan mini kapasitor bank, dibatasi kapasitor yang akan

sebanyak 8 buah dengan nilai masing – masing 1.2uF, 8 kapasitor tersebut seluruhnya dirangkai secara pararel, dengan menggunakan persamaan (3.8) maka didapat nilai kapasitor secara keseluruhan sebesar 9.6uF. Sehingga jika terjadi perubahan nilai kapasitor atau perubahan jenis kapasitor maka akan berpengaruh terhadap perubahan $\cos \Phi$ yang dihasilkan.

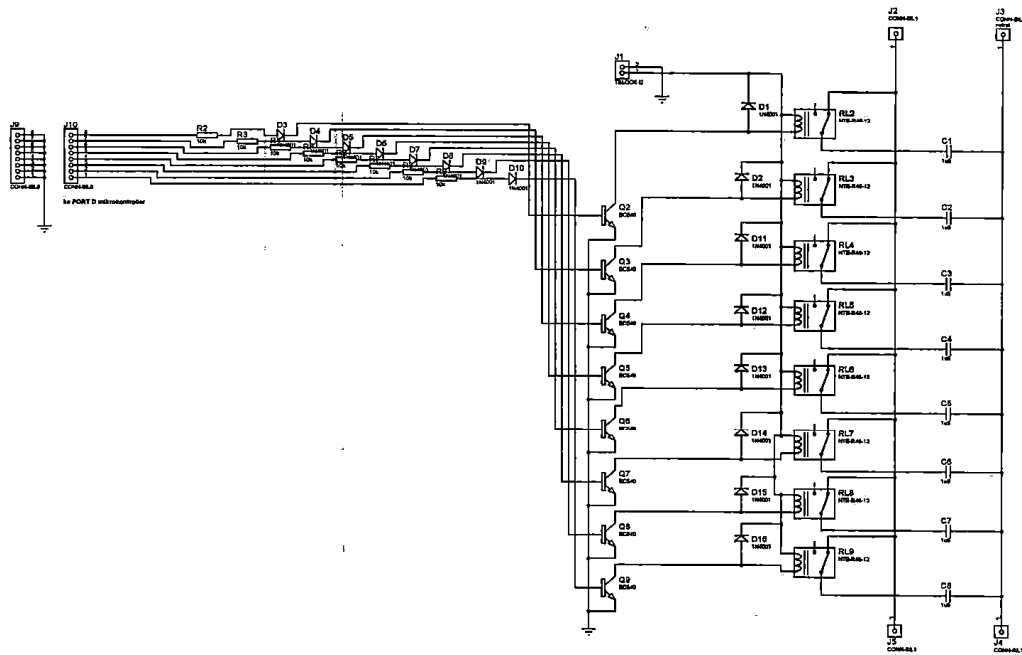
$$C \text{ total} = C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7+C8 \quad \dots\dots(3.8)$$

Pemakaian kapasitor tersebut sesuai dengan nilai $\cos \Phi$ yang didapat dari hasil pergesaran fasa gelombang tegangan dan gelombang arus.

3.1.6.1 Mini Kapasitor Bank

Dalam perancangan mini kapasitor bank tidak terjadi kendala yang terlalu banyak, hanya saja dalam pengaktifan kapasitor, kapasitor yang pertama kali sering aktif akan rawan terhadap kerusakan, jadi untuk pengembangan selanjutnya sebaiknya dalam pengaktifan kapasitor dilakukan secara bergantian untuk kapasitor pertama. Pemakaian kapasitor sendiri secara otomatis akan dimulai dengan menggunakan 1 buah kapasitor terlebih dahulu, setelah kapasitor pertama aktif, maka Mikrokontroler akan memonitor nilai $\cos \Phi$, jika nilai $\cos \Phi$ yang didapat masih belum mendekati 1 maka akan dilakukan switch kapasitor yang kedua, sehingga kapasitor yang digunakan sebanyak 2 buah. Jika Mikrokontroler telah mendeteksi bahwa nilai $\cos \Phi$ mendekati 1 maka switch kapasitor dihentikan

Karena diharapkan nilai $\cos \Phi$ agar mendekati 1 dan bersifat lagging ataupun leading. Karena dengan nilai $\cos \Phi$ yang semakin mendekati 1 maka akan didapatkan arus yang lebih kecil dari arus awal

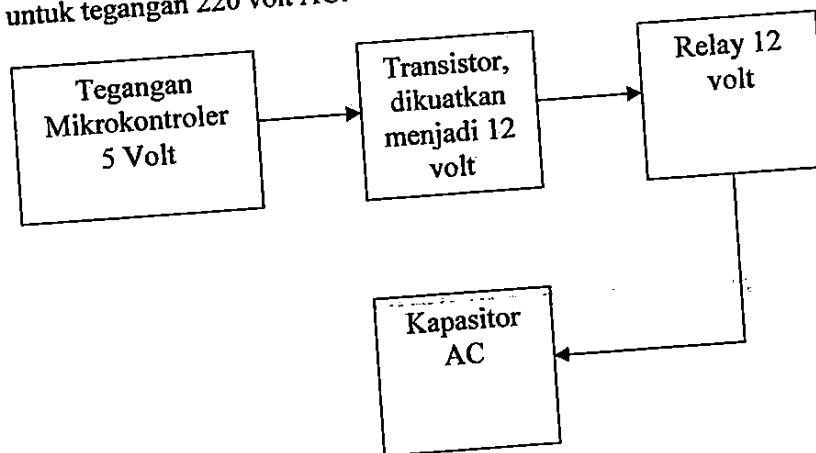


Gambar 3.45 Skematik Mini Kapasitor Bank

3.1.6.2 Langkah – Langkah Perancangan Rangkaian

I. Penentuan Komponen Yang Akan Digunakan

Dalam perancangan mini kapasitor bank, pemilihan nilai kapasitor sebesar 1.2 uF, bertujuan agar nilai perubahan $\cos \Phi$ dapat berjalan secara halus, sehingga dapat dimonitoring oleh Mikrokontroler. Selain nilai kapasitansi dari kapasitor tersebut, diperhatikan juga nilai range tegangan yang mampu diterima oleh kapasitor tersebut, range yang terdapat pada kapasitor tersebut sebesar 400 Volt AC, sehingga aman untuk tegangan 220 volt AC.

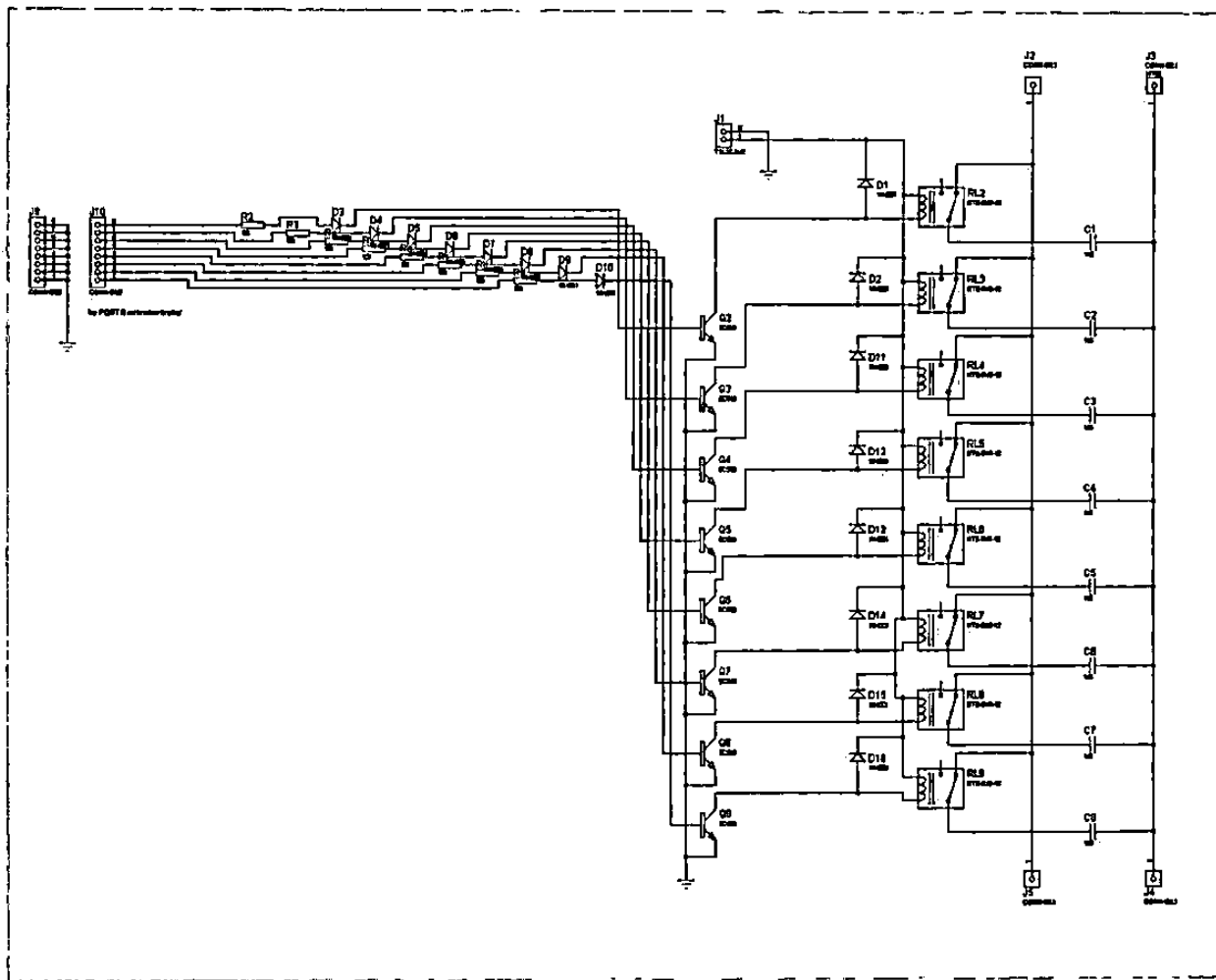


Gambar 3.46 Blok Diagram Sistem Kerja Mini Kapasitor Bank

Untuk pengaturan switch digunakan transistor dan relay, hal ini digunakan Karena dibutuhkan tegangan kerja yang berbeda – beda, tegangan yang keluar dari Mikrokontroler digunakan untuk mengaktifkan transistor, lalu ditransistor dikuatkan menjadi 12 volt, karena tegangan kerja relay sebesar 12 volt, kemudian transistor

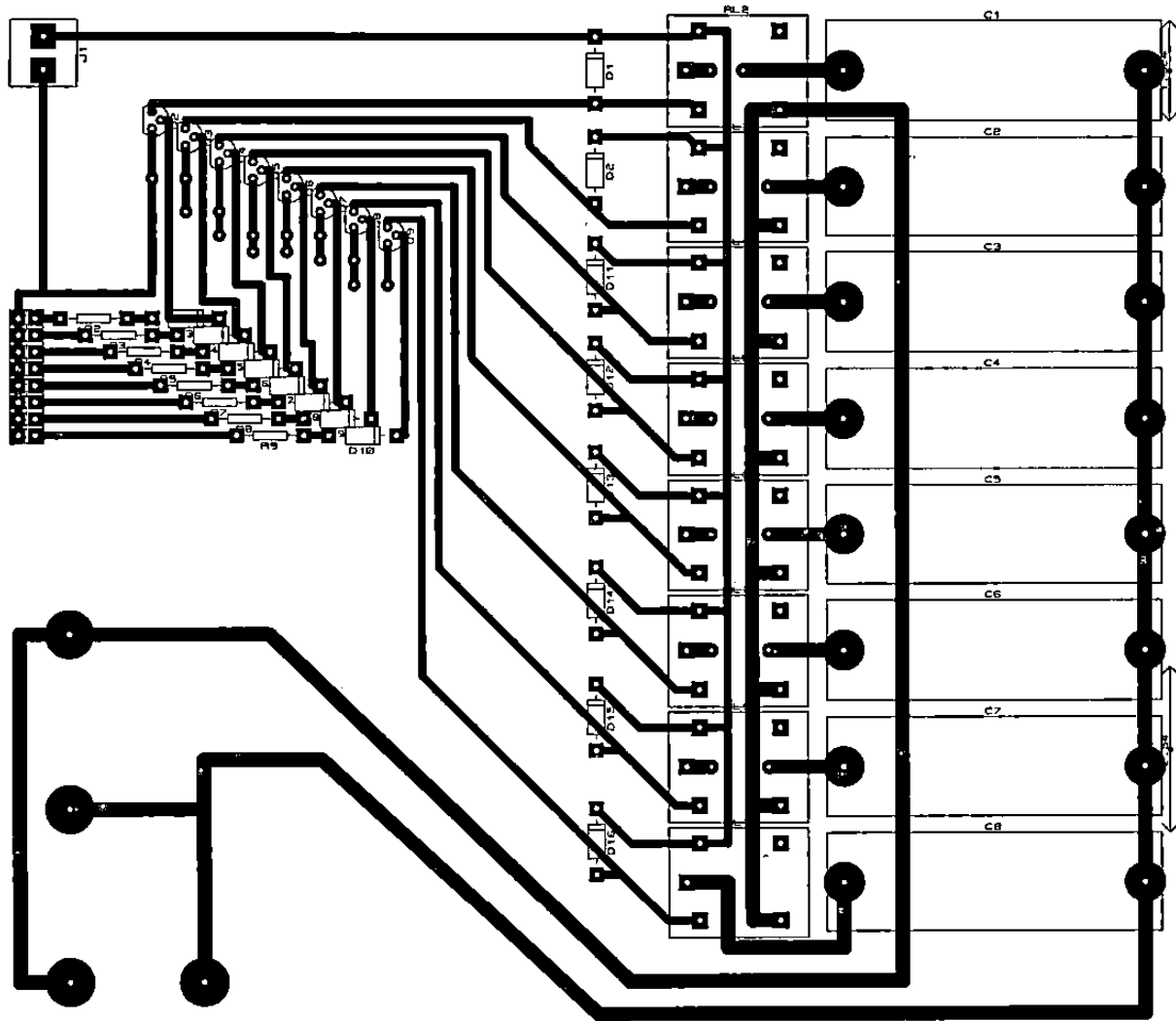
digunakan untuk mengaktifkan relay 12 volt, relay yang digunakan adalah jenis relay 2 kutub, dan relay yang digunakan sifatnya normali open, jadi jika relay tidak dipicu maka kapasitor tidak akan dihubung paralel terhadap jala – jala PLN dan juga beban.

II. Perancangan Skematik Rangkaian



Gambar 2.47 Skematik Rangkaian Kapasitor Bank

III. Perancangan Layout PCB Rangkaian



Gambar 3.48 Layout PCB Rangkaian Kapasitor Bank

IV. Mengkonvert File Dan Peroutingan

Pada tahap ini layout PCB yang telah selesai kemudian disimpan kedalam format dalam bentuk CAD/CAM agar dapat dibaca oleh software dan mesin CNC, jika file telah disimpan maka dengan menggunakan mesin CNC hasil layout tadi dapat langsung dibuat

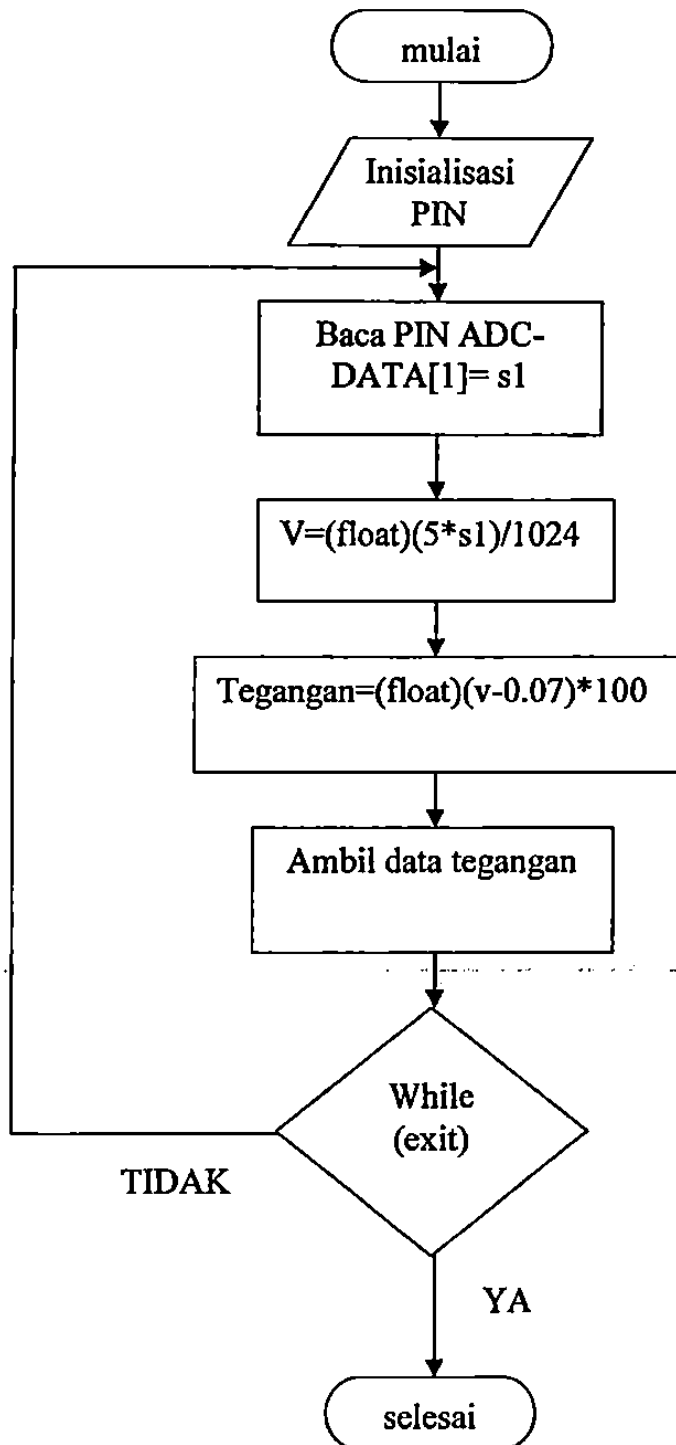
dengan menggunakan mesin dengan cara membuang tembaga – tembaga yang tidak terpakai sehingga sampai terbentuk jalur – jalur tembaga yang nantinya akan digunakan sebagai konduktor.

3.1.7 Perancangan Program

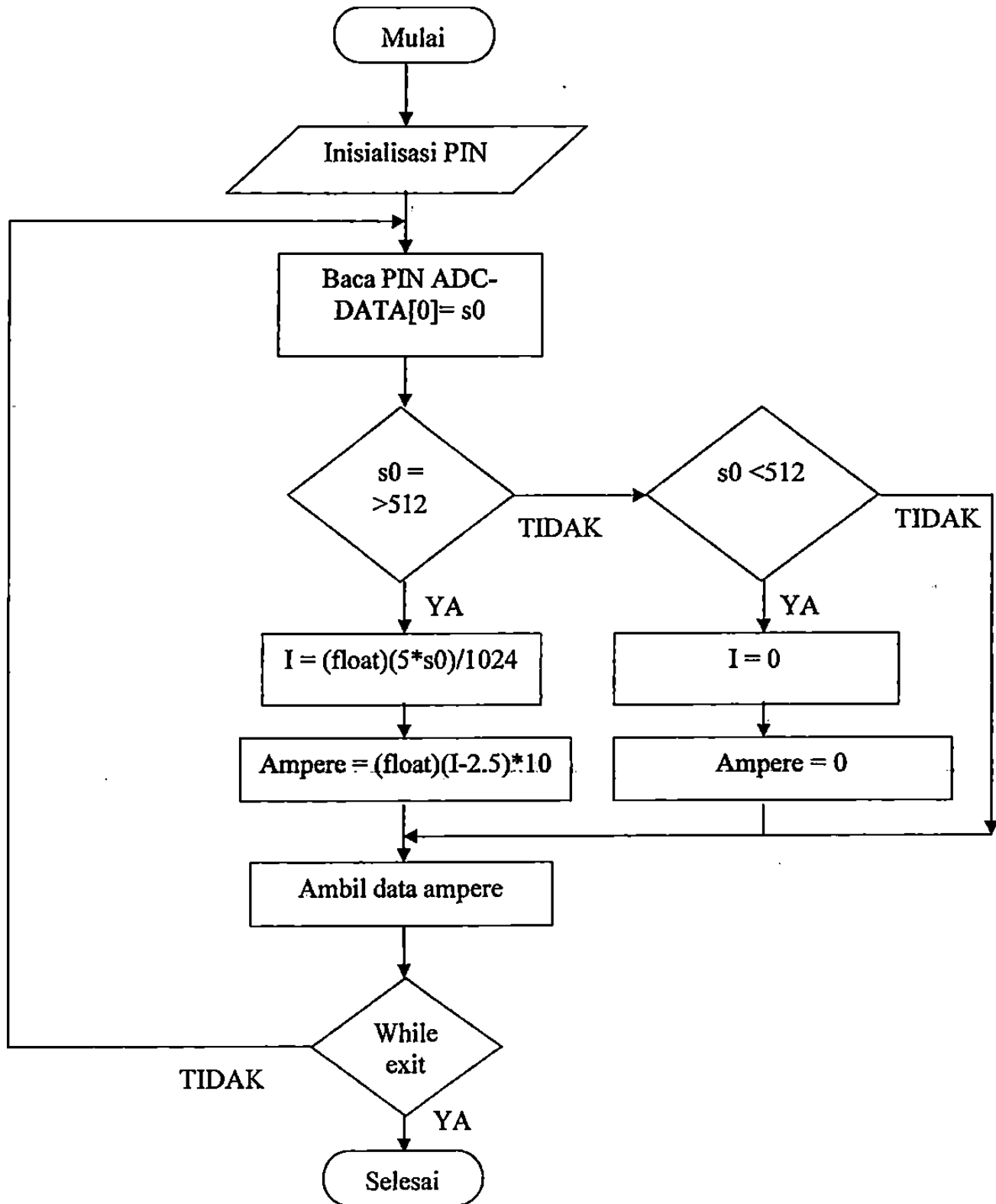
Perancangan *software* dibagi menjadi tiga bagian yaitu *software* untuk rangkaian pengolah data sensor tegangan, rangkaian pengolah data sensor arus, rangkaian pengolah data sensor pengkondisi gelombang dan rangkaian kontroler. Semua *software* dibuat di dalam *software* pemrograman CODEVISION AVR V2.03.9. menggunakan bahasa C. Masing-masing *software* ini akan di masukan ke dalam memori mikrokontroler sesuai dengan tugasnya masing-masing.

Untuk memudahkan dalam pembuatan alur program penulis membuat flowcart sebagai perencanaan awal. Flowcart yang dibuat sesuai dengan bagian – bagian dari keseluruhan perancangan program

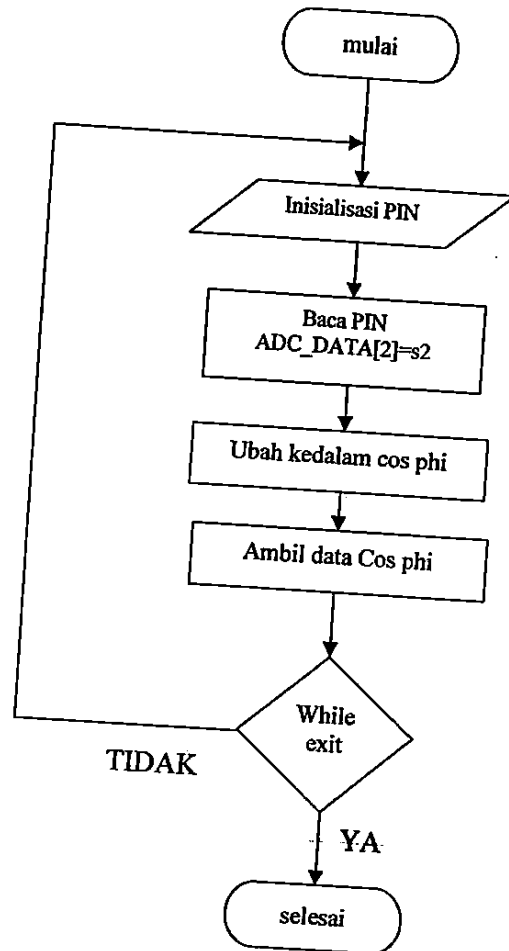
3.1.7.1 Flowcart Bagian Sensor Tegangan



3.1.7.2 Flowcart Bagian Sensor Arus

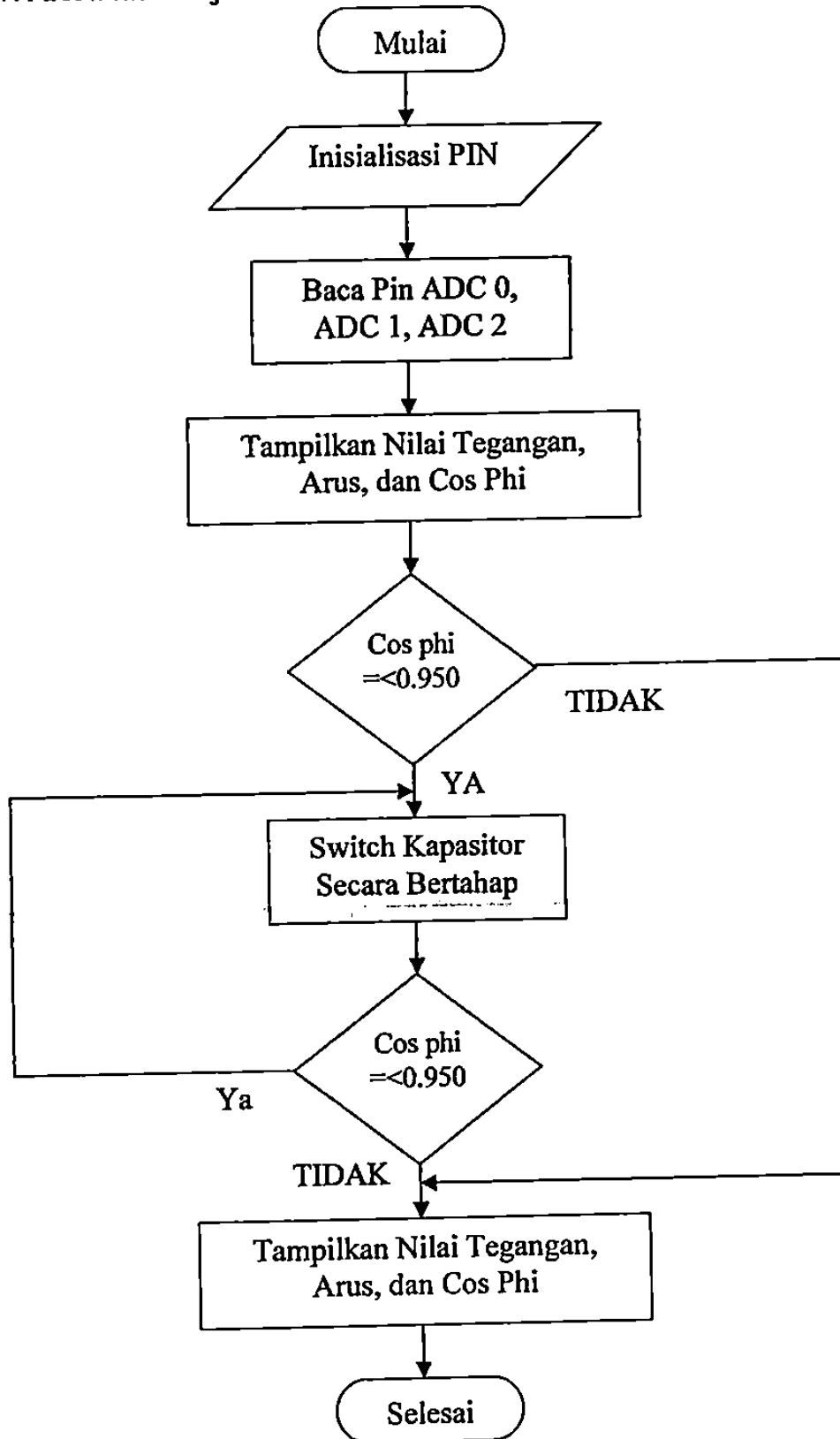


3.1.7.3 Flowcart Bagian Pengkondisi gelombang



Gambar 3.51 Flowcart Bagian Cos Φ meter

3.1.7.4 Flowcart Kerja Alat Secara Keseluruhan



3.2 Pembuatan

Tahap pembuatan adalah tahap realisasi dari tiap-tiap prancangan yang telah dibuat, perancangan-perancangan yang telah dibuat kemudian direalisasikan satu persatu sehingga dapat memudahkan dalam pembuatan, sebelum melakukan pembuatan alat, terlebih dahulu penulis menyediakan peralatan dan bahan-bahan apa saja yang akan digunakan dan dibutuhkan pada saat pembuatan alat.

3.2.1 Alat

Alat yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

- Tang buaya
- Tang potong
- Tang pengupas kabel
- Screwdrivers (macam-macam obeng)
- Solder iron (solder listrik)
- Soldering attractors
- Setrika listrik
- Pemotong PCB
- Mesin CNC
- LEM
- Mistar
- Cos Φ meter analog
- Osciloscop digital dan analog
- Beban Lampu TL dan Bolam

3.2.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

- PCB (fiber dan Biasa)
- Transformator Stepdown
- Sensor Arus
- Terminal Blok
- Relay

- Kumparan Toroid
- Kapasitor AC.
- ATMEGA32.
- LCD 16x2
- Xtal 11.05920 Mhz
- IC LM7812, LM7912, LM7905, LM2576-5.
- Kabel Pelangi.
- Aklirik
- Dan beberapa komponen-komponen pendukung seperti, capasitor, resistor, dioda, transistor led dan lain-lain.

3.2.3 Pembuatan Hardware

Pada pembuatan hardware tahap pembuatan meliputi:

1. Pembuatan Desain Tempat dan Bodi Alat
2. Pembuatan Tempat dan Bodi Alat
3. Pembuatan Rangkaian Elektronik Alat

3.2.3.1 Pembuatan Desain Tempat dan Bodi Alat

Dalam pembuatan desain tempat dan bodi alat bertujuan agar seluruh komponen dapat diletakkan dengan mudah dan berada pada 1 modul tempat agar memudahkan penulis dalam mengamati hasil pengujian. Pembuatan

3.2.3.2 Pembuatan Tempat dan Bodi Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tempat dan bodi adalah akrilik dengan ketebalan 2 mm. Pemotongan dan penempatan lubang sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap pertama.

3.2.3.3 Pembuatan Rangkaian Elektronik

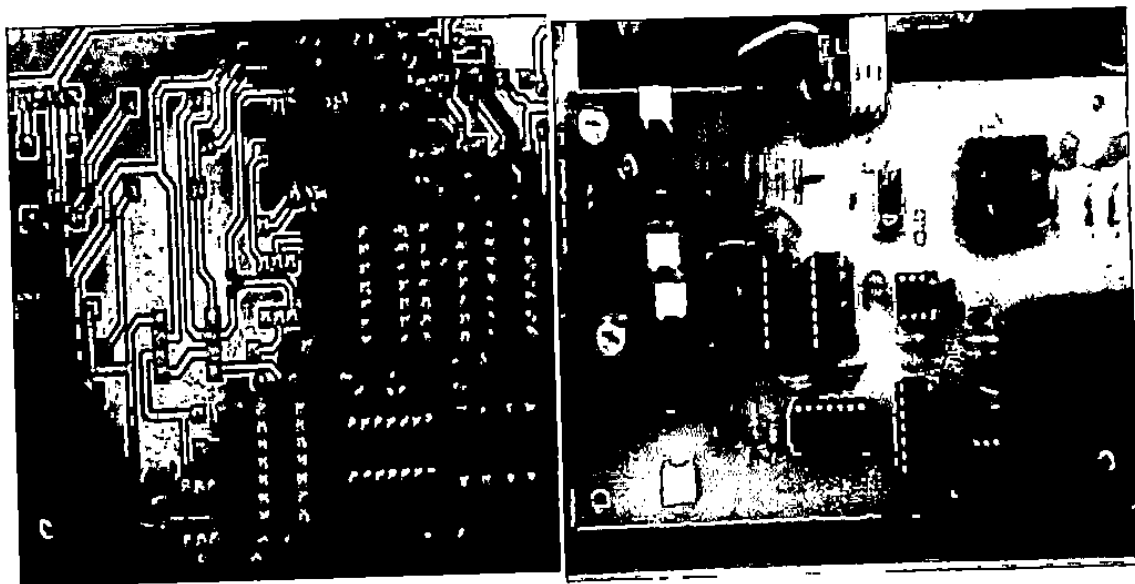
Dalam pembuatan rangkaian elektronik terdiri dari beberapa tahap yang telah dijelaskan pada langkah – langkah pembuatan rangkaian. Selanjutnya dalam pembuatan dengan mesin CNC terdiri dari beberapa tahap, diantaranya seperti :

1. Tahap penentuan offset dari posisi rangkaian yang akan dibuat.
2. Tahap pengeboran bagian kaki – kaki komponen.
3. Tahap peroutingan jalur – jalur PCB
4. Tahap pemotongan layout PCB

Setelah melakukan pembuatan dengan mesin CNC sebaiknya PCB yang telah jadi diampas dan dilapis dengan cairan pelapis PCB (gondorukem) agar bagian tembaga yang digunakan sebagai konduktor tidak korosi dan kotor yang nantinya dapat mempengaruhi dalam kinerja rangkaian.



Gambar 3.53 Pembuatan Jalur PCB Menggunakan Mesin CNC



Gambar 3.54 Hasil Layout Yang Telah Selesai Dan Telah Diberi Komponen

3.2.4 Penulisan Program Alat Dengan Menggunakan Bahasa C++

Program alat merupakan realisasi dari perancangan flowchart yang telah dibuat sebelumnya, dimana program yang dibuat harus dapat melakukan monitoring besaran tegangan AC dan juga arus AC yang mengalir ke beban, selain itu juga mampu membaca perubahan nilai $\cos \Phi$ dan memperbaikinya dengan metode pembacaan

diterima oleh mikrokontroler kemudian diproses sehingga dapat menjadi sebuah sistem pengendali pemakaian kapasitor secara otomatis. Berikut penjelasan secara khusus pada proses pembuatan program dengan menggunakan bahasa C.

Contoh :

```
void teg()

{

    unsigned char exit=1,key;

    lcd_clear();

    while(exit)

        {

            sensor();

            lcd_clear();

            lcd_gotoxy(0,0);

            sprintf(lcd_buffer,"ADC V=%d",s1);

            lcd_puts(lcd_buffer);
```

```
    lcd_gotoxy(0,1);

    sprintf lcd_buffer,"teg=%0.2f volt",tegangan);

    lcd_puts lcd_buffer);

    delay_ms(250);

    key = PINB.0;

    if(key==0) exit=0;

}

}

void arus()

{

    unsigned char exit=1,key;

    lcd_clear();

    while(exit)

    {        sensor();
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
sprintf(lcd_buffer,"ADC=%d;Vdc=%.2f",s0,I);
```

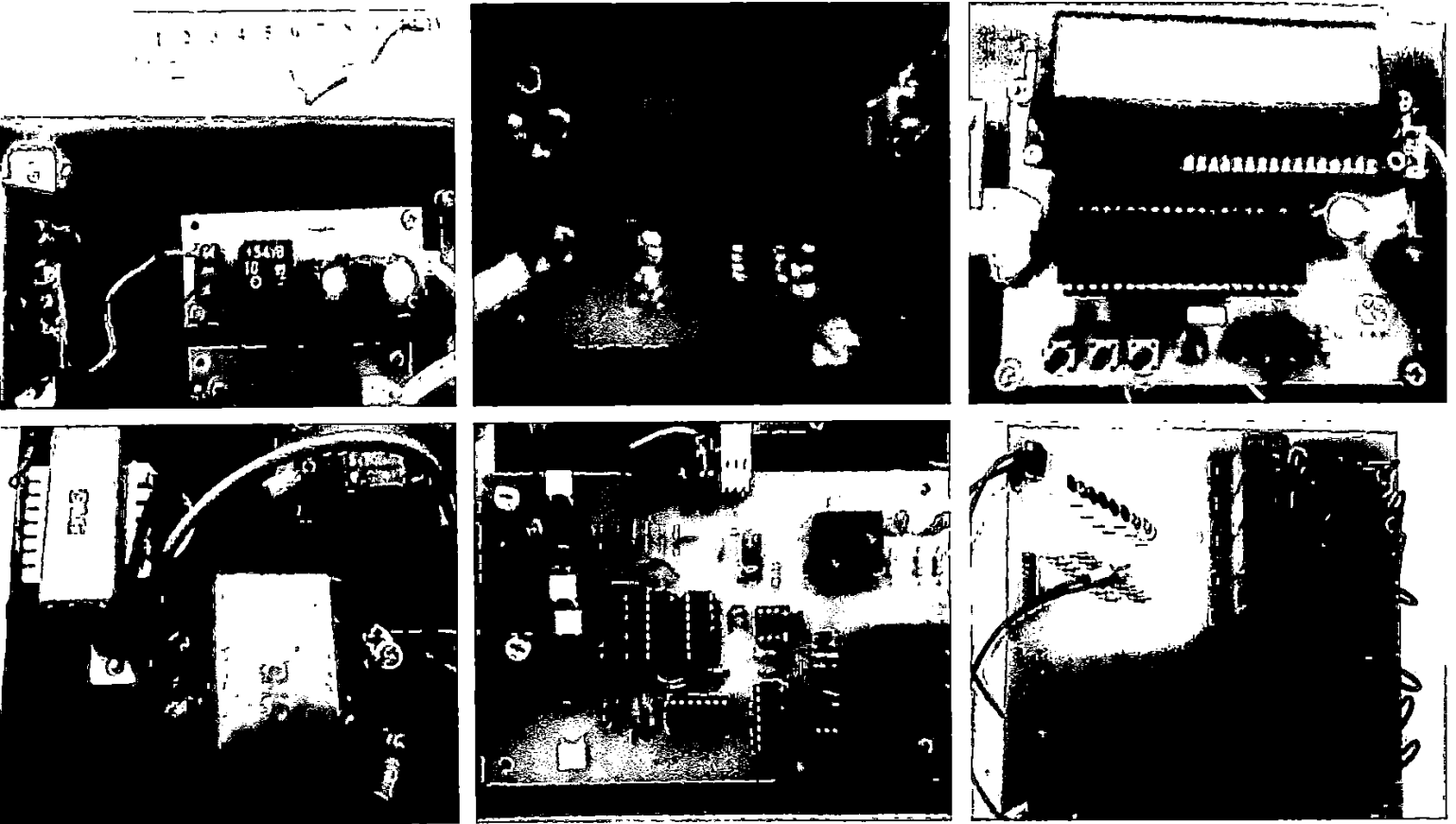
```
lcd_puts(lcd_buffer);
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

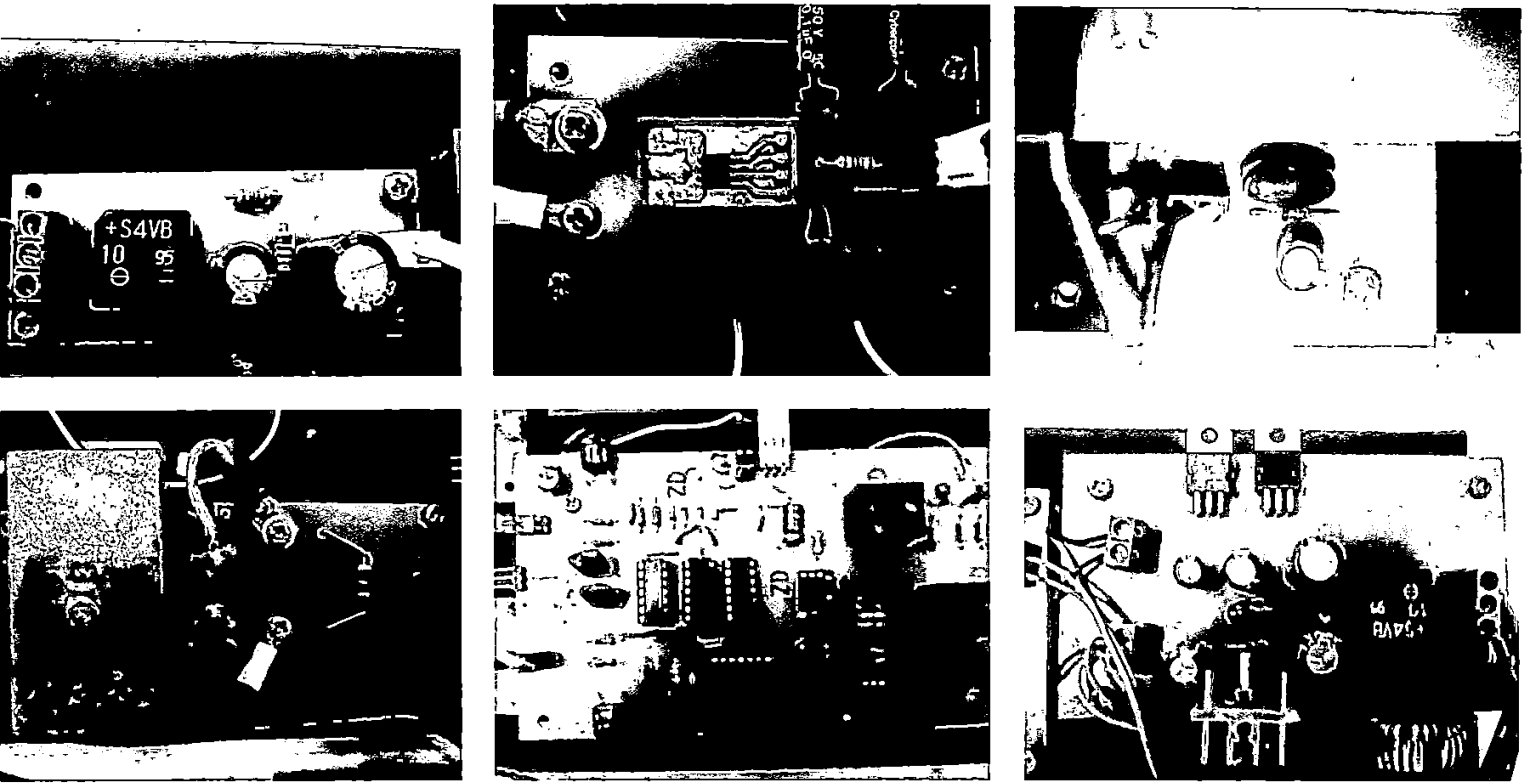
```
printf(lcd_buffer,"ADC=%d;Vdc=%.2f",s0,I);
```


Pada contoh program diatas adalah contoh program untuk menampilkan nilai tegangan dan arus yang telah diterima oleh sensor tegangan dan sensor arus, yang kemudian diolah oleh Mikrokontroler.

Proses Pengambilan data dilakuka secara rutin, atau terjadi perulangan terus menerus sesuai dengan gambar flowchart tegangan 3.40 dan flowchart arus 3.50

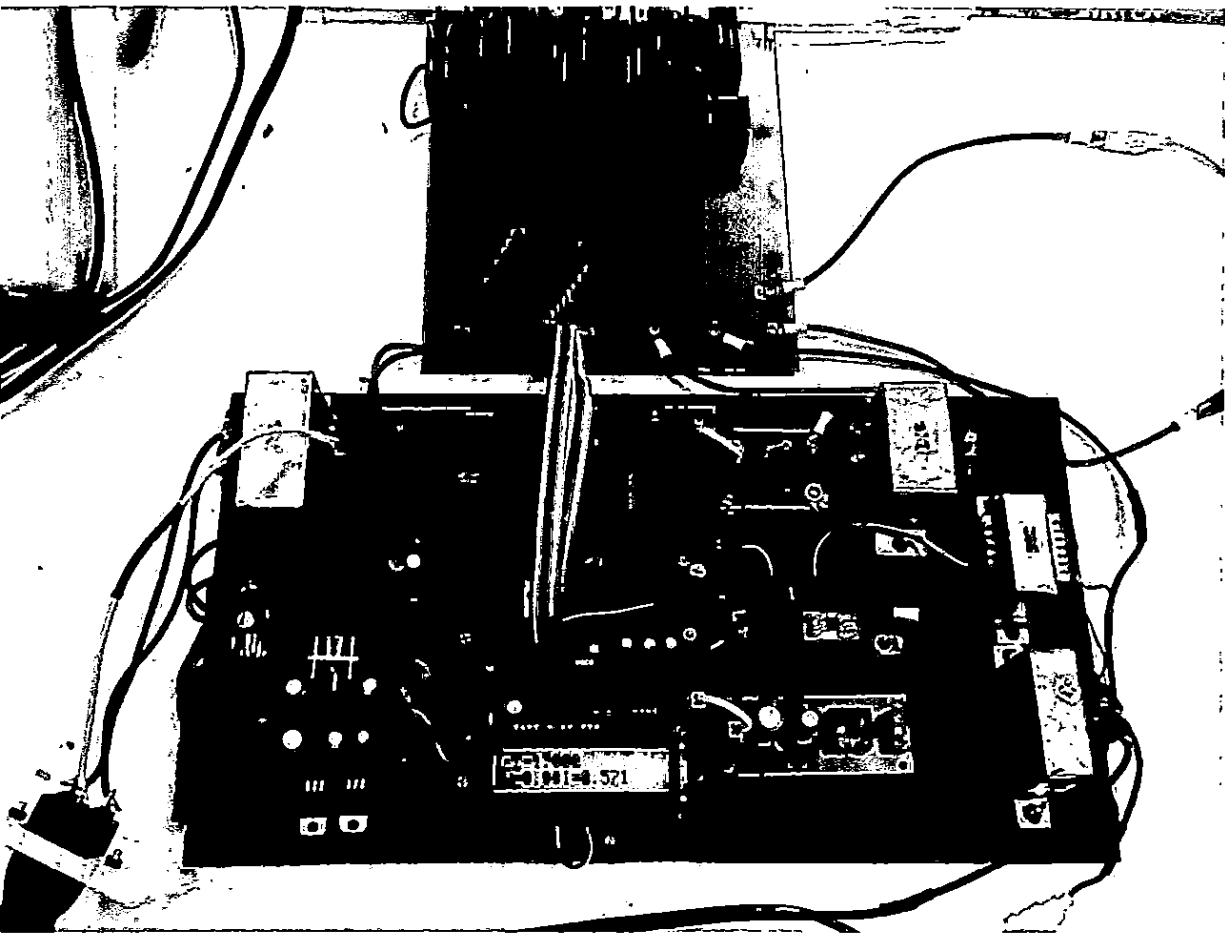


Gambar 3.55 Bagian Rangkaian – Rangkaian Alat Automatic Power Factor Corection Rancangan Pertama



Gambar 3.56 Bagian Rangkaian – Rangkaian Tambahan dan Rancangan kedua Alat Automatic Power Factor

Corection



Gambar 3.57 Gambar Keseluruhan Dalam Satu Modul

BAB IV

PRINSIP KERJA ALAT DAN UJI COBA

4.1 Prinsip Kerja Alat

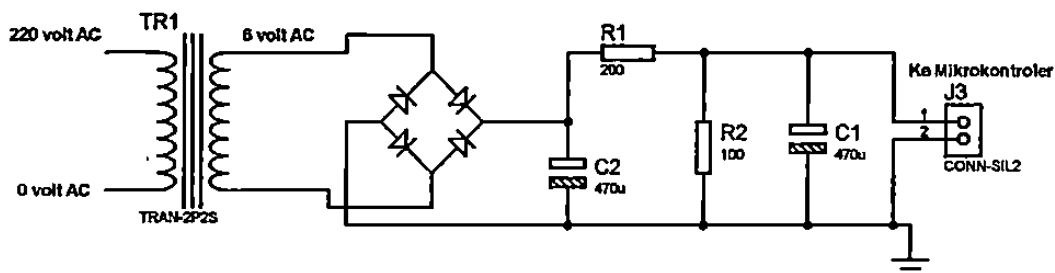
Prinsip kerja alat meliputi penjelasan sistem kerja bagian – bagian alat yang diantaranya :

1. Prinsip kerja sensor tegangan
2. Prinsip kerja sensor arus
3. Prinsip kerja pengkondisi gelombang
4. Prinsip kerja switch kapasitor

4.1.1 Prinsip Kerja Sensor Tegangan

Prinsip kerja sensor tegangan yang akan dijelaskan pada bab ini meliputi, sistem kerja trafo stepdown yang menurunkan tegangan dari 220 volt ac menjadi 6 volt ac, dioda jembatan sebagai penyearah dan rangkaian pembagi tegangan yang nantinya akan digunakan sebagai inputan untuk mikrokontroler.

Dibawah ini adalah skematik prinsip kerja sensor tegangan yang digunakan.



Gambar 4.1 Skematik Rangkaian Sensor Tegangan