# BAB IV

# ANALISA DAN PENGAMATAN

Pengamatan dilakukan untuk menguji hasil perancangan dan *implementasi* alat, sehingga dapat diketahui sejauh mana alat dapat bekerja. Pengamatan yang terpenting adalah bagian yang cukup kritis. Dengan mendapatkan parameter hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan rangkaian secara keseluruhan dan cara kerja alat dapat diketahui.

Pengamatan dan pengukuran pada bab ini dilakukan pada beberapa tingkat sebagai berikut :

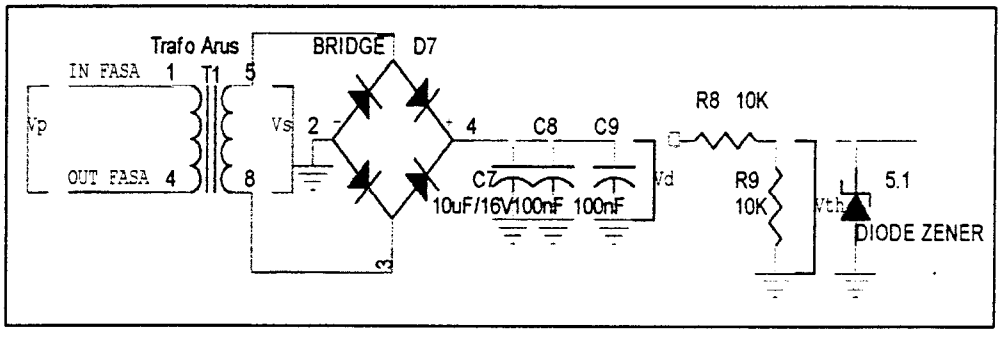
1. Rangkaian Pendeteksi Arus
2. Rangkaian ADC 0804
3. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51
4. Rangkaian Pemutus Arus
5. Rangkaian Penampil
6. Rangkaian secara keseluruhan

## 4.1 Pengujian Rangkaian Pendeteksi Arus

Pada pengujian rangkaian pendeteksi arus, input trafo di hubungkan seri dengan jala-jala listrik. Pada sisi sekunder akan mengeluarkan arus bolak balik yang belum terbebani. Kemudian arus bolak balik (a.c) tersebut akan diubah ke tegangan satu arah (d.c) dengan menggunakan penyearah gelombang penuh. Pada

rangkaian pendeteksi arus ini terdapat rangkaian pembagi tegangan, agar tegangan yang masuk sesuai dengan tegangan referensi ADC.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bagian-bagian rangkaian pendeteksi arus, terdiri dari trafo arus, penyearah, pembagi tegangan. Dengan mengetahui bagian rangkaian tersebut, maka dapat menggunakan persamaan 2.1 sampai dengan 2.6 untuk menghitung nilai tegangan sekunder (Vs) dan arus sekunder (Is) yang belum terbebani.




Gambar 4.1. Rangkaian Pendeteksi Arus

Dengan, Vs = nilai tegangan sisi sekunder trafo arus

Vd = nilai tegangan keluaran penyearah gelombang penuh

Vth = nilai tegangan thevenin / tegangan input ADC

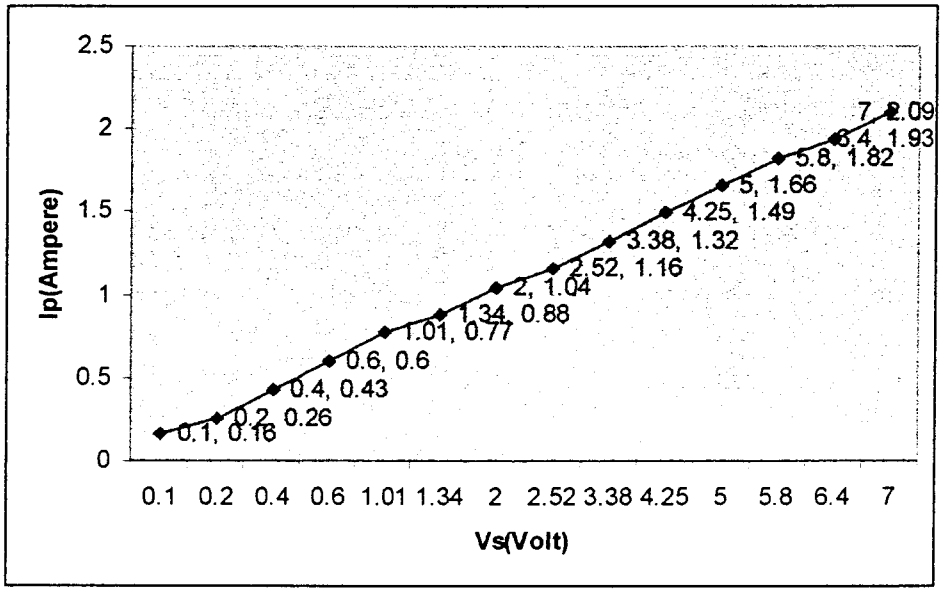
Hasil pengukuran pada sisi primer dan sisi sekunder trafo arus diperlihatkan pada tabel 4.1.

Tegangan Jala-jala Listrik PLN = 222 volt

Tabel 4. 1. Hasil pengukuran sisi primer dan sisi sekunder trafo arus

| Sisi Primer Trafo Arus | | | Sisi Sekunder Trafo Arus | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No | Daya (watt) | Arus (Ampere) | Vs | Vd1 | Vth1 |
| 1 | 37 | 0.16 | 0.1 | 0 | 0 |
| 2 | 61 | 0.26 | 0.2 | 0.6 | 0.03 |
| 3 | 99 | 0.43 | 0.4 | 0.1 | 0.05 |
| 4 | 137 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.11 |
| 5 | 174 | 0.77 | 1.01 | 0.8 | 0.39 |
| 6 | 198 | 0.88 | 1.34 | 1.41 | 0.65 |
| 7 | 235 | 1.04 | 2 | 2.21 | 1.33 |
| 8 | 258 | 1.15 | 2.52 | 3.85 | 1.86 |
| 9 | 298 | 1.32 | 3.38 | 5.76 | 2.8 |
| 10 | 332 | 1.49 | 4.25 | 7.66 | 3.6 |
| 11 | 369 | 1.66 | 5 | 9.3 | 4.2 |
| 12 | 407 | 1.82 | 5.8 | 10.2 | 5.1 |
| 13 | 430 | 1.93 | 6.4 | 11.6 | 5.8 |
| 14 | 467 | 2.09 | 7 | 13 | 6.6 |

Perbandingan arus sisi primer dengan tegangan sisi sekunder trafo arus dapat diperlihatkan pada gambar 4.2.




Gambar 4.2. Grafik arus sisi primer dan tegangan sisi sekunder

Dari gambar 4.2 dapat dianalisa bahwa nilai tegangan pada sisi sekunder akan mendekati *linearitas* dengan arus pada sisi sekunder trafo arus. Tetapi tegangan pada sisi sekunder tidak terlalu stabil. Faktor yang mempengaruhi nilai tegangan sisi sekunder tidak stabil adalah keliru oleh manusia atau salah dalam pembacaan saat pengukuran.

Dengan menggunakan persamaan 3.1, Dengan jumlah lilitan primer dan lilitan berbanding, $100N_s = N_p$, dan arus primer sebesar 1,8 A, maka dapat ditentukan nilai arus pada sisi sekunder trafo arus.

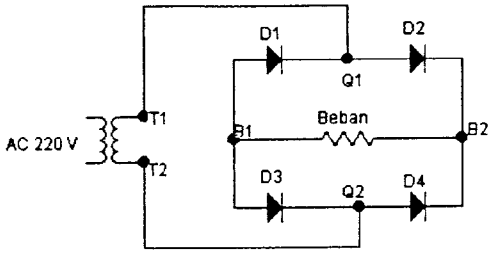
$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$I_s = \frac{I_p N_p}{N_s}$$

$$I_s = \frac{1{,}8.1}{100}$$

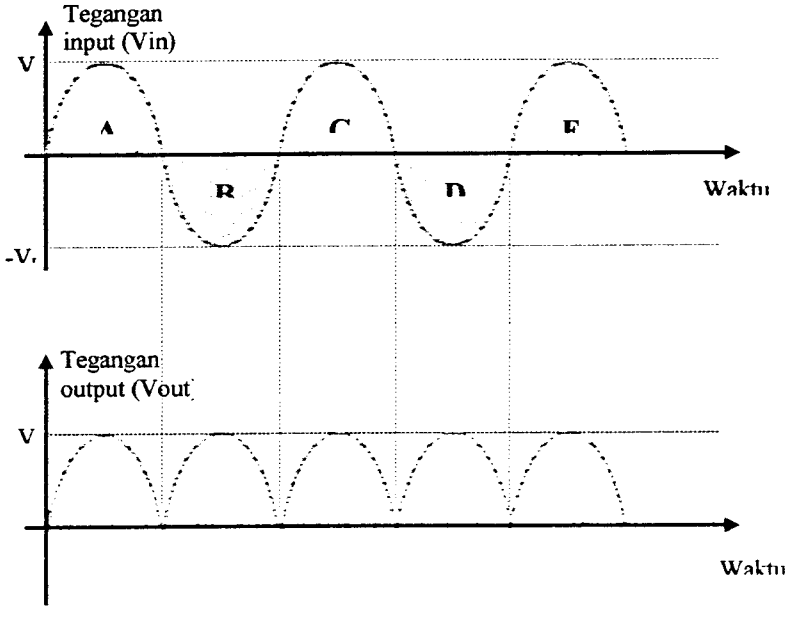
$$I_s = 0{,}018A \approx 18mA$$

Penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda dikenal juga dengan nama penyearah jembatan. Penyearah ini tidak memerlukan trafo yang mempunyai titik CT seperti penyearah gelombang penuh sebelumnya. Skematik rangkaian penyearah ini digambarkan sebagai berikut.




Gambar 4.3. Penyearah jembatan

Prinsip dari penyearah jembatan ini sebagai berikut. Ketika polaritas T1 lebih positif daripada T2, arus mengalir dari T1 menuju ke titik Q1. Kemudian dari Q1 arus melewati D2 menuju ke titik B2. Dari B2 arus melewati beban dan menuju ke B1. Dari B1 arus ke D3 dan **tidak ke D1**. Kemudian dari D3 arus ke Q2 dan kembali lagi ke trafo melewati titik T2. Sebaliknya ketika T2 mempunyai polaritas yang lebih positif daripada T1 maka arus mengalir dari T2 ke Q2. Kemudian ke B2 dengan terlebih dahulu melewati D4. Arus melewari beban dari B2 ke B1 kemudian ke D1 **bukan ke D3**. Setelah melewati D1 arus mengalir ke Q1 dan kembali lagi ke trafo melalui titik T1. Jadi D2 dan D3 menghantar pada setengah periode kemudian D4 dan D1 menghantar pada setengah periode berikutnya, demikian seterusnya mereka saling bergantian dalam menghantarkan arus.




Gambar 4.4. Sinyal masukan dan keluaran penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda

Tidak seperti pada penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda dimana tegangan yang diterima oleh beban hanya setengah dari tegangan inputnya, penyearah jembatan akan menerima tegangan yang tingginya sama dengan tegangan sumbernya. Nilai tegangan DC dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda ini adalah:

$$V_{DC} = \frac{2\,V_{P(out)}}{\pi} \tag{4.1}$$

dengan $V_{P(in)} = V_{P(out)}$, maka

$$V_{DC} = 0{,}636\ V_{P(in)} \tag{4.2}$$

Jika kita perhatikan frekuensi gelombang hasil penyearahan, akan diperoleh bahwa penyearah setengah gelombang menghasilkan gelombang dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi gelombang sinusnya. Sedangkan pada penyearah gelombang penuh baik dengan 2 dioda maupun dengan 4 dioda akan diperoleh nilai frekuensi hasil penyearahan dua kali dari frekuensi sumber sinusnya.

Semua analisa yang dilakukan diatas adalah dengan menganggap dioda yang digunakan adalah dioda ideal. Tetapi apabila digunakan pendekatan dioda yang lain maka akan muncul drop tegangan pada dioda sehingga tegangan yang akan diterima beban akan berkurang. Selain itu perlu diperhatikan juga mengenai batas kemampuan dioda dalam menghantarkan arus. Jangan sampai arus yang mengalir melewati batas kemampuan dioda. Arus yang melewati dioda pada penyearah setengah gelombang nilainya sama dengan arus yang melewati beban sehingga nilai arus rata-ratanya adalah:

$$I_D = \frac{V_{DC}}{R_{beban}} \tag{4.3}$$

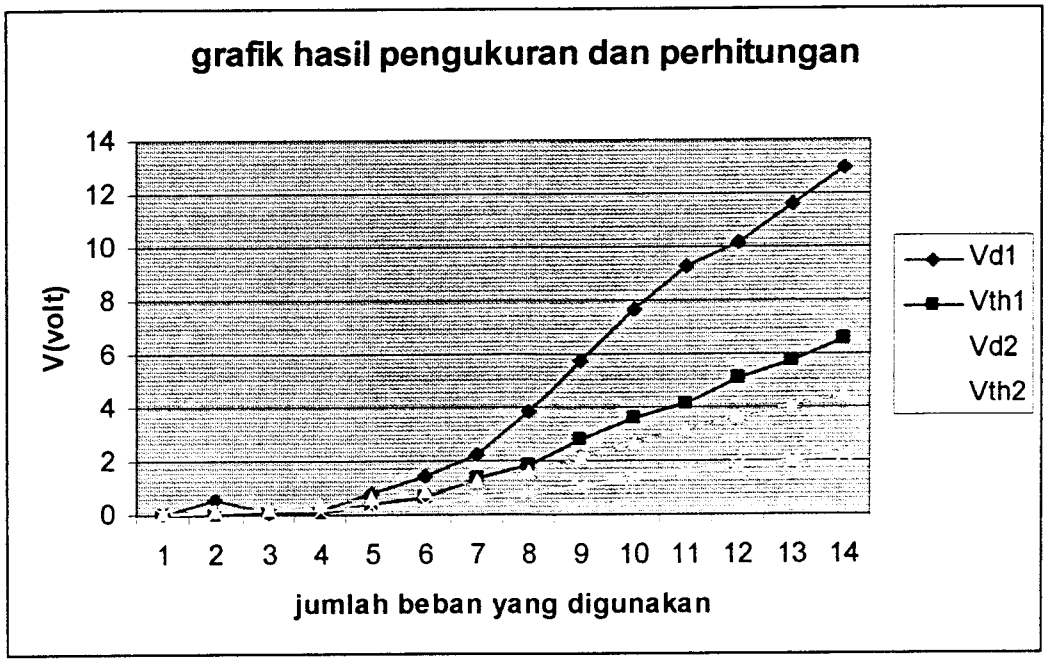
Sedangkan untuk penyearah gelombang penuh, karena masing-masing dioda hanya dilewati setengah periode saja maka arus rata-rata yang melewati dioda adalah setengah dari arus rata-rata yang melewati beban. Arus rata-rata yang melewati beban pada penyearah gelombang penuh adalah:

$$I_{beban} = \frac{V_{DC}}{R_{beban}} \tag{4.4}$$

sehingga arus yang melewati dioda, mempunyai nilai:

$$I_D = \frac{I_{beban}}{2} = \frac{V_{DC}}{2 \cdot R_{beban}} \tag{4.5}$$

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 4.2. dapat dilihat pada gambar 4.5.




Gambar 4.5. Grafik hasil pengukuran dan perhitungan

Dengan;

Vd1 = nilai hasil pengukuran tegangan penyearah pada pendeteksi arus

Vt1 = nilai hasilpengukuran tegangan *thevenin/* pembagi tegangan pada pendeteksi arus

Vd2 = nilai hasil perhitungan tegangan penyearah pada pendeteksi arus

Vt2 = nilai hasil perhitungan tegangan *thevenin/* pembagi tegangan pada pendeteksi arus

Dari data yang telah didapatkan melalui hasil pengukuran dan perhitungan tidak sama atau mempunyai perbedaan nilai, ini dipengaruhi oleh berapa faktor yakni; ketelitian dan kecermatan dalam pengukuran, alat ukur yang tidak normal, dll.

### 4.2 Pengujian Rangkaian *Analog to Digital Converter* (ADC)

Konversi tegangan analog menjadi data digital dengan menggunakan ADC0804. Konversi ini dimaksudkan supaya data arus yang sudah diubah kedalam tegangan analog tersebut dapat dibaca oleh mikrokontroler dengan menggunakan persamaan 3.3, nilai ADC sama dengan nilai tegangan yang masuk ke ADC dibagi dengan nilai *resolusi*. Nilai *resolusi* dapat dilihat pada persamaan 2.7.

Tabel 4. 2. Data konversi ADC0804

| Arus (Ampere) | Vth (Volt) | Hasil ADC |
|---|---|---|
| 0.16 | 0 | 00000000 |
| 0.26 | 0.03 | 00000001 |
| 0.43 | 0.05 | 00000010 |
| 0.6 | 0.11 | 00000101 |
| 0.77 | 0.39 | 00010011 |
| 0.88 | 0.65 | 00100000 |
| 1.04 | 1.33 | 01000010 |
| 1.16 | 1.86 | 01011101 |
| 1.32 | 2.8 | 10001100 |
| 1.49 | 3.6 | 10110100 |
| 1.66 | 4.2 | 11010010 |
| 1.82 | 5.1 | 11111111 |
| 1.93 | 5.8 | 11111111 |
| 2.09 | 6.6 | 11111111 |

### 4.3 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler merupakan pemroses data utama dalam perancangan ini. Pengujian rangkaian mikrokontroler dilakukan dengan cara menghubungkan keempat *port*nya ke rangkaian led dan men-*download* program sederhana untuk menyalakan led tersebut.

Dari hasil pengujian, *led* pada semua *port* menyala sesuai program, sehingga rangkaian mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai pemroses utama.

### 4.4 Pengujian Rangkaian Pemutus Arus

Rangkaian pemutus arus tersebut menggunakan *optocoupler* dan TRIAC. Pada bab III, telah di bahas tentang cara kerja alat tersebut. Cara pengetesan alat tersebut kaki 1 *optocoupler* terhubung dengan Vcc, dan kaki 2 terhubung ke salah satu *pin* pada Mikrokontroler, lalu pada MT1 dan MT2 TRIAC tersambung seri pada fasa jala-jala listrik yang telah diberikan beban berupa lampu pijar. Kemudian membuat program sederhana untuk mengaktifkan alat, perintah tersebut adalah: apabila kaki 2 *optocoupler* mendapatkan logika "0" atau aktif rendah dari mikrokontroler, maka lampu tersebut akan "menyala" dan jika kaki 2 tersebut diberi logika "1", maka lampu tersebut akan "padam".

### 4.5 Pengujian Rangkaian Penampil

Hasil pengamatan dalam rangkaian penampil LCD, yakni dapat melihat nilai arus yang terdeteksi dan petunjuk penggunaan alat tersebut. Untuk membuat nilai arus maksimum yang tertampil pada LCD sama dengan arus sebenarnya. Maka program penampil haruslah di kali 7. berikut ini program untuk menampil arus pada LCD.

Program penampil nilai arus:

```
Include <at89c51>
Include <lcd.h>
{
        pos_lcd(0x08);
        puti_lcd(adc*7.2);
        for (j=0;j<10000;j++){;}
}
```

Pada program tersebut nilai ADC akan dikalikan 7,2 , agar tertampil arus yang mendekati nilai arus sebenarnya.

## 4.6 Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan

### 4.6.1 Pengujian Beban Berlebih

Pengujian terakhir adalah kerja semua rangkaian. Seluruh rangkaian dihubungkan sesuai dengan fungsinya. Hasil pengamatan secara keseluruhan untuk beban berlebih dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil pengamatan recloser

| Perintah | Nilai Arus Yang Terdeteksi | | Keadaan Recloser/Led | | Tampilan LCD | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | <1,8 A | >1,8A | Nyala | Mati | | |
| 1 | √ | | - | √ | "Program Siap" | |
| 2 | √ | - | √ | - | "NORMAL LOAD" | |
| 3 | | √ | | √ | "OVER LOAD" | Interval 30 Detik |
| 4 | √ | | √ | | "NORMAL LOAD" | |
| 5 | | √ | | √ | "OVER LOAD" | Interval 30 Detik |
| 6 | √ | | √ | | "NORMAL LOAD" | |
| 7 | | √ | | √ | "OVER LOAD" | Interval 30 Detik |
| 8 | √ | | | √ | "TEKAN TOMBOL | |

Objek dapat dikendalikan dengan alat tersebut, *interval* waktu 30 detik dan setelah 3 kali *siklus* recloser akan posisi *off* terus, sampai tombol di tekan kembali dan recloser tersebut akan bekerja seperti ini terus menerus.

### 4.6.2 Pengujian Hubung Singkat

Hasil pengamatan saat fasa dan netral terhubung singkat, sistem recloser akan mati atau *error*, dan hubung singkat mengakibatkan putusnya *circuit breaker* yang dekat dengan recloser secara cepat. Recloser tidak dapat bekerja dengan waktu yang cepat dalam mendeteksi arus hubung singkat. Hubung singkat atara fasa dan netral juga dapat merusak komponen recloser.