

## **BAB III**

# **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

## BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1. Blok Diagram Alat

Dalam perencanaan dan pembuatan alat, maka blok diagram secara sederhana ditunjukkan pada Gambar 3.1. di bawah ini :



Gambar 3.1. Blok Diagram Alat Ukur Cahaya (Luxmeter)

Sesuai dengan blok diagram di atas, maka alat ini terdiri atas :

1. Sensor Cahaya, sensor yang digunakan disini adalah sebuah *solar cell*, dimana sensor ini memiliki tegangan sebesar 0,5 volt dan arus sebesar 20 – 30 mA.
2. Rangkaian Pengubah Arus ke Tegangan. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah arus yang diterima dari sensor menjadi sebuah tegangan masukan bagi ADC untuk dijadikan tegangan pembanding dengan tegangan referensi.
3. A/D Converter, ADC yang digunakan disini adalah MAX ICL7106. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah data analog yang diterima menjadi data digital untuk ditampilkan di layar LCD, dengan membandingkan

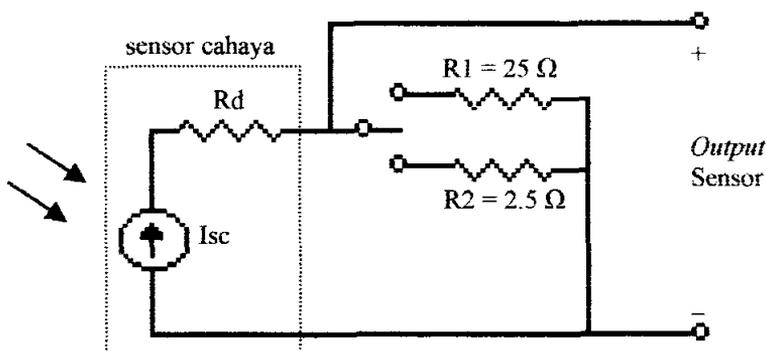
tegangan input yang didapat dari sensor dengan tegangan referensi yang terdapat pada ADC.

4. *Display* yang berupa *Liquid Crystal Display (LCD)* 3½ digit ini berfungsi untuk menampilkan angka-angka yang diterima dari rangkaian A/D converter.
5. *Catu Daya*, berfungsi untuk memberikan tegangan catu yang digunakan untuk menjalankan ADC maupun LCD. Dimana tegangan catu yang dibutuhkan adalah sebesar 9 V DC baterai.

### 3.2. Rangkaian Pengubah Arus ke Tegangan

Pada dasarnya rangkaian pengubah arus ke tegangan ini cukup sederhana. Dalam rangkaian ini hanya membutuhkan sebuah tahanan yang digunakan untuk mengubah arus yang didapat dari sensor menjadi sebuah tegangan yang dijadikan sebagai tegangan masukan pada ADC.

Rangkaian sederhana untuk pengubah arus ke tegangan ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2. Rangkaian Pengubah Arus ke Tegangan

Dari gambar rangkaian di atas terdapat dua buah tahanan (R1 dan R2) dan sebuah saklar yang digunakan sebagai range dari alat ukur. Dimana alat ukur ini dibuat pada dua range saja yaitu pada range 200 lux dan 2000 lux.

Untuk menentukan besarnya tahanan R1 dan R2 yang digunakan untuk mendapatkan tegangan *output* sensor yang diinginkan. Sebelumnya terlebih dahulu kita harus mendapatkan besarnya arus ( $I_{sc}$ ) yang konstan dari sensor ketika menerima cahaya, dengan cara mengadakan pengukuran besarnya arus dari sensor pada skala penuh yaitu 2000 lux. Adapun alat yang digunakan untuk mendapatkan besarnya lux yang diukur (2000 lux) yaitu *Digital Light Meter RS ISO-TECH ILM 350*.

Dari pengukuran diperoleh besar arus ( $I_{sc}$ ) dari sensor pada skala penuh (2000 lux) yaitu kurang lebih 20 mA.

Dengan demikian maka R1 dan R2 dapat kita hitung sebagai berikut :

- Range dari alat ukur = 200 – 2000 lux
- $I_{sc} = 20$  mA
- Persamaan output dari ADC [5] =

$$\frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1000 = output \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

- $V_{in}$  = Tegangan masukan bagi ADC yang dijadikan sebagai pembanding dengan tegangan referensi untuk mendapatkan *output* yang diinginkan.

$V_{in}$  ini didapat dari tegangan *output* sensor dengan menggunakan tahanan ( R1 dan R2 ) yang mengubah arus dari sensor menjadi tegangan masukan pada ADC.

- $V_{ref}$  = Tegangan referensi yang terdapat pada ADC ( $V_{ref} = \frac{1}{2} V_{in}$ ).

Untuk mendapatkan R1 dan R2 ini maka tegangan  $V_{ref}$  ini diset pada harga yang tetap, yaitu sebesar 0.25 volt. Harga tegangan  $V_{ref}$  ini diperoleh dari tegangan sensor ( $0.5 / 2 = 0.25$ ). Tegangan  $V_{ref}$  pada ADC ini dapat diatur dengan menggunakan sebuah trimpot 1 K $\Omega$  dan sebuah tahanan 24 K $\Omega$ .

- ◆ Perhitungan R1 untuk range 2000 lux :

Berdasarkan persamaan pada ADC :

$$\frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1000 = output$$

$$\frac{I_{sc} \cdot R1}{V_{ref}} \times 1000 = \text{skala penuh}$$

$$\frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot R1}{0.25} \times 1000 = 2000$$

$$R1 = \frac{500}{20}$$

$$R1 = 25 \Omega$$

- ◆ Perhitungan R2 untuk range 200 lux :

$$\frac{I_{sc} \cdot R2}{V_{ref}} \times 1000 = 200$$

$$\frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot R2}{0.25} \times 1000 = 200$$

$$R2 = \frac{50}{20} \Rightarrow R2 = 2.5 \Omega$$

### 3.3. Analog To Digital Converter (ADC)

ADC yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah ADC MAX ICL7106. ICL7106 merupakan IC buatan Maxim yang merupakan rangkaian terpadu konverter A/D lereng ganda keping tunggal  $3\frac{1}{2}$  digit. Dimana komponen-komponen aktif yang diperlukan sebuah konverter A/D terdapat didalam satu keping rangkaian terpadu termasuk didalamnya adalah detektor tujuh-pangsa, penggerak peraga (*display driver*), tegangan acuan (referensi) dan osilator. ICL7106 ini dirancang oleh Maxim untuk dihubungkan langsung dengan peraga LCD  $3\frac{1}{2}$  digit.

► Spesifikasi dari ADC ICL7106 ini yaitu antara lain :

- Tegangan supply ( $V^+ - V^-$ ) = 9 V
- Tegangan input ( $V_{in}$ ) maksimum = 200 mV – 2 V
- Tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) = 100 mV – 1 V
- $V_{ref} = \frac{1}{2} V_{in}$
- Clock frekuensi = 48 KHz clock

► Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam rangkaian ADC ICL7106 ini, yaitu :

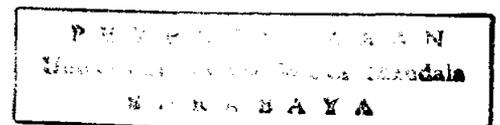
1. Pada pin 1 dan 26 merupakan tegangan catu pada ADC sebesar 9 volt DC. Untuk mendapatkan tegangan 9 volt ini digunakan sebuah baterai.
2. Pada pin 27 dan pin 28 yang merupakan rangkaian *integrator* pada ADC digunakan sebuah kapasitor dan tahanan yang masing-masing sebesar 0.22  $\mu$ F dan 47 K $\Omega$  untuk mencegah agar *integrator* tidak mengalami saturasi.

3. Pada pin 29 yang merupakan tahap *auto-zero* dari ADC, digunakan sebuah kapasitor sebesar  $0.47 \mu\text{F}$  yang berfungsi sebagai kapasitor *auto-zero*.
4. Pada pin 33 dan pin 34 digunakan sebuah kapasitor sebesar  $0.1 \mu\text{F}$ . Kapasitor ini digunakan sebagai kapasitor acuan/referensi.
5. Pada pin 30, 31 dan 32 yang merupakan input analog pada ADC yang didapat dari *output* sensor, digunakan sebuah tahanan dan kapasitor yang masing-masing sebesar  $1 \text{ M}\Omega$  dan  $0.01 \mu$
6. Pada pin 35 dan 36 yang merupakan tegangan referensi bagi ADC digunakan sebuah trimpot sebesar  $1 \text{ K}\Omega$  dan tahanan sebesar  $24 \text{ K}\Omega$  untuk mendapatkan tegangan referensi yang sesuai untuk dijadikan tegangan pembanding bagi tegangan input ADC yang didapat dari *output* sensor. Tegangan referensi yang dibutuhkan adalah sebesar  $0.25 \text{ V}$ . Harga tegangan ini didapat dari  $V_{\text{ref}} = \frac{1}{2}V_{\text{in}}$ , dimana  $V_{\text{in}}$  ini didapat dari tegangan *output* sensor sebesar  $0.5 \text{ volt}$ .
7. Pada pin 38, 39 dan 40 merupakan rangkaian osilator dari ADC. Untuk menghasilkan frekuensi (clock) yang diinginkan yaitu sebesar  $48 \text{ KHz}$  maka digunakan rangkaian RC. Rangkaian ini hanya terdiri dari sebuah resistor dan kapasitor untuk mengatur frekuensi. Dimana dipilih harga resistor sebesar  $100 \text{ K}\Omega$  untuk semua range frekuensi. Dengan menggunakan persamaan  $f = 0,45 / RC$  [5], maka nilai dari kapasitor dapat ditentukan :

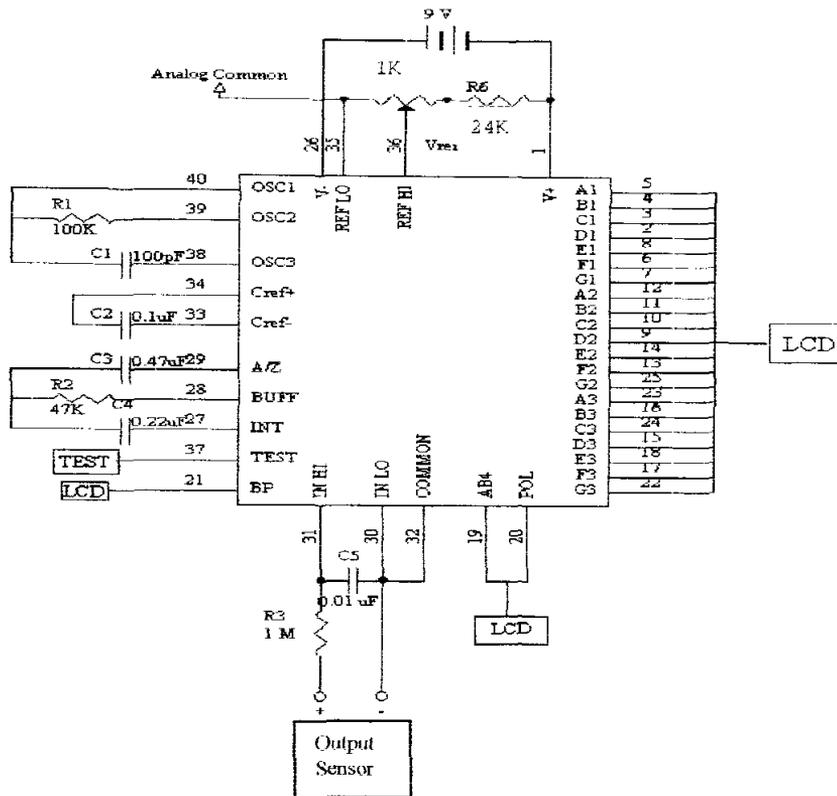
$$f = \frac{0,45}{R \cdot C} \dots\dots\dots (3.3.1)$$

$$48 \cdot 10^3 = \frac{0,45}{100\text{K} \cdot C}$$

$$C = \frac{0,45}{48 \cdot 10^8} = 9,375 \cdot 10^{-11} \text{ F} \Rightarrow C \approx 100 \text{ pF}$$



- Skematik rangkaian ADC ICL 7106 yang digunakan untuk menampilkan pembacaan digital untuk LCD dapat dilihat pada Gambar 3.3.1. dibawah ini :



Gambar 3.3.1. Rangkaian ADC MAX ICL710

- Bagian analog untuk setiap tahap pengukuran dalam ICL7106 ini dibagi dalam 4 tahap yaitu :

1. Tahap auto-nol (A-Z)

Terdapat tiga peristiwa selama tahap auto-nol ini, yaitu Pertama, IN-HI dan IN-LO diputuskan hubungannya dari kaki-kakinya dan secara internal dihubungkan ke *common analog*. Kedua, kapasitor acuan diisi sampai dengan tegangan acuan (referensi). Ketiga, loop umpan balik yang ada pada sistem

ditutup untuk mengisi kapasitor *auto-zero* ( $C_{AZ}$ ) untuk mengkompensasikan tegangan offset yang terdapat pada *comparator*, *buffer amplifier* dan *integrator*.

## 2. Tahap integrasi sinyal (INT)

Selama sinyal diintegrasikan, loop *auto-zero* terbuka, IN-HI dan IN-LO dihubungkan dengan pin eksternal dan sambungan internal diputuskan. Konverter kemudian mengintegrasikan beda tegangan antara IN-HI dan IN-LO untuk jangka waktu tertentu.

## 3. Tahap *De-Integrasi* (DI)

Tahap ini adalah tahap pengintegrasian tegangan acuan. IN-LO secara langsung dihubungkan dengan *common analog* dan IN-HI dihubungkan dengan kapasitor acuan yang telah terisi. Rangkaian ini menjaga kapasitor yang dihubungkan dengan polaritas yang benar agar output integrator kembali nol sebanding dengan besarnya sinyal input. Pembacaan digital yang diperagakan oleh LCD ditentukan berdasarkan rumus :

$$\frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1000 = Display \quad \dots\dots\dots (3.3.2)$$

## 4. Tahap *Zero Integrator* (ZI)

IN-LO dihubungkan singkat ke *common analog* dan kapasitor acuan diisi ke tegangan acuan. Suatu loop umpan balik ditutup di sekitar sistem untuk IN-HI yang menyebabkan output dari integrator kembali menjadi nol. Tahap ini normalnya bekerja pada clock 11 dan 140 clock pulsa, tetapi diperbesar menjadi 740 clock pulsa.

► Tampilan pada LCD

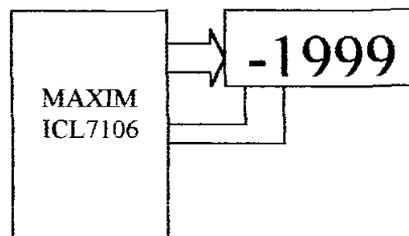
Rangkaian ICL7106 ini akan menunjukkan pada skala penuh (*display* LCD memperagakan 1999) apabila diberi tegangan input sebesar 2 volt DC. Ketetapan di atas diperoleh karena tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) dari rangkaian konverter ini dibuat berharga 1 volt DC ( $V_{ref} = \frac{1}{2} V_{in}$ ). Harga  $V_{ref}$  ini juga sesuai dengan rumus pembacaan digital, yaitu :

$$\frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1000 = Display$$

Kalau pembacaan digital menunjukkan skala penuh yaitu 1999 / 2000 maka :

$$\frac{2V}{V_{ref}} \times 1000 = 1999 / 2000$$

$$V_{ref} = \frac{2000}{2000} = 1 \text{ volt}$$

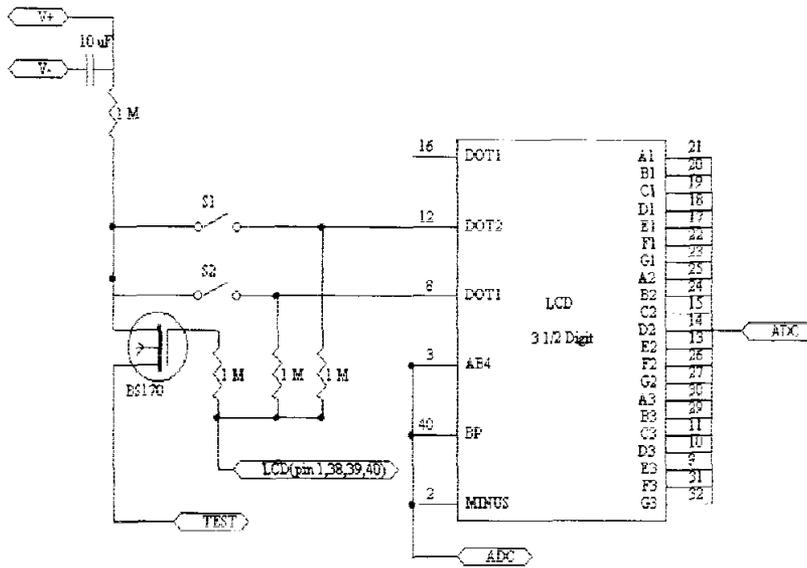


Gambar 3.3.2. Contoh Tampilan LCD pada Skala Penuh

### 3.4. Rangkaian *Display* (LCD)

Untuk menghubungkan ADC ICL7106 ini ke *display* (LCD), maka dibutuhkan sebuah tahanan sebesar  $1 \text{ M}\Omega$  dan sebuah mosfet tipe BS170.

Berikut ini dapat kita lihat Gambar 3.4. yang merupakan gambar rangkaian LCD yang mendukung ADC ICL7106 :



Gambar 3.4. Rangkaian *Display* (LCD)