

**ALAT PENGATUR INTENSITAS CAHAYA
PADA BUDIDAYA TANAMAN ANGGREK**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

MARTINUS LOUDFI RENDRA WIJAYA

9901060345 - 63

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2007

PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Alat Pengatur Intensitas Cahaya pada Budidaya Tanaman Anggrek.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dan memperoleh selar Sarjana Teknik (ST) pada Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Kedua orang tua yang memberikan dukungan moral maupun materi.
2. Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Rudi Yuwono, ST, MSc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Ir. Ponco Siwindarto, MS selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Elektronika.
5. Waru Djuriatno, ST, MT dan Ir. Nanang Sulistyanto selaku pembimbing yang telah membimbing penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Elektro.
7. Semua rekan mahasiswa Teknik Elektro.
8. Semua pihak yang telah membantu baik teknis maupun non teknis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis untuk perbaikan penulisan selanjutnya. Demikian skripsi ini disusun semoga memberi manfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2007

Penulis

RINGKASAN

Martinus Loudfi Rendra Wijaya. Alat Pengatur Intensitas Cahaya Pada Budidaya Tanaman Anggrek. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya Malang. Dosen Pembimbing: Waru Djuriatno, ST, MT dan Ir. Nanang Sulistyanto.

Tanaman anggrek merupakan tanaman yang membutuhkan intensitas cahaya tertentu dan sensitif terhadap intensitas cahaya berlebih. Penggunaan naungan permanen untuk membatasi intensitas cahaya menjadi tidak efektif, karena rentang waktu tanaman tidak membutuhkan naungan lebih panjang daripada saat membutuhkan naungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang secara otomatis dapat membatasi intensitas cahaya berlebih jika diperlukan.

Alat ini terdiri atas sensor cahaya (LDR), pengkonversi sinyal analog ke digital (ADC), pusat pengendali (mikrokontroler AT89C51), antarmuka pengguna (*keypad* dan LCD), dan naungan empat tingkat. Mikrokontroler membaca intensitas cahaya melalui sensor cahaya dan ADC. Nilai intensitas cahaya ini ditampilkan di LCD dan dibandingkan dengan suatu nilai seting yang telah ditentukan oleh pengguna melalui *keypad*. Jika nilai intensitas cahaya pada sensor cahaya lebih dari nilai seting tersebut maka mikrokontroler akan menggerakkan motor untuk menutup naungan. Sebaliknya, jika nilai intensitas cahaya tersebut kurang dari 75% nilai seting maka mikrokontroler akan menggerakkan motor untuk membuka naungan.

Alat ini mampu mempertahankan intensitas cahaya sampai 20000 lux dengan kondisi semua naungan tertutup pada saat intensitas cahaya matahari maksimal. Satu naungan mampu mengurangi intensitas cahaya 23% cahaya yang datang.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
PENGANTAR	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Ruang Lingkup.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tanaman Anggrek.....	4
2.2. Radiasi Matahari	5
2.3. Sensor Cahaya.....	6
2.4. Penguat Operasi	8
2.5. ADDA PCF 8591	11
2.6. Mikrokontroler AT89C51	12
2.7. Keypad	17
2.8. LCD.....	17
2.9. Transistor sebagai Saklar	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Studi Literatur	21
3.2. Perancangan Alat	21

3.3. Pengujian Alat.....	22
3.4. Realisasi Alat	22
3.5. Pengambilan Kesimpulan.....	22
IV. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	23
4.1. Spesifikasi Alat	23
4.2. Diagram Blok Diagram.....	23
4.3. Prinsip Kerja Sistem.....	25
4.4. Perancangan Perangkat Keras.....	25
4.4.1. Rangkaian Sensor Cahaya.....	25
4.4.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	27
4.4.3. Rangkaian ADDA PCF8591.....	28
4.4.4. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51.....	28
4.4.5. Rangkaian <i>Keypad</i>	32
4.4.6. Rangkaian LCD.....	33
4.4.7. Rangkaian <i>Driver Motor</i>	34
4.5. Perancangan Perangkat Lunak.....	36
V. PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	38
5.1. Pengujian Sensor Cahaya.....	38
5.2. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	40
5.3. Pengujian Rangkaian ADC.....	41
5.4. Pengujian Rangkaian <i>Keypad</i>	43
5.5. Pengujian <i>Driver Motor</i>	43
5.6. Pengujian Sistem Keseluruhan.....	44
VI. PENUTUP.....	47
6.1. Kesimpulan	47
6.2. Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Grafik Hubungan Resistansi dan Iluminasi pada Fotokonduktif	7
Gambar 2.2.	Rangkaian Penguat Pembalik.....	9
Gambar 2.3.	Rangkaian Penguat Tak Membalik	10
Gambar 2.4.	Susunan Pin ADDA PCF8591	11
Gambar 2.5.	Diagram Blok Mikrokontroler AT89C51	13
Gambar 2.6.	Susunan Pin Mikrokontroler AT89C51	14
Gambar 2.7.	Susunan Pin LCD M1632	18
Gambar 2.8.	Transistor Sebagai Saklar.....	19
Gambar 4.1.	Diagram Blok Sistem	24
Gambar 4.2.	<i>Prototype</i> Rumah Anggrek.....	24
Gambar 4.3.	Rangkaian Sensor Cahaya.....	26
Gambar 4.4.	Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	27
Gambar 4.5.	Rangkaian ADC	28
Gambar 4.6.	Rangkaian Mikrokontroler AT89C51	29
Gambar 4.7.	Rangkaian Pewaktuan Mikrokontroler.....	30
Gambar 4.8.	Rangkaian Reset Mikrokontroler	31
Gambar 4.9.	Rangkaian <i>Keypad</i>	33
Gambar 4.10.	Rangkaian LCD.....	33
Gambar 4.11.	Rangkaian <i>Driver</i> Motor	35
Gambar 4.12.	Diagram Alir Program.....	37
Gambar 5.1.	Diagram Blok Pengujian Sensor Cahaya	38
Gambar 5.2.	Grafik Pengujian LDR	40
Gambar 5.3.	Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	40
Gambar 5.4.	Diagram Blok Pengujian ADC.....	42
Gambar 5.5.	Diagram Blok Pengujian <i>Keypad</i>	43
Gambar 5.6.	Diagram Blok Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor	44
Gambar 5.7.	Diagram Blok Pengujian Sistem Keseluruhan.....	45

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Pengelompokan Radiasi.....	5
Tabel 2.2.	Fungsi Pin ADDA PCF8591.....	12
Tabel 2.3.	Konfigurasi Port 3 Mikrokontroler AT89C51.....	13
Tabel 2.4.	Fungsi Pin LCD M1632.....	18
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian LDR.....	39
Tabel 5.2.	Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	41
Tabel 5.3.	Hasil Pengujian ADC.....	42
Tabel 5.4.	Hasil Pengujian Rangkaian <i>Keypad</i>	43
Tabel 5.5.	Hasil Pengujian Rangkaian <i>Driver Motor</i>	44
Tabel 5.6.	Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.....	46



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman anggrek merupakan salah satu jenis tanaman hias yang mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman anggrek yang semula liar kini sudah banyak dibudidayakan baik sebagai usaha maupun sekadar hobi. Dalam budidaya tanaman anggrek diusahakan tanaman anggrek diperlakukan seperti di habitat asalnya. Tanaman anggrek dalam pertumbuhannya dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan seperti: intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan pemeliharaan.

Salah satu faktor lingkungan yang perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman anggrek adalah intensitas cahaya, karena tanaman anggrek membutuhkan intensitas cahaya tertentu dalam pertumbuhannya. Kekurangan cahaya akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman anggrek terhambat. Sebaliknya, jika kelebihan cahaya akan merusak tanaman anggrek, bahkan tanaman bisa mati.

Pada umumnya petani anggrek menggunakan naungan permanen untuk mengurangi intensitas cahaya saat matahari terik yang bisa merusak tanaman anggrek. Di sisi lain, penggunaan naungan permanen menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya yang diterima tanaman anggrek pada pagi dan sore hari yang seharusnya bisa diterima tanaman seluruhnya. Penggunaan naungan permanen ini menjadi tidak efektif karena rentang waktu saat intensitas cahaya matahari relatif rendah yaitu pagi dan sore hari lebih lama daripada saat intensitas cahaya tinggi pada siang hari. Dengan kata lain, rentang waktu tanaman tidak membutuhkan naungan lebih panjang daripada rentang waktu tanaman membutuhkan naungan.

Penggunaan naungan permanen ternyata tidak efektif dalam budidaya tanaman anggrek, sehingga diperlukan suatu alat pengatur intensitas cahaya yang secara otomatis mampu membatasi intensitas cahaya berlebih jika diperlukan sesuai dengan kebutuhan tanaman anggrek.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada, dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem transduser yang dapat mengukur intensitas cahaya.
2. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian penguat yang menghubungkan keluaran sensor dengan masukan pada rangkaian ADC.
3. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian pengubah sinyal analog ke digital yang akan diolah oleh mikrokontroler.
4. Bagaimana mengintegrasikan ADC, *keypad* dan LCD dengan sistem mikrokontroler.
5. Bagaimana merancang dan membuat perangkat lunak mikrokontroler yang mampu mengendalikan alat.

1.3. Tujuan

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan dan merealisasikan alat pengatur intensitas cahaya pada budidaya tanaman anggrek dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pengendali alat.

1.4. Ruang Lingkup

Permasalahan dalam tugas akhir ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Intensitas cahaya yang diatur adalah intensitas cahaya matahari, jadi tidak ada penambahan intensitas cahaya dari sumber cahaya lain.
2. Sistem pengaturan intensitas cahaya menggunakan naungan berupa paranet.
3. Sensor cahaya yang digunakan berupa LDR (*Light Dependent Resistor*).
4. Pengendali alat menggunakan mikrokontroler AT89C51.
5. Alat yang dibuat diterapkan dalam *prototype* rumah anggrek berukuran 40 cm x 40 cm x 70 cm.
6. Pemrograman mikrokontroler akan dibahas sebatas pada penjelasan mengenai program untuk mengendalikan peralatan.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- BAB I** : Pendahuluan
Berisi latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup pembahasan, tujuan penulisan serta sistematika penulisan.
- BAB II** : Tinjauan Pustaka
Membahas teori-teori yang mendukung dan karakteristik komponen utama yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat.
- BAB III** : Metodologi Penelitian
Membahas tahap-tahap dan metode yang dilakukan dalam perencanaan, pembuatan dan pengujian alat.
- BAB IV** : Perancangan dan Pembuatan Alat
Memuat prinsip kerja, perancangan, dan pembuatan alat.
- BAB V** : Pengujian dan Analisis
Memuat hasil pengujian dan analisis alat yang telah dibuat.
- BAB VI** : Penutup
Memuat kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Anggrek

Tanaman anggrek merupakan salah satu kelompok tanaman hias yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Banyaknya variasi bentuk dan warna bunga anggrek merupakan salah satu keunggulan dari tanaman anggrek. Tanaman anggrek tersebar luas dari daerah tropis sampai daerah subtropis.

Pertumbuhan tanaman anggrek baik vegetatif maupun generatif tidak hanya ditentukan oleh faktor genetik, tetapi juga dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan luar seperti: cahaya, suhu, dan kelembaban, serta pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiraman, pemupukan, media tumbuh, dan pengendalian hama dan penyakit.

Berdasarkan habitatnya, tanaman anggrek dibagi menjadi dua golongan yaitu epifit dan terrestrial. Anggrek epifit adalah anggrek yang hidup menumpang pada pohon atau sejenisnya namun tidak merugikan tanaman yang ditumpanginya dan membutuhkan naungan. Anggrek terrestrial adalah anggrek yang hidup dan tumbuh di atas permukaan tanah dan membutuhkan cahaya matahari langsung. (Widyastoety, 2003:1)

Intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman anggrek di dalam perkembangannya berbeda-beda, tergantung jenisnya. Anggrek epifit membutuhkan intensitas cahaya matahari antara 1500 sampai 3000 fc atau 20% sampai 45% dari sinar matahari penuh (intensitas cahaya matahari penuh = 6925fc), contohnya: *Cattleya*, *Vanda daun*, *Cimbidium*, *Phalaneopsis*, dan *Dendrobium*, sedangkan anggrek terrestrial membutuhkan intensitas cahaya matahari antara 4000 sampai 5000 fc atau 60% sampai 75% dari sinar matahari penuh, contohnya: *Vanda Douglas*, *Vanda Miss Joaquim*, dan anggrek kalajengking. (Widyastoety, 2003:1)

Pada umumnya tanaman anggrek membutuhkan naungan untuk pertumbuhannya. Naungan yang umum digunakan berupa lembaran seng plastik yang berwarna hijau atau putih, kawat kasa, paranet plastik, anyaman bambu, bilahan bambu, dan jala lembut.

2.2. Radiasi Matahari

Kualitas radiasi matahari merupakan salah satu unsur radiasi yang mempunyai peran penting bagi organisme. Kualitas radiasi adalah spektrum cahaya yang dipancarkan oleh matahari yang terdiri atas berbagai panjang gelombang. Pengelompokan radiasi berdasarkan spektrum cahaya ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Kualitas cahaya ini juga sering disebut panjang gelombang cahaya. Radiasi matahari merupakan pancaran foton-foton hasil dari reaksi fusi di matahari yang dipancarkan ke segala arah di ruang angkasa yang dituliskan dalam Persamaan 2-1.

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{2-1}$$

λ : panjang gelombang (m)

c : kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f : frekuensi putaran (Hz)

Definisi matematis dari seberapa besar energi foton yang terpancar oleh suatu gelombang terdapat dalam Persamaan 2-2.

$$E = hf \tag{2-2}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \tag{2-3}$$

dengan E : energi foton (eV); $1\text{eV} = 1,62 \times 10^{-19}$ J

h : konstanta Planck ($6,62 \times 10^{-34}$ Ws^2)

f : frekuensi gelombang cahaya (Hz)

c : cepat rambat cahaya (3×10^8 m/s^2)

λ : panjang gelombang cahaya (μm)

Tabel 2.1. Pengelompokan Radiasi

No	Jenis	Panjang Gelombang (μm)
1	Sinar Gamma	kurang dari 10^{-4}
2	Sinar X	$5 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-2}$
3	Ultraviolet	$5 \cdot 10^{-3}$ - $3,5 \cdot 10^{-1}$
4	Cahaya Tampak	$3,5 \cdot 10^{-1}$ - $7,5 \cdot 10^{-1}$
5	Infra merah	$7,5 \cdot 10^{-1}$ - 10^2
6	Galombang Radio	10^2 - 10^8

Intensitas dari suatu radiasi energi cahaya didefinisikan sebagai daya pancar cahaya persatuan luas. Daya pancar dapat ditentukan dari energi foton yang dipancarkan persatuan waktu yang ditunjukkan dalam Persamaan 2-4. (Darmasetiawan, 1991: 32)

$$I = \frac{P}{A} \quad (2-4)$$

dengan I : intensitas (W/m²)

P : daya (W)

A : luasan yang melingkupi foton (m²)

Iluminasi (kuat penerangan) adalah kuantitas/jumlah cahaya pada level pencahayaan/permukaan tertentu. Persamaan iluminasi ditunjukkan dalam Persamaan 2-5. (Darmasetiawan, 1991: 38)

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (2-5)$$

E : iluminasi (lumen/m² = lux)

ϕ : fluks cahaya (lumen)

A : luas bidang (m²)

Tedapat beberapa sistem satuan yang biasanya digunakan dalam intensitas cahaya, yaitu: W/m², lux, dan *foot candle*(fc) dengan nilai konversi:

$$1 \text{ lux} = 0,0161028 \text{ W/m}^2$$

$$1 \text{ fc} = 10,76 \text{ lux}$$

$$1 \text{ fc} = 0,173266128 \text{ W/m}^2$$

Radiasi matahari di daerah tropis pada siang hari dengan cuaca cerah kurang lebih 1200 W/m². Sehubungan dengan tanaman, tidak semua panjang gelombang bermanfaat pada tanaman. Panjang gelombang yang berfungsi untuk aktivitas fotosintesis tanaman adalah 400 μm sampai 760 μm atau sinar tampak (*visible light*). (Nederhoff, 2001: 1)

2.3. LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR merupakan salah satu jenis fotokonduktif yang peka terhadap perubahan intensitas cahaya yang mengenai permukaannya. LDR mempunyai nilai resistansi yang berubah tergantung intensitas cahaya yang mengenainya. Pada umumnya LDR mempunyai resistansi yang cukup besar pada saat intensitas

cahaya kecil dan sebaliknya resistansi LDR akan turun saat intensitas cahaya naik. Grafik hubungan antara resistansi dan iluminasi pada fotokonduktif ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

Hubungan antara resistansi dan iluminasi diberikan dalam Persamaan 2-6.

$$R_a = R_b (E_a / E_b)^{-\alpha} \quad (2-6)$$

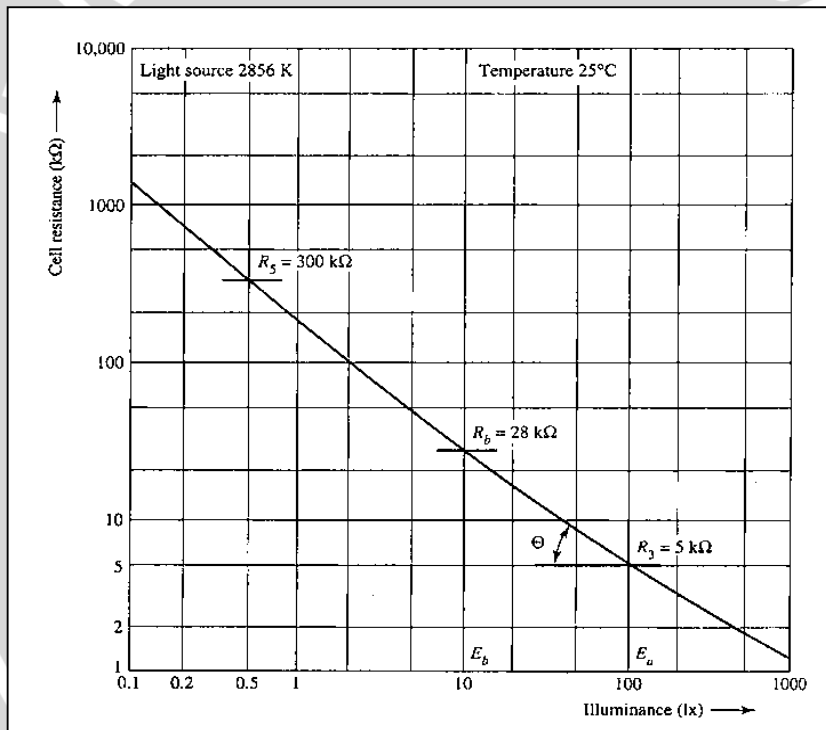
atau $E_a = E_b (R_a / R_b)^{-\alpha} \quad (2-7)$

dimana R_a = resistansi pada iluminasi E_a (Ω)

R_b = resistansi pada iluminasi E_b (Ω)

E_a, E_b = Iluminasi (lux, fc)

α = karakteristik *slope* dari kurva resistansi-iluminasi



Gambar 2.1. Grafik Hubungan Resistansi dan Iluminasi Pada Fotokonduktif

Sumber: Uiga, 1985:226

Slope α antara titik a dan b dalam kurva resistansi iluminasi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2-8

$$\alpha = \tan \theta = \frac{(\log R_a - \log R_b)}{(\log E_a - \log E_b)} = \frac{\log(R_a / R_b)}{\log(E_a / E_b)} \quad (2-8)$$

Nilai resistansi dan responsivitas detektor tergantung pada bahan fotokonduktif dan rangkaian detektor. Responsivitas pada detektor lain diukur melalui arus atau tegangan keluarannya dibagi fluks atau iluminasi yang dikenakan (A/Φ atau V/Φ), tetapi fotokonduktor mengubah nilai resistansi ketika menerima radiasi sehingga menyebabkan responsivitas yang digunakan berbeda. Untuk fotokonduktor, responsivitas dijelaskan oleh perubahan relatif resistansi dibagi dengan perubahan relatif eksitasi, baik fluks maupun iluminasi.

$$RE_R = (\Delta R / R) / (\Delta E / E) \quad (2-9)$$

dimana RE_R = responsivitas resistansi

$\Delta R / R$ = perubahan relatif resistansi

$\Delta E / E$ = perubahan relatif eksitasi, baik fluks maupun iluminasi.

Dengan menggunakan Persamaan 2-6 dan 2-9 didapatkan:

$$1 - \Delta R / R = (1 + \Delta E / E)^{-\alpha} \quad (2-10)$$

Untuk nilai $\Delta R / R$ dan $\Delta E / E$ yang kecil didapatkan:

$$RE_R = (\Delta R / R) / (\Delta E / E) = -\alpha \quad (2-11)$$

$$\text{atau } (\Delta R / R) = -\alpha (\Delta E / E) \quad (2-12)$$

2.4. Penguat Operasi

Pada umumnya sinyal keluaran dari sensor sangat lemah dan cenderung berubah-ubah sehingga dibutuhkan pengkondisi sinyal analog untuk menguatkan dan menyangga agar perubahan sinyal tidak mempengaruhi sistem. Pengkondisi sinyal tersusun atas penguat operasi yang terdiri dari dua macam, yaitu penguat pembalik dan penguat tak membalik.

2.4.1. Penguat pembalik

Rangkaian penguat pembalik ini merupakan sebuah penguat dengan penguatan untaian tertutup (*closed loop gain*), yang besar penguatannya bergantung pada nilai komponen input (R_i) dan komponen umpan baliknya (R_f). Gambar 2.2 menunjukkan rangkaian penguat pembalik.

Tegangan V_{in} yang dimasukkan ke op-amp dapat berupa sinyal AC maupun DC. Tegangan V_{in} akan melalui R_i ke terminal negatif op-amp. Seluruh

arus masukan mengalir melalui R_f , karena jumlah arus yang mengalir dari terminal masukan (-) dapat didapat arus yang melalui R_i sama dengan arus yang melalui R_f

$$I_{R_i} = I_{R_f}$$

$$\frac{(V_{in} - V_g)}{R_i} = \frac{(V_g - V_{out})}{R_f} \quad (2-13)$$

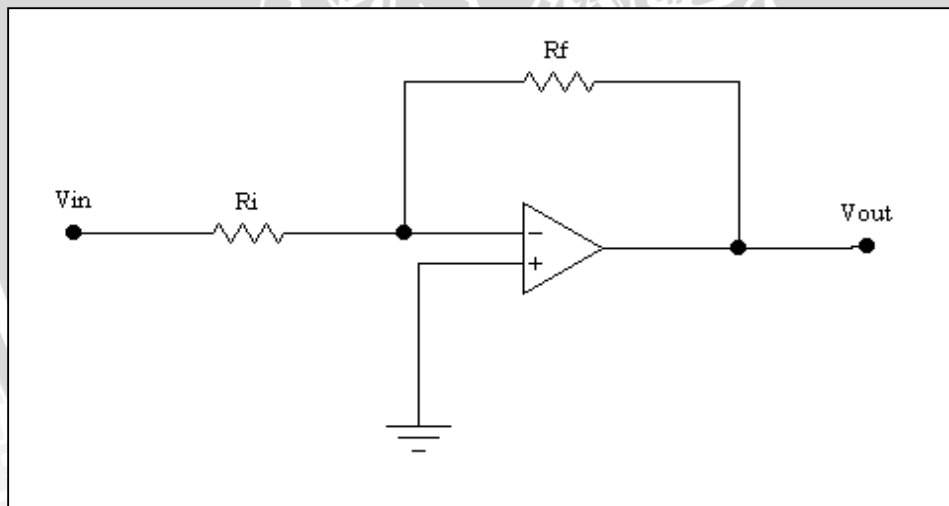
Karena beda tegangan terminal masukan op-amp $V_g = 0$, maka:

$$\frac{V_{in}}{R_i} = \frac{(- V_{out})}{R_f} \quad (2-14)$$

$$V_{out} = - \frac{R_f}{R_i} V_{in} \quad (2-15)$$

Dengan memasukkan definisi bahwa *gain* (penguatan) untai tertutup dari penguat tersebut sebagai A_{CL} , maka dengan menyusun kembali Persamaan 2-15 didapat:

$$A_{CL} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_f}{R_i} \quad (2-16)$$



Gambar 2.2. Rangkaian Penguat Pembalik

2.4.2. Penguat tak membalik

Penguat tak membalik merupakan penguat tegangan dengan polaritas tegangan keluaran sama dengan tegangan masukannya. Gambar 2.3 menunjukkan suatu penguat tak membalik.

Karena beda potensial antara gerbang positif dan negatif op-amp sama dengan nol, maka kedua terminal tersebut berada pada tegangan yang sama.

Arus I yang mengalir melalui R_i ditunjukkan dalam Persamaan 2-17.

$$I = \frac{V_{in}}{R_i} \quad (2-17)$$

Arus I juga mengalir melalui resistor umpan balik R_f menyebabkan tegangan pada R_f sebesar:

$$V_{R_f} = I \cdot R_f = \frac{V_{in}}{R_i} \cdot R_f \quad (2-18)$$

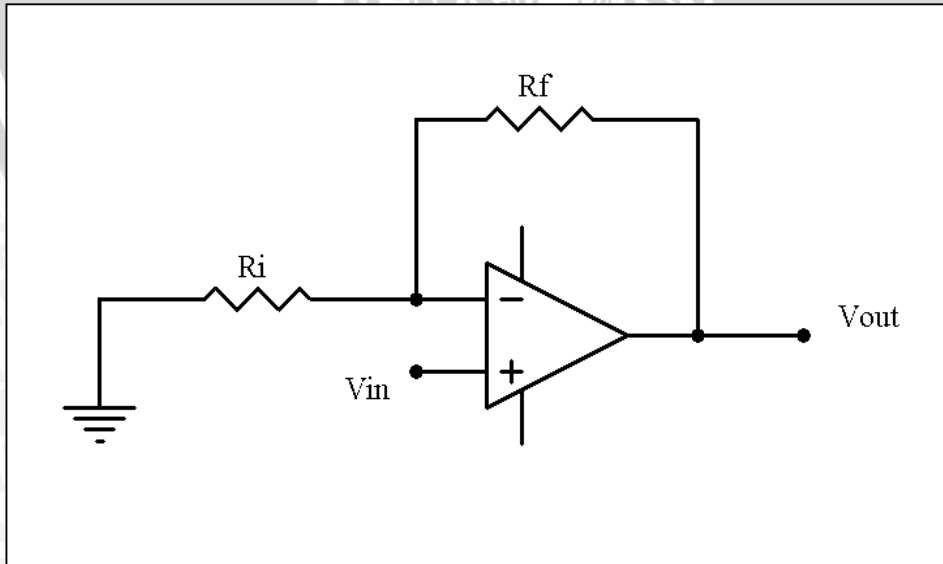
Tegangan keluaran V_{out} didapat dengan menambahkan tegangan masukan V_{in} dan tegangan pada R_f , dinyatakan dengan V_{R_f} , seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan 2-19.

$$V_{out} = V_{in} + \frac{R_f}{R_i} \cdot V_{in} \quad (2-19)$$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) V_{in} \quad (2-20)$$

Dengan menyusun kembali Persamaan 2-19 dan 2-20 untuk menyatakan *gain* tegangannya, didapat:

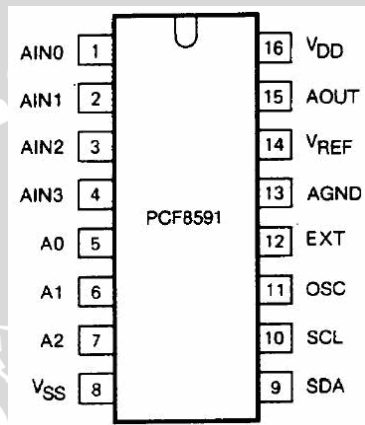
$$A_{CL} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_i} \quad (2-21)$$



Gambar 2.3. Rangkaian Penguat Tak Membalik

2.5. ADDA PCF8591

ADDA merupakan *Analog Input Output add-on board* untuk 89C51 *Development Tools* DT51 menggunakan I²C-bus. DT51 I²C ADDA digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi digital atau sebaliknya. ADDA PCF8591 terdiri atas 16 pin yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4 dan fungsi masing-masing pin ditunjukkan dalam Tabel 2.2.



Gambar 2.4. Susunan Pin ADDA PCF 8591

Sumber : Philips Semiconductor, 1998: 5

Spesifikasi yang dimiliki oleh DT51 I²C ADDA adalah :

1. Kompatibel penuh dengan 89C51 *development Tools* DT51.
2. Hanya perlu dua jalur kabel untuk antarmuka dengan mikrokontroler.
3. Analog input 4 *channel* 8 bit.
4. Analog output 1 *channel* 8 bit.
5. Input range tegangan 0 V – 2,5 V.
6. Spesifikasi ADDA PCF8591 adalah 10mV/bit.

Tabel 2.2. Fungsi Pin ADDA PCF8591

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
AINO	1	analog inputs (A/D converter)
AIN1	2	
AIN2	3	
AIN3	4	
A0	5	hardware address
A1	6	
A2	7	
V _{SS}	8	negative supply voltage
SDA	9	I ² C-bus data input/output
SCL	10	I ² C-bus clock input
OSC	11	oscillator input/output
EXT	12	external/internal switch for oscillator input
AGND	13	analog ground
V _{REF}	14	voltage reference input
AOUT	15	analog output (D/A converter)
V _{DD}	16	positive supply voltage

Sumber : Philips Semiconductor, 1998: 5

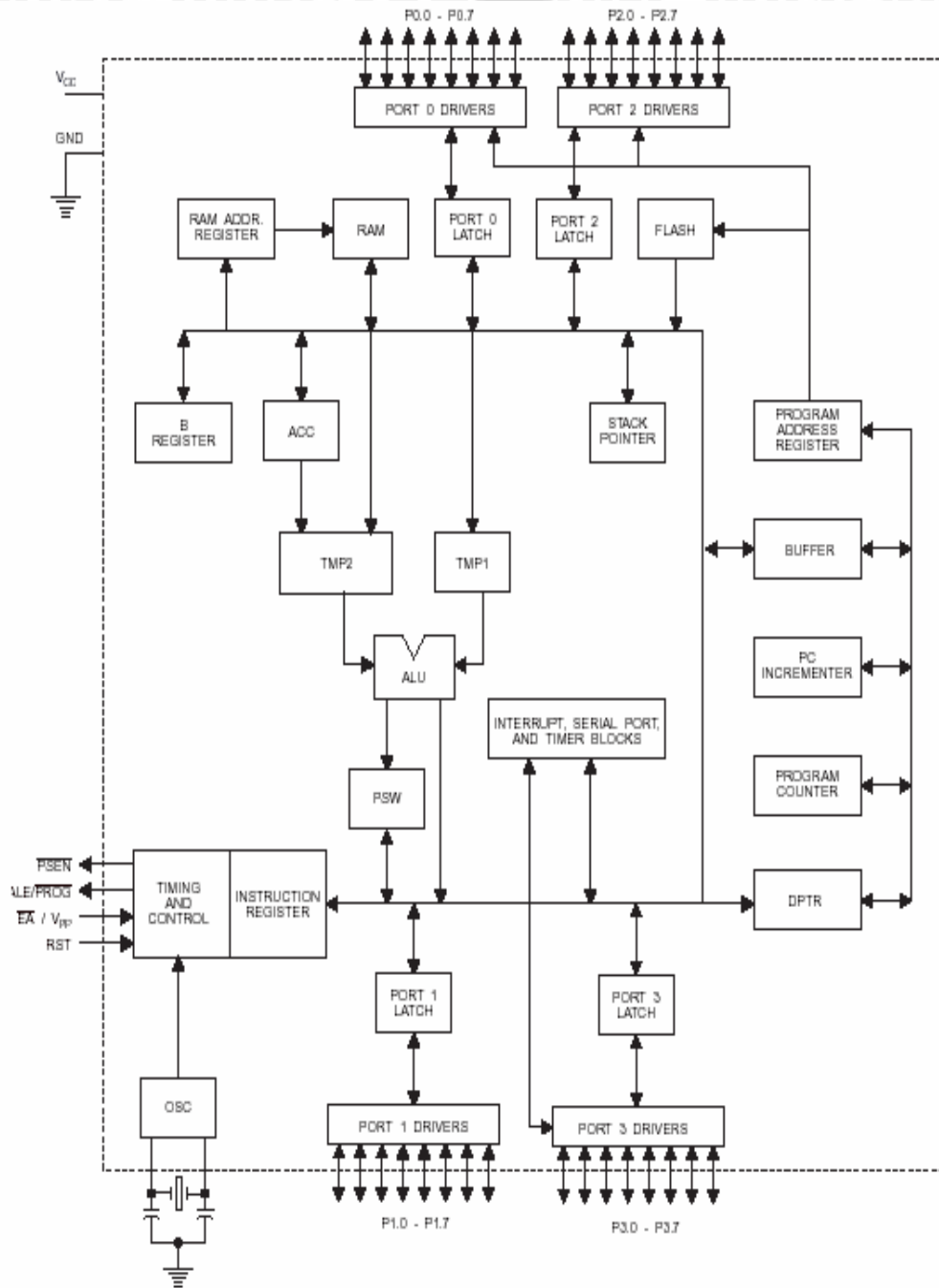
2.6. Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan mikrokontroler 8-bit dengan 4Kbyte memori baca yang dapat diprogram ulang dan dihapus (*Programmable and Erasable Read Only Memory/PEROM*) maksimal 1000 kali. Komponen ini menggunakan teknologi buatan Atmel yang set intruksi maupun kaki-kakinya cocok dengan standar industri MCS-51TM. Diagram blok mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan dalam Gambar 2.5.

Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut: (Atmel, 2000:1)

1. Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
2. Memiliki memori baca-tulis (RAM) sebesar 256 byte.
3. Jalur dua arah (*bidirectional*) yang dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran.
4. Sebuah *port* serial dengan kontrol *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*)
5. Dua buah *timer counter* 16-bit.
6. Osilator internal dan rangkaian pewaktu.

7. Enam jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal, 3 buah interupsi *timer*, dan sebuah interupsi port serial).
8. Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi *boolean* (bit).



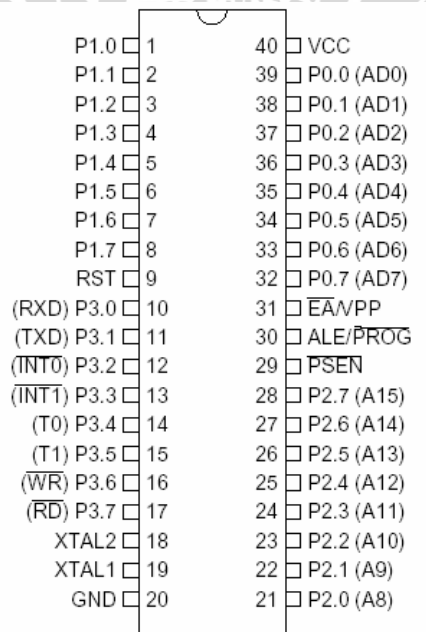
Gambar 2.5. Diagram Blok AT89C51

Sumber: Atmel, 2000:2

2.6.1. Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler 89C51 mempunyai 40 pin seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.6 Fungsi masing-masing pin dijelaskan sebagai berikut:

- ◆ Pin 1 sampai 8
Port 1 yang terdiri dari pin 1 sampai 8 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- ◆ Pin 9
RST merupakan saluran masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi.
- ◆ Pin 10 sampai 17
Port 3 yang terdiri dari pin 10 sampai pin 17 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus seperti yang terlihat dalam Tabel 2.3.
- ◆ Pin 18 dan 19
XTAL1 dan XTAL2 merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.



Gambar 2.6. Susunan Pin Mikrokontroler AT89C51

Sumber : Atmel, 2000:1

- ◆ Pin 20
VSS merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.
- ◆ Pin 21 sampai pin 28
Port 2 yang terdiri dari pin 21 sampai pin 28 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah. Port ini mengeluarkan 8 bit bagian alamat tinggi (A8-A15) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal dan pengambilan data memori eksternal yang menggunakan mode pengalamatan 16 bit.
- ◆ Pin 29
PSEN (*Program Store Enable*) merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal.
- ◆ Pin 30
 $\overline{ALE}/ \overline{PROG}$ *Adres Latch Enable* merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) pada port 0, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah 1/6 kali frekuensi osilator, dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.
- ◆ Pin 31
EA/VPP (*External Access Enable*) untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan ground bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan V_{pp} sebesar 12 volt jika menggunakan memori program eksternal.
- ◆ Pin 32 sampai 39
Port 0 yang terdiri dari pin 32 sampai pin 39 merupakan saluran masukan/keluaran. Port 0 merupakan saluran alamat rendah (A0-A7) yang dimultipleks dengan saluran bus data (D0-D7).
- ◆ Pin 40
VCC merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi kurang lebih 10%.

Tabel 2.3. Konfigurasi Port 3 AT89C51

Port Pin	Fungsi
P 3.0	RXD (serial port input)
P 3.1	TXD (serial port output)
P 3.2	INT0 (interupsi luar 0)
P 3.3	INT1 (interupsi luar 1)
P 3.4	T0 (Timer 0 input luar)
P 3.5	T1 (Timer 1 input luar)
P 3.6	WR (serial port input)
P 3.7	RD (serial port output)

2.6.2. Organisasi Memori Mikrokontroler

Berdasarkan fungsinya dalam penyimpanan, organisasi memori mikrokontroler AT89C51 dapat dibagi menjadi dua yaitu: memori program dan memori data. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat penyimpanan data-data sementara yang akan diolah mikrokontroler. Pengolahan data dan pengolahan program yang disimpan dalam memori diolah perdelapan bit.

2.6.2.1. Memori Program

Memori program disimpan dalam ROM (*Read Only Memory*). Pada mikrokontroler AT89C51 memiliki memori program sebesar 4 kbyte. Apabila dibutuhkan memori yang lebih besar, dapat digunakan memori yang terpisah dengan mikrokontroler.

Untuk mengakses memori internal, \overline{EA} dihubungkan dengan pin V_{cc} , sedangkan untuk mengakses memori eksternal, \overline{EA} dihubungkan dengan *ground*. Lebar alamat yang dapat diakses adalah 16 bit nilai alamat 0000_H sampai $FFFF_H$, sehingga dapat mengakses program dengan kapasitas sampai 2^{16} (65.536) alamat atau 64 kbyte. Sinyal yang digunakan untuk membaca program adalah PSEN (*Program Store Enable*).

2.6.2.2. Memori Data

Untuk menyimpan data yang diolah mikrokontroler, dapat dilakukan pada RAM (*Random Access Memory*) internal maupun eksternal. Mikrokontroler AT89C51 mempunyai memori data internal berupa RAM sebesar 128 byte. Apabila digunakan RAM eksternal, maka lebar alamat yang dapat diakses adalah 16 bit, mulai 0000_H sampai FFFF_H atau 64 Kbyte. Untuk mengakses memori data eksternal digunakan sinyal baca RD dan sinyal tulis WR.

2.7. Keypad

Tombol tekan (*keypad*) merupakan sarana yang digunakan untuk memasukkan data ke suatu alat/*device*. *Keypad* yang digunakan ini berupa matrik, rangkaian *keypad* berupa pin baris dan kolom. *Keypad* yang digunakan ini adalah *keypad* matrik 4 x 4 yang terdiri atas 4 kolom dan 4 baris. *Keypad* matrik bekerja dengan menggunakan prinsip *scanning* pada baris dan kolom. Kondisi logika pada port *keypad* adalah logika 1 pada setiap bitnya. Jika salah satu tombol dari *keypad* ditekan, baris dan kolom yang berhubungan akan tersambung ke ground sehingga kondisi logika baris dan kolom tersebut akan berlogika nol.

2.8. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter baik berupa angka, huruf, atau karakter tertentu, sehingga tampilan dapat dilihat secara visual. Pemakaian LCD sebagai indikator tampilan banyak digunakan karena daya yang dibutuhkan relatif rendah (orde microwatt), di samping itu juga dapat menampilkan angka, huruf, simbol, dan karakter tertentu, meskipun pada komponen ini dibatasi oleh sumber cahaya eksternal/ internal, suhu, dan *lifetime*.

LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggirannya tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar masing-masing keping kaca mempunyai lapisan tembus cahaya seperti oksida timah (*tin oxide*) atau oksida indium (*indium oxide*). Sel mempunyai ketebalan 10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair.

LCD M1632 tersusun sebanyak 2 baris dengan 16 karakter yang membutuhkan daya yang relatif rendah, dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi, serta pengendali LCD CMOS yang terpasang pada modul tersebut. Pengendali mempunyai pembangkit karakter ROM/RAM dan *display* data RAM. Semua fungsi *display* diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikroprosesor.

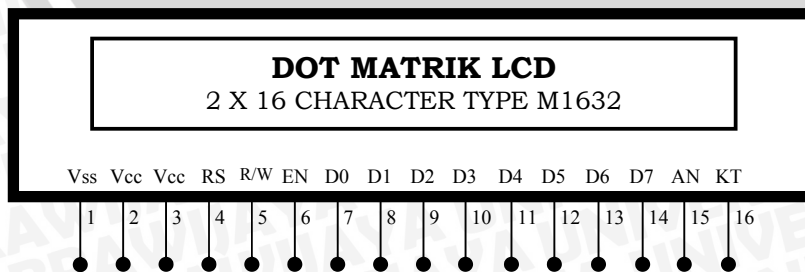
Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul berupa bus data yang termultiplek dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Pengendalian LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang dalam modul LCD. Susunan pin LCD M1632 ditunjukkan dalam Gambar 2.7.

LCD M1632 mempunyai 16 pin atau penyemat yang mempunyai fungsi-fungsi seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Fungsi Pin LCD M1632

No	Nama Penyemat	Fungsi
1	V _{ss}	Terminal ground
2	V _{cc}	Tegangan catu +5 volt
3	V _{ee}	Drive LCD
4	RS	Sinyal Pemilih Register 0 : instruksi reister (tulisi) 1 : data register (tulisi dan baca)
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : tulis 1 : baca
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis dan baca
7-14	DB0 - DB7	saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan
15	V+BL	Pengendali kecerahan latar belakang LCD 4-4,42V dan 50-500mA
16	V-BL	Pengendali kecerahan latar belakang LCD 0V

Sumber: Seiko Instrument, 1998: 12



Gambar 2.7. Susunan Pin LCD M1632

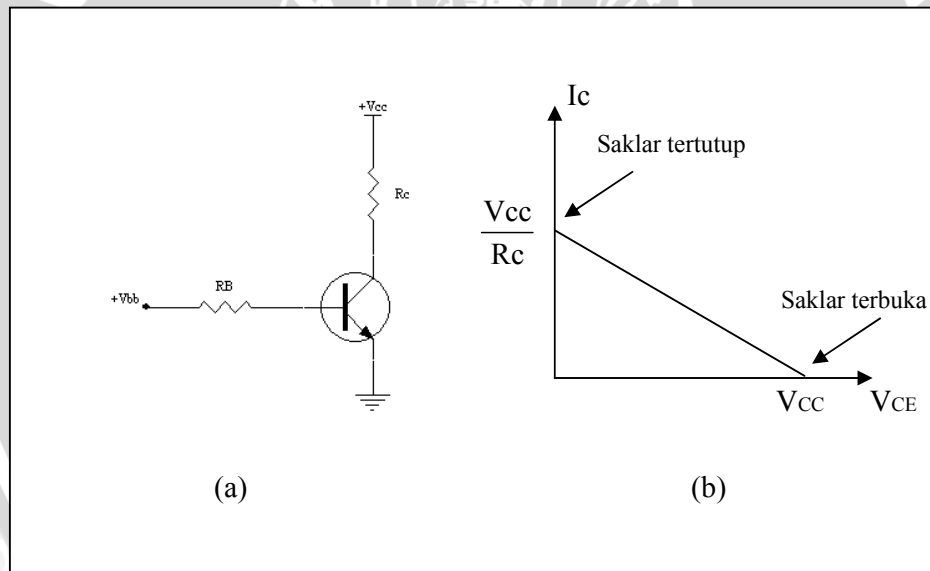
2.9. Transistor sebagai Saklar

Cara paling mudah untuk menggunakan sebuah transistor adalah sebagai saklar, artinya transistor dioperasikan pada salah satu dari saturasi atau *cut off*. Jika transistor berada pada titik saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar tertutup dari kolektor ke emiter. Jika transistor *cut off* maka transistor akan seperti sebuah saklar terbuka. Transistor yang difungsikan sebagai saklar diperlihatkan dalam Gambar 2.8. Penjumlahan tegangan di sekitar loop input menghasilkan Persamaan 2-22.

$$I_B R_B + V_{BE} - V_{BE} = 0 \quad (2-22)$$

Sehingga persamaan untuk arus pada basis dalam rangkaian transistor sebagai saklar adalah:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \quad (2-23)$$



Gambar 2.8. Transistor Sebagai Saklar (a) Rangkaian (b) Garis Beban DC

Sumber: Malvino, 1986: 129

Jika arus basis lebih besar atau sama dengan I_B (sat), titik kerja berada pada ujung atas garis beban, sehingga transistor seperti sebuah saklar tertutup. Sebaliknya, jika arus basis nol, transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban sehingga transistor seperti sebuah saklar terbuka.

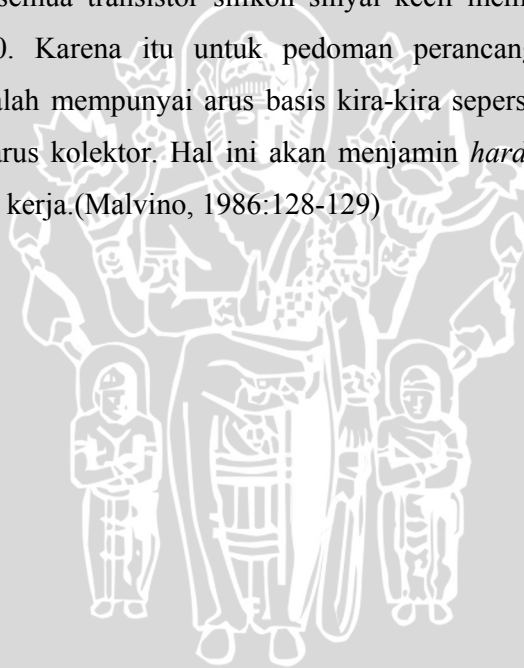
Di dalam merancang saklar transistor sebagai saklar, ada dua kondisi yaitu:

1. *Soft saturation*

Kondisi *soft saturation* berarti transistor dibuat hampir saturasi, di mana arus basis hanya cukup mengoperasikan transistor pada ujung atas garis beban. *Soft saturation* tidak dapat diandalkan pada produksi massa karena adanya perubahan-perubahan pada β_{dc} dan $I_B(\text{sat})$.

2. *Hard saturation*

Kondisi *hard saturation* berarti transistor mempunyai arus basis yang cukup untuk membuat transistor saturasi pada semua harga β_{dc} untuk menghadapi produksi massa. Untuk keadaan terburuk dari temperatur dan arus, hampir semua transistor silikon sinyal kecil mempunyai β_{dc} lebih besar dari 10. Karena itu untuk pedoman perancangan untuk *hard saturation* adalah mempunyai arus basis kira-kira sepersepuluh dari nilai saturasi dari arus kolektor. Hal ini akan menjamin *hard saturation* pada semua kondisi kerja. (Malvino, 1986:128-129)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan tugas akhir ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan merupakan data sekunder yang diambil dari buku data komponen elektronika. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

3.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan perealisasiian alat. Teori-teori yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Tanaman anggrek
2. Radiasi matahari
3. Sensor cahaya (LDR)
4. Pengkondisi sinyal analog
5. ADDA PCF8591
6. Mikrokontroler AT89C51
7. Papan tombol (*keypad*)
8. Tampilan peraga (LCD)
9. Transistor sebagai saklar

3.2. Perancangan Alat

Perancangan alat ini disesuaikan dengan fungsi dari masing-masing komponen yang akan digunakan sesuai dengan literatur yang dipelajari sehingga terbentuk rangkaian elektronika yang siap direalisasikan.

Perancangan alat ini dibagi dalam dua perancangan yaitu:

1. Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan membuat diagram blok rangkaian keseluruhan kemudian membuat rangkaian per blok dan direalisasikan dalam bentuk PCB.

2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan untuk mengendalikan alat. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan perangkat lunak adalah pembuatan diagram alir program. Program yang digunakan adalah bahasa C untuk mikrokontroler AT89C51.

3.3. Pengujian Alat

Pengujian alat meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak:

1. Pengujian perangkat keras dilakukan pada masing-masing blok dan pengujian secara keseluruhan.
2. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan melakukan pengujian program dengan memberi masukan dan mengamati keluarannya pada rangkaian yang telah dibuat secara lengkap.

3.4. Realisasi Alat secara Keseluruhan

Setelah tiap blok diuji dan keluarannya sesuai dengan yang direncanakan, serta perangkat lunak yang diberikan dapat mengendalikan perangkat keras, selanjutnya dilakukan penggabungan bagian tiap blok.

3.5. Pengambilan Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil yang dapat dianalisis. Hasil analisis tersebut akan dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan dari proses perancangan sistem ini.

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam perancangan alat ini dilakukan per blok untuk memudahkan analisis setiap bagian maupun sistem secara keseluruhan. Perancangan dan pembuatan sistem ini terdiri atas dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perangkat keras meliputi mikrokontroler AT89C51 yang diantarmukakan dengan rangkaian sensor cahaya, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian ADC, rangkaian *keypad*, rangkaian LCD, dan rangkaian *driver* motor. Untuk mengendalikan perangkat keras ini diperlukan perangkat lunak melalui mikrokontroler. Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa C untuk mikrokontroler AT89C51.

Beberapa hal yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi alat, diagram blok, dan prinsip kerja sistem.

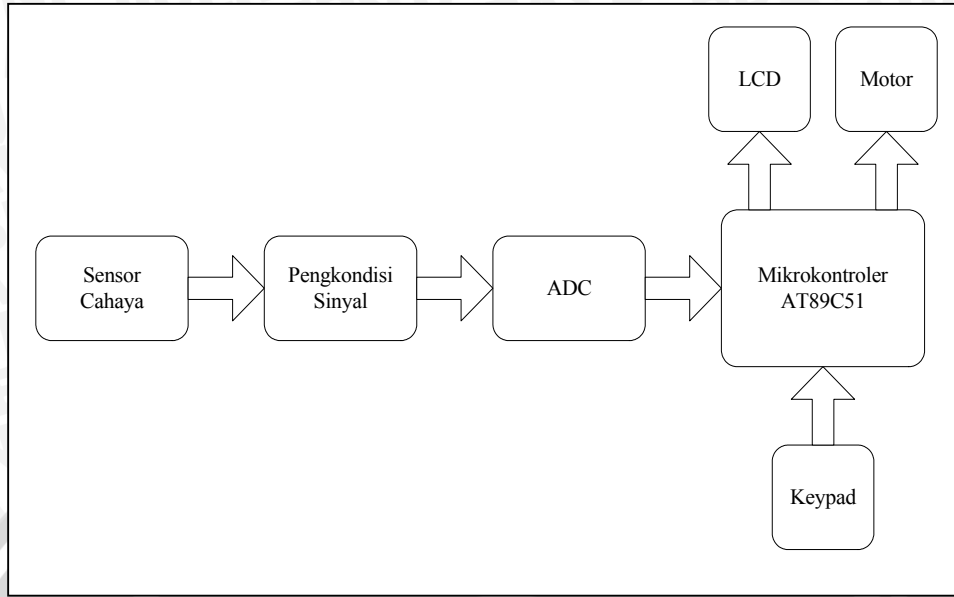
4.1. Spesifikasi Alat

Sebelum melakukan perancangan dan perealisasiian alat, maka perlu ditentukan spesifikasi alat yang akan dibuat. Spesifikasi alat yang akan direlisasikan adalah:

1. Sensor cahaya yang digunakan adalah LDR (*Light Dependent Resistor*)
2. Pengkonversi sinyal analog ke digital menggunakan ADDA PCF8591
3. Pusat pengendali menggunakan mikrokontroler AT89C51
4. Tampilan peraga menggunakan LCD M1632 yang terdiri atas dua baris dan 16 karakter.
5. Intensitas cahaya ditampilkan dalam satuan lux.

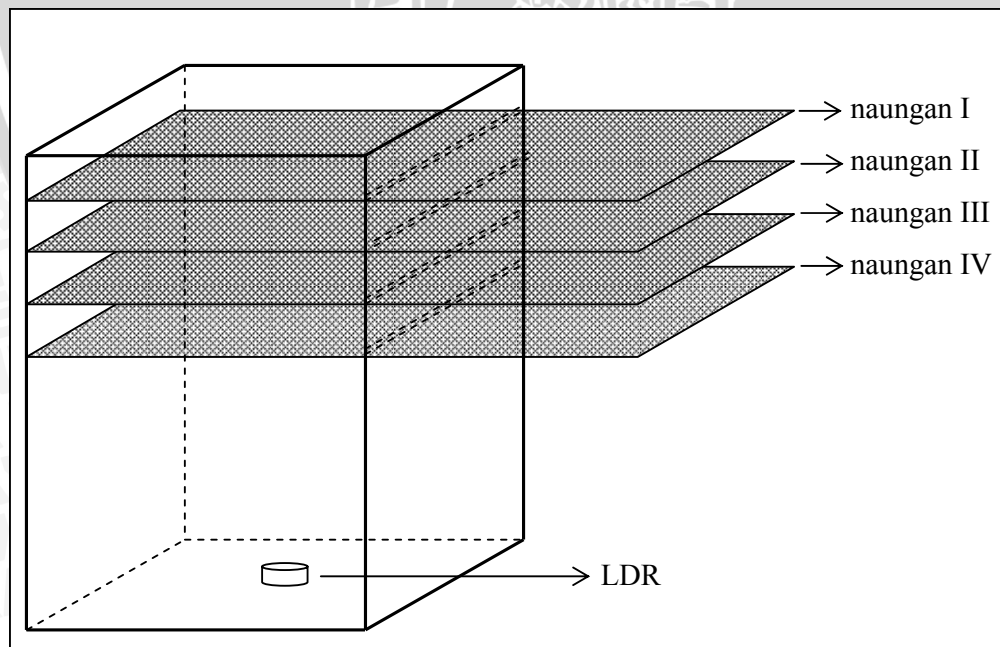
4.2. Diagram Blok Rangkaian

Pembuatan diagram blok rangkaian digunakan agar perancangan dan perealisasiian alat berjalan secara sistematis dan memudahkan untuk pengujian masing-masing blok rangkaian sehingga menghasilkan sistem yang dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Diagram blok sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem

Dalam perancangan ini, alat yang dibuat diterapkan dalam rumah anggrek yang diwakili oleh *prototype* rumah anggrek berukuran 40 cm x 40 cm x 70 cm yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2. Naungan yang digunakan berupa paranet yaitu lembaran plastik rajutan yang memiliki kerapatan tertentu, berfungsi untuk mengurangi intensitas cahaya matahari.



Gambar 4.2. *Prototype* Rumah Anggrek

4.3. Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja alat ini dijelaskan sebagai berikut. Setelah nilai seting intensitas cahaya ditetapkan oleh pengguna melalui *keypad*, mikrokontroler akan menggerakkan motor untuk membuka naungan satu per satu jika kondisinya belum terbuka. Mikrokontroler membaca intensitas cahaya melalui sensor cahaya, dan ADC. Nilai intensitas cahaya ini ditampilkan di LCD dan dibandingkan dengan suatu nilai seting yang telah ditentukan oleh pengguna melalui *keypad*. Jika nilai intensitas cahaya pada sensor cahaya lebih dari nilai seting tersebut maka mikrokontroler akan menggerakkan motor untuk menutup naungan. Sebaliknya, jika nilai intensitas cahaya tersebut kurang dari 75% nilai seting maka mikrokontroler akan menggerakkan motor untuk membuka naungan.

4.4. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri atas perancangan rangkaian sensor cahaya, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian ADC, mikrokontroler AT89C51 dan rangkaian pendukung yaitu: rangkaian *keypad*, rangkaian LCD, dan rangkaian *driver* motor.

4.4.1. Rangkaian Sensor Cahaya

Sensor cahaya yang digunakan adalah LDR yang akan menghasilkan perubahan nilai resistansi jika intensitas cahaya yang mengenai permukaannya berubah. Berdasarkan *datasheet* LDR diketahui:

$$E_a = 1000 \text{ lux}, E_b = 10 \text{ lux}$$

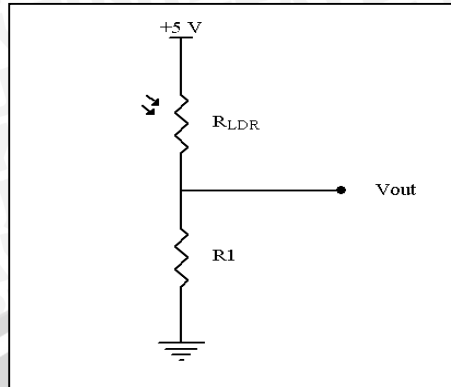
$$R_a = 400 \ \Omega, R_b = 9 \text{ k}\Omega$$

Dengan menggunakan Persamaan 2-8, nilai α dapat dihitung:

$$\alpha = \left| \frac{\log(400/9000)}{\log(1000/10)} \right| = 0,676$$

Rangkaian sensor cahaya ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Nilai V_{out} ditunjukkan dalam Persamaan 4-1.

$$V_{out} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_{LDR}} \right) 5V \quad (4-1)$$



Gambar 4.3. Rangkaian Sensor Cahaya

Nilai R_{LDR} dapat dihitung menggunakan Persamaan 2-6 dengan $\alpha = 0,676$ sebagai berikut:

Untuk illuminasi maksimal = $1200 \text{ W/m}^2 \approx 75000 \text{ lux}$

$$R_a = R_b (E_a / E_b)^{-\alpha}$$

$$R_a = 9000(75000/10)^{-0,676}$$

$$= 21,6 \Omega$$

dengan R_a = Resistansi pada illuminasi 75000 lux

R_b = Resistansi pada illuminasi 10 lux

E_a = illuminasi = 75000 lux

E_b = illuminasi = 10 lux

Pada saat illuminasi 75000 lux, diinginkan $V_{out} = 2,5 \text{ V}$. Dengan menggunakan Persamaan 4-1 didapatkan:

$$2,5 = \left(\frac{R_1}{R_1 + 21,6} \right) 5$$

$$2,5 R_1 + 54 = 5 R_1$$

$$2,5 R_1 = 54$$

$$R_1 = 21,6 \Omega$$

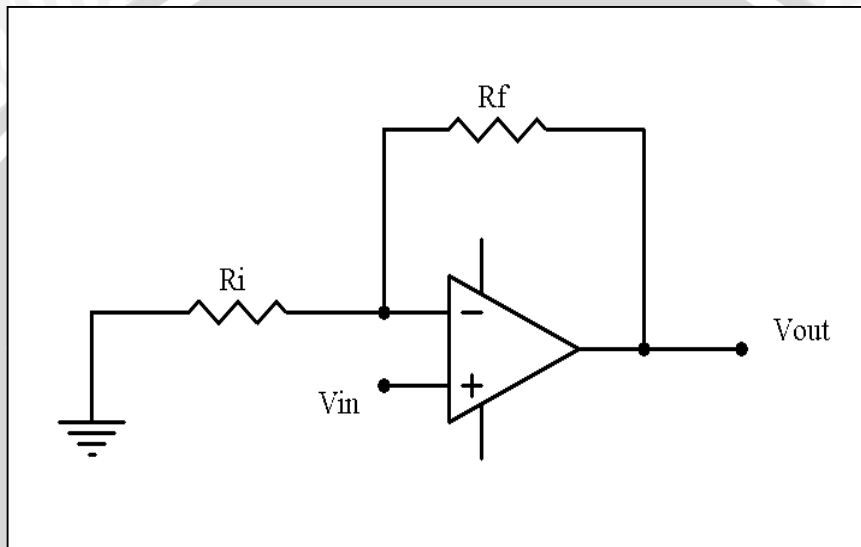
Karena R sebesar $21,6 \Omega$ tidak tersedia di pasaran, maka digunakan R sebesar 20Ω , sehingga didapatkan

$$V_{out} = \left(\frac{20}{20 + 21,6} \right) 5 \text{ V}$$

$$= 2,4 \text{ V}$$

4.4.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal berfungsi untuk menyesuaikan tegangan keluaran rangkaian sensor cahaya agar sesuai dengan jangkauan masukan ADDA PCF8951 yaitu 0 – 2,5 V. Keluaran rangkaian sensor cahaya untuk nilai maksimal intensitas cahaya adalah 2,4 V, sehingga digunakan penguat tak membalik yang ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Rangkaian Penguat tak Membalik

Dengan menggunakan Persamaan 2-21 didapatkan

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

$$\frac{2,5}{2,4} = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

$$1,042 = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

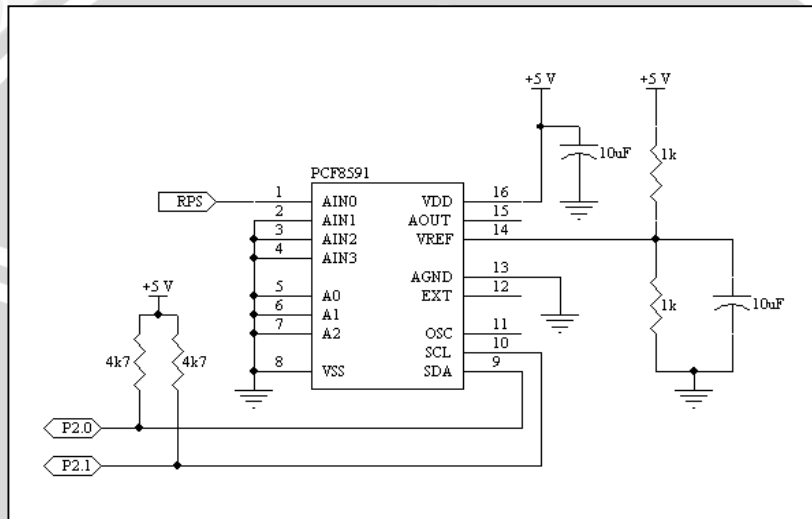
$$\frac{R_f}{R_i} = 0,042$$

$$R_f = 0,042 R_i$$

Jika ditentukan $R_i = 10 \text{ k}\Omega$ maka $R_f = 420 \Omega$.

4.4.3. Rangkaian ADDA PCF8591

Tegangan keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal berupa tegangan analog. Agar nilai tersebut dapat dibaca oleh mikrokontroler AT89C51, maka nilai tegangan tersebut harus diubah menjadi data digital 8 bit menggunakan konverter analog ke digital. Dalam perancangan ini digunakan konverter analog ke digital berupa ADDA PCF8591 berfungsi sebagai konverter analog ke digital dengan 4 masukan analog yang dimultipleks menjadi data digital 8 bit. Rangkaian ADDA PCF8591 ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



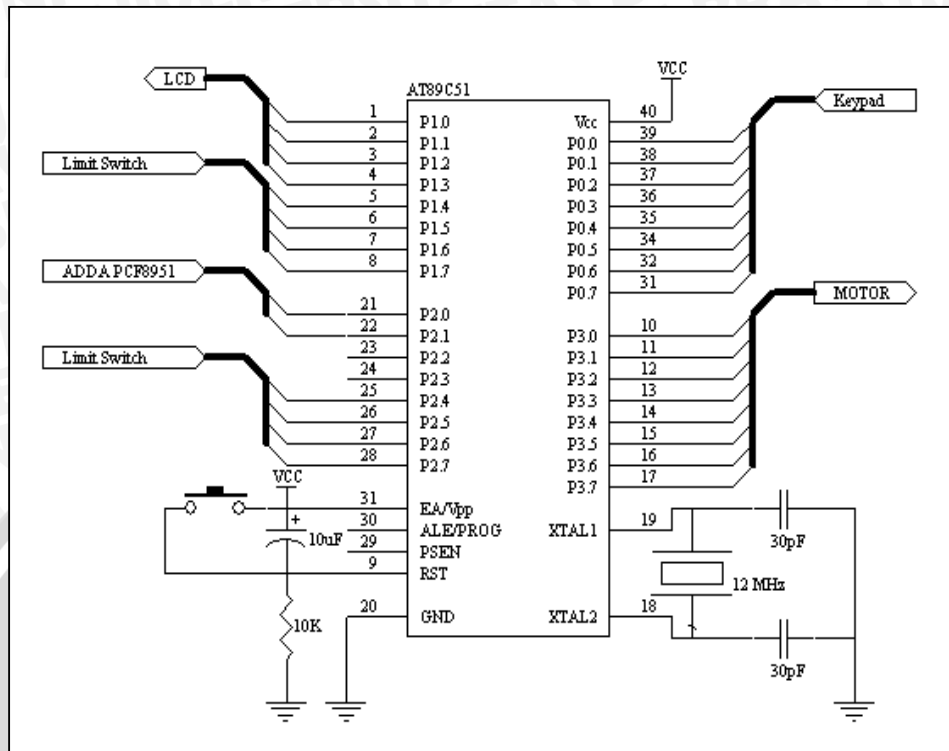
Gambar 4.5. Rangkaian ADDA PCF8591

ADDA PCF8591 mempunyai resolusi untuk 1 LSB dengan tegangan referensi 2,5 V sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Resolusi} &= \frac{V_{\text{skala penuh}}}{2^n - 1} \\
 &= \frac{2,5 \text{ V}}{255} \\
 &= 9,8 \text{ mV}
 \end{aligned}
 \tag{4-2}$$

4.4.4. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 dalam perancangan ini berfungsi sebagai pusat pengendali alat. Port-port mikrokontroler digunakan sebagai jalur data, jalur alamat, dan sinyal kontrol. Rangkaian mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

Untuk membuat sistem mikrokontroler ini bekerja dibutuhkan komponen-komponen tambahan. Kristal dengan frekuensi 12 MHz dan dua buah kapasitor 30 pF digunakan untuk menggerakkan osilator internal. Mikrokontroler menggunakan rangkaian *power on reset* yang mereset mikrokontroler secara otomatis setiap catu daya dihidupkan. Dalam perancangan ini, port yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Port 0.0 sampai port 0.7 digunakan sebagai masukan dari *keypad*.
2. Port 1.0 sampai port 1.3 digunakan sebagai keluaran ke LCD.
3. Port 1.4 sampai port 1.7 dan port 2.4 sampai port 2.7 digunakan sebagai masukan dari *limit switch*.
4. Port 2.0 digunakan sebagai masukan data dari ADDA PCF8591.
5. Port 2.1 digunakan sebagai masukan *clock* dari ADDA PCF8591.
6. Port 3.0 sampai port 3.7 digunakan sebagai keluaran ke *driver* motor.
7. X1 dan X2 digunakan sebagai masukan rangkaian isolator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri atas kristal osilator 12 MHz,

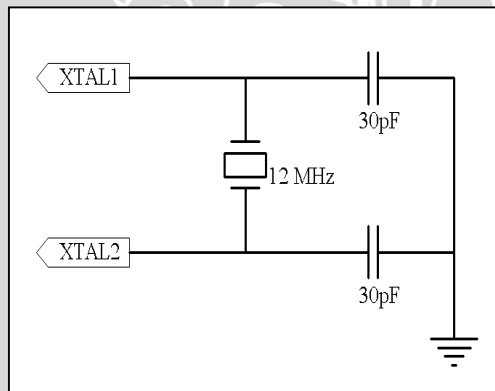
kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 30 pF, berfungsi untuk membangkitkan pulsa clock yang menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU.

8. Vcc dihubungkan dengan tegangan +5 volt.
9. GND dihubungkan ke *ground* catu daya.
10. Reset digunakan untuk mereset program kontrol MCU, dimana MCU memiliki masukan *high*.

4.4.4.1. Sistem Pewaktuan Mikrokontroler

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam *chip* mikrokontroler. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan cara menghubungkan kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor 30 pF (sesuai *datasheet*) ke *ground* seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.7.

Dengan memakai kristal 12 MHz, maka satu siklus mesin membutuhkan waktu selama 1 μ s atau $\frac{1}{12} \times 12$ periode...



Gambar 4.7. Rangkaian Pewaktuan Mikrokontroler

4.4.4.2. Rangkaian Reset

Pada mikrokontroler AT89C51 terdapat rangkaian reset yang digunakan untuk mereset mikrokontroler pada saat mikrokontroler pertama kali dihidupkan yang ditunjukkan dalam Gambar 4.8. Untuk mereset mikrokontroler AT89C51,

pin RST diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal *reset*, kapasitor dihubungkan dengan V_{CC} dan sebuah resistor yang dihubungkan ke *ground*.

Pada sistem ini, menggunakan kristal osilator sebesar 12 MHz, maka diperoleh satu periode dari Persamaan 4-3.

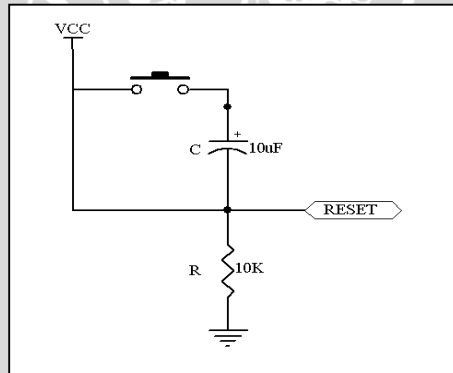
$$T = \frac{1}{f_{XTAL}} \quad (4-3)$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{12 \times 10^6} \text{ s} \\ &= 8,333 \times 10^{-8} \text{ s} \end{aligned}$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler dapat dihitung menggunakan Persamaan 4-4.

$$t_{reset} = T \times \text{periode yang dibutuhkan} \quad (4-4)$$

$$\begin{aligned} t_{reset} &= 8,333 \cdot 10^{-8} \times 24 \\ &= 1,99 \mu\text{s} \\ &= 2 \mu\text{s} \end{aligned}$$



Gambar 4.8. Rangkaian Reset Mikrokontroler

Jadi mikrokontroler membutuhkan waktu minimal $2\mu\text{s}$ untuk mereset. Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C. Dari Persamaan 4-5, dengan menentukan nilai $R = 10 \text{ k}\Omega$, maka nilai C dapat dihitung:

$$t = RC \ln \frac{V_{CC}}{V_o} \quad (4-5)$$

Dengan nilai V_O adalah tegangan minimal yang diperlukan pin RST, maka diperoleh:

$$\begin{aligned}t &= RC \ln \frac{5}{3,5} \\t &= 0,357 RC \\2.10^{-6} &= 0,357 \times 10.10^3 \times C \\C &= 0,56 \times 10^{-9} F \\&= 0,56 \text{ nF}\end{aligned}$$

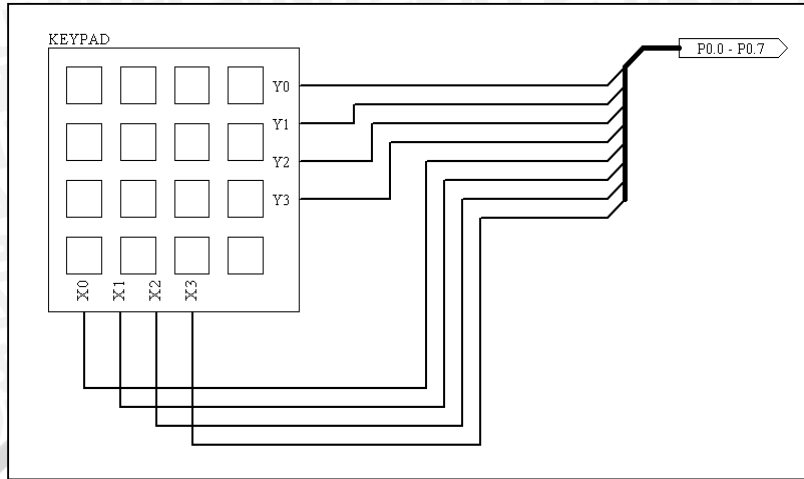
Jadi untuk membentuk rangkaian reset mikrokontroler, digunakan nilai C minimal 0,56 nF, pada perancangan ini nilai C sebesar 10 μ F.

4.4.5. Rangkaian Keypad

Keypad sering digunakan sebagai media masukan dalam berbagai aplikasi elektronik. Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya bahwa *keypad* ini bekerja dengan metode matrik dimana keluaran yang dihasilkan merupakan kombinasi dari baris dan kolom dari tombol yang ditekan.

Pada bagian belakang dari *keypad* terdapat delapan buah pin yang berfungsi sebagai keluaran dari *keypad* tersebut. Delapan buah pin ini terdiri atas 4 buah pin yang menunjukkan kolom dan 4 buah pin menunjukkan baris dari tombol yang ditekan.

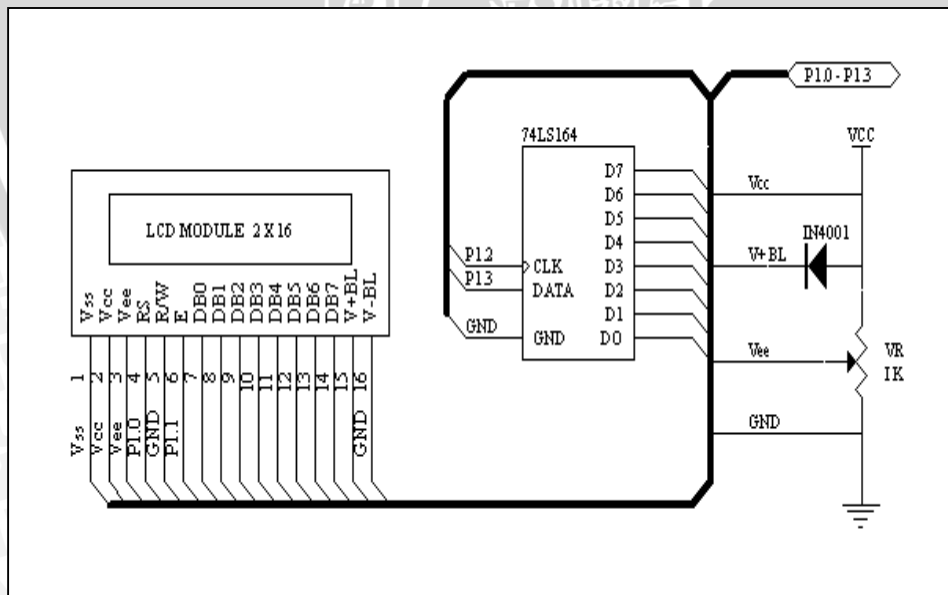
Masalah-masalah yang sering timbul dengan digunakannya *keypad* jenis ini adalah dengan adanya *bouncing*. Dengan adanya *bouncing* maka tombol yang ditekan sekali akan terdeteksi berulang kali. *Bouncing* ini dapat diatasi dalam pemrograman dengan memberikan jeda waktu atau *delay* beberapa saat sebelum data benar-benar dimasukkan ke dalam mikrokontroler untuk diolah. Tujuan pemberian jeda waktu ini untuk memberi kesempatan agar benar-benar terjadi kontak antar ujung baris dan kolom dari tombol yang ditekan dengan resistor *pull up*. Gambar antarmuka *keypad* matrik 4x4 dengan port mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Rangkaian Keypad

4.4.6. Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD)

Dalam aplikasi ini menggunakan sebuah layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yaitu jenis *Seiko Instrument M1632* yang merupakan LCD dua baris dengan setiap barisnya terdiri 16 karakter dan menggunakan IC 74LS164 yang merupakan register geser 8 bit yang memiliki jalan masuk deret tergerbang. Antarmuka antara LCD, IC 74LS164 dan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Rangkaian LCD

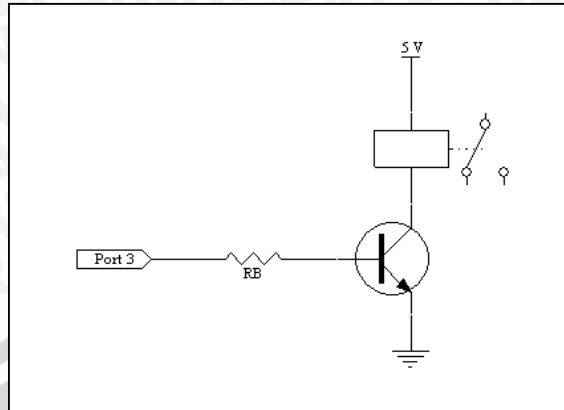
LCD dot matrik ini membutuhkan sepuluh buah pin masukan/keluaran dari mikrokontroler dan IC 74164. Adapun dua buah pin yakni port 1.0 pada penyemat RS yang digunakan sebagai sinyal pemilih register dan port 1.1 pada penyemat *enable* digunakan sebagai sinyal operasi awal, sinyal *enable* ini mengaktifkan data tulis atau baca oleh mikrokontroler, penyemat DB0-DB7 yang dihubungkan ke pin data IC74164 digunakan untuk menampilkan karakter yang dikehendaki oleh mikrokontroler. Ketika terdapat data pada jalur data, data tersebut akan ditahan dengan memberikan *clock* pin E pada LCD. Pin RS menentukan apakah data yang ditahan akan digunakan sebagai instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD atau sebagai kode karakter yang diperlukan LCD untuk menampilkan suatu karakter. Sedangkan untuk pin R/W pada LCD dihubungkan ke *ground* karena dalam hal ini LCD hanya melakukan operasi *write* atau operasi menampilkan karakter.

Untuk pin V_{CC} pada LCD dihubungkan ke supply + V_{CC} dan V_{SS} dihubungkan ke *ground*. Pin V_{EE} beserta pin V_{CC} dan V_{SS} dihubungkan ke *trimmer potensio* atau kadang disebut dengan *trimpot*. *Trimpot* ini digunakan untuk mengatur kontras dari tampilan LCD dengan cara mengubah tegangan pada pin V_{EE} .

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa data yang terdapat pada jalur data selain dianggap sebagai kode karakter dapat digunakan sebagai suatu perintah instruksi untuk mengatur *setting* dari tampilan LCD. Cara pemakaian data sebagai instruksi dengan data sebagai kode karakter memiliki perberbedaan. Perbedaannya pada keadaan pin RS ketika data yang ada di jalur data ditahan oleh LCD dengan memberikan *clock* pada pin E.

4.4.7. Rangkaian *Driver Motor*

Rangkaian *driver* motor berfungsi menggerakkan motor yang memutar gulungan naungan untuk membuka dan menutup naungan. Rangkaian *driver* motor terdiri atas transistor NPN SS9014 yang difungsikan sebagai transistor *switching* dan relai yang dihubungkan dengan motor. Rangkaian *driver* motor ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Rangkaian *Driver* Motor

Tegangan keluaran dari mikrokontroler dihubungkan dengan *driver* motor sehingga motor akan aktif dan dapat menutup atau membuka naungan. Perhitungan dari rangkaian *driver* motor adalah sebagai berikut:

Data transistor SS9014 yang diperoleh dari *datasheet* adalah :

- V_{CE} (saturasi) = 0,14 volt.
- V_{BE} = 0,7 volt.

Besar pengukuran tahanan dalam relai ($R_{relai} = R_C$) = 280 Ω

Dengan resistansi relai sebesar 280 Ω , tegangan catu sebesar 5V, maka dengan menggunakan Persamaan 4-6 besar arus I_C adalah :

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_{relai}} \quad (4-6)$$

$$I_C = \frac{5V - 0,14V}{280\Omega} = 17,35 \text{ mA}$$

Dalam perancangan ini digunakan $h_{FE} = 100$, sehingga I_B dapat dihitung sebagai berikut.

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} \quad (4-7)$$

$$I_B = \frac{17,35 \text{ mA}}{100} = 0,1735 \text{ mA}$$

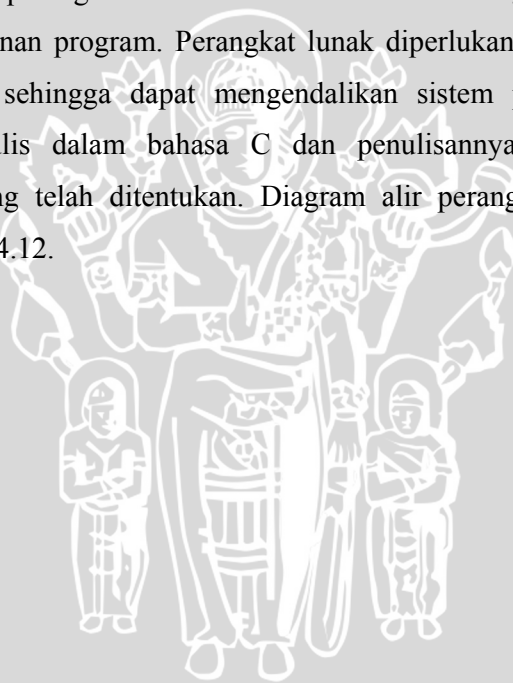
Nilai R_B dapat dihitung menggunakan Persamaan 4-8, dengan $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ yaitu sebagai berikut.

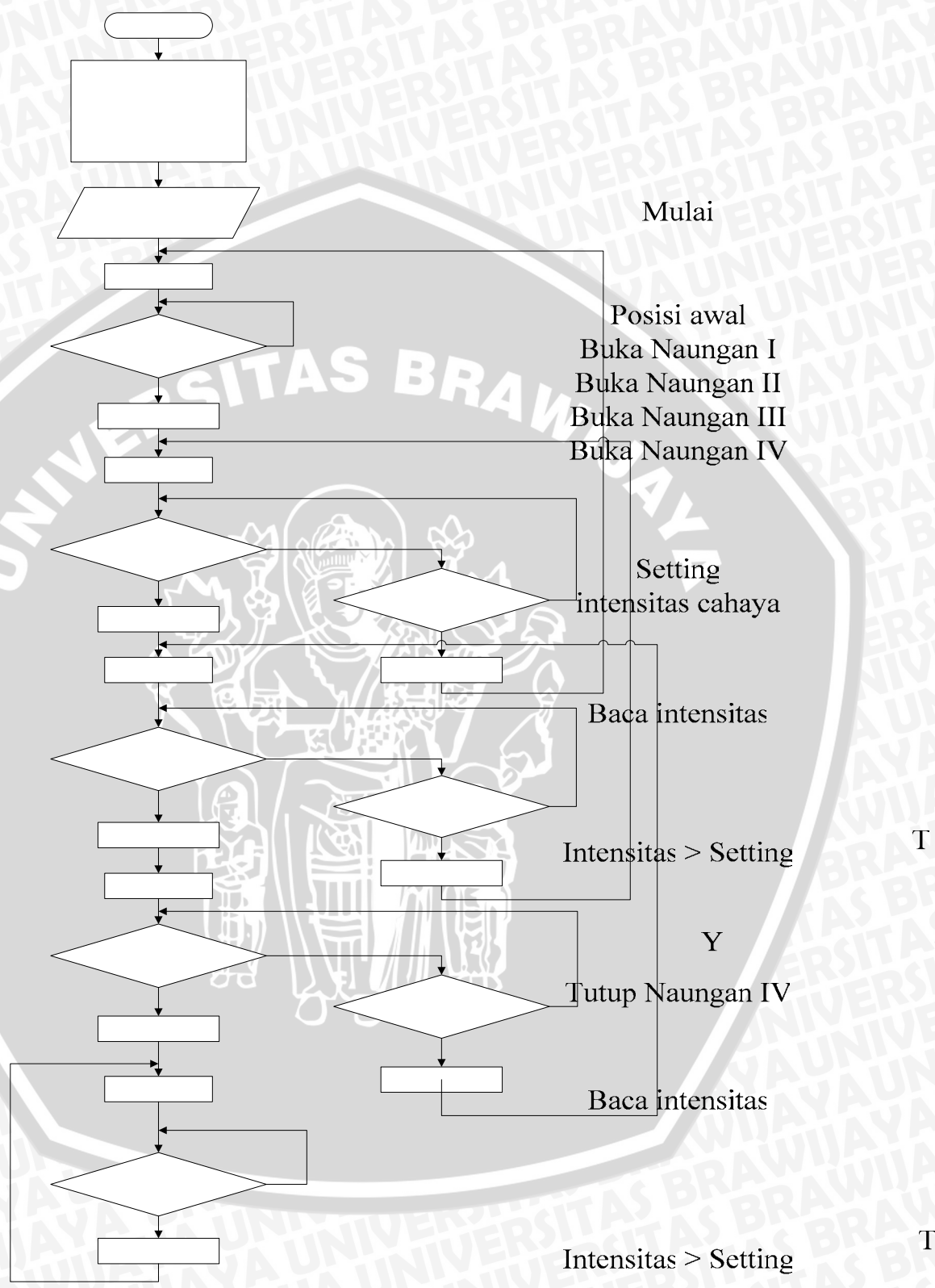
$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B} \quad (4-8)$$

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{0,1735 \text{ mA}} \\ &= 24,7 \text{ k}\Omega \\ &= 22 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

4.5. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak mikrokontroler digunakan untuk memudahkan penyusunan program. Perangkat lunak diperlukan untuk mengatur kerja mikrokontroler sehingga dapat mengendalikan sistem perangkat keras. Perangkat lunak ditulis dalam bahasa C dan penulisannya sesuai dengan spesifikasi sistem yang telah ditentukan. Diagram alir perangkat lunak dapat dilihat dalam Gambar 4.12.





Gambar 4.12. Diagram Alir Program

BAB V

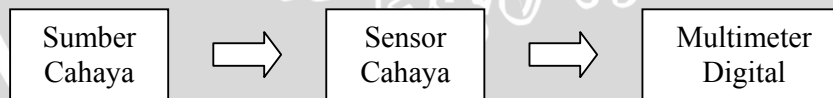
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui hasil perancangan yang telah direalisasikan. Pengujian dilakukan perblok rangkaian untuk mempermudah dalam menganalisis hasil perancangan. Setelah dilakukan pengujian perblok rangkaian, kemudian dilakukan pengujian sistem keseluruhan. Bagian-bagian yang diuji adalah:

1. Pengujian sensor cahaya
2. Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal
3. Pengujian rangkaian ADC
4. Pengujian rangkaian *keypad*
5. Pengujian rangkaian *driver* motor
6. Pengujian sistem keseluruhan

5.1. Pengujian Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan intensitas cahaya. Pengujian sensor cahaya dilakukan dengan cara meletakkan sensor cahaya (LDR) di bawah sumber cahaya berupa lampu pijar 500 watt seperti Gambar 5.1. Intensitas cahaya sumber dinaikkan per step dan nilai hambatan sensor cahaya diukur menggunakan multimeter digital.



Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya

Dari hasil pengujian rangkaian sensor cahaya didapatkan tegangan keluaran dari rangkaian sensor cahaya yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1

Perhitungan R_{LDR} menggunakan Persamaan 2-6

$$R_a = R_b (E_a / E_b)^{-\alpha}$$

R_a = resistansi pada iluminasi E_a (Ω)

R_b = resistansi pada iluminasi E_b (Ω) ($E_b = 10$ lux) = 9 k Ω

E_a, E_b = iluminasi (lux)

α = karakteristik *slope* dari kurva resistansi-iluminasi = 0,676

Persentase penyimpangan hasil pengujian terhadap nilai perhitungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 5-1.

$$\text{Persentase penyimpangan} = \frac{R \text{ perhitungan} - R \text{ pengukuran}}{R \text{ perhitungan}} \times 100\% \quad (5-1)$$

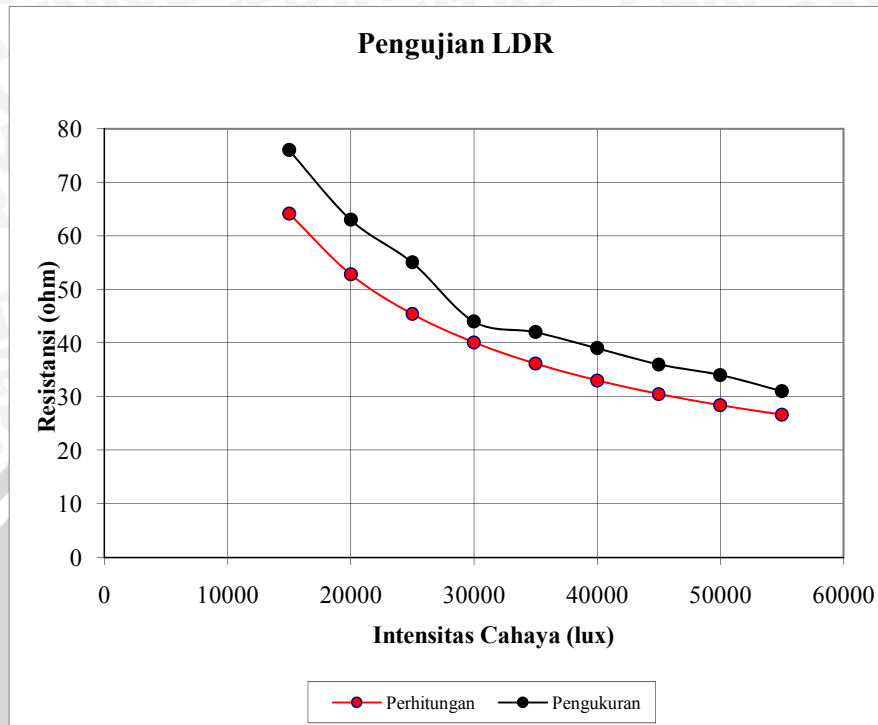
Tabel 5.1. Hasil Pengujian LDR

No	Intensitas Cahaya (lux)	Hambatan LDR (Ω)		Penyimpangan (%)
		Pengukuran	Perhitungan	
1	15000	76	64,15	18,47
2	20000	63	52,81	19,29
3	25000	55	45,42	21,10
4	30000	44	40,15	9,58
5	35000	42	36,18	16,09
6	40000	39	33,06	17,98
7	45000	36	30,53	17,93
8	50000	34	28,43	19,60
9	55000	31	26,65	16,31
Σ Penyimpangan				156,35

Hasil pengujian rangkaian sensor cahaya dalam Tabel 5.1 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan dalam Gambar 5.2. Dari grafik tersebut didapatkan bahwa hubungan antara perubahan intensitas cahaya dan resistansi sensor cahaya adalah mendekati logaritmik sesuai dengan grafik karakteristik fotokonduktif yang logaritmik.

$$\begin{aligned} \text{Penyimpangan rata-rata} &= \frac{\Sigma \text{Penyimpangan}}{\Sigma \text{Pengukuran}} \quad (5-2) \\ &= \frac{156,35 \%}{9} \\ &= 17,37 \% \end{aligned}$$

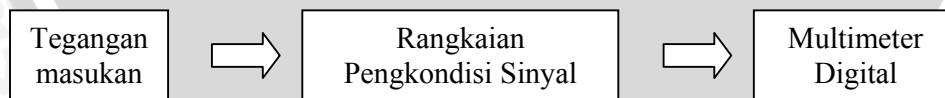
Nilai penyimpangan rata-rata 17,37 % tidak berpengaruh terhadap unjuk kerja alat ini.



Gambar 5.2. Grafik Pengujian LDR

5.2. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal bertujuan untuk membandingkan tegangan keluaran hasil pengukuran dengan hasil perhitungan berdasarkan perubahan tegangan masukan. Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal dilakukan dengan memberikan tegangan masukan pada rangkaian seperti Gambar 5.3. Nilai tegangan masukan dinaikkan per step dan tegangan keluaran diukur menggunakan multimeter digital.



Gambar 5.3. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Dari hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal didapatkan tegangan keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal yang ditunjukkan dalam Tabel 5.2. Persentase penyimpangan hasil pengujian terhadap nilai perhitungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 5-1.

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

No	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)		Penyimpangan (%)
		Pengukuran	Perhitungan	
1	0	0	0	0
2	0,2	0,205	0,08	1,63
3	0,4	0,412	0,17	1,15
4	0,6	0,62	0,625	0,83
5	0,8	0,826	0,834	0,91
6	1	1,033	1,042	0,86
7	1,2	1,24	1,250	0,83
8	1,4	1,455	1,459	0,26
9	1,6	1,661	1,667	0,37
10	1,8	1,863	1,876	0,67
11	2	2,077	2,084	0,34
12	2,2	2,301	2,292	0,38
13	2,4	2,481	2,501	0,79
14	2,5	2,58	2,605	0,96
Σ Penyimpangan				9,99

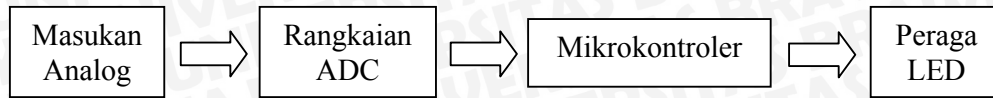
Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa rangkaian pengkondisi sinyal mampu mengkondisikan tegangan masukan menjadi tegangan keluaran mendekati nilai yang direncanakan dengan nilai persentase penyimpangan dihitung menggunakan Persamaan 5-2.

$$\begin{aligned} \text{Penyimpangan rata-rata} &= \frac{9,99 \%}{14} \\ &= 0,71 \% \end{aligned}$$

Nilai penyimpangan rata-rata 0,71% tidak mempengaruhi unjuk kerja alat ini.

5.3. Pengujian Rangkaian ADC

Pengujian rangkaian *analog to digital converter* (ADC) bertujuan untuk menguji ketepatan perubahan keluaran ADC terhadap tegangan masukan yang bervariasi. Pengujian rangkaian ADC dilakukan dengan menyusun rangkaian pengujian seperti diagram blok dalam Gambar 5.4. Rangkaian ADC diberi tegangan masukan mulai 0 sampai 2,5 V. Hasil keluaran ditampilkan oleh peraga LED.



Gambar 5.4. Diagram Blok Pengujian Rangkaian ADC

Hasil pegujian rangkaian ADC ditunjukkan dalam Tabel 5.3. Perhitungan nilai desimal menggunakan Persamaan 5-3.

$$Nilai\ Desimal = \frac{V_{in}}{V_{skala\ penuh}} \times 255 \tag{5-3}$$

Dari Tabel 5.3 dapat diketahui bahwa ADDA PCF8951 mampu mengkonversi masukan analog antara 0 V sampai 2,5 V menjadi data keluaran biner. Nilai kesalahan menunjukkan nilai penyimpangan data digital keluaran ADC dengan nilai sebenarnya. Nilai kesalahan maksimum data keluaran ADDA PCF8591 berdasarkan datasheet adalah ±1,5 LSB. Perhitungan penyimpangan rata-rata dihitung menggunakan Persamaan 5-2.

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Rangkaian ADC

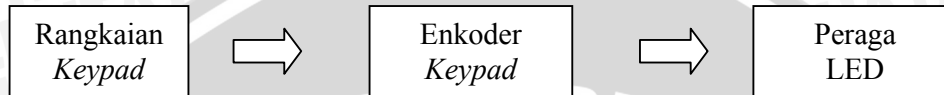
No	Vin (V)	Keluaran			Penyimpangan (%)
		Biner	Desimal		
			Pengukuran	Perhitungan	
1	0	00000000	0	0	0
2	0,25	00011010	26	25,6	1,562
3	0,5	00110011	51	51,2	0,391
4	0,75	01001101	77	76,8	0,260
5	1	01100110	102	102,4	0,391
6	1,25	10000000	128	128	0,000
7	1,5	10011010	154	153,6	0,260
8	1,75	10110011	179	179,2	0,112
9	2	11001101	205	204,8	0,098
10	2,25	11100110	230	230,4	0,174
11	2,5	11111111	255	256	0,391
Σ Penyimpangan					3,639

$$\begin{aligned}
 \text{Penyimpangan rata-rata} &= \frac{3,639\%}{11} \\
 &= 0,331\%
 \end{aligned}$$

Nilai penyimpangan rata-rata 0,331 % tidak mempengaruhi unjuk kerja alat ini.

5.4. Pengujian Rangkaian Keypad

Pengujian rangkaian *keypad* bertujuan untuk mengetahui konfigurasi logika keluaran dari unit *keypad* pada saat tombol ditekan. Pengujian rangkaian *keypad* dilakukan dengan menghubungkan rangkaian *keypad* dengan enkoder dan peraga LED sesuai dengan diagram blok dalam Gambar 5.5. Tombol 0 sampai 9 pada *keypad* ditekan secara bergantian dan hasilnya diamati pada peraga LED.



Gambar 5.5. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Keypad

Hasil pengujian rangkaian *keypad* ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

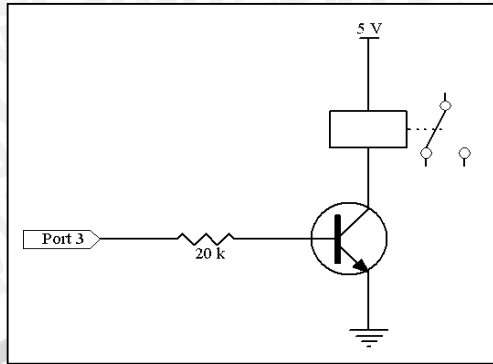
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Rangkaian Keypad

No	Tombol	Keluaran			
		D	C	B	A
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0
5	5	0	1	0	1
6	6	0	1	1	0
7	7	0	1	1	1
8	8	1	0	0	0
9	9	1	0	0	1
10	0	0	0	0	0

Dari hasil pengujian dalam Tabel 5.4 dapat diketahui bahwa saat tombol ditekan maka keluaran berlogika sesuai dengan tombol yang ditekan. Berdasarkan data hasil pengujian terlihat bahwa rangkaian *keypad* berfungsi dengan baik sesuai perencanaan.

5.5. Pengujian Driver Motor

Pengujian *driver* motor bertujuan untuk mengetahui kerja rangkaian *driver* motor. Pengujian *driver* motor dilakukan dengan memberi tegangan masukan 5 V pada rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.6. Nilai parameter I_B , I_C , dan V_{CE} diukur menggunakan multimeter digital.



Gambar 5.6. Rangkaian Pengujian *Driver* motor

Hasil pengujian rangkaian *driver* motor ditunjukkan dalam Tabel 5.5. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai I_B hasil pengukuran lebih besar dari perhitungan sehingga cukup untuk membuat transistor saturasi. Nilai I_C hasil pengukuran 14 mA mampu untuk membuat *relay* dalam posisi on karena arus operasi yang dibutuhkan adalah 15 mA. Nilai V_{CE} hasil pengukuran mendekati hasil perhitungan sehingga tidak mempengaruhi kerja *relay*.

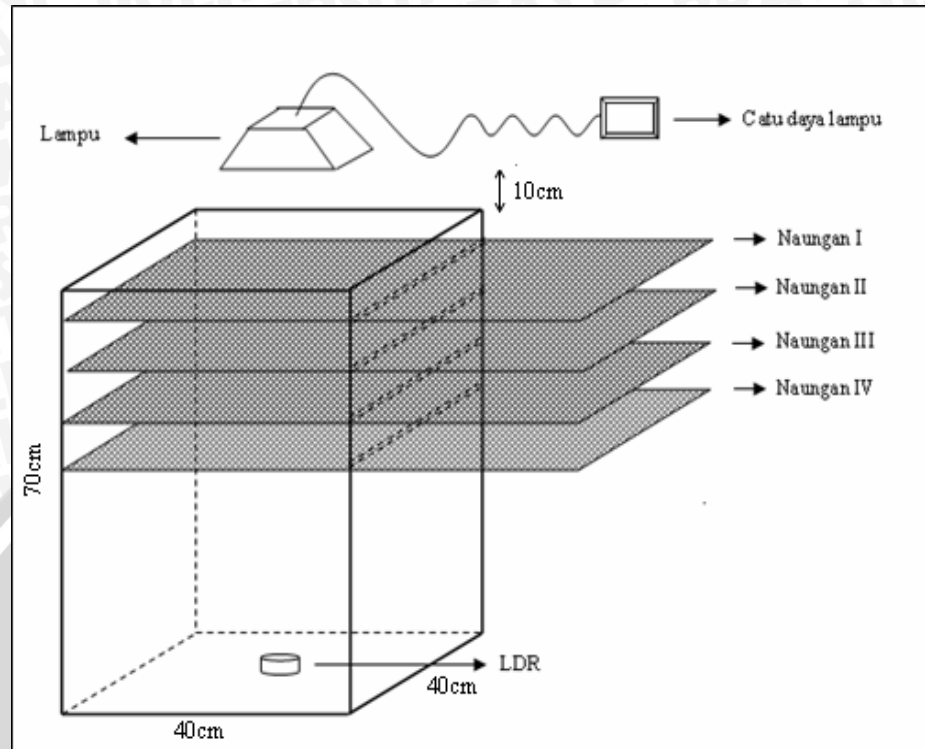
Tabel 5.5. Hasil Pengujian Rangkaian *Driver*

Masukan (volt)	Parameter	Pengukuran	Perhitungan
5	I_B	0,2 mA	0,1735 mA
5	I_C	14 mA	17,35 mA
5	V_{CE}	0,15 V	0,14 V

Berdasarkan pengujian *driver* motor dapat diketahui bahwa *driver* motor dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

5.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem keseluruhan bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama-sama. Pengujian sistem keseluruhan dilakukan dengan meletakkan sumber cahaya berupa lampu pijar 500 watt di atas sistem seperti dalam Gambar 5.7. Intensitas cahaya sumber diatur sesuai keinginan kemudian nilai seting intensitas cahaya dimasukkan melalui *keypad*. Perubahan naungan (buka/tutup) diamati dan nilai intensitas cahaya ditampilkan pada LCD.



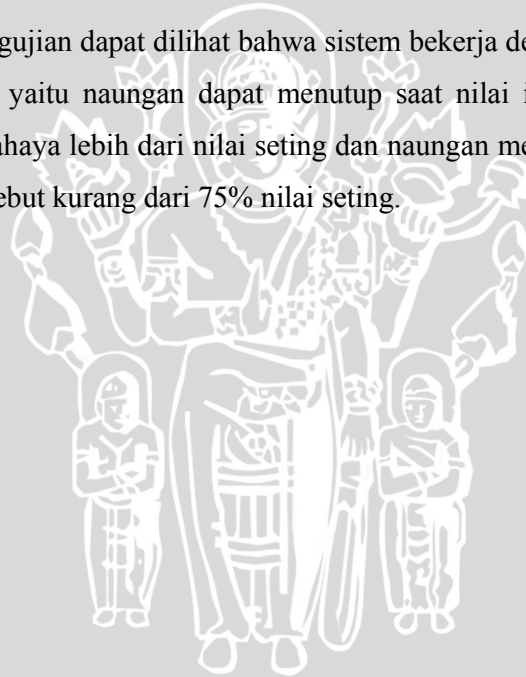
Gambar 5.7. Diagram Pengujian Sistem Keseluruhan

Hasil pengujian secara keseluruhan ditunjukkan dalam Tabel 5.6. Kondisi awal setelah nilai seting intensitas cahaya dimasukkan adalah semua naungan akan membuka. Saat intensitas cahaya sumber cahaya 50000 lux, dan nilai seting intensitas cahaya 40000 lux maka naungan IV membuka. Hal ini terjadi karena nilai intensitas cahaya yang dibaca sensor cahaya melebihi seting intensitas cahaya. Sebaliknya, saat intensitas cahaya yang dibaca sensor cahaya adalah 16000 lux dengan kondisi semua naungan tertutup, sementara nilai seting intensitas cahaya 24000 lux maka naungan I membuka. Hal ini terjadi karena nilai intensitas cahaya yang dibaca sensor cahaya kurang dari 75% dari seting intensitas cahaya.

Tabel 5.6. Hasil Pengujian Sistem

No	Intensitas Cahaya Awal(lux)	Seting Masukan	Posisi Naungan				Intensitas Cahaya Akhir(lux)
			I	II	III	IV	
1	50000	40000	buka	buka	buka	tutup	38000
2	50000	35000	buka	buka	tutup	tutup	29000
3	50000	25000	buka	tutup	tutup	tutup	22000
4	50000	20000	tutup	tutup	tutup	tutup	16000
5	16000	24000	buka	tutup	tutup	tutup	22000
6	16000	32000	buka	buka	tutup	tutup	29000
7	16000	40000	buka	buka	buka	tutup	38000
8	16000	52000	buka	buka	buka	buka	50000

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa sistem bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan, yaitu naungan dapat menutup saat nilai intensitas cahaya yang dibaca sensor cahaya lebih dari nilai seting dan naungan membuka saat nilai intensitas cahaya tersebut kurang dari 75% nilai seting.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian alat perblok rangkaian maupun keseluruhan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sensor cahaya didapatkan bahwa hubungan antara intensitas cahaya dan nilai hambatan LDR merupakan fungsi logaritma dengan penyimpangan rata-rata 17,37 %.
2. Rangkaian pengkondisi sinyal dapat menyesuaikan tegangan sesuai dengan yang diinginkan dengan penyimpangan rata-rata 0,71 %.
3. Rangkaian ADC dapat mengkonversi sinyal analog antara 0 – 2,5 volt dengan penyimpangan rata-rata 0,331 %.
4. Berdasarkan hasil pengujian sistem, alat pengatur intensitas cahaya dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

6.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut alat pengatur intensitas cahaya pada budidaya tanaman angrek ini agar memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlunya dipertimbangkan sistem pengaturan intensitas cahaya dengan metode mengatur kemiringan naungan.
2. Sebaiknya menggunakan sistem catu daya cadangan sehingga apabila terjadi pemadaman aliran listrik, sistem masih dapat dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2000. *AT89C51 Datasheet*. <http://www.atmel.com>. Diakses tanggal 21 Mei 2007. Pukul 22.19 WIB.
- Darmasetiawan, C. 1991. *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*. Jakarta:Gramedia.
- Malvino, Paul Albert. 1986. *Prinsip-prinsip Elektronika Jilid I*. Jakarta:Erlangga.
- Motorola. 1989. *Motorola Optoelectronics Device Data*. Arizona: Motorola.
- Nederhoff, Elly. 2001. *Light and Radiation in the Greenhouse*. [http://www.redpathaghort.com/bulletin/Light and Radiation.html](http://www.redpathaghort.com/bulletin/Light_and_Radiation.html). Diakses tanggal 20 Mei 2007. Pukul 22.28 WIB.
- Philips Semiconductor. 1998. *PCF8591 8-bit A/D and D/A converter Datasheet*. <http://www.standardics.nxp.com>. Diakses tanggal 21 Mei 2007. Pukul 22.11 WIB.
- Seiko Instruments. 1987. *LCD Module User Manual*. Tokyo: Seiko Instruments. <http://www.delta-electronic.com>. Diakses tanggal 21 Mei 2007. Pukul 22.34 WIB.
- Uiga, Endel. 1985. *Optoelectronic Devices*. New York: McGraw-Hill.
- Widyastoety, D. 2003. *Budidaya Anggrek*. Jakarta: Badan Litbang Deptan. <http://www.balithi.litbang.deptan.go.id>. Diakses tanggal 20 April 2007. Pukul 23.15 WIB.

LISTING PROGRAM MIKROKONTROLER

```

#include <at89x51.h>
#include "lcdku.c"
#include "adda.c"

#define law1      P2_4
#define lak1      P2_5
#define law2      P2_6
#define lak2      P2_7
#define law3      P1_4
#define lak3      P1_5
#define law4      P1_6
#define lak4      P1_7
#define ptr1      P3_0
#define pts1      P3_1
#define ptr2      P3_2
#define pts2      P3_3
#define ptr3      P3_4
#define pts3      P3_5
#define ptr4      P3_6
#define pts4      P3_7

unsigned char a,b,nk,b1,b2,b3,b4,b5;
long na,nb,t,ns,d;
bit t1,t2,t3,t4;

void kon(unsigned long t)
{
    zr=((t/10000)%10)+48;dataout();
    zr=((t/1000)%10)+48;dataout();
    zr=((t/100)%10)+48;dataout();
    zr=((t/10)%10)+48;dataout();
    zr=(t%10)+48;dataout();
}

#define MatrikX1    P0_4
#define MatrikX2    P0_5
#define MatrikX3    P0_6
#define MatrikX4    P0_7
#define MatrikY1    P0_0
#define MatrikY2    P0_1
#define MatrikY3    P0_2
#define MatrikY4    P0_3

char Tombolnya()
{
    MatrikX1 = 0 ;

```

```

MatrikX2   = 1   ;
MatrikX3   = 1   ;
MatrikX4   = 1   ;
switch ( P0 & 0x0F )
{
case 0x0E:
    while(MatrikY1==0){;}
    return '1';
    break;
case 0x0D:
    while(MatrikY2==0){;}
    return '4';
    break;
case 0x0B:
    while(MatrikY3==0){;}
    return '7';
    break;
case 0x07:
    while(MatrikY4==0){;}
    return 'N';
    break;
}
MatrikX1   = 1   ;
MatrikX2   = 0   ;
MatrikX3   = 1   ;
MatrikX4   = 1   ;
switch ( P0 & 0x0F )
{
case 0x0E:
    while(MatrikY1==0){;}
    return '2';
    break;
case 0x0D:
    while(MatrikY2==0){;}
    return '5';
    break;
case 0x0B:
    while(MatrikY3==0){;}
    return '8';
    break;
case 0x07:
    while(MatrikY4==0){;}
    return '0';
    break;
}
MatrikX1   = 1   ;
MatrikX2   = 1   ;
MatrikX3   = 0   ;

```

```

MatrikX4      = 1      ;
switch ( P0 & 0x0F )
{
case 0x0E:
    while(MatrikY1==0){;}
    return '3';
    break;
case 0x0D:
    while(MatrikY2==0){;}
    return '6';
    break;
case 0x0B:
    while(MatrikY3==0){;}
    return '9';
    break;
case 0x07:
    while(MatrikY4==0){;}
    return 'E';
    break;
}
MatrikX1      = 1      ;
MatrikX2      = 1      ;
MatrikX3      = 1      ;
MatrikX4      = 0      ;
switch ( P0 & 0x0F )
{
case 0x0E:
    while(MatrikY1==0){;}
    return 'R';
    break;
case 0x0D:
    while(MatrikY2==0){;}
    return 'M';
    break;
case 0x0B:
    while(MatrikY3==0){;}
    return 'U';
    break;
case 0x07:
    while(MatrikY4==0){;}
return 'D';
break;
default:
    return 'Z';
}
}
void key()
{

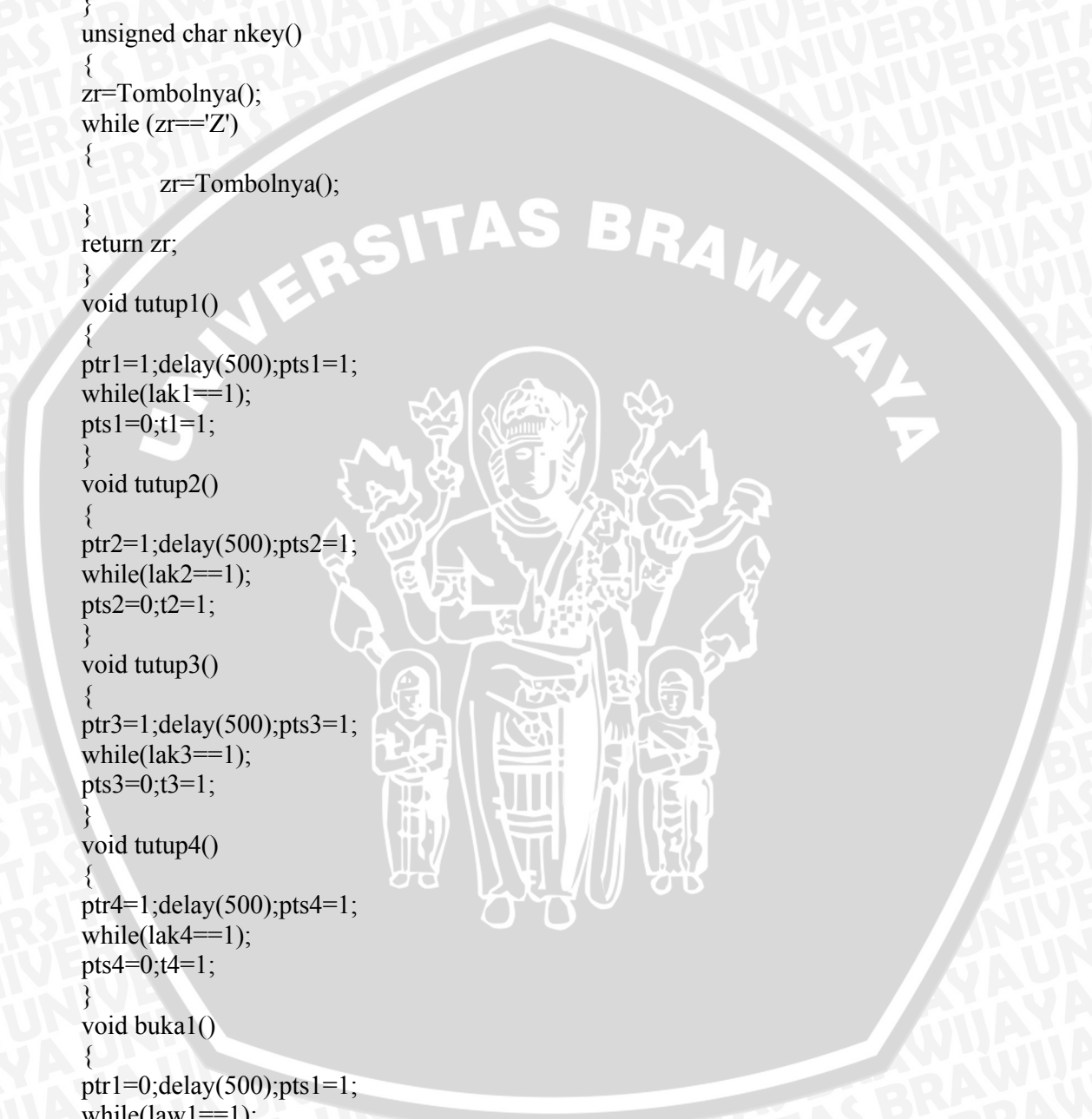
```



```

zr=Tombolnya();
while (zr=='Z')
{
    zr=Tombolnya();
}
}
unsigned char nkey()
{
zr=Tombolnya();
while (zr=='Z')
{
    zr=Tombolnya();
}
return zr;
}
void tutup1()
{
ptr1=1;delay(500);pts1=1;
while(lak1==1);
pts1=0;t1=1;
}
void tutup2()
{
ptr2=1;delay(500);pts2=1;
while(lak2==1);
pts2=0;t2=1;
}
void tutup3()
{
ptr3=1;delay(500);pts3=1;
while(lak3==1);
pts3=0;t3=1;
}
void tutup4()
{
ptr4=1;delay(500);pts4=1;
while(lak4==1);
pts4=0;t4=1;
}
void buka1()
{
ptr1=0;delay(500);pts1=1;
while(law1==1);
pts1=0;t1=0;
}
void buka2()
{
ptr2=0;delay(500);pts2=1;

```



```

while(law2==1);
pts2=0;t2=0;
}
void buka3()
{
ptr3=0;delay(500);pts3=1;
while(law3==1);
pts3=0;t3=0;
}
void buka4()
{
ptr4=0;delay(500);pts4=1;
while(law4==1);
pts4=0;t4=0;
}
void awal()
{
buka1();buka2();buka3();buka4();
}
void pbuka()
{
hapus();
if(nk==15) {cetak(1,1,"buka1");buka1(); }
else if(nk==14) {cetak(1,1,"buka2");buka2(); }
else if(nk==12) {cetak(1,1,"buka3");buka3();}
else if(nk==8) {cetak(1,1,"buka4");buka4();}
}
void ptutup()
{
hapus();
if(nk==14) {cetak(1,1,"tutup1");tutup1(); }
else if(nk==12) {cetak(1,1,"tutup2");tutup2();}
else if(nk==8) {cetak(1,1,"tutup3");tutup3();}
else if(nk==0) {cetak(1,1,"tutup4");tutup4();}
}
void menu()
{
bit aa;
cetak(1,1," Tekan COR  ");
cetak(2,1,"Utk Setting awal");
aa=0;
while(zr!='R')
key();
while(aa==0)
{
hapus();
cetak(1,1,"Set Nilai:");
b1=nkey();dataout();

```

```

b2=nkey();dataout();
b3=nkey();dataout();
b4=nkey();dataout();
b5=nkey();dataout();
ns=(b1-48)*10000+(b2-48)*1000+(b3-48)*100+(b4-48)*10+b5-48;
if((ns<15000)||(ns>55000)){aa=0;hapus();cetak(1,1," Salah masukan ");}
else aa=1;
delay(1000);
}
}
// -----
// Program Utama
// -----
void main ()
{
    /* Begin of Main
    pts1=0;pts2=0;pts3=0;pts4=0;na=50;nb=25;
    nk=t1+(t2*2)+(t3*4)+(t4*8);

    initlcd();
    cetak(1,1,"awal");
    awal();
    a=read_adc(0);
    while(1) /* Pengulangan Loop tanpa henti
    { /* Begin of While
    menu();
    hapus();
    b=0;
    while(b!='E')
    {
    nk=t1+(t2*2)+(t3*4)+(t4*8);
    cetak(1,1,"% Terang cahaya: ");
    cetak(2,5,"%");
    pos(2,1);
    a=read_adc(0);
    d=a*294;
    kon(d);delay(1000);
    na=ns;
    nb=ns*0,75;
    if(nb<0)nb=0;
    if(d<nb)pbuka();
    else if(d>na)ptutup();
    b=Tombolnya();
    }
    } /* End of While
} /* End of Main

```


FOTO ALAT

