

**PERANCANGAN SISTEM SIMULASI PENGARAH dan PEMANTUL CAHAYA
KETITIK YANG DIINGINKAN
DENGAN MENGGUNAKAN CERMIN CEKUNG BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Oleh :

Yulisafitri

0305220895



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
2008**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Yulisafitri
NPM : 0305220895
Jurusan : Ekstensi Fisika
Peminatan : Instrumentasi Elektronika
Judul :

**PERANCANGAN SISTEM SIMULASI PENGARAH DAN PEMANTU CAHAYA
KETITIK YANG DIINGINKAN DENGAN MENGGUNAKAN CERMIN
CEKUNG BERBASIS MIKROKONTROLER**

Skripsi ini telah di periksa dan disetujui oleh :

PEMBIMBING



(Dr. Santoso Soekirno)

PENGUJI I



(Dr. Prawito)

PENGUJI II



(Dr. M. Hikam)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan Rahmat serta Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas penelitian dan penulisan skripsi ini. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah pada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul **“PERANCANGAN SISTEM SIMULASI PENGARAH dan PEMANTUL CAHAYA KETITIK YANG DIINGINKAN DENGAN MENGGUNAKAN CERMIN CEKUNG BERBASIS MIKROKONTROLER”**, disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana program S-1 Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Penyusunan skripsi tidak mungkin dapat selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu menyemangati, mendukung baik moril maupun materil. Semoga Allah selalu merahmati dan menyayangi mereka.

Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya pada :

1. Bapak Dr. Santoso selaku pembimbing yang telah membantu dan mengarahkan penulis didalam menyelesaikan tugas penelitian dan penulisan

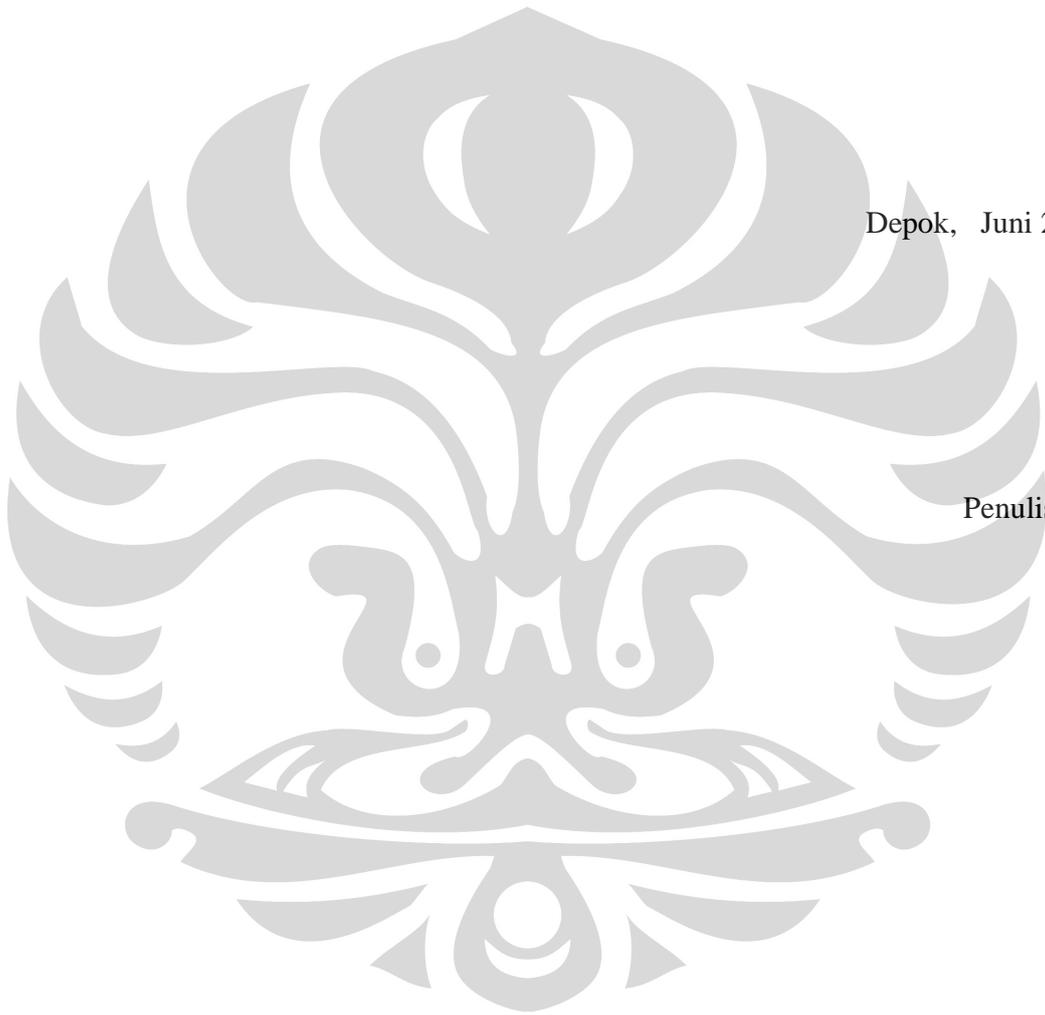
skripsi. Penulis berdoa semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak dengan balasan kebaikan yang berlipat-lipat.

2. Bapak Dr. Muhammad Hikam dan Bapak Dr. Prawito selaku dosen penguji.
3. Bapak Ibu Dosen Departemen Fisika FMIPA UI yang telah mencurahkan ilmunya kepada penulis, serta membuka wawasan penulis tentang fisika.
4. Kedua orang tuaku yang tercinta, Bpk. Ir. Syafriyulis. MM dan Ibu. Yunani yang telah melahirkan dan membesarkan dengan penuh kasih sayang sehingga penulis bisa seperti sekarang ini menyelesaikan tugas akhir .
5. Mas Rizqy dan Mba Lastri yang telah membantu penulis dalam banyak hal semasa kuliah dari awal semester hingga akhir semester
6. Mas dody yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat setiap waktu.
7. Gede BS dan Fajar yang telah banyak memberikan motivasi selama pelaksanaan penelitian ini. Sahabat yang selalu bersedia mendengarkan keluh kesah, yang selalu bersedia membantu kapanpun dan dimanapun, “You’ve been so good to me so much more than you could know”
8. Mas Iwan yang selalu membantu didalam kondisi apapun, Terima kasih atas semua bantuan yang tak bisa terbayar dengan apapun.
9. Rasa terima kasih yang besar untuk Farhan dan Rika atas semua bantuannya.
10. Sahabat-sahabat terbaik : panti, yuli, dipsi, yayuek, rina, yunita, tania. terima kasih dan terima kasih tidak cukup untuk membalas kebaikan kalian semua.
11. Dan kepada seluruh pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis. Penulis mengucapkan, “Jazakumullah Khairan Katsira”. Amin.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan yang ada pada skripsi ini, namun penulis berharap semoga penelitian dan skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan ilmu fisika pada khususnya.

Depok, Juni 2008

Penulis



ABSTRAK

Telah dibuat suatu alat pengarah dan pemantul cahaya ke posisi yang diinginkan dengan menggunakan cermin cekung berbasis mikrokontroler. Alat pemantul dan pengarah cahaya ini merupakan solusi untuk mengatasi kesulitan dalam menyinari suatu posisi atau daerah tertentu yang jarang atau tidak maksimal terkena cahaya, contohnya: area persawahan atau perkebunan yang jarang terkena cahaya matahari karena terhalang oleh tembok atau gedung – gedung tinggi dan untuk pengisian solar cell. Hal ini dapat dilakukan dengan mengetahui letak intensitas cahaya tertinggi agar mendapatkan cahaya secara maksimal. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dengan menggunakan cermin cekung yang mempunyai spesifikasi fokus utama = 10cm, pusat kelengkungan cermin = 20cm dan jari – jari cermin = 5cm, masih dapat mengarahkan dan memantulkan cahaya ke posisi yang diinginkan dengan baik walau dimanapun sumber cahaya berada. Alat ini terdiri dari beberapa sensor LDR, motor stepper dan cermin cekung yang dikendalikan oleh mikrokontroler.

Kata Kunci : Sensor LDR, motor stepper, cermin cekung.

DAFTAR ISI

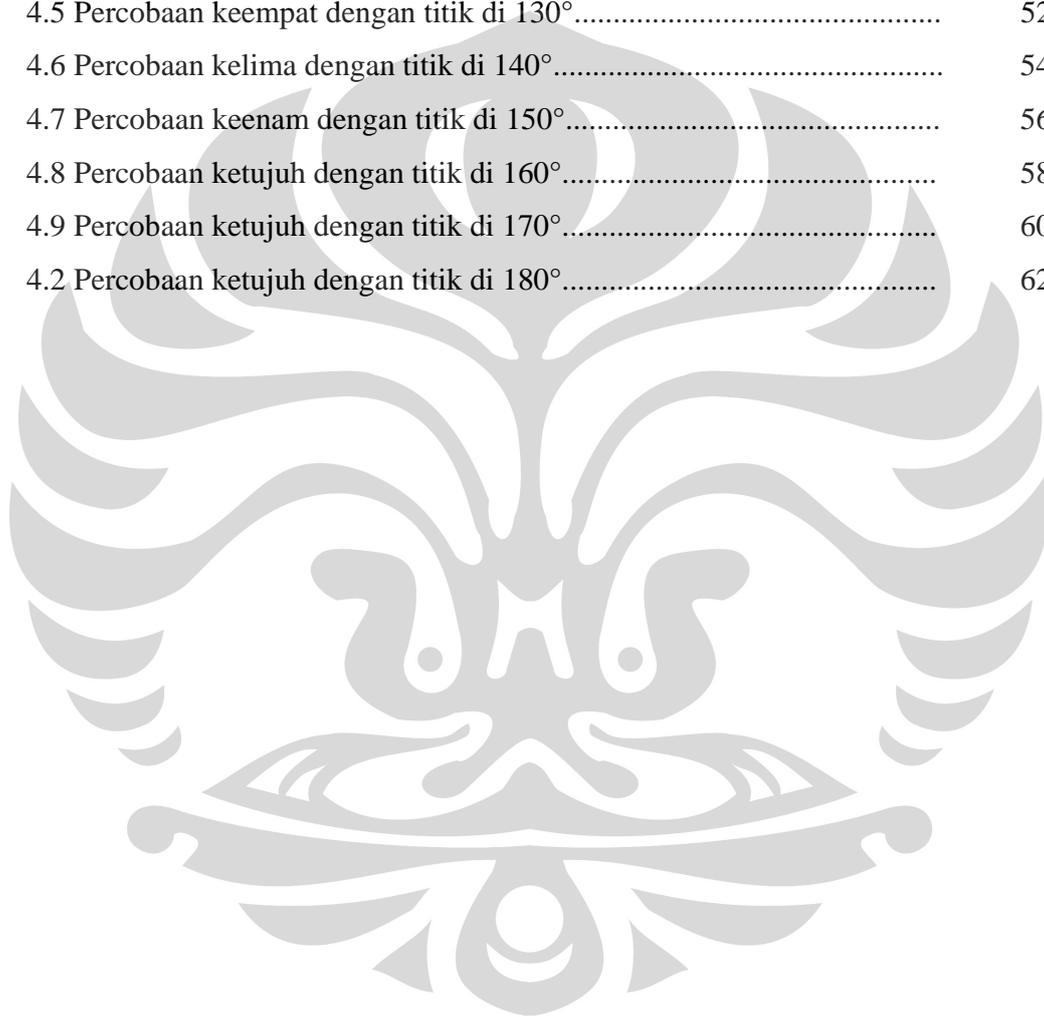
	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Tujuan Penelitian.....	3
I.3 Pembatasan Masalah.....	3
I.4 Metodologi Penelitian.....	4
I.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TEORI DASAR.....	6
II.1 Pemantulan Cahaya.....	6
II.1.1 Pemantulan Biasa.....	6
II.1.2 Pemantulan Baur.....	7
II.1.3 Hukum Pemantulan Cahaya.....	8
II.1.4 Cermin Melengkung.....	11
II.2 LDR.....	13
II.3 Op-Amp sebagai Komparator.....	14
II.3.1 Non Inverting Komparator.....	14
II.3.2 Inverting Komparator.....	15
II.3 Motor Stepper.....	16
II.4 Driver motor.....	18

II.5 Mikrokontroler.....	20
II.6 IC Atmega8535.....	21
BAB III PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM	25
III.1 Perancangan Hardware.....	25
III.2 Personal Computer (PC).....	26
III.3 Rangkaian Komunikasi Serial.....	29
III.4 Rangkaian Regulator.....	31
III.5 Rangkaian Sensor Cahaya.....	32
III.6 Rangkaian LCD 16 * 2.....	33
III.7 Rangkaian Minimum Sistem.....	35
III.8 Perancangan Software.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
IV. Data Pendeteksian Sudut Pantul.....	45
IV.3 Data Pengukuran tegangan Sensor.....	69
IV.4 Data Motor Stepper.....	73
IV.5 Data Pengujian Komunikasi Serial.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
V.1 Kesimpulan.....	76
V.2 Saran.....	77
DAFTAR ACUAN	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pemantulan biasa pada cermin membentuk bayangan benda.....	6
2.2 Pemantulan baur pada permukaan bidang yang tidak rata.....	7
2.3 Pemantulan cahaya lampu mobil di malam hari (a) jalanan kering dan kasar (b) jalanan basah karena hujan.....	8
2.4 Pemantulan cahaya: Sudut datang sama dengan sudut pantul.....	9
2.5 Sudut datang dan sudut pantul pada cermin cekung.....	9
2.6 Pantulan sinar oleh cermin cekung.....	11
2.7 Pantulan sinar oleh cermin cembung.....	11
2.8 Gambar dan simbol LDR.....	13
2.9 Op-Amp Non Inverting Komparator.....	14
2.10 Op-Amp Inverting Komparator.....	14
2.11 Bagian Dalam Motor Stepper.....	17
2.12 Rangkaian Driver Motor Stepper.....	18
2.13 Rangkaian Internal IC ULN2803.....	18
2.14 Rangkaian Darlington ULN2803.....	19
2.15 Diagram blok Fungsional Atmega8535.....	21
2.16 Pin-pin output dari IC Atmega8535.....	23
3.1 Blok diagram sistem keseluruhan.....	25
3.2 Konfigurasi slot DB-9.....	26
3.3 Rangkaian komunikasi serial RS-232 dan RS-485.....	29
3.4 Rangkaian Regulator.....	31
3.5 Rangkaian Sensor Cahaya.....	32
3.6 Rangkaian LCD 16*2.....	33
3.7 Rangkaian Minimum System.....	35
3.8 Flowchart program utama sistem mikrokontroler.....	40

3.9 Flowchart subroutine motor stepper.....	43
4.1 Titik O, F, C serta R pada cermin cekung.....	45
4.2 Percobaan pertama dengan titik di 100°.....	46
4.3 Percobaan kedua dengan titik di 110°.....	48
4.4 Percobaan ketiga dengan titik di 120°.....	50
4.5 Percobaan keempat dengan titik di 130°.....	52
4.6 Percobaan kelima dengan titik di 140°.....	54
4.7 Percobaan keenam dengan titik di 150°.....	56
4.8 Percobaan ketujuh dengan titik di 160°.....	58
4.9 Percobaan ketujuh dengan titik di 170°.....	60
4.2 Percobaan ketujuh dengan titik di 180°.....	62



DAFTAR TABEL

	Halaman
2-1 Tabel Pengenal Motor Stepper.....	16
3-1 Susunan Pin <i>port serial</i> (COM).....	28
3-2 Konfigurasi I/O Port ATMEGA8535.....	37
3-2 Tabel Fungsi IC CD4020.....	39
4-1 Data Percobaan ke – 1.....	47
4-2 Data Percobaan ke – 2.....	49
4-3 Data Percobaan ke – 3.....	51
4-4 Data Percobaan ke – 4.....	53
4-5 Data Percobaan ke – 5.....	55
4-6 Data Percobaan ke – 6.....	57
4-7 Data Percobaan ke – 7.....	59
4-8 Data Percobaan ke – 8.....	61
4-9 Data Percobaan ke – 9.....	63
4-10 Posisi Sensor-sensor LDR pada Mikrokontroler.....	64
4-11 Pengukuran tegangan sensor cahaya (LDR) (saat tidak ada cahaya).....	69
4-12 Pengukuran tegangan sensor cahaya (LDR) (saat ada cahaya)....	70
4-13 Data tegangan pada saat intensitas minimum dan maksimum.....	72
4-14 Tabel data motor stepper.....	73
4-15 Pengujian komunikasi serial menggunakan RS-232.....	75

BAB I PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Indonesia yang terletak di khatulistiwa dan terdiri dari banyak kepulauan dan pegunungan yang menyulitkan penyebaran jaringan transmisi listrik. Secara umum listrik tenaga surya ini sudah dapat diterima sebagai sumber energi alternatif.

Cara kerja PLTS cukup sederhana. Pancaran sinar matahari ditangkap oleh sebuah cermin dan dipantulkan ketitik yang diinginkan yaitu kearah sebuah panel, kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi itu disimpan dalam sebuah baterai (aki) yang bisa digunakan sebagai sumber penerangan pada malam hari atau saat tak ada sinar matahari. Kemampuan energi yang dapat dibangkitkan oleh sebuah panel surya sangat bergantung kepada kondisi radiasi sinar matahari. Sistem PLTS adalah sistem arus searah (DC) sehingga peralatan yang digunakan harus disesuaikan dengan arus searah tegangan nominal 12/24 volt. Besar kecilnya energi yang dihasilkan dari radiasi sinar matahari akan sangat ditentukan oleh seberapa kuat pancaran sinar, lebar dan kualitas bahan panel surya penerima sinar. "Ada beberapa jenis panel surya, dari yang kualitasnya paling baik dan harganya mahal hingga yang biasa-biasa saja dan murah. Yang paling baik itu monokristal, Harganya mahal dan biasa digunakan oleh lembaga strategis. yang banyak di pasaran adalah polikristal," jelas Gusrilizon, salah seorang ahli sistem tenaga surya PT LEN Industri.

Berdasarkan hasil perhitungan, dalam kondisi *peak* atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas 1 meter persegi setara dengan daya 1.000 watt atau 900 watt. Dengan bahan panel surya yang monokristal dan poli-kristal, sistem *photovoltaic* bisa mengkonversi daya sebesar 900-1000 watt itu menjadi energi listrik sebesar 17 %. Jadi, dalam kondisi pancaran sinar yang *peak* (cerah dan posisi matahari tegak lurus dengan permukaan panel penerima), satu panel surya seluas 1 meter persegi akan menghasilkan daya sebesar 170 watt.

Dengan rumus tersebut, akan mudah menentukan berapa luas bahan panel surya dibutuhkan untuk menghasilkan daya listrik sesuai kebutuhan. Atau sebaliknya, dari rumus itu juga bisa menentukan berapa besarnya daya listrik yang dihasilkan dari sebuah bahan panel surya dengan ukuran tertentu. Faktor inilah yang menjadikan sistem tenaga surya masih relatif mahal karena struktur biaya PLTS masih didominasi oleh harga panel surya. Makin besar dan luas panel surya, energi yang dihasilkan memang makin besar, namun harga yang harus dibayar juga makin mahal.

Dalam aplikasinya, PLTS bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Mulai dari sistem penerangan rumah tangga (*solar home system*), lampu penerangan jalan (*solar street lamp*), wartel satelit tenaga surya (*solar satellite public phone*), pembangkit listrik tenaga hibrida (*hybrid solar diesel*), hingga system pompa air tenaga surya (*solar pumping system*). Di samping itu, bisa juga digunakan untuk para nelayan, penerangan di bagan apung atau tancap, puskesmas terpencil, penerangan pos keamanan, *camping* dan kegiatan *outdoor*, hingga sistem pengisian baterai radio komunikasi di lapangan.

I.2 TUJUAN PENELITIAN

- 1 Mempelajari karakteristik cermin yang dapat digunakan untuk menghasilkan pemantulan cahaya ketitik yang diinginkan sekaligus mnegetahui berapa sudut pantulnya .
- 2 Mempelajari cermin yang dapat mendeteksi dan memantulkan cahaya yang paling fokus dan merancang rangkaian elektronik pendeteksi dan pemantul cahaya
- 3 Mempelajari dan membuat sistem minimum mikrokontroler AVR beserta perangkat lunaknya untuk mengambil data, mengolah, dan menampilkan data.
- 4 Memenuhi syarat kelulusan sidang program S1 ekstensi Fisika Instrumentasi Elektronika

I.3 PEMBATASAN MASALAH

Penelitian ini hanya difokuskan pada pendeteksian dan pengarahannya cahaya matahari pada suatu titik tertentu. Rangkaian elektronik yang dibuat ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi dimana posisi tepatnya matahari berintensitas paling tinggi sedang berada dan memantulkan cahaya matahari tersebut kesuatu titik tertentu.

I.4 METODOLOGI PENELITIAN

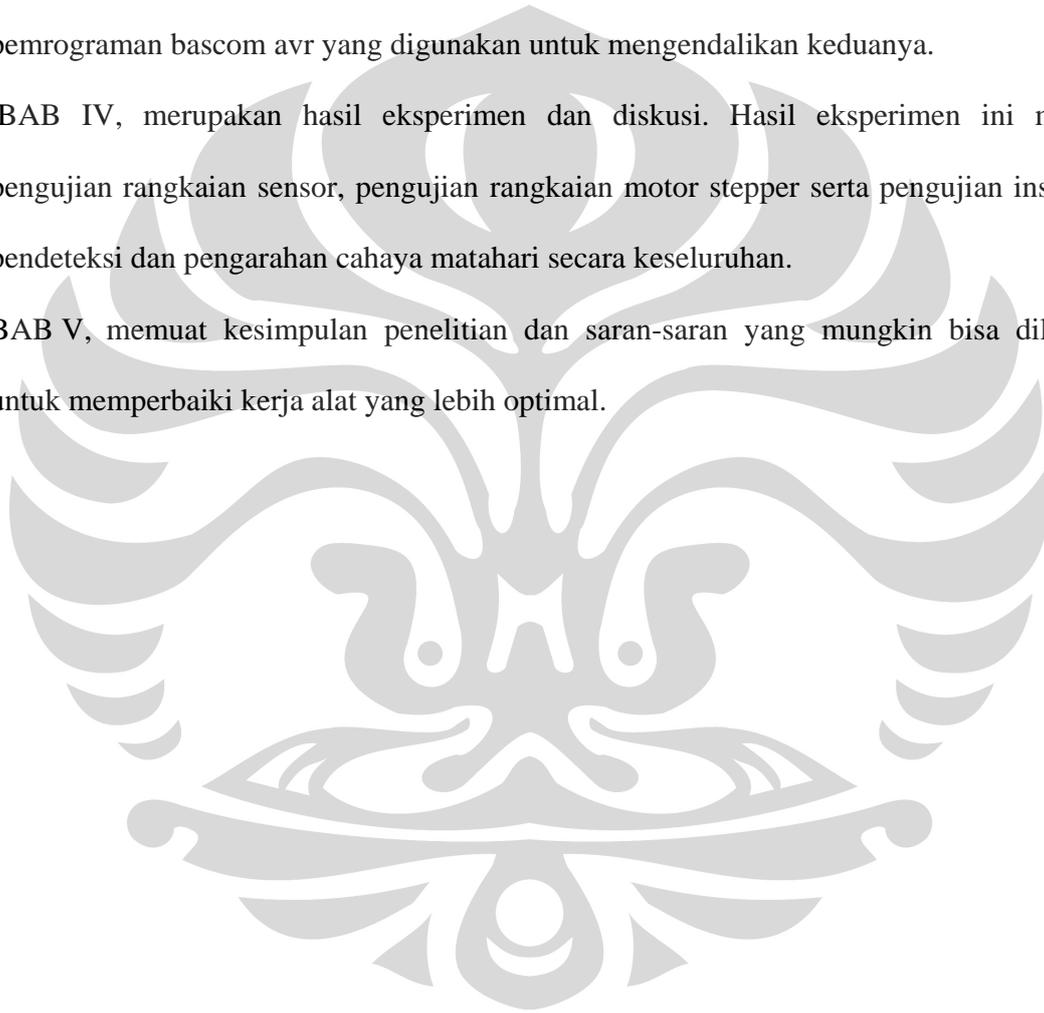
1. Studi literatur mengenai Sensor cahaya dan cermin yang digunakan untuk mendeteksi dan memantulkan cahaya matahari
2. Merancang serta menguji rangkaian pendeteksi dan pemantul cahaya matahari
3. Merancang serta menguji sistem minimal mikrokontroler AVR 8535 sebagai pengendali sistem secara keseluruhan.
4. Merancang perangkat lunak yang berfungsi untuk menerima input cahaya matahari dari sensor LDR yang diolah menjadi tegangan lalu masuk ke mikrokontroler dan kemudian dapat menggerakkan motor sehingga motor dapat menggerakkan cermin
5. Menguji kinerja sistem secara keseluruhan serta mengambil data dari hasil perancangan.
6. Menganalisa hasil dan membuat kesimpulan.

I.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan pada penelitian ini secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

- BAB I, menjelaskan secara umum latar belakang, tujuan dan gambaran ringkas tentang penelitian yang dilakukan.

- BAB II, menguraikan landasan teori yang digunakan pada penelitian meliputi: pemantulan cahaya, sensor LDR, cermin, motor stepper, rangkaian komparator dan mikrokontroler Atmega8535.
- BAB III, menjelaskan tentang gambar perancangan instrumentasi pendeteksi dan pengarah cahaya matahari yang terdiri dari rangkaian sensor dan motor stepper serta bahasa pemrograman bascom avr yang digunakan untuk mengendalikan keduanya.
- BAB IV, merupakan hasil eksperimen dan diskusi. Hasil eksperimen ini meliputi pengujian rangkaian sensor, pengujian rangkaian motor stepper serta pengujian instrumen pendeteksi dan pengarah cahaya matahari secara keseluruhan.
- BAB V, memuat kesimpulan penelitian dan saran-saran yang mungkin bisa dilakukan untuk memperbaiki kerja alat yang lebih optimal.



BAB II

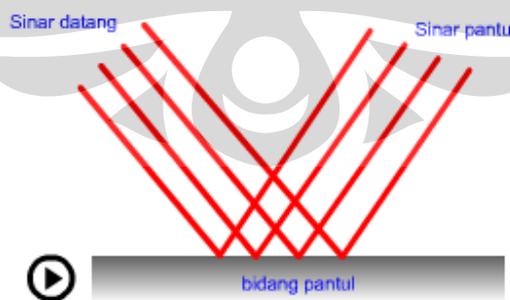
LANDASAN TEORI

II.1 Pemantulan Cahaya

Pemantulan cahaya dibagi menjadi dua yaitu pemantulan biasa dan pemantulan baur. Berikut akan dijelaskan pengertian dari masing-masing pemantulan tersebut.

II.1.1 Pemantulan Biasa

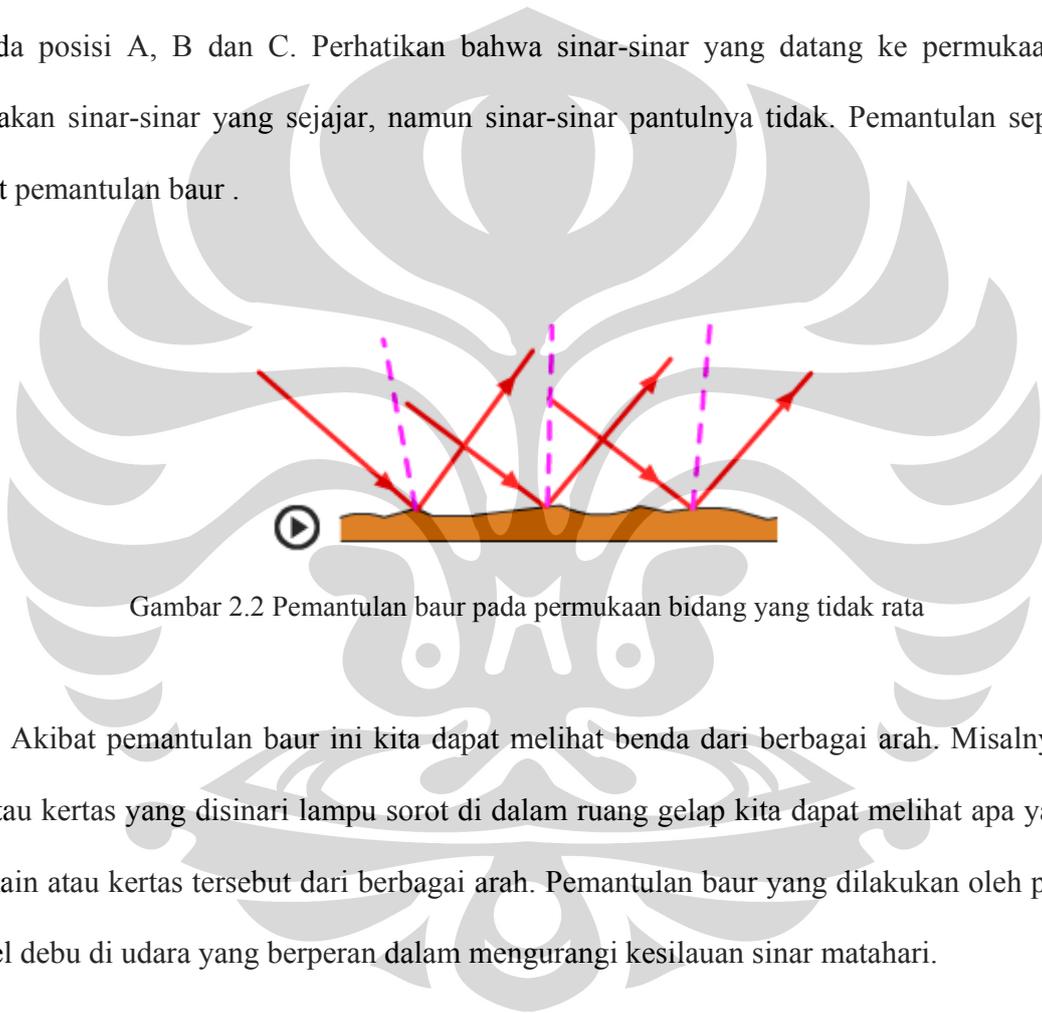
Pada permukaan benda yang rata seperti cermin datar, cahaya dipantulkan membentuk suatu pola yang teratur. Sinar-sinar sejajar yang datang pada permukaan cermin dipantulkan sebagai sinar-sinar sejajar pula. Akibatnya cermin dapat membentuk bayangan benda. Pemantulan semacam ini disebut pemantulan teratur atau pemantulan biasa .



Gambar 2.1 Pemantulan biasa pada cermin membentuk bayangan benda

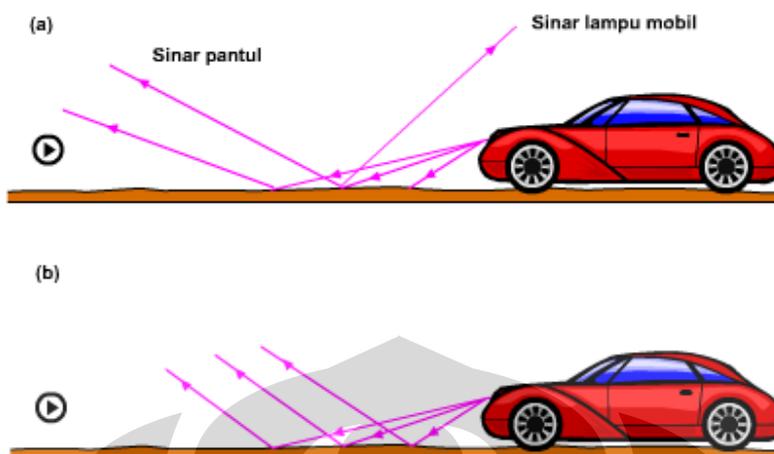
II.1.2 Pemantulan Baur

Berbeda dengan benda yang memiliki permukaan rata, pada saat cahaya mengenai suatu permukaan yang tidak rata, maka sinar-sinar sejajar yang datang pada permukaan tersebut dipantulkan tidak sebagai sinar-sinar sejajar. Gambar 2.2 memperlihatkan bagaimana sinar-sinar yang datang ke permukaan kayu dipantulkan ke berbagai arah sehingga kita dapat melihat kayu ini pada posisi A, B dan C. Perhatikan bahwa sinar-sinar yang datang ke permukaan kayu merupakan sinar-sinar yang sejajar, namun sinar-sinar pantulnya tidak. Pemantulan seperti ini disebut pemantulan baur .



Gambar 2.2 Pemantulan baur pada permukaan bidang yang tidak rata

Akibat pemantulan baur ini kita dapat melihat benda dari berbagai arah. Misalnya pada kain atau kertas yang disinari lampu sorot di dalam ruang gelap kita dapat melihat apa yang ada pada kain atau kertas tersebut dari berbagai arah. Pemantulan baur yang dilakukan oleh partikel-partikel debu di udara yang berperan dalam mengurangi kesilauan sinar matahari.

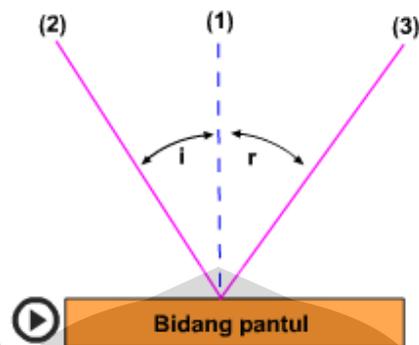


Gambar 2.3 Pemantulan cahaya lampu mobil di malam hari (a) jalanan kering dan kasar (b) jalanan basah karena hujan.

Pemantulan baur juga sangat membantu pengemudi mobil saat malam hari yang gelap. Pada saat jalanan kering di malam yang gelap sinar lampu mobil akan dipantulkan ke segala arah oleh permukaan jalanan yang tidak rata ke segala arah termasuk ke mata pengemudi sehingga jalanan terlihat terang seperti pada gambar 2.3 (a). Namun saat jalanan basah karena hujan, permukaan jalanan menjadi rata sehingga sinar lampu mobil hanya dipantulkan ke arah tentu saja, yakni ke arah depan jalanan sehingga pengemudi mengalami kesulitan karena tidak dapat melihat jalanan di depannya dengan baik seperti diperlihatkan Gambar 2.3 (b).

II.1.3 Hukum Pemantulan Cahaya

Pada saat sinar mendatangi permukaan cermin datar, cahaya akan dipantulkan seperti pada gambar 2.4 garis yang tegak lurus bidang pantul disebut garis normal Pengukuran sudut datang dan sudut pantul dimulai dari garis ini. Sudut datang (i) adalah sudut yang dibentuk oleh garis normal (1) dan sinar datang (2), sedangkan sudut pantul (r) adalah sudut yang dibentuk oleh garis normal (1) dan sinar pantul (3).



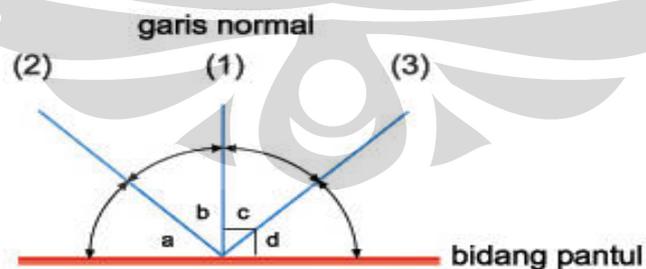
Gambar 2.4 Pemantulan cahaya: Sudut datang sama dengan sudut pantul.

Berdasarkan pengamatan dan pengukuran didapatkan bahwa:

sinar datang, sinar pantul dan garis normal terletak pada bidang yang sama; dan besar sudut datang (i) sama dengan besar sudut pantul (r).

Dua pernyataan di atas dikenal sebagai hukum pemantulan cahaya .

Contoh: Pada gambar di bawah sudut manakah yang merupakan sudut datang dan yang manakah sudut pantul ?



Gambar 2.5 Sudut datang dan sudut pantul pada cermin cekung

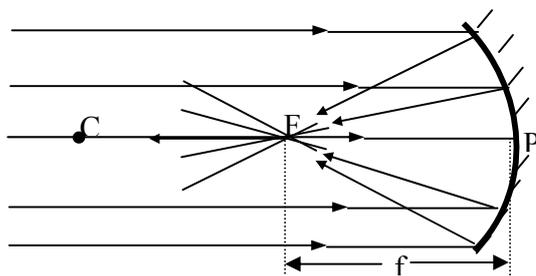
Penyelesaian :

Garis (2) pada gambar di atas melukiskan sinar datang ke permukaan cermin sedangkan garis (1) adalah garis normal. Sudut datang adalah sudut yang dibentuk oleh sinar datang dan garis normal. Jadi sudut datang adalah c , sedangkan sudut pantul dibentuk oleh garis normal (1) dan sinar pantul (3) dan besarnya sama dengan sudut datang. Pada gambar sudut pantul adalah b .

Contoh lain dan uraian lebih mendalam tentang pemantulan cahaya ini akan dibahas pada kegiatan selanjutnya. Sekadar untuk mendapat gambaran awal tentang peristiwa pemantulan cahaya, uraian di atas dirasa cukup memadai. Hal yang perlu Anda pahami adalah pertama, proses melihat pada manusia erat kaitannya dengan gejala pemantulan cahaya. Kedua, ada dua jenis pantulan cahaya yaitu pemantulan baur dan pemantulan biasa. Pemantulan baur dihasilkan oleh permukaan pantul yang tidak rata (kasar), pemantulan baur memungkinkan kita melihat benda yang disinari dari berbagai arah, sementara pemantulan biasa menyebabkan terbentuknya bayangan benda yang hanya dapat dilihat pada arah tertentu saja. Pemantulan teratur terjadi pada permukaan yang rata seperti pada cermin. Ketiga, pada peristiwa pemantulan biasa sinar datang, garis normal dan sinar pantul terletak pada satu bidang yang sama serta sudut datang sama dengan sudut pantul.

II.1.4 Cermin Melekung

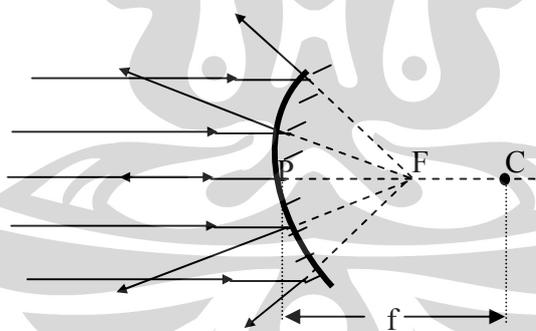
Cermin melengkung terdiri dari dua jenis, yaitu cermin cekung (*concave*) dan cermin cembung (*convex*).



Gambar 2.6 Pantulan sinar oleh cermin cekung

Sinar istimewa pada cermin cekung (*concave*) :

1. Sinar datang sejajar sumbu utama cermin akan dipantulkan melalui titik fokus F
2. Sinar datang melalui titik fokus F akan dipantulkan sejajar sumbu utama
3. Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin M akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan tersebut



Gambar 2.7 Pantulan sinar oleh cermin cembung

Sinar istimewa pada cermin cembung (*convex*) :

1. Sinar datang sejajar sumbu utama cermin akan dipantulkan seakan-akan datang dari titik fokus F
2. Sinar datang menuju titik fokus F akan dipantulkan sejajar sumbu utama

3. Sinar datang menuju titik pusat kelengkungan cermin M akan dipantulkan kembali seakan-akan melalui titik pusat kelengkungan tersebut.

Persamaan-persamaan yang berlaku pada cermin lengkung (cekung dan cembung) diantaranya sebagai berikut :

Persamaan pembentukan jarak fokus cermin

$$f = \frac{1}{2} R \text{ atau } R = 2 f \dots\dots\dots(2.1)$$

Persamaan pembentukan bayangan

$$1/f = 1/S_o + 1/S_i \dots\dots\dots(2.2)$$

Persamaan perbesaran bayangan

$$M = -(S_i/S_o) = h_i/h_o \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

S_o = jarak benda ; S_i = jarak bayangan ; f = jarak fokus ; h_i = tinggi bayangan ; h_o = tinggi benda ; R = jari-jari kelengkungan cermin ; M = Perbesaran linier bayangan

II.2 LDR (*Light Dependent Resistant*)

LDR (*Light Dependent Resistant*) adalah suatu sensor cahaya yang bekerja dengan menggunakan intensitas cahaya, jika mendapatkan intensitas cahaya maka hambatannya akan

berubah berdasarkan level cahaya yang diterimanya. Perubahan hambatannya akan berbanding kebalik dengan jumlah intensitas cahaya yang diterima. Semakin tinggi level cahaya yang diterima maka semakin rendah nilai hambatannya, begitu juga sebaliknya saat level cahaya yang diterimanya semakin rendah maka nilai hambatannya semakin tinggi [3].

Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10\text{M}\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1\text{K}\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

LDR digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Sensor cahaya berfungsi untuk mendeteksi cahaya yang ada di sekitar kita. Sensor yang terkenal untuk mendeteksi cahaya ialah LDR (*Light Dependent Resistor*). Sensor ini akan berubah nilai hambatannya apabila ada perubahan tingkat kecerahan cahaya.

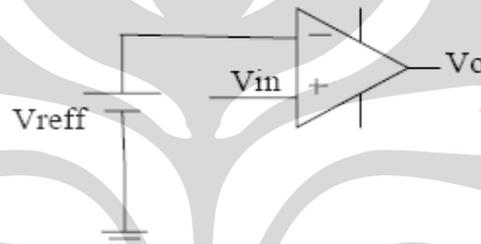


Gambar 2.8 Gambar dan simbol LDR

II.3 Op-Amp Sebagai Komparator

Pada umumnya Op-Amp digunakan sebagai penguat, tetapi dalam perkembangannya ada banyak kegunaan yang bisa di temukan dalam Op-Amp, salah satunya sebagai komparator. Ada 2 model komparator yaitu :

2.3.1 Non Inverting Komparator



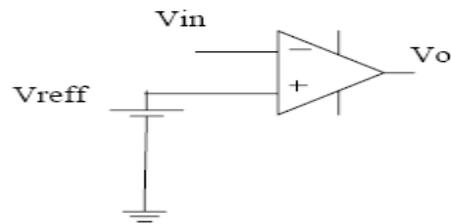
Gambar 2.9 Op-Amp Non Inverting Komparator

Pada komparator ini seperti terlihat pada gambar, jika tegangan positif (V_{reff}) diberikan ke input *inverting* dan V_i merupakan tegangan input *noninverting* maka ketika level tegangan input (V_i) lebih kecil dari V_{reff} maka tegangan output akan menjadi $-V_{sat}$, dan ketika level tegangan input (V_i) lebih besar dari V_{reff} maka tegangan output akan sama dengan tegangan V_{sat} [4], sehingga dapat dituliskan:

$$V_o = -V_{sat} \text{ jika } V_i < V_{reff}$$

$$V_o = V_{sat} \text{ jika } V_i > V_{reff}$$

2.3.2 Inverting Komparator



Gambar 2.10 Op-Amp Inverting Komparator

Seperti terlihat pada gambar, ketika tegangan $-V_{reff}$ diberikan pada input *noninverting* dan tegangan input (V_i) diberikan ke input maka tegangan output (V_o) akan sama dengan V_{sat} jika tegangan input (V_i) lebih kecil dari $-V_{reff}$, dan tegangan output (V_o) akan sama dengan $-V_{sat}$ jika tegangan input (V_i) lebih besar dari $-V_{reff}$ [4], sehingga dapat ditulis :

$$V_o = V_{sat} \text{ jika } V_i < -V_{reff}$$

$$V_o = -V_{sat} \text{ jika } V_i > -V_{reff}$$

II.4 Motor Stepper

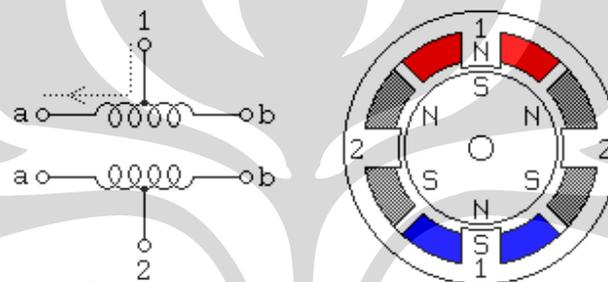
Motor stepper seringkali kita gunakan untuk aplikasi robotika, karena poros motor stepper dapat digerakkan dengan sudut putar tertentu tanpa harus menggunakan umpan balik posisi. Berikut ini adalah aplikasi sederhana untuk motor stepper bipolar yang dikendalikan melalui SPC Stepper Motor. Modul kontroler dalam aplikasi ini menggunakan DT-AVR Low Cost Nano System / Low Cost Micro System dan bahasa pemrograman BASIC dengan *compiler* BASCOM-AVR©. Aplikasi ini akan memberi contoh komunikasi SPC Stepper Motor dengan

DTAVR. Low Cost Series baik secara serial I2C maupun paralel. Aplikasi ini dapat dikembangkan menjadi suatu sistem pengendali motor stepper bipolar dalam sebuah robot atau peralatan otomatis.

Tabel 2.1 pengendali motor stepper

No	PortB.0	PortB.1	PortB.2	PortB.3
1	0	0	1	1
2	0	1	1	0
3	1	1	0	0
4	1	0	0	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	1
No	PortB.4	PortB.5	PortB.6	PortB.7
1	0	0	1	1
2	0	1	1	0
3	1	1	0	0
4	1	0	0	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	1

Pada step 1 - 4 Motor stepper akan berputar dan bergerak berlawanan arah jarum jam (CCW) sedangkan pada step 5 – 8 motor tersebut akan bergerak searah dengan jarum jam (CW). Motor ini memiliki 5 buah line yakni 4 line data dan line com (power). Seperti pada tabel dibutuhkan 2 buah logic high dan low untuk menggerakkan motor stepper.



Gambar 2.11 Bagian Dalam Motor Stepper

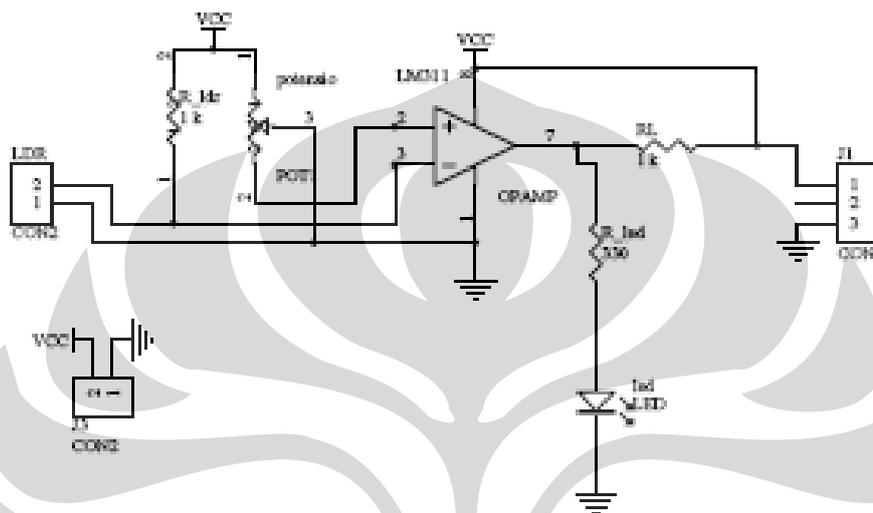
Apabila diurutkan akan menjadi seperti berikut :

- ✚ PortB.0 = PortB.4 = Coil1A
- ✚ PortB.1 = PortB.5 = Coil1B
- ✚ PortB.2 = PortB.6 = Coil2A
- ✚ PortB.3 = PortB.7 = Coil2B

Jadi pemberian logic high sama artinya kita mengaktifkan (on)-kan coil dan begitupun sebaliknya pemberian logic low sama artinya kita menon-aktifkan (off)-kan coil tersebut.

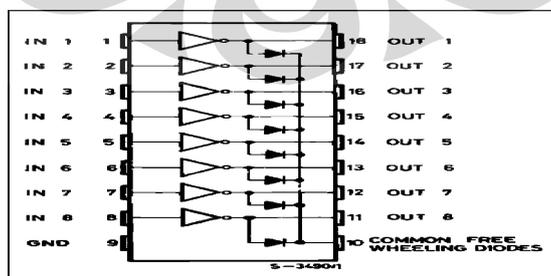
II.5 Driver Motor

Berikut adalah rangkaian pengendali Motor Stepper :



Gambar 2.12 Rangkaian Driver Motor Stepper

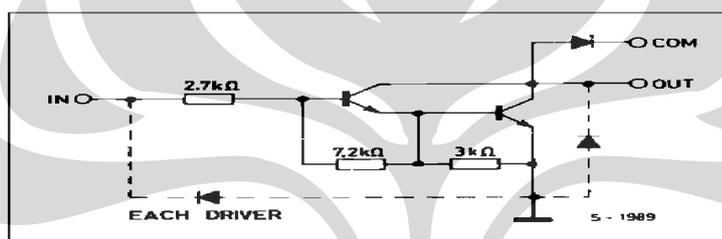
Gambar di atas merupakan rangkaian driver motor stepper yang berfungsi mengatur perputaran serta pergerakan arah dari motor stepper. Pada penelitian kali ini digunakan 3 buah motor stepper yang di driver menggunakan IC ULN2803 yang berfungsi sebagai penguat daya ke motor stepper.



Gambar 2.13 Rangkaian Internal IC ULN2803

Seperti pada gambar 2.13 ULN2803 memiliki 8 buah rangkaian darlington transistor dengan common-emitor dan rangkaian dioda yang terintegrasi untuk menangani beban yang bersifat induktif. Tiap-tiap rangkaian darlington bisa menghasilkan arus sampai 600mA dan memiliki tegangan output sampai 50 V dengan tegangan input maximal 30 V. ULN2803A memiliki input resistor 2.7kΩ untuk tegangan 5V TTL dan CMOS.

Seperti terlihat pada gambar 2.14 tiap data yang diterima driver motor dari mikrokontroller akan melewati rangkaian berikut ini :



Gambar 2.14 Rangkaian Darlington ULN2803

Input rangkain ini merupakan tegangan TTL sedangkan outputnya merupakan data logic dengan penguatan arus yang besar, sehingga cukup untuk mendrive sebuah motor stepper.

II.6 Mikrokontroller

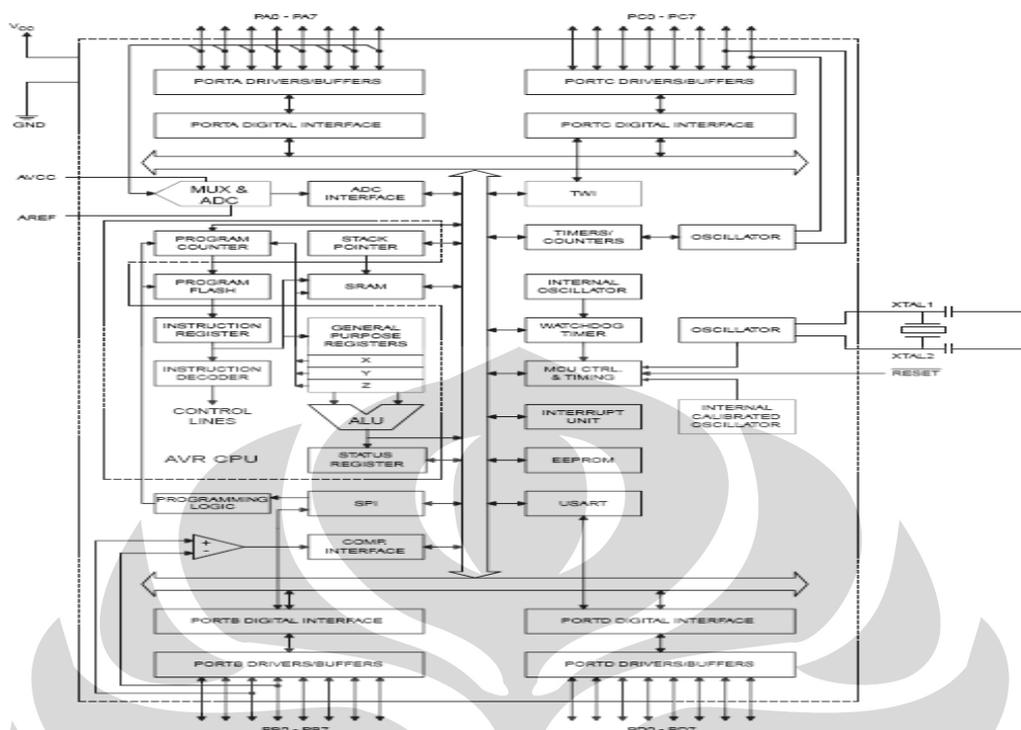
Mikrokontroler merupakan perkembangan perangkat dan kemampuan dari mikroprosesor. Mikrokontroler dengan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) banyak digunakan dalam aplikasi sistem kendali. Salah satu jenis mikrokontroler RISC yang sekarang banyak beredar di pasaran adalah mikrokontroler jenis AVR dari Atmel. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki konsep yang hampir sama dengan mikrokontroler PICmicro dari Microchip Inc. yang memiliki arsitektur RISC 8-bit [1].

Pemrograman AVR juga tergolong mudah karena pemrograman AVR dapat dilakukan menggunakan teknik ISP (*In-System Programming*) di mana kode HEX dapat langsung didownload pada mikrokontroler di dalam rangkaian aplikasi. Selain dengan mode ISP, pemrograman AVR juga dapat dilakukan secara paralel menggunakan perangkat programmer/downloader [1].

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8-bit di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock. Bandingkan dengan instruksi ASM51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Hal ini terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda, yang satu RISC sedangkan yang lain CISC. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90Sxx, keluarga Atmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka hampir sama. Mikrokontroler yang akan dibahas lebih lanjut dalam tulisan ini adalah IC tipe Atmega8535 [1].

II.7 IC Atmega8535

Atmega8535 adalah salah satu jenis IC mikrokontroler yang dikeluarkan oleh Atmel dan memiliki arsitektur seperti tampak pada gambar 2.15



Gambar 2.15 Diagram blok Fungsional Atmega8535

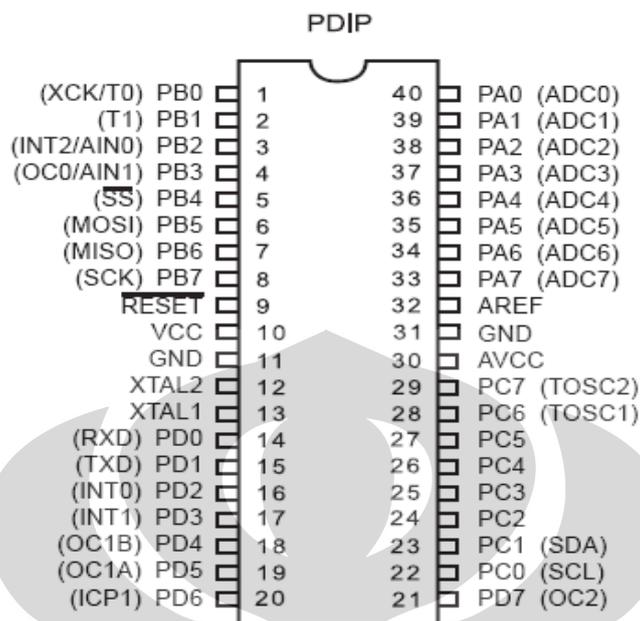
Mikrokontroler Atmega8535 memiliki fitur-fitur utama antara lain :

- 130 macam instruksi,
- 32 x 8 bit General Purpose Register,
- Memori program Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*,
- Memori data SRAM 512 byte,
- Memori EEPROM 512 byte,
- Jalur I/O 32 pin,
- Timer/counter 3 buah,
- Output PWM 4 *channel*,
- Serial I/O menggunakan USART,

- Osilator RC dalam chip (internal),
- Antarmuka komparator analog,
- Unit interupsi internal dan eksternal
- Unit interupsi internal dan eksternal
- 6 macam pilihan mode *sleep*, yaitu: Idle, ADC noise reduction, power-save, power-down, standby, dan extended standby untuk menghemat penggunaan daya listrik.

Mikrokontroler AVR memiliki model arsitektur Harvard, dimana memori dan bus untuk program dan data dipisahkan. Dalam arsitektur AVR, seluruh 32 register secara umum yang ada terhubung langsung ke ALU prosesor. Hal inilah yang membuat AVR begitu cepat dalam mengksekusi instruksi. Dalam satu siklus clock, terdapat dua registr independen yang dapat diakss oleh satu instruksi. Teknik yang digunakan adalah *fetch during execution* atau memegang sambil mengerjakan. Hal ini berarti, dua operan dibaca dari dua register, dilakukan ekskusi operasi, dan hasilnya disimpan kmbali dalam salah satu register, semua dilakukan hanya dalam satu siklus clock [1].

Selanjutnya dipelajari struktur perangkat keras dari IC Atmega8535 yang dapat digambarkan dari luar berupa pin-pin output seperti pada gamabar 2.16 di bawah ini.



Gambar 2.16 Pin-pin output dari IC Atmega8535

Deskripsi Pin

VCC Power supply

GND Ground

Port A (PA7...PA0) Port A sebagai masukan analog yang berfungsi sebagai *analog to digital converter*. Port A juga merupakan port I/O 8-bit bi-directional jika A/D *converter* tidak digunakan.

Port B (PB7...PB0) Port B merupakan port I/O 8-bit bi-directional dengan resistor pull-up internal. Port B juga mempunyai fungsi-fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog dan SPI.

Port C (PC7...PC0) Port C merupakan port I/O 8-bit bi-directional dan pin yang berfungsi sebagai penggerak motor stepper

Port D (PD7...PD0)	Port D merupakan port I/O 8-bit bi-directional dengan resistor pull-up internal. Pin-pin pada Port D juga mempunyai fungsi alternatif, diantaranya: komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
RESET	Reset input. Kondisi logika rendah "0" lebih dari 1.5 μ s pada pin ini akan membuat mikrokontroler masuk ke dalam kondisi reset.
XTAL1	Input bagi inverting oscillator amplifier dan input bagian clock internal.
XTAL2	Output inverting oscillator amplifier.
AVCC	Merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
AREF	Merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

IC Atmega8535 beroperasi pada tegangan vcc sebesar +5 V. Keistimewaan lain dari Atmega8535 adalah pada chip osilator yang dibangkitkan oleh sebuah kristal yang sudah tersedia didalam IC, akan tetapi jika ingin menggunakan kristal eksternal kita dapat menghubungkannya pada pin 12 dan 13. Keluarga AVR paling banyak menggunakan kristal sebesar 8MHz, namun masih dapat dioperasikan dengan kristal berfrekuensi hingga 16 MHz [1].

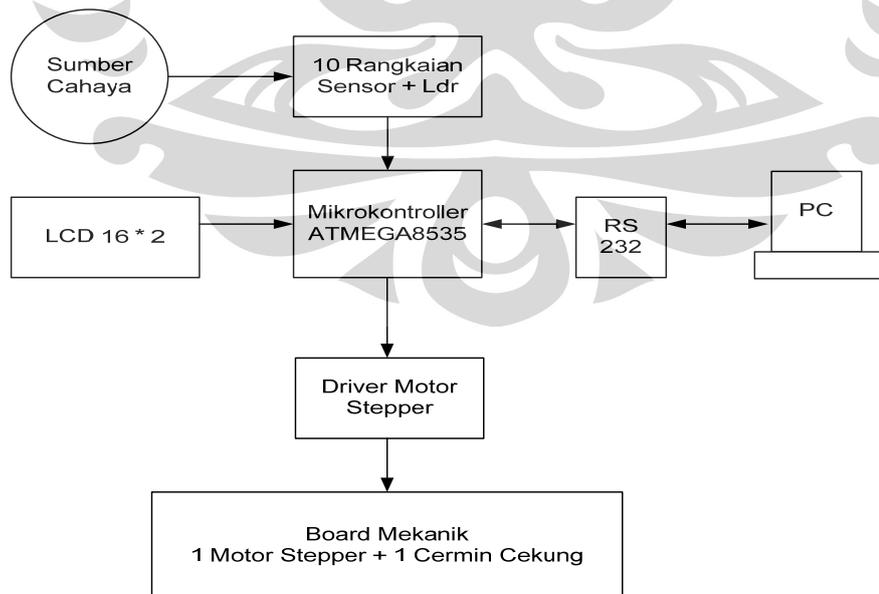
BAB III

PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* serta *software* yang digunakan penulis dalam pembuatan alat “ Perancangan Sistem Simulasi Pengarah dan Pemantul Cahaya Ke Titik Yang Diinginkan Dengan Menggunakan Cermin Cekung Berbasis Mikrokontroller”.

III.1 Perancangan Hardware

Dalam bab ini selain perancangan alat, juga akan dibahas mengenai cara kerja alat. Blok diagram dari sistem kontrol gedung dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

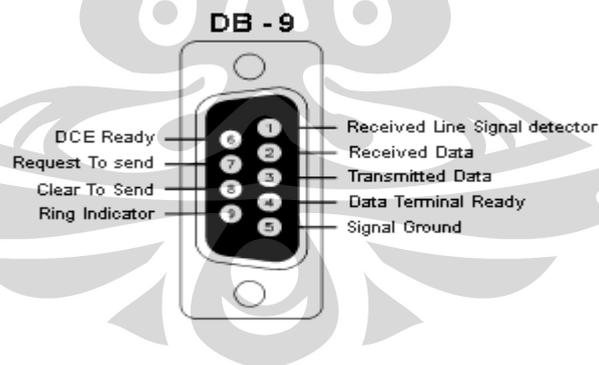


Gambar 3.1. Blok diagram sistem keseluruhan.

III.2 Personal Computer (PC)

Perancangan sistem kontrol ini menggunakan PC sebagai pengamatan serta pengontrolan terhadap parameter-parameter yang ada. Penggunaan PC dimaksudkan untuk mempermudah dalam melakukan pengamatan serta pengontrolan. PC akan terus memonitor nilai-nilai intensitas yang terbaca dan melakukan pengontrolan motor stepper sehingga didapatkan posisi cermin yang diinginkan. PC tersebut akan melakukan komunikasi ke mikrokontroler dengan sistem komunikasi penerimaan dan pengiriman datanya melalui *port serial* (COM).

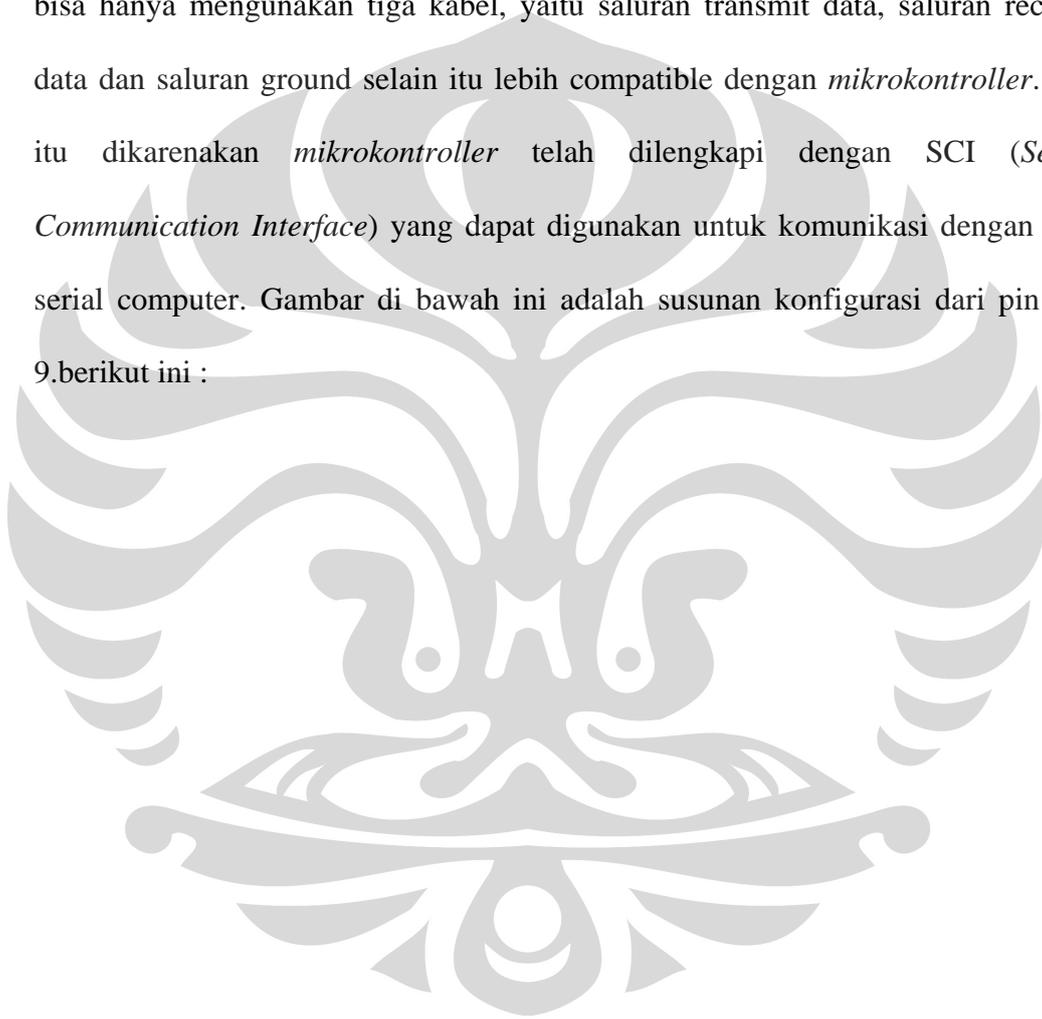
Port serial (COM) pada komputer menggunakan slot DB-9 *male* yang terdapat di belakang komputer. Adapun konfigurasi slot DB-9 *male* adalah seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Konfigurasi slot DB-9

Dibandingkan dengan menggunakan port paralel, penggunaan port serial terkesan lebih rumit. Beberapa keuntungan penggunaan port serial dibandingkan dengan port paralel adalah pada komunikasi serial masalah *cable loss* tidak akan

menjadi masalah besar daripada menggunakan kabel parallel. Port serial mentransmisikan “1” pada level tegangan -3 Volt sampai -25 Volt dan “0” pada level tegangan +3 Volt sampai +25 Volt, sedangkan port parallel mentransmisikan “0” pada level tegangan 0 Volt dan “1” pada level tegangan 5 Volt. Jumlah kabel yang dibutuhkan pada komunikasi serial jauh lebih sedikit, bisa hanya menggunakan tiga kabel, yaitu saluran transmit data, saluran receive data dan saluran ground selain itu lebih compatible dengan *mikrokontroller*. Hal itu dikarenakan *mikrokontroller* telah dilengkapi dengan SCI (*Serial Communication Interface*) yang dapat digunakan untuk komunikasi dengan port serial computer. Gambar di bawah ini adalah susunan konfigurasi dari pin DB 9.berikut ini :

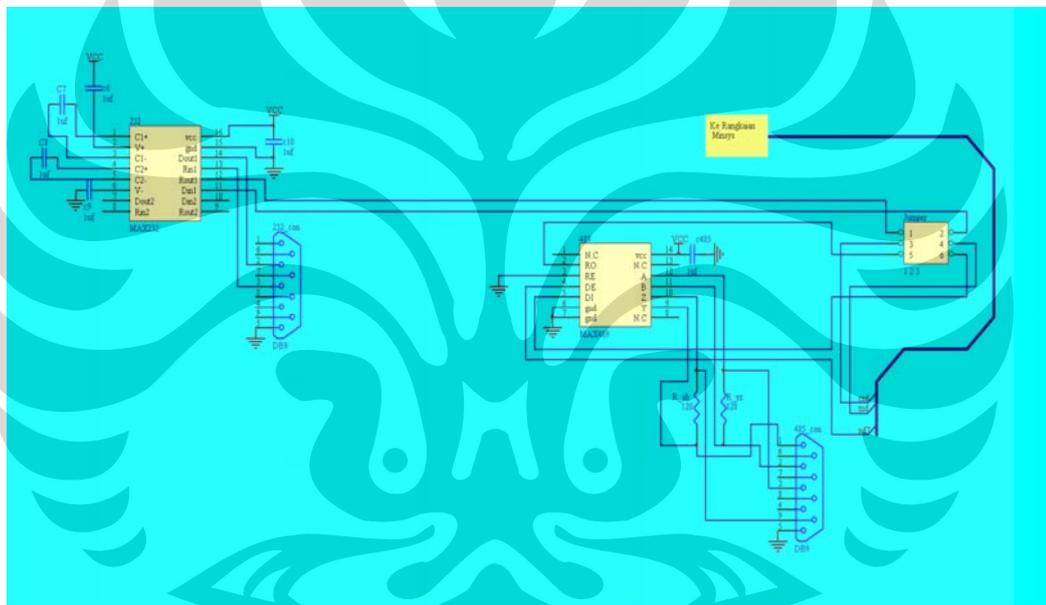


Tabel 3.1. Susunan Pin *port serial* (COM)

	9 Pin Connector on a DTE device (PC connection)
Male RS232 DB9	
Pin Number	Direction of signal:
1	Carrier Detect (CD) (from DCE) Incoming signal from a modem
2	Received Data (RD) Incoming Data from a DCE
3	Transmitted Data (TD) Outgoing Data to a DCE
4	Data Terminal Ready (DTR) Outgoing handshaking signal
5	Signal Ground Common reference voltage
6	Data Set Ready (DSR) Incoming handshaking signal
7	Request To Send (RTS) Outgoing flow control signal
8	Clear To Send (CTS) Incoming flow control signal
9	Ring Indicator (RI) (from DCE) Incoming signal from a modem

III.3 Rangkaian Komunikasi Serial

Gambar yang pertama adalah rangkaian converter komunikasi serial RS-232 yang nantinya akan terhubung langsung ke port serial PC, sedangkan gambar yang kedua adalah rangkaian RS-485 yang akan terhubung ke rangkaian RS-485 – RS-232 *converter* dan barulah terhubung ke port serial PC. Kedua rangkaian diatas di hubungkan ke header 3x6 dimana pada header tersebut telah terhubung pin TXD dan RXD dari mikrokontroler.



Gambar 3.3 Rangkaian komunikasi serial RS-232 dan RS-485

Rangkaian di atas tidak bekerja secara bersamaan. Saat jumper dihubungkan pada pin 1-3 dan 2-4 dari *header*, maka kaki TXD dan RXD mikrokontroler akan terhubung ke rangkaian *converter* RS-232, sedangkan saat jumper dihubungkan pada pin 2-5 dan 4-6 dari *header*, maka kaki TXD dan RXD mikrokontroler akan terhubung ke rangkaian RS-485. Namun disini yang dipakai adalah koneksi pin 1-

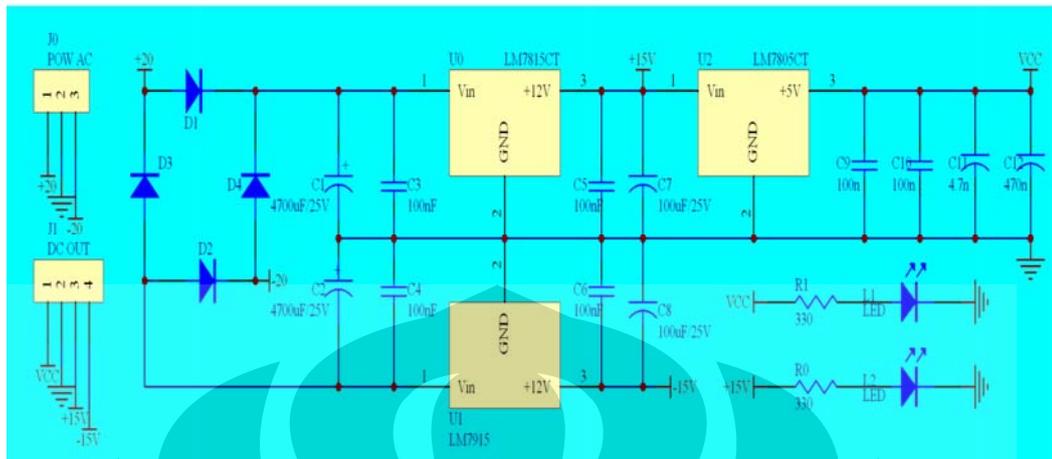
3 dan 2-4 dari header sehingga terhubung ke rangkaian converter RS-232, sedangkan komunikasi dengan RS-486 tidak digunakan dalam penelitian ini.

Level tegangan pada mikrokontroler adalah level tegangan TTL yang hanya mengenal logika 1 untuk 3-5 V dan logika 0 untuk 0-0.8 V, sedangkan pada PC memiliki level tegangan RS-232 yang menganggap tegangan -3 s/d -25 V sebagai logika 1 dan tegangan 3 s/d 25 V sebagai logika low (0). Saat menggunakan komunikasi RS-232 memiliki kendala yaitu masalah keterbatasan jarak dan rentan terhadap noise.

Adapun untuk menghubungkan RS232 apapun pada system berbasis mikroprosesor, kita harus mengubah level logika TTL ke level tegangan RS232. Fungsi untuk menterjemahkan dari TTL ke level tegangan RS232 disebut *line drivers* dan fungsi untuk mengkonversi dari RS232 ke level tegangan TTL disebut *line receivers*.

Pada tugas akhir ini, untuk mengkonversi beda level tegangan tersebut penulis menggunakan IC Max-232. Di dalam IC ini terdapat *Charge Pump* yang akan membangkitkan +10 Volt dari sumber dan +5 Volt tunggal yang dikemas dalam IC DIO (*Dual In Line Package*) 26 pin (8 pinx 2 baris) ini terdapat dua buah *transmitter* dan dua buah *receiver*.

III.4 Rangkaian Regulator



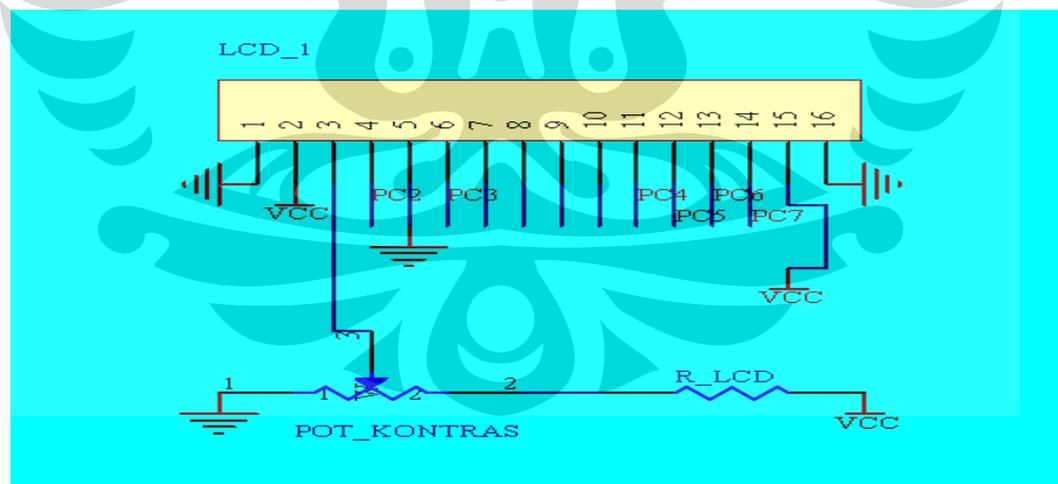
Gambar 3.4 Rangkaian Regulator

Gambar di atas adalah rangkaian regulator yang berfungsi memberi supply tegangan ke seluruh sistem sesuai dengan keluaran dan kebutuhan dari masing-masing rangkaian. Tegangan AC dari trafo disearahkan oleh diode bridge sehingga menghasilkan tegangan DC. Setelah di searahkan maka tegangan di regulasi agar menghasilkan tegangan +15 V dengan dimasukkan ke IC LM 7815. Penggunaan kapasitor elcho sebelum dan sesudah melewati IC regulator yakni untuk meminimalkan riak dari tegangan DC yang dihasilkan pada saat proses penyearahan oleh diode bridge, sehingga dihasilkan tegangan DC yang lebih stabil. Sedangkan penggunaan kapasitor mika / non polar dimaksudkan untuk menghindari adanya RF (radio frekuensi) yang dapat mengganggu kestabilan dari tegangan tersebut. Sedangkan output tegangan – 15 dihasilkan akibat pembalikan fasa gelombang pada saat terjadi penyearahan tegangan dan setelah melalui proses regulasi dari IC LM7915. Adapun output tegangan + 5 V dihasilkan dari output tegangan IC LM7815 berfungsi sebagai input tegangan bagi IC LM7805 dan setelah melalui proses regulasi didapatkan tegangan sebesar + 5 V.

menurun, sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor 1K yang masuk ke kaki negatif komparator (pin3) juga akan kecil. Saat kondisi kaki negatif (pin3) lebih negatif dari kaki positif (pin2) masukan dari multitone, maka keluaran komparator akan sama dengan Vcc (pin8) yaitu 5V atau logika high, yang kemudian masuk ke port mikrokontroler.

Sedangkan saat LDR tidak menerima cahaya lampu, resistansinya akan meningkat sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor 1K yang masuk ke kaki negatif komparator (pin3) akan besar. Saat kondisi kaki negative (pin3) lebih positif dari kaki positif (pin2) masukan dari multitone, maka keluaran komparator akan sama dengan Vee (pin4) yaitu 0V atau logika *low*, yang kemudian masuk ke port mikrokontroler.

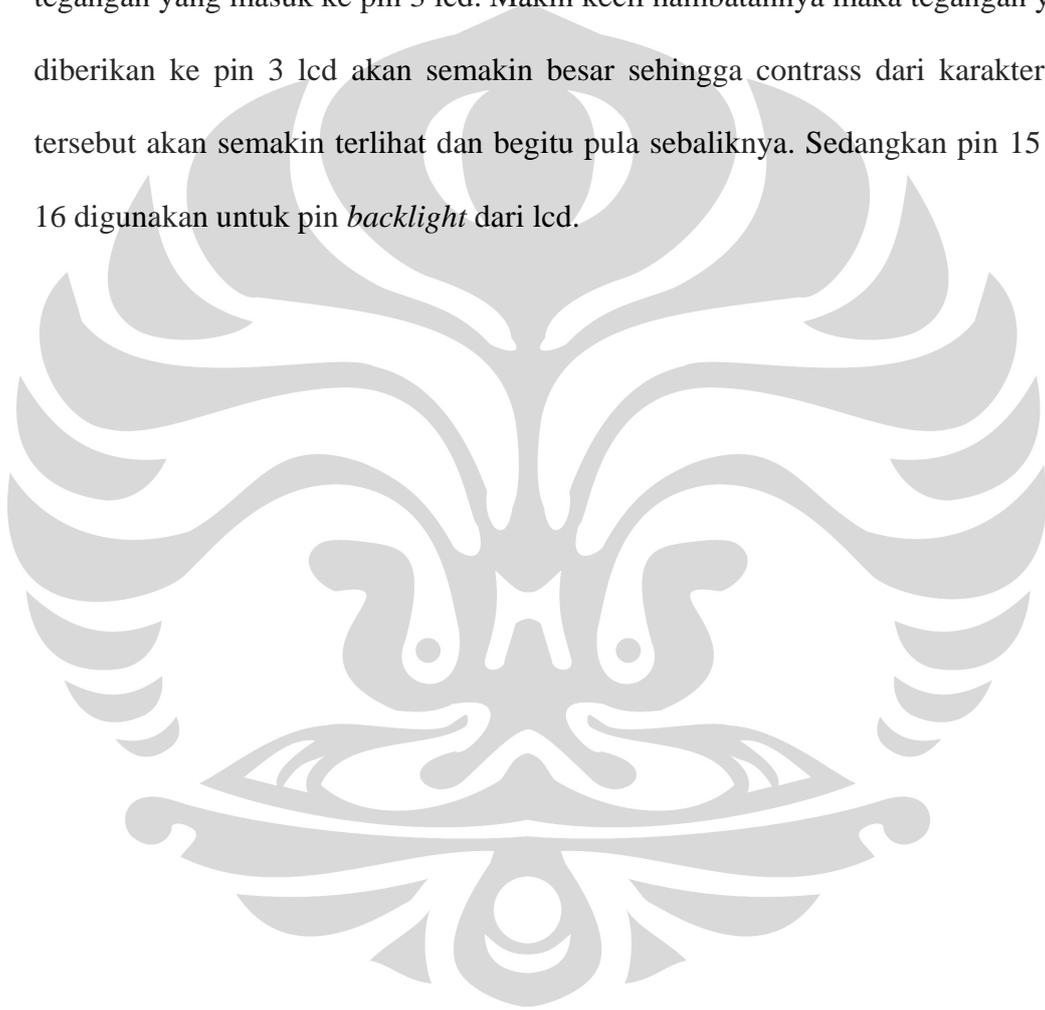
III.6 Rangkaian LCD 16 * 2



Gambar 3.6 Rangkaian lcd 16 * 2

Lcd yang digunakan memiliki dimensi 16*2. Adapun konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini tampak seperti pada gambar di atas. Lcd tipe ini

memiliki input data 4 bit yaitu pada kaki Db4 (pin 11), Db5 (pin 12), Db6 (pin 13), Db7 (pin 14) dan 2 bit data Rs (pin 4) dan Enable (pin 6). Seperti terlihat pada gambar di atas selain Vcc dan ground kaki 3 digunakan sebagai pengatur *contrass* dari karakter. Kecerehan dari karakter tersebut didapat dengan mengatur multitune 10 K Ω karena dengan mengatur hambatan maka kita dapat mengatur tegangan yang masuk ke pin 3 lcd. Makin kecil hambatannya maka tegangan yang diberikan ke pin 3 lcd akan semakin besar sehingga *contrass* dari karakter lcd tersebut akan semakin terlihat dan begitu pula sebaliknya. Sedangkan pin 15 dan 16 digunakan untuk pin *backlight* dari lcd.



Gambar di atas adalah gambar dari minimum system yang digunakan, yang terdiri dari jalur *ISP programmer*, rangkaian reset mikrokontroler dan *ISP programmer*, mikrokontroler dan krisal yang digunakan, 4 buah header 5x2 yang terhubung ke port I/O mikrokontroler, dan delapan buah terminal keluaran.

Sebagai otak dari sistem ini menggunakan mikrokontroler produk dari atmel keluarga AVR seri AT MEGA 8535. IC mikrokontroler ini memiliki 40 pin dengan 32 pin I/O, 8K byte flash memori, dan 512 byte EEPROM.

Pada sistem yang digunakan dipakai portC dan portD sebagai pin input bagi 10 sensor LDR yang digunakan. Sembilan pin digunakan sebagai pendeteksi sudut dari sumber cahaya yang terefleksi dari cermin cekung, Kemudian satu buah pin digunakan sebagai pendeteksi titik yang diinginkan.

Tabel 3.2 Konfigurasi I/O Port ATMEGA8535

Port A	<i>Konfigurasi</i>	<i>Port B</i>	<i>Konfigurasi</i>
PortA.0	-	PortB.0	Motor Stepper
PortA.1	-	PortB.1	Motor Stepper
PortA.2	Rs Lcd	PortB.2	Motor Stepper
PortA.3	Enable Lcd	PortB.3	Motor Stepper
PortA.4	Db4 Lcd	PortB.4	Motor Stepper
PortA.5	Db5 Lcd	PortB.5	Motor Stepper
PortA.6	Db6 Lcd	PortB.6	Motor Stepper
PortA.7	Db7 Lcd	PortB.7	Motor Stepper
PortC	Konfigurasi	PortD	Konfigurasi
PortC.0	Ldr 1	PortD.0	Rx
PortC.1	Ldr 2	PortD.1	Tx
PortC.2	Ldr 3	PortD.2	Ldr 9
PortC.3	Ldr 4	PortD.3	Ldr 10
PortC.4	Ldr 5	PortD.4	-
PortC.5	Ldr 6	PortD.5	-
PortC.6	Ldr 7	PortD.6	-
PortC.7	Ldr 8	PortD.7	-

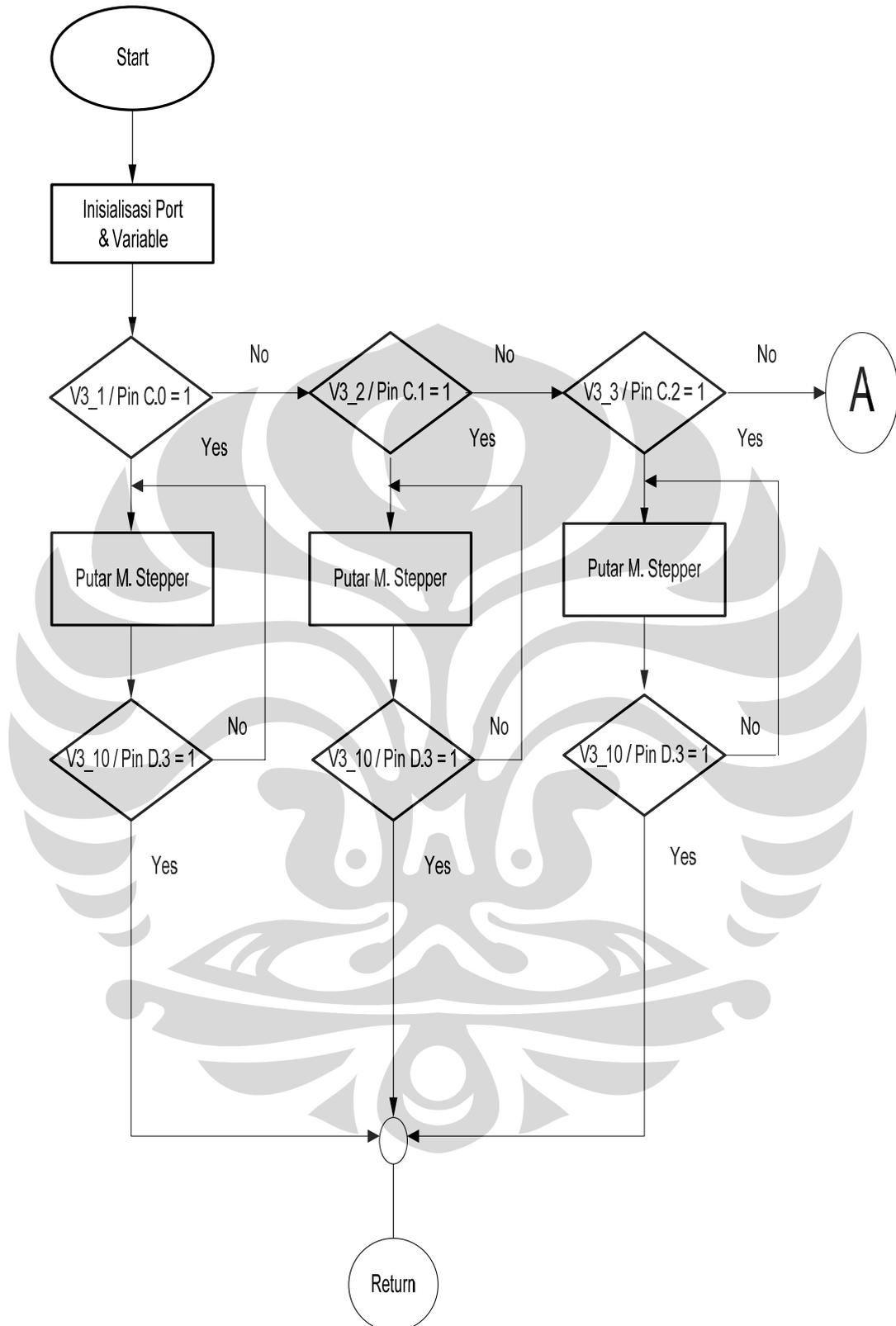
III.8 Perancangan Software

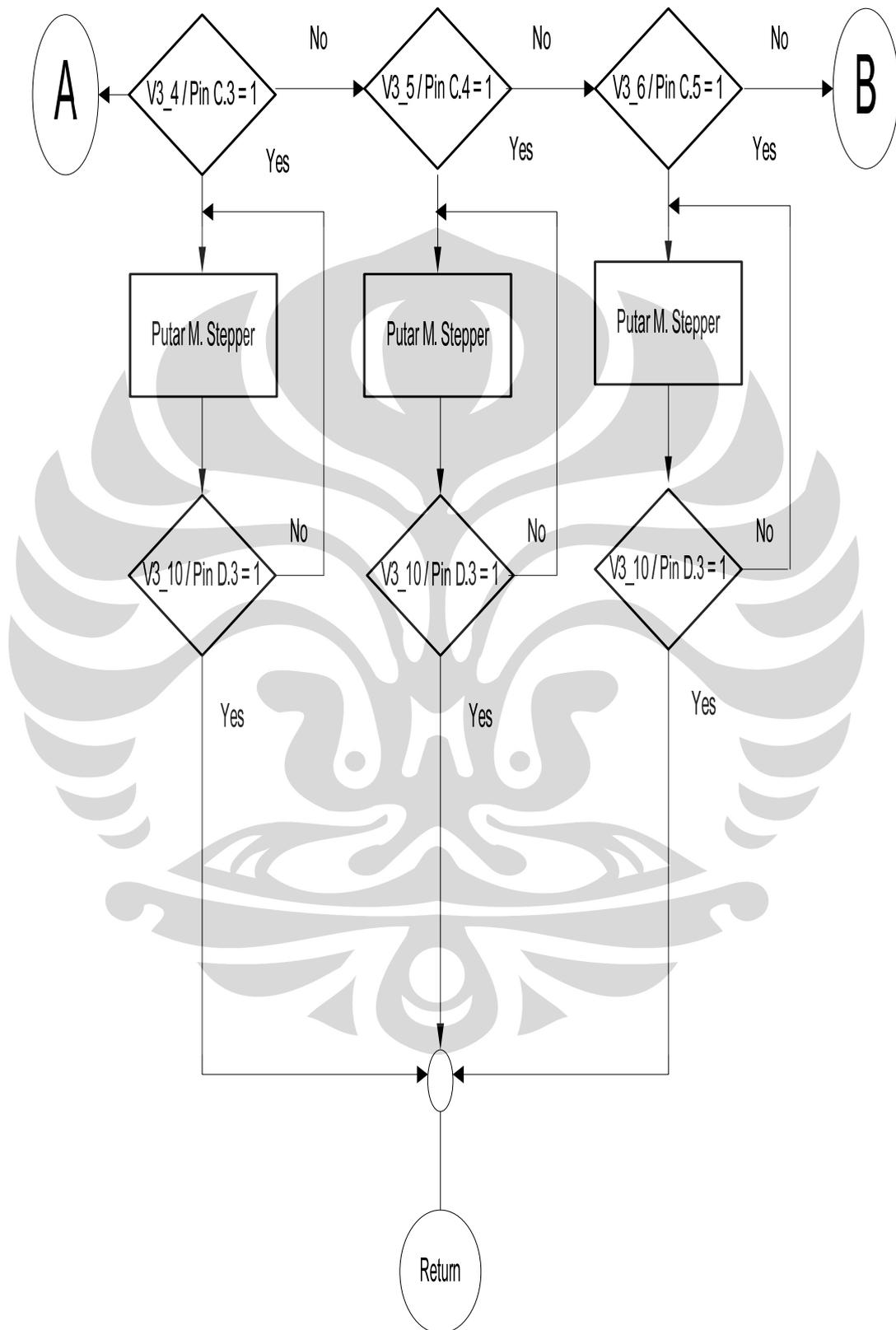
Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perancangan software dari sistem yang telah dibuat termasuk protokol komunikasi serial antara PC – mikrokontroler yang digunakan.

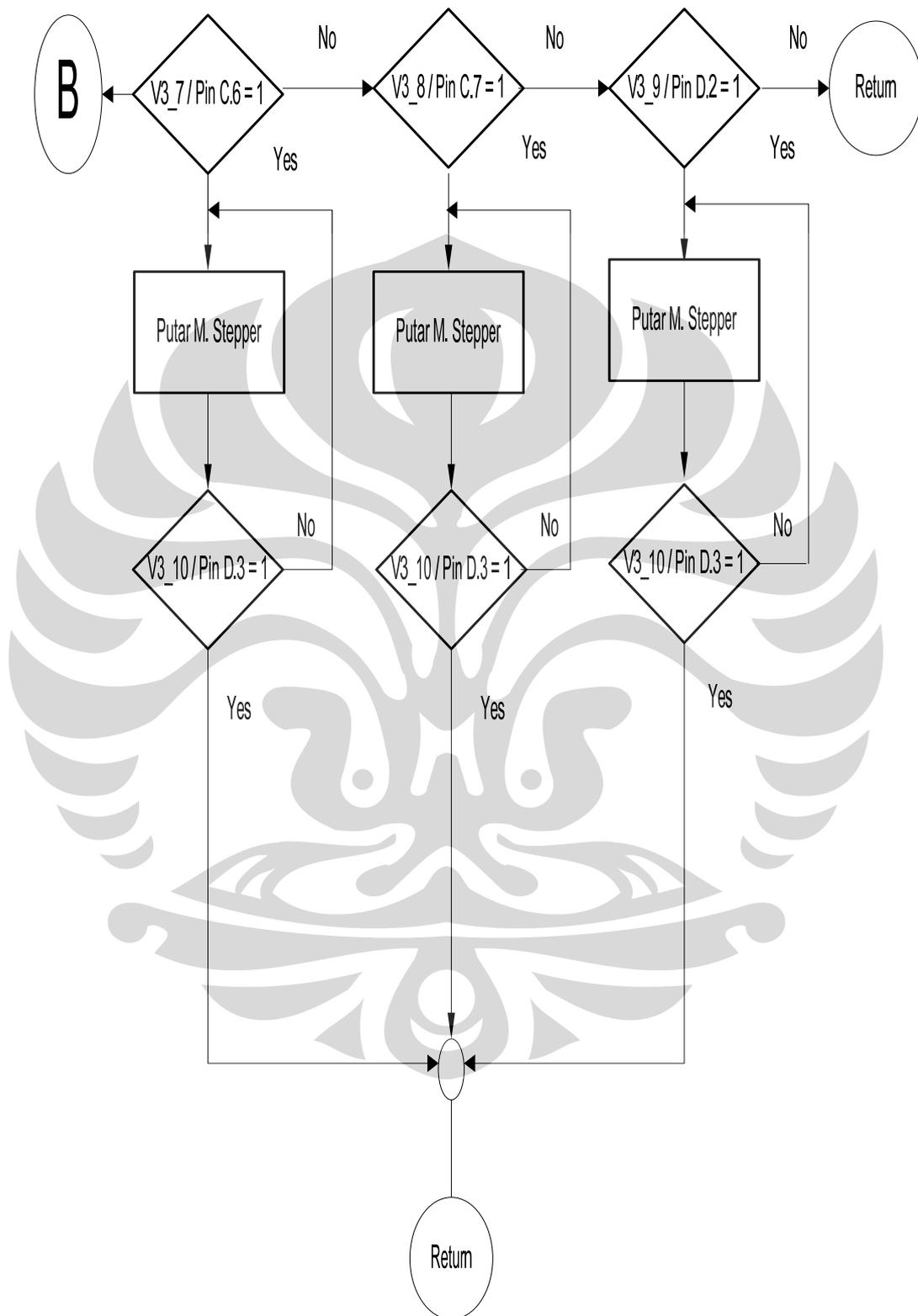
Flowchart Program

Perancangan sistem ini tidak hanya memiliki *hardware* saja tetapi sistem pengendalian ini juga memanfaatkan *software*. *Software* yang digunakan yaitu BASCOM-AVR dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535.

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam penelitian kali ini dimana setiap sistem memiliki main program masing-masing. Berikut ini akan dijelaskan hal-hal yang menyangkut pengerjaan softwarenya. Berikut adalah beberapa flowchart yang menggambarkan software pendukung sistem yang dibuat.





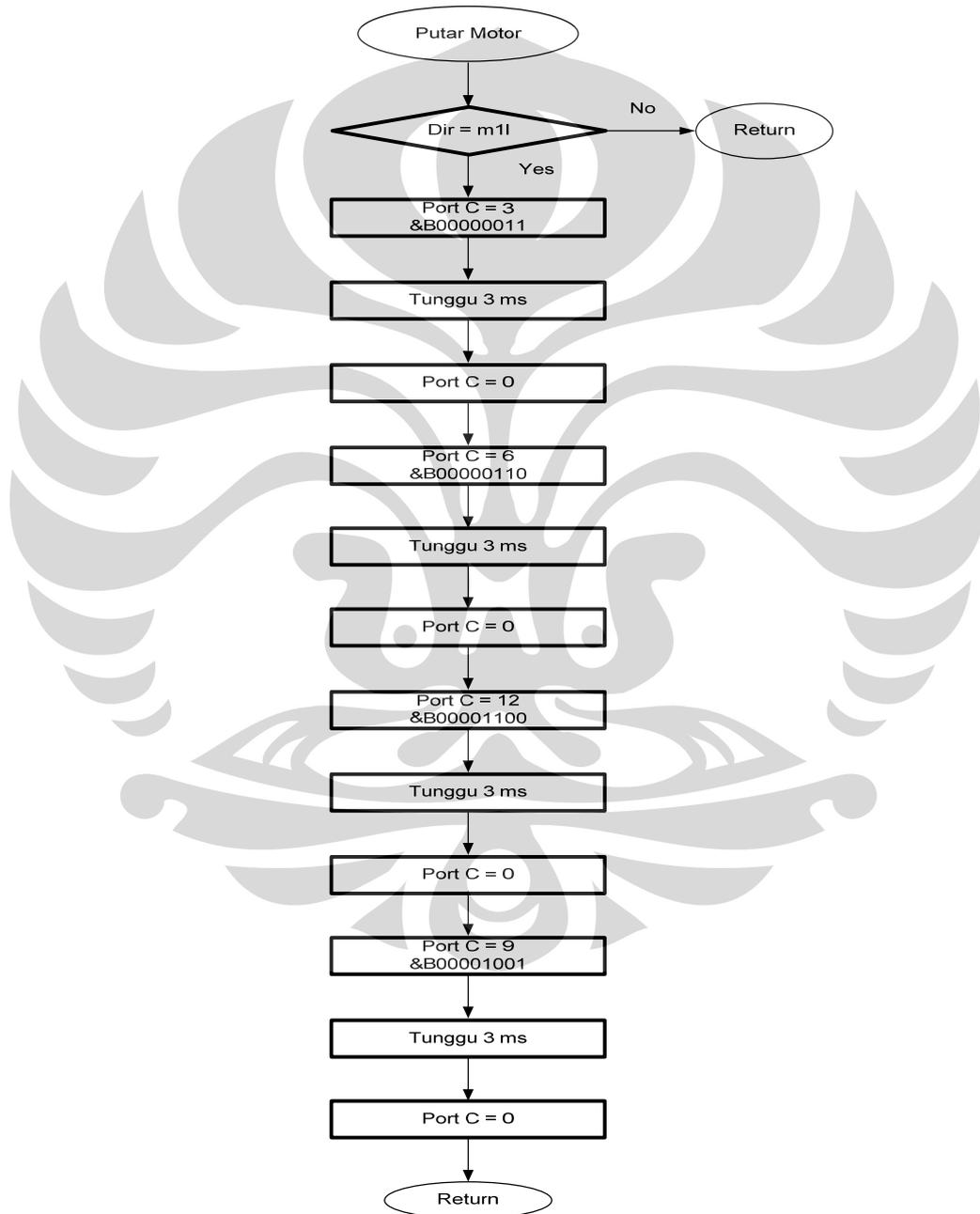


Gambar 3.8 Flowchart program utama sistem mikrokontroler

Apa yang dikerjakan oleh program utama mikrokontroler hanya melakukan inisialisasi port dan variable, menggerakkan motor stepper serta melakukan pendeteksian cahaya dan mengarahkannya sampai mendapatkan suatu titik yang diinginkan. Seperti terlihat pada gambar flowchart di atas pada saat program pertama kali dijalankan sistem ini akan melakukan pendeteksian terhadap cahaya yang masuk. Jika ada cahaya yang masuk, maka sudut pantul cahaya tersebut akan mengenai salah satu sensor Idr yang telah diletakkan pada sudut-sudut tertentu. Apabila portC.0 bersifat logic high maka instruksi selanjutnya adalah menggerakkan motor stepper sampai sinar jatuh cahaya tersebut mampu di arahkan ke titik ang diinginkan tersebut. Sebaliknya apabila portC.0 bersifat logic low maka instruksi selanjutnya yang dilakukan oleh mikrokontroller adalah mengecek kondisi portC.1. Apabila portC.1 bersifat logic high maka instruksi selanjutnya adalah menggerakkan motor stepper sampai kondisi pada portD.3 bersifat logic high. Sebaliknya apabila portC.1 bersifat logic low maka instruksi yang dijalankan berikutnya adalah melakukan pengecekan kondisi pada portC.2 dan apabila portC.2 dalam kondisi logic high maka instruksi selanjutnya adalah memutar motor sampai kondisi di portD.3 bersifat logic high. Sebaliknya adapabila portC.2 bersifat logic low maka seperti terlihat pada gambar flowchart di atas intruksi selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan pengecekan terhadap portC.3 – portC.7 serta portD.2 apakah dalam kondisi logic high atau berada dalam kondisi logic low. Putaran motor akan berhenti apabila portD.3 berada dalam kondisi logic high dan motor akan kembali berputar apabila portD.3 berada dalam

kondisi logic low. Dengan begitu diketahui bahwa telah terjadi pergeseran terhadap sumber cahaya yang digunakan.

Pada saat mengarahkan cahaya ke titik yang diinginkan maka mikrokontroller akan menjalankan subroutine berikut ini dan baru akan berhenti apabila portD.3 bersifat high.



Gambar 3.9 Flowchart subroutine motor stepper

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam sistem pengukuran, karakteristik dari alat yang digunakan merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui. Bila sistem pengukuran menggunakan sensor, maka langkah yang harus dilakukan adalah mengkalibrasi dan mengetahui linieritas dari sensor, karena parameter-parameter tersebut menyangkut mutu dari sensor dan alat secara keseluruhan. Pengkalibrasian terhadap sensor dilakukan dengan maksud agar keluaran dari sensor dapat mewakili besaran yang terukur.

Selain pada sensor, pengkalibrasian juga dilakukan pada semua bagian dari sistem peralatan. Hal ini untuk menjamin agar seluruh sistem dapat memberikan informasi data dalam batas ketelitian yang sudah ditentukan.

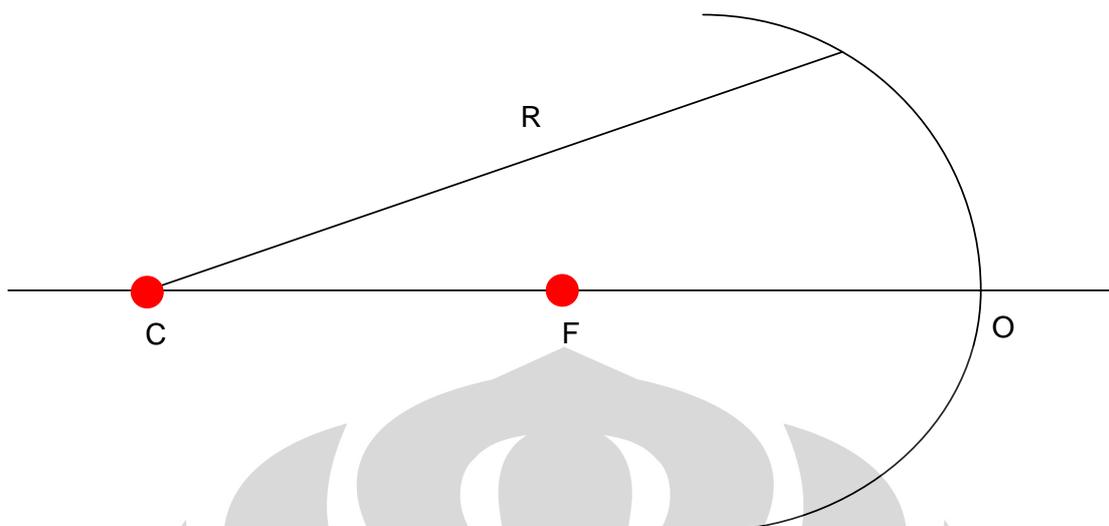
4.1 Data pendeteksian Sudut Pantul

Pada penelitian ini digunakan cermin cekung dengan spesifikasi :

$F = 10 \text{ cm}$

$C = 20 \text{ cm}$

$R = 5 \text{ cm}$



Gambar 4.1 Titik O, F, C serta R pada cermin cekung

Dimana :

O = Verteks , yaitu titik tengah permukaan pantul

F = Fokus utama, yaitu sebuah titik pada sumbu utama tempat berkumpulnya sinar-sinar sejajar yang mendatangi cermin cekung

C = Pusat kelengkungan, yaitu kelengkungan cermin

R = Jari-jari kelengkungan

Dari spesifikasi cermin yang digunakan menjadi :

$Of = 10 \text{ cm}$

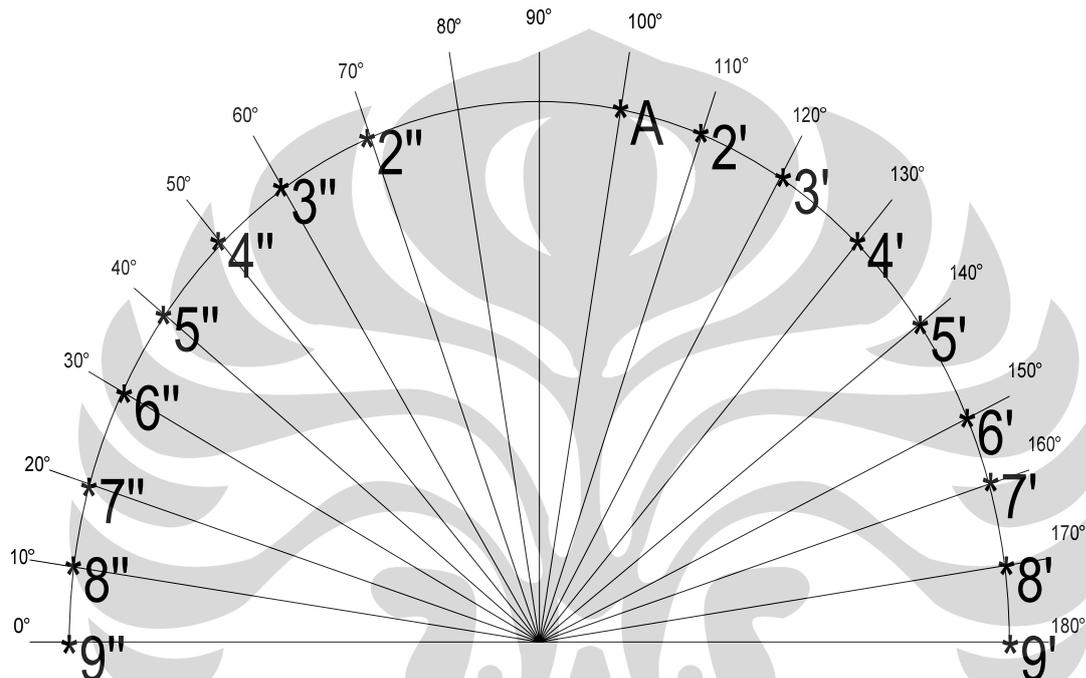
$OC = 2of = 20 \text{ cm}$

$R = 20 \text{ cm}$

Berikut adalah ilustrasi dari percobaan yang dilakukan :

Pada percobaan pertama dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 100°



Gambar 4.2 Percobaan pertama dengan titik di 100°

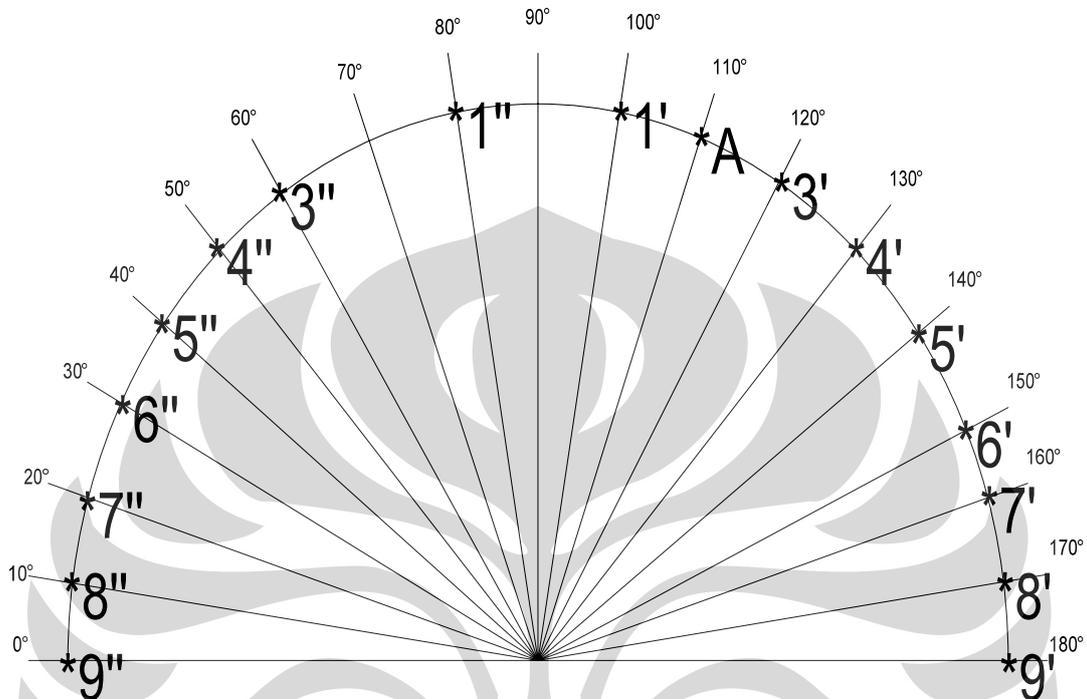
Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di $110^\circ - 180^\circ$ dengan titik yang diinginkan pada titik 100° . Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

Tabel 4.1 Data percobaan ke - 1

Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul 1	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul 2
110	90	20	30	105	5
120	90	30	40	110	10
130	90	40	50	115	15
140	90	50	40	120	20
150	90	60	70	125	25
160	90	70	80	130	30
170	90	80	90	135	35
180	90	90	100	140	40

Pada percobaan kedua dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 110°



Gambar 4.3 Percobaan kedua dengan titik di 110°

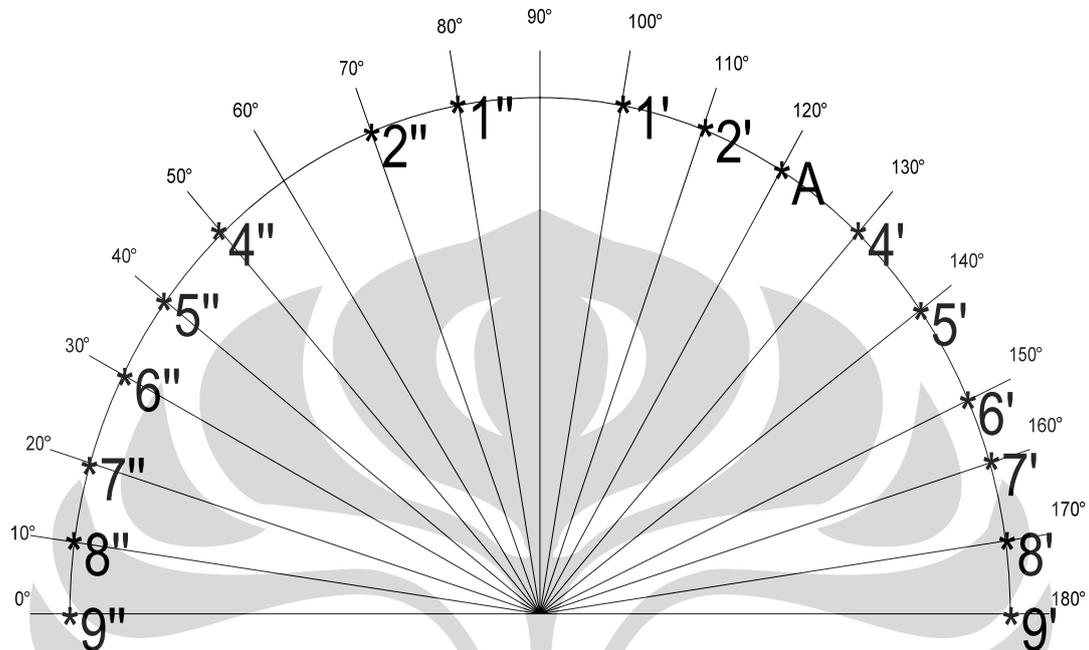
Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di $100^\circ, 120^\circ - 180^\circ$ dengan titik yang diinginkan pada titik 110° . Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

Tabel 4.2 Data percobaan ke - 2

Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul 1	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul 2
100	90	10	30	105	5
120	90	30	50	115	5
130	90	40	60	120	10
140	90	50	70	125	15
150	90	60	80	130	20
160	90	70	90	135	25
170	90	80	100	140	30
180	90	90	110	145	35

Pada percobaan ketiga dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 120°



Gambar 4.4 Percobaan ketiga dengan titik di 120°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di $100^\circ, 110, 130 - 180^\circ$ dengan titik yang diinginkan pada titik 120° . Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

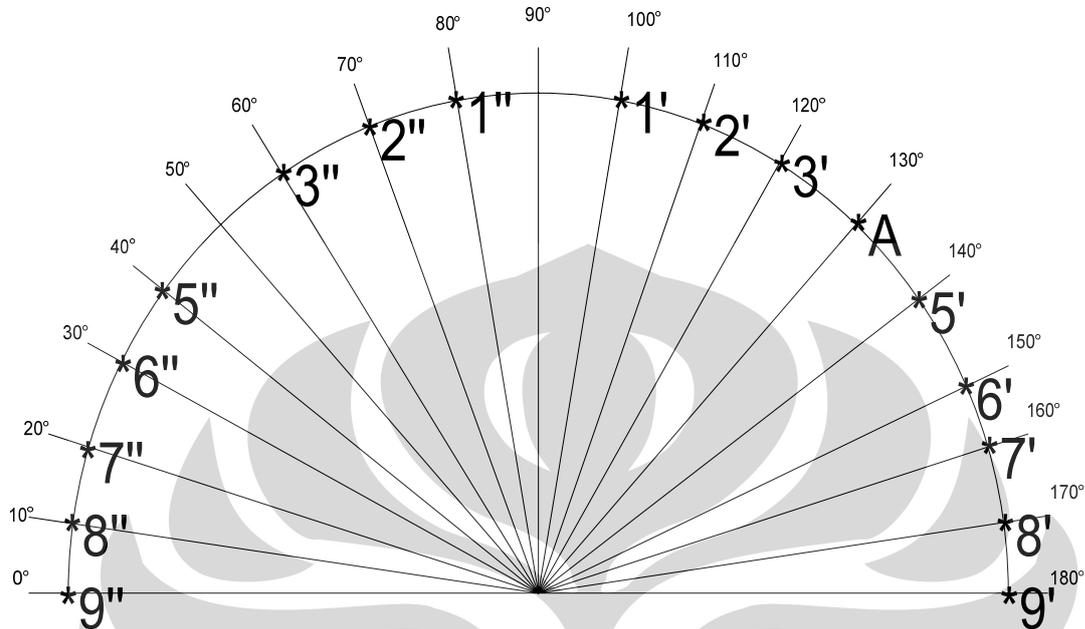
Tabel 4.3 Data percobaan ke - 3

Posisi	Sumbu Utama	Sudut	Pergeseran	Sumbu Utama	Sudut
--------	-------------	-------	------------	-------------	-------

Sumber cahaya	1	Pantul 1		2	Pantul 2
100	90	10	40	110	10
110	90	20	50	115	5
130	90	40	70	125	5
140	90	50	80	130	10
150	90	60	90	135	15
160	90	70	100	140	20
170	90	80	110	145	25
180	90	90	120	150	30

Pada percobaan keempat dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 130°



Gambar 4.5 Percobaan keempat dengan titik di 130°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di 100° - 120° , 140° - 180° dengan titik yang diinginkan pada titik 130° . Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

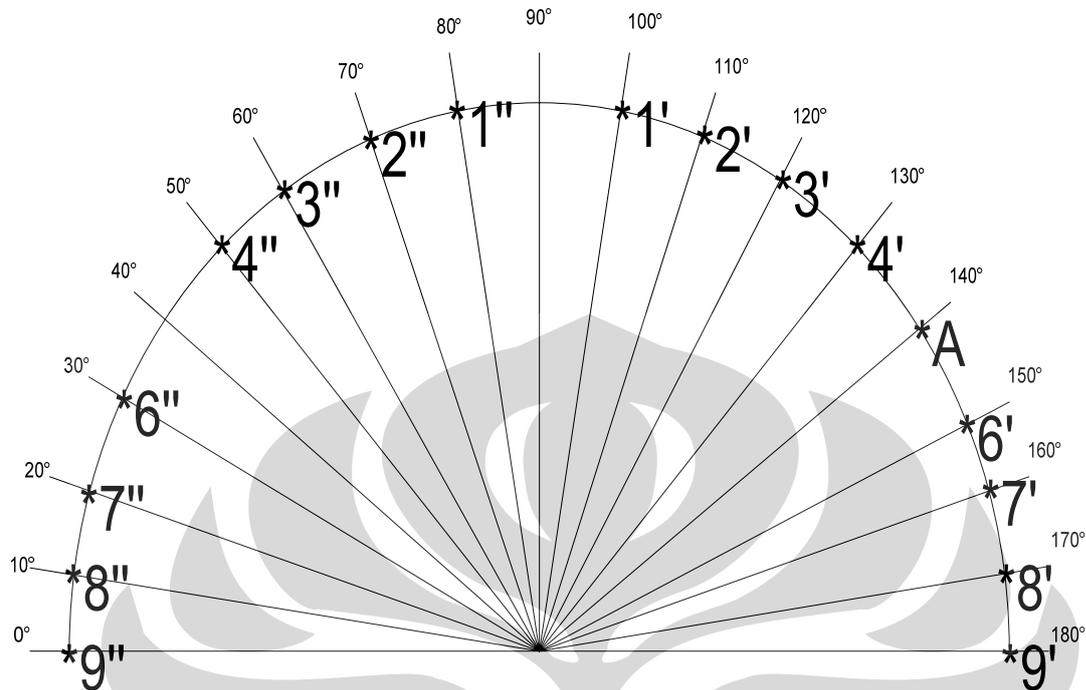
Tabel 4.4 Data percobaan ke - 4

Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul

		1			2
100	90	10	50	115	15
110	90	20	60	120	10
120	90	30	70	125	5
140	90	50	90	135	5
150	90	60	100	140	10
160	90	70	110	145	15
170	90	80	120	150	20
180	90	90	130	155	25

Pada percobaan kelima dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 140°



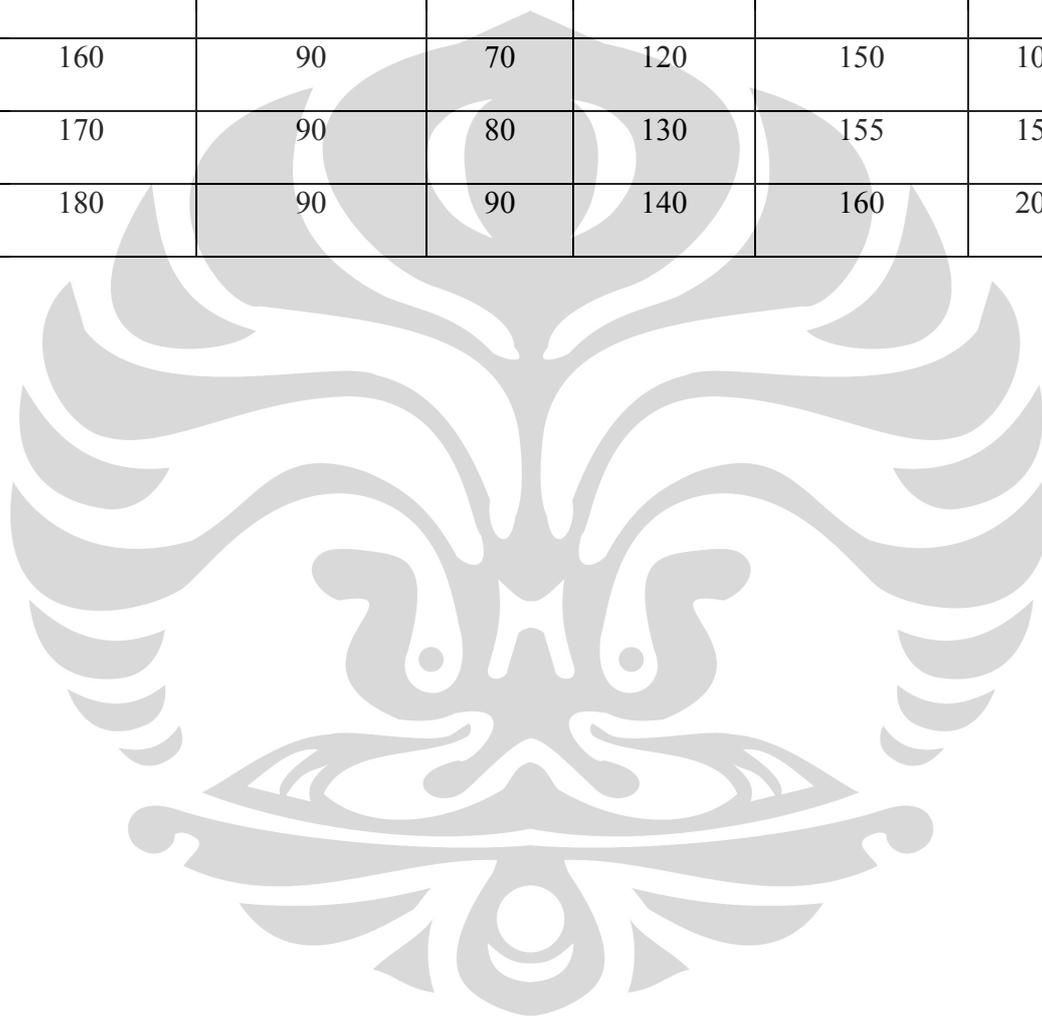
Gambar 4.6 Percobaan kelima dengan titik di 140°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di 100°-130,150 - 180° dengan titik yang diinginkan pada titik 140°. Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

Tabel 4.5 Data percobaan ke - 5

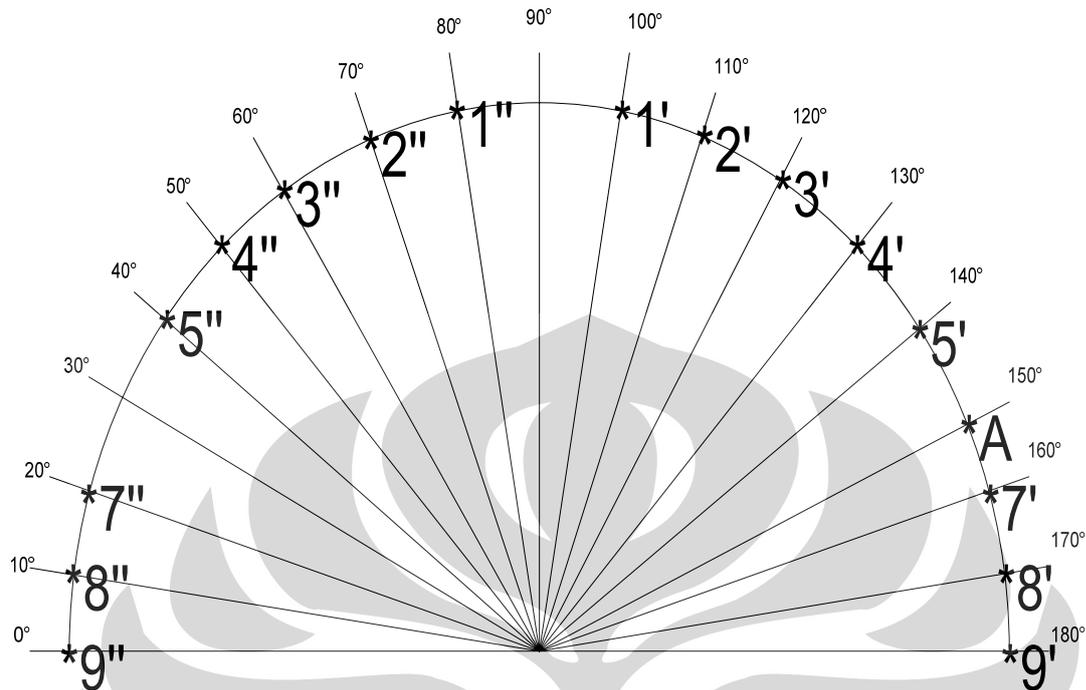
Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul 1	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul 1

100	90	10	60	120	20
110	90	20	70	125	15
120	90	30	80	130	10
130	90	40	90	135	5
150	90	60	110	145	5
160	90	70	120	150	10
170	90	80	130	155	15
180	90	90	140	160	20



Pada percobaan keenam dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 150°



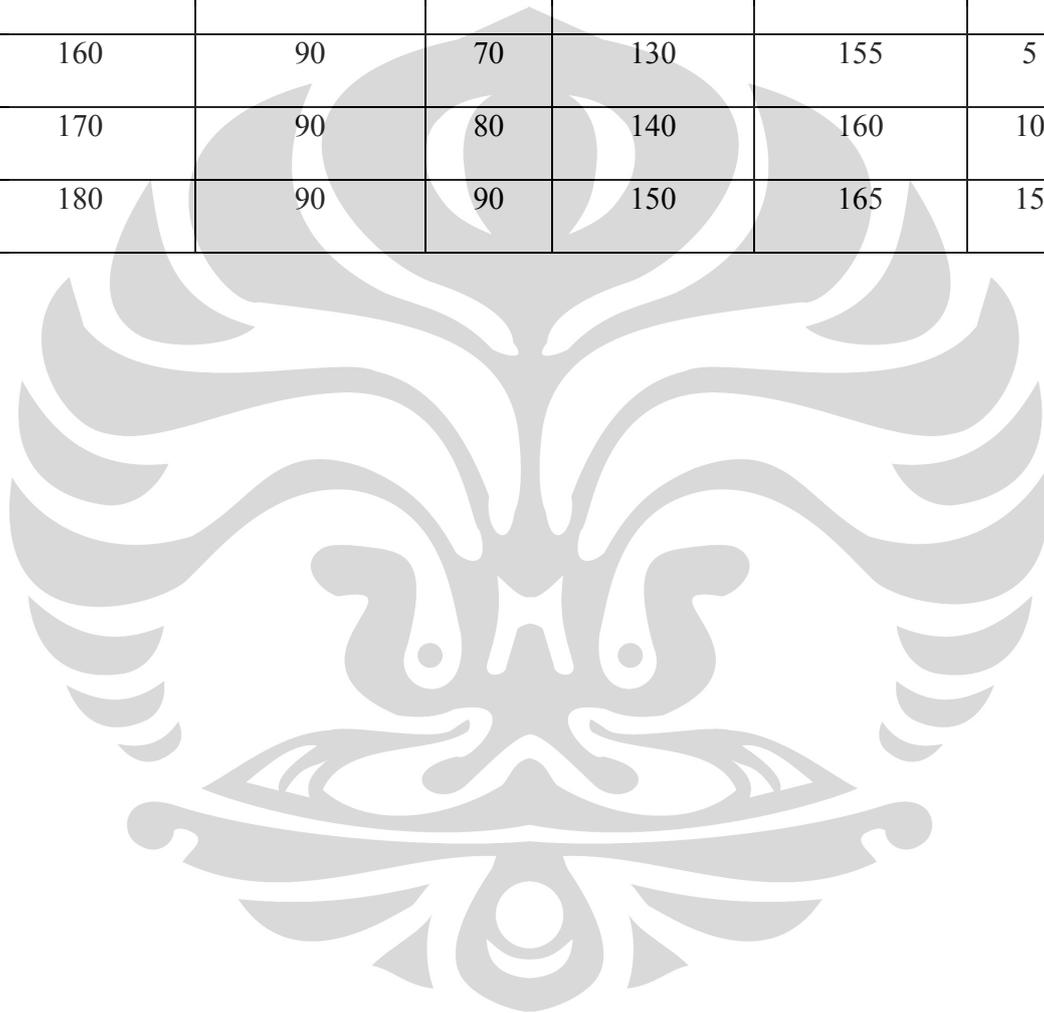
Gambar 4.7 Percobaan keenam dengan titik di 150°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di 100°-140,160 - 180° dengan titik yang diinginkan pada titik 150°. Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

Tabel 4.6 Data percobaan ke - 6

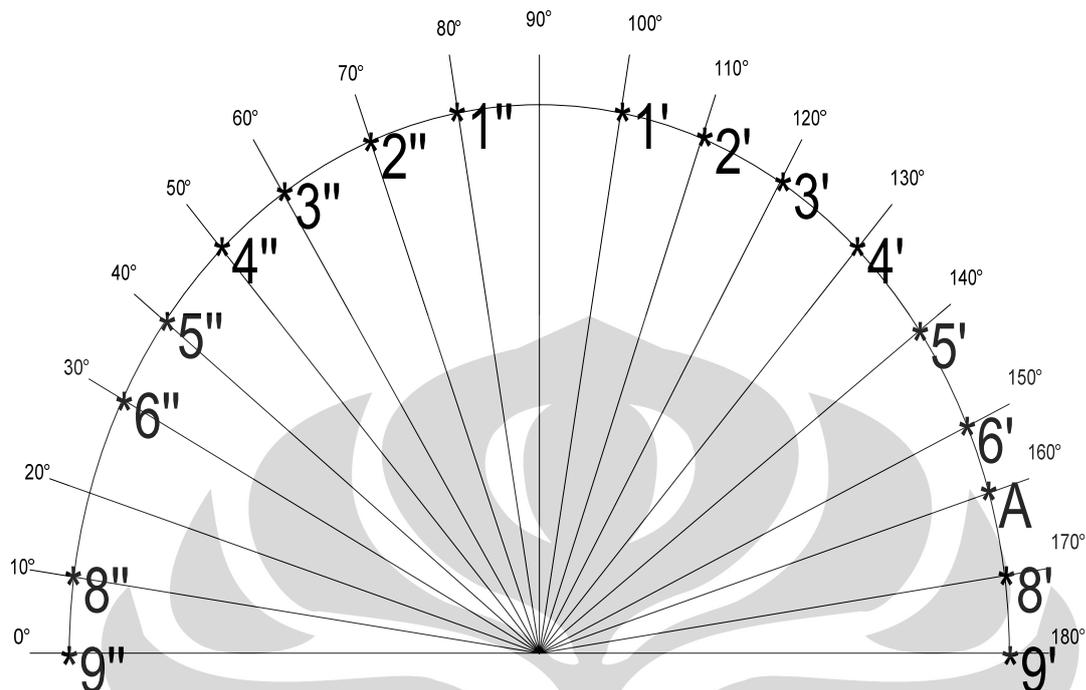
Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul 1	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul 2
	1	1		2	2

100	90	10	70	125	25
110	90	20	80	130	20
120	90	30	90	135	15
130	90	40	100	140	10
140	90	50	110	145	5
160	90	70	130	155	5
170	90	80	140	160	10
180	90	90	150	165	15



Pada percobaan ketujuh dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 160°



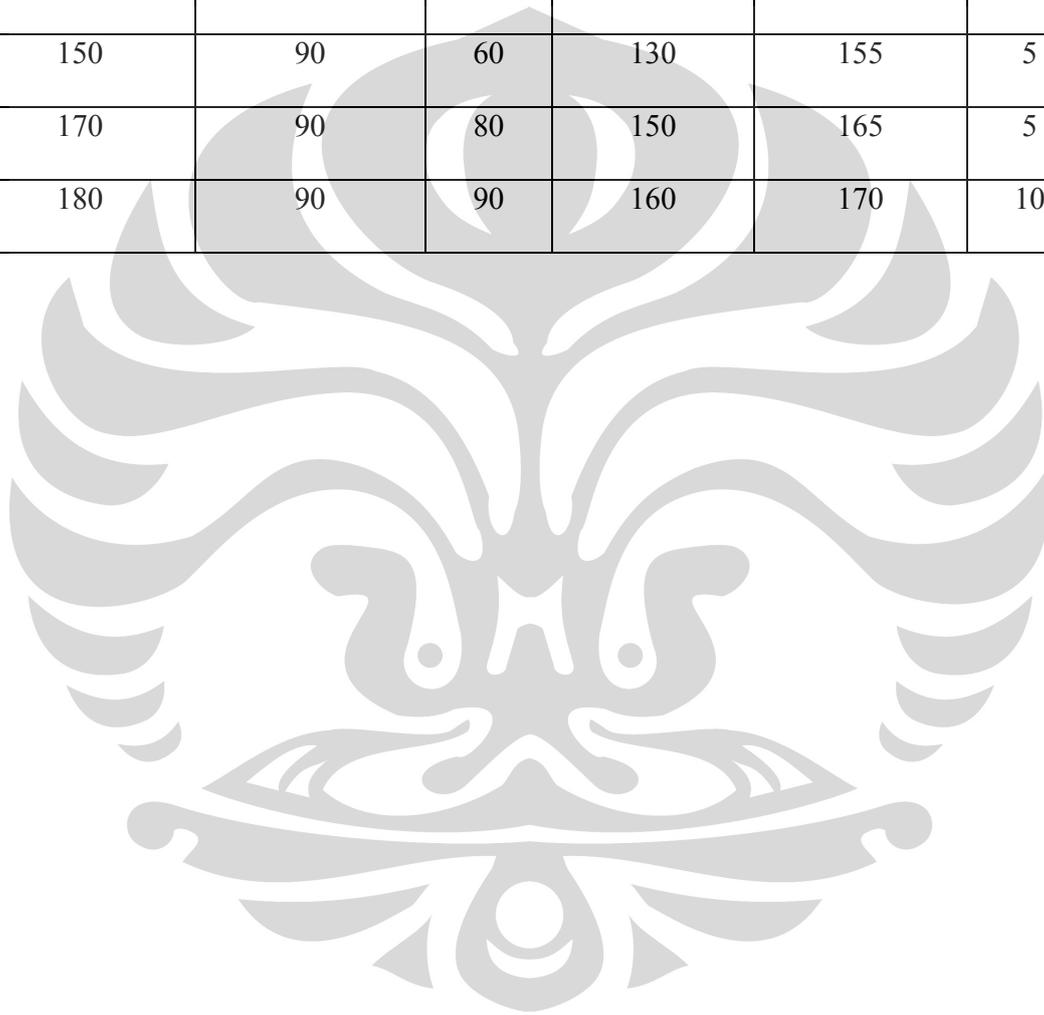
Gambar 4.8 Percobaan ketujuh dengan titik di 160°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di 100° - 150° , 170° , 180° dengan titik yang diinginkan pada titik 160° . Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

Tabel 4.7 Data percobaan ke - 7

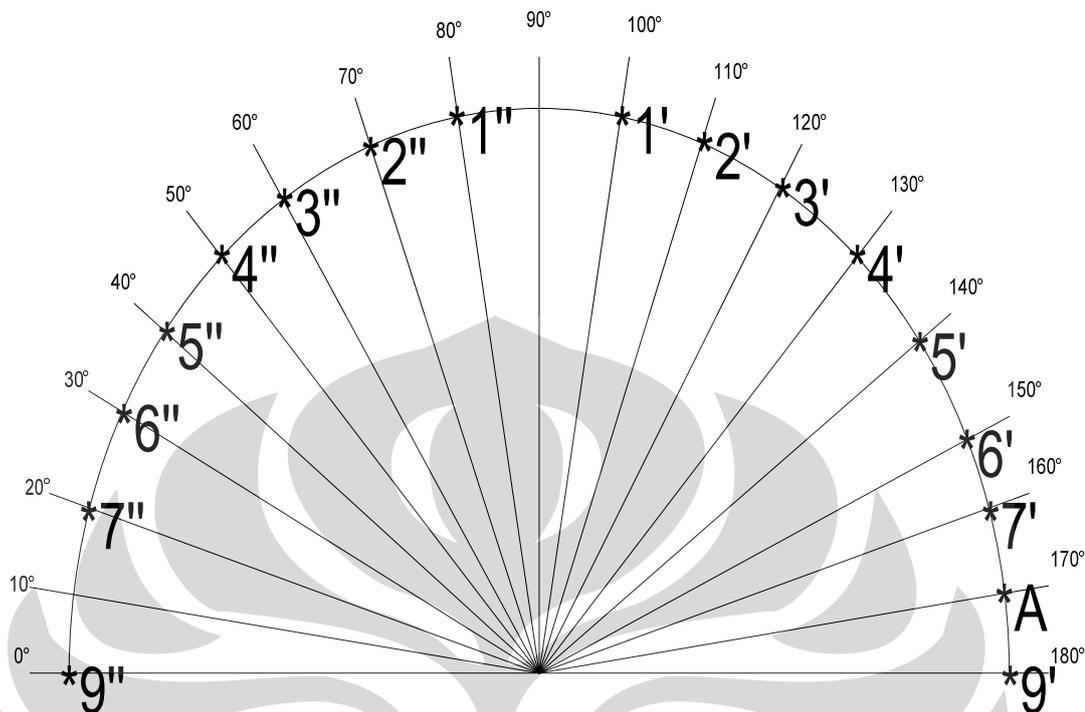
Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul 1	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul 2
		1		2	2

100	90	10	80	130	30
110	90	20	90	135	25
120	90	30	100	140	20
130	90	40	110	145	15
140	90	50	120	150	10
150	90	60	130	155	5
170	90	80	150	165	5
180	90	90	160	170	10



Pada percobaan kedelapan dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 170°



Gambar 4.9 Percobaan kedelapan dengan titik di 170°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di 100° - 160° , 180° dengan titik yang diinginkan pada titik 170° . Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

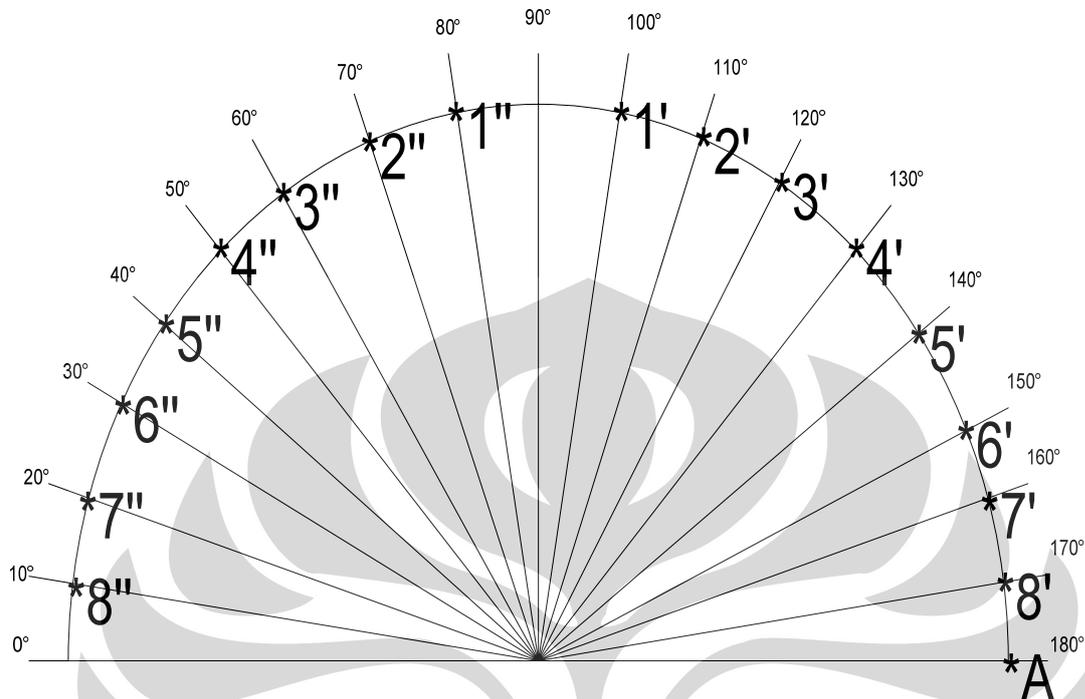
Tabel 4.8 Data percobaan ke - 8

Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul

		1			2
100	90	10	90	135	35
110	90	20	100	140	30
120	90	30	110	145	25
130	90	40	120	150	20
140	90	50	130	155	15
150	90	60	140	160	10
160	90	70	150	165	5
180	90	90	170	175	5

Pada percobaan kesembilan dikonfigurasi sebagai berikut :

Posisi titik yang diinginkan = 180°



Gambar 4.10 Percobaan kesembilan dengan titik di 180°

Pada percobaan ini sumber cahaya diletakkan di 100°-170° dengan titik yang diinginkan pada titik 180°. Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sumber cahaya ditempatkan di sudut yang disebutkan sebelumnya, cahaya masih dapat diarahkan ke titik yang diinginkan dengan baik dan tidak ditemukan masalah yang berarti.

Tabel 4.9 Data percobaan ke - 9

Posisi Sumber cahaya	Sumbu Utama 1	Sudut Pantul 1	Pergeseran	Sumbu Utama 2	Sudut Pantul 2

100	90	10	100	140	40
110	90	20	110	145	35
120	90	30	120	150	30
130	90	40	130	155	25
140	90	50	140	160	20
150	90	60	150	165	15
160	90	70	160	170	10
170	90	80	170	175	5

Pada percobaan ini sensor ldr diletakkan pada sudut 0 – 80 dan satu buah sensor diletakkan pada posisi sudut yang bervariasi yaitu 100 – 180. Sensor-sensor ini diletakkan pada

sudut-sudut di atas yang berguna untuk mendeteksi sudut pantul yang dihasilkan oleh sinar datang.

Berikut ini adalah tabel penempatan sensor-sensor LDR beserta pin-pin mikrokontroler yang digunakan :

Tabel 4.10 Posisi sensor-sensor LDR pada pin Mikrokontroler

Sensor	Posisi sudut	Pin Mikrokontroler
1	0°	Port C.0
2	10°	Port C.1
3	20°	Port C.2
4	30°	Port C.3
5	40°	Port C.4
6	50°	Port C.5
7	60°	Port C.6
8	70°	Port C.7
9	80°	Port D.2
10	Titik Yg Diinginkan	Port D.3

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 100° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 10°, karena sinar akan jatuh pada sensor ke-9 yang diletakkan pada sudut 80°, Berarti sudut pantulnya adalah 10°.

Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port d.2 = 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subroutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 10° .

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 110° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 20° , karena sinar akan jatuh pada sensor ke-8 yang diletakkan pada sudut 70° , Berarti sudut pantulnya adalah 20° . Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.7 = 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subroutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 20° .

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 120° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 30° , karena sinar akan jatuh pada sensor ke-7 yang diletakkan pada sudut 60° , Berarti sudut pantulnya adalah 30° . Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan

semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.6 = 1 ke mikrokontroller, maka pada software akan dijalankan subroutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 30°.

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 130° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 40°, karena sinar akan jatuh pada sensor ke-6 yang diletakkan pada sudut 50°, Berarti sudut pantulnya adalah 40°. Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor 1KΩ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.5 = 1 ke mikrokontroller, maka pada software akan dijalankan subroutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 40°.

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 140° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 50°, karena sinar akan jatuh pada sensor ke-5 yang diletakkan pada sudut 40°, Berarti sudut pantulnya adalah 50°. Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor 1KΩ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.4

= 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subrutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 50° .

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 150° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 60° , karena sinar akan jatuh pada sensor ke-4 yang diletakkan pada sudut 30° , Berarti sudut pantulnya adalah 60° . Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.3 = 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subrutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 60° .

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 160° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 70° , karena sinar akan jatuh pada sensor ke-3 yang diletakkan pada sudut 20° , Berarti sudut pantulnya adalah 70° . Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.2 = 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subrutin tertentu yang dalam hal

ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 70° .

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 170° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 80° , karena sinar akan jatuh pada sensor ke-2 yang diletakkan pada sudut 10° , Berarti sudut pantulnya adalah 80° . Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.1 = 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subroutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 80° .

Pada saat sinar ditembakkan pada sudut 180° terhadap sumbu utama (dalam hal ini mengacu pada sudut 90° sebagai sumbu utama), Berarti sudut datangnya adalah 90° , karena sinar akan jatuh pada sensor ke-1 yang diletakkan pada sudut 0° , Berarti sudut pantulnya adalah 90° . Dimana pada saat sinar terdeteksi sensor LDR, maka resistansinya akan menurun sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor $1K\Omega$ yang masuk ke kaki negatif komparator (pin 3) akan semakin kecil. Sehingga saat kondisi kaki positif (pin 2) lebih besar dari kaki negatif (pin 3) maka output (pin 7) akan bersifat Logic high (5v). Hasil inilah yang diinformasikan oleh port C.0 = 1 ke mikrokontroler, maka pada software akan dijalankan subroutin tertentu yang dalam hal ini menginformasikan ke LCD atau PC bahwa sudut pantul yang awal yang terdeteksi adalah sebesar 90° .

Dari setiap sudut pantul yang dihasilkan akan mengalami pergeseran oleh motor stepper karena sinar harus diarahkan ke titik yang diinginkan sehingga akan didapatkan sudut pantul yang baru yaitu sebesar hasil bagi dua antara titik yang diinginkan dengan posisi sumber cahaya yang digunakan karena posisi sumbu utamanya juga telah mengalami perubahan.

IV.2 Data pengukuran tegangan sensor

Tabel 4.11 Pengukuran tegangan sensor cahaya (LDR) (saat tidak ada cahaya)

V titik A (V)	V titik B (V)	V titik C (V)
4.62	2.48	0.3
4.92	2.48	0.3
4.92	2.48	0.3
4.93	2.48	0.3
4.90	2.49	0.3
4.92	2.48	0.3
4.92	2.48	0.3
4.93	2.48	0.3
4.93	2.48	0.3
4.91	2.48	0.3

Tabel 4.12 Pengukuran tegangan sensor cahaya (LDR) (saat ada cahaya)

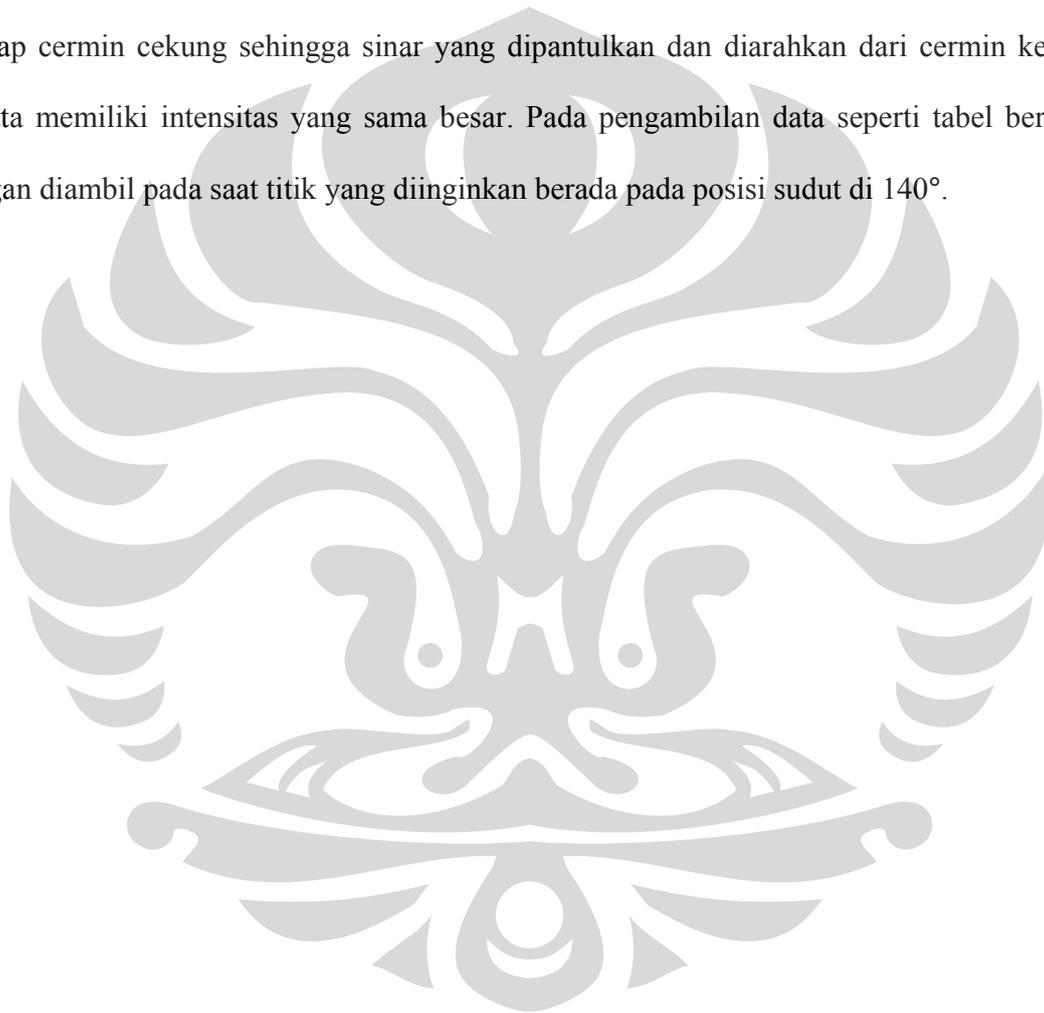
V titik A (V)	V titik B (V)	V titik C (V)
1.51	2.48	4.63

2.00	2.48	4.62
2.19	2.48	4.63
1.63	2.48	4.64
1.85	2.48	4.63
1.89	2.48	4.63
1.68	2.48	4.64
2.25	2.48	4.65
1.98	2.48	4.65
1.69	2.48	4.63

Pada saat LDR menerima cahaya , tegangan pada titik A sebesar 1.51 V sedangkan pada saat tidak terkena cahaya terjadi kenaikan tegangan, dan tegangan yang tercatat di titik A adalah sebesar 4.62 V. Hal tersebut disebabkan pada saat LDR menerima cahaya maka resistansinya akan menurun, sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor 1K yang masuk ke kaki negatif komparator (pin3) juga akan kecil yaitu sekitar 1.51 V . Pada saat kondisi kaki negatif (pin3) lebih negatif dari kaki positif (pin2) masukan dari multitone, maka keluaran komparator akan sama dengan Vcc (pin8) yaitu 5 V (hasil pengukuran 4.63 V) atau logika high, yang kemudian masuk ke port mikrokontroler.

Sedangkan saat LDR tidak menerima cahaya, resistansinya akan meningkat sehingga hasil pembagi tegangan dengan resistor 1K yang masuk ke kaki negatif komparator (pin3) akan besar yaitu sekitar 4.62 V. Saat kondisi kaki negative (pin3) lebih positif dari kaki positif (pin2) masukan dari multitone, maka keluaran komparator akan sama dengan Vee (pin4) yaitu 0 V (hasil pengukuran 0.3 V) atau logika *low*, yang kemudian masuk ke port mikrokontroler.

Pada saat sebelum terkena cahaya atau dapat dikatakan pada saat intensitas minimum tegangan yang terukur pada kaki-kaki ldr sebesar 5 V. Adapun pada saat ldr dikenakan suatu cahaya atau pada saat intensitas maksimum maka tegangan pada kaki ldr akan berubah dan memiliki tegangan berkisar sekitar 1-1,5 Volt. Adapun besarnya nilai tegangan pada saat terjadi pendeteksian nilainya tidak terlalu berbeda karena posisi sensor memiliki jari-jari yang sama terhadap cermin cekung sehingga sinar yang dipantulkan dan diarahkan dari cermin ke sensor rata-rata memiliki intensitas yang sama besar. Pada pengambilan data seperti tabel berikut ini tegangan diambil pada saat titik yang diinginkan berada pada posisi sudut di 140° .



Tabel 4.13 Data tegangan pada saat intensitas minimum dan maksimum

Posisi Cahaya ($^\circ$)	Tegangan Sensor Sebelum Cahaya (V)	Tegangan Sensor Setelah Cahaya (V)

100	5	1.35
110	5	1.41
120	5	1.24
130	5	1.35
150	5	1.35
160	5	1.25
170	5	1.15
180	5	1.21

IV.3 Data Motor Stepper

Tabel 4.14 Tabel data motor stepper

Tegangan	Input di PC	Sudut (derajat)
+15v	1	1.8
	2	3.6
	3	5.4
	4	7.2
	5	9
	6	10.8
	7	12.6
	8	14.4
	9	16.2
	10	18

Pada saat motor stepper bergerak maka akan data pemberian data dimana dari lima *wire* pada motor stepper 4 wire digunakan sebagai jalur data dan 1 wire digunakan sebagai Vcc. Motor ini akan bergerak apabila mikrokontroler memberikan data portC bernilai 3 dengan nilai biner 00000011 sehingga portB. 6 dan portB.7 sehingga port ini bersifat logic high sedangkan portB.4 dan portB.5 bersifat logic low. Apabila kondisi ini tercapai maka seperti meracu pada gambar 2.11 maka akan mengaktifkan coil2A dan coil2B sehingga motor akan bergerak ke kiri.

Setelah itu mikrokontroler memberikan data portC bernilai 6 dan apabila dikonversi ke bilangan biner akan bernilai 00000110. Hal ini membuat portB.5 dan portB.6 bersifat logic high sedangkan portB.4 dan portB.7 bersifat logic low. Apabila kondisi ini tercapai maka coil1B dan coil2A akan aktif sehingga motor akan tetap berputar ke kiri.

Kemudian data selanjutnya yang diberikan mikrokontroler bernilai 12 dan apabila dikonversi ke bilangan biner akan bernilai 00001100 sehingga portB.4 dan portB.5 bersifat logic high sedangkan portB.6 dan portB.7 bersifat logic low. Apabila kondisi ini tercapai maka coil1A dan coil1B akan aktif sehingga motor bergerak ke kiri.

Data terakhir yang diberikan mikrokontroler ke motor adalah 9 dan bila di konversi ke bilangan biner akan bernilai 00001001. Hal ini akan membuat portB.4 dan portB.7 bersifat logic high sedangkan portB.5 dan portB.6 bersifat logic low. Kondisi ini akan mengaktifkan coil1A dan coil2B aktif sehingga motor akan tetap berputar ke kiri.

IV.4 Data pengujian komunikasi serial

Pengujian ini dimaksudkan sebagai pengujian awal apakah *microcontroller* dapat menerima data dari PC dan mengirimkannya kembali ke PC dengan benar. Pengujian komunikasi serial ini menggunakan program *HyperTerminal* yang sudah disediakan oleh windows. Pengujian dilakukan dengan menggunakan komunikasi RS-232.

Data Baudrate = 19200 bps, Data Bit = 8, Parity = none, Stop Bit = 1 Dari data-data yang terdapat tabel berikut ini, dapat dilihat bahwa tidak ada masalah dengan rangkaian komunikasi serial RS-232 yang ada pada minimum system yang dibuat.

Tabel 4.15 Pengujian komunikasi serial menggunakan RS-232.

Karakter yang dikirim PC (diketikkan melalui keyboard)	Data yang dikirim <i>microcontroller</i> (Tampilan pada hyperterminal)	Keterangan
'a'	A	(Keberhasilan pengiriman) berhasil

'b'	B	berhasil
'c'	C	berhasil
'd'	D	berhasil
'e'	E	berhasil
'f'	F	berhasil
'g'	G	berhasil
'h'	H	berhasil
'i'	I	berhasil
'j'	J	berhasil
'k'	K	berhasil
'l'	L	berhasil
'm'	M	berhasil
'n'	N	berhasil
'o'	O	berhasil
'p'	P	berhasil
'q'	Q	berhasil
'r'	R	Berhasil
's'	S	Berhasil
't'	T	Berhasil
"u"	U	Berhasil
"v"	V	Berhasil
"w"	W	Berhasil
"x"	X	Berhasil
"y"	Y	Berhasil
"z"	Z	Berhasil
"0"	0	Berhasil
"1"	1	Berhasil
"2"	2	Berhasil
"3"	3	Berhasil

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dan penyempurnaan lebih lanjut.

V.1 Kesimpulan

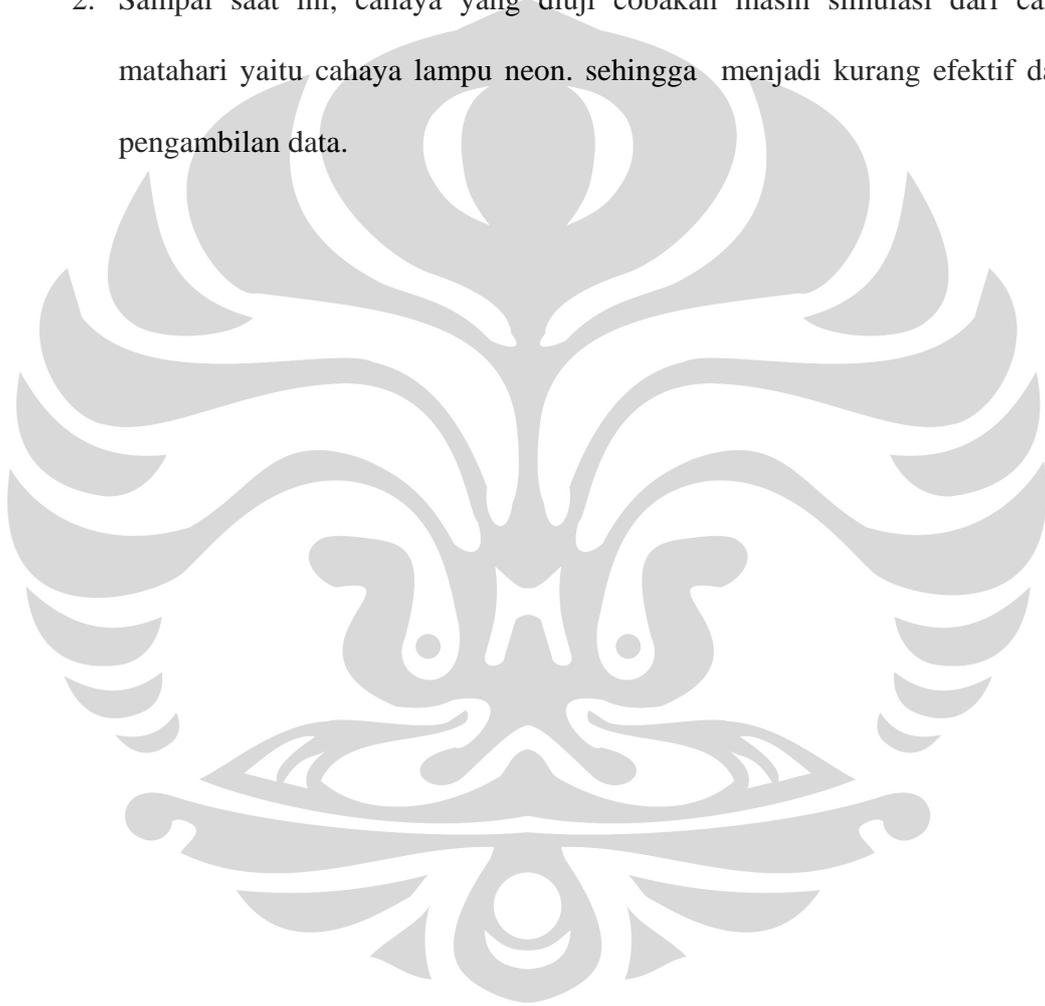
Adapun beberapa kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian kali ini antara lain :

1. Dalam penelitian ini, untuk mengarahkan dan memantulkan cahaya digunakan cermin cekung. Sehingga pada saat sumber cahaya berada dititik mana saja, cahaya masih dapat diarahkan dan dipantulkan ke titik yang diinginkan dengan baik
2. Berdasarkan pengamatan pada saat cermin cekung memantulkan cahaya dan mengenai LDR (sensor cahaya) maka resistansinya akan menurun

V.2 Saran

Sistem instrumentasi yang dibuat ini masih dapat dikembangkan dan disempurnakan, yakni :

1. Mekanik pengarah dan pemantul cahaya ini belum cukup sempurna. Karena pengambilan data sudut pantul masih dalam dua dimensi, sebaiknya untuk yang akan datang pengambilan data sudut pantul sudah dapat dilakukan dalam tiga dimensi
2. Sampai saat ini, cahaya yang diuji cobakan masih simulasi dari cahaya matahari yaitu cahaya lampu neon. sehingga menjadi kurang efektif dalam pengambilan data.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmel, 2007, *8-Bit AVR[®] Microcontroller with 8K byte in-system programmable flash AT Mega32*, Atmel.inc.(<http://www.atmel.com>), 12 Januari 2008, pk.15.30.
- [2] Jan Axelson, 21 agustus 1995, *Networks for Monitoring and Control Using an RS-485 Interface*, Microcomputer journal.
- [3] Frank D.Petruzella, 1996, *Elektronik industri*, Terj.dari *Industrial electronic*, oleh Sumanto, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [4] Fredrick W. Hughes, 1981, *Panduan Op-amp*, Terj.dari *Op-Amp Handbook*, oleh Ignatius Hartono, PT. Elek Media Komputindo.
- [5] Mazidi, Muhammad Ali, *The 8086 IBM PC & Compatible Computers*, Prentice Hall, New York, 1995.
- [6] *Data Sheet Maxim RS-485/RS-422 Transceiver*
<http://www.alldatasheet.com>, 3 Maret 2008, pk.13.00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmel, 2007, *8-Bit AVR[®] Microcontroller with 8K byte in-system programmable flash AT Mega32*, Atmel.inc.(<http://www.atmel.com>), 12 Januari 2008, pk.15.30.
- [2] Jan Axelson, 21 agustus 1995, *Networks for Monitoring and Control Using an RS-485 Interface*, Microcomputer journal.
- [3] Frank D.Petruzella, 1996, *Elektronik industri*, Terj.dari *Industrial electronic*, oleh Sumanto, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [4] Fredrick W. Hughes, 1981, *Panduan Op-amp*, Terj.dari *Op-Amp Handbook*, oleh Ignatius Hartono, PT. Elek Media Komputindo.
- [5] Mazidi, Muhammad Ali, *The 8086 IBM PC & Compatible Computers*, Prentice Hall, New York, 1995.
- [6] *Data Sheet Maxim RS-485/RS-422 Transceiver*
<http://www.alldatasheet.com>, 3 Maret 2008, pk.13.00.

```
-----  
'Nama           : Yulisafitri.bas  
'NPM            : 0305220895  
'Judul          : Perancangan Sistem Pemantulan Pada Cermin Cekung Menggunakan  
Microcontroller  
'micro         : Mega8535  
-----
```

```
$regfile = "m8535.dat"  
$crystal = 8000000  
$baud = 19200
```

```
Dim Testin As Integer , Wa As Byte , Stap As Integer , A As Integer , Dir As String * 3 ,  
Value As String * 8
```

```
Dim V3_1 As Bit  
Dim V3_2 As Bit  
Dim V3_3 As Bit  
Dim V3_4 As Bit  
Dim V3_5 As Bit  
Dim V3_6 As Bit  
Dim V3_7 As Bit  
Dim V3_8 As Bit  
Dim V3_9 As Bit  
Dim V3_10 As Bit
```

```
V3_1 = Pinc.0  
V3_2 = Pinc.1  
V3_3 = Pinc.2  
V3_4 = Pinc.3  
V3_5 = Pinc.4  
V3_6 = Pinc.5  
V3_7 = Pinc.6  
V3_8 = Pinc.7  
V3_9 = Pind.2  
V3_10 = Pind.3
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Porta.4 , Db5 = Porta.5 , Db6 = Porta.6 , Db7 = Porta.7 , E  
= Porta.3 , Rs = Porta.2 ' konfigurasi pin LCD
```

```
Config Lcd = 16 * 2  
Config Portb = Output  
Config Portd = Input  
Config Pinc.0 = Input  
Config Pinc.1 = Input  
Config Pinc.2 = Input  
Config Pinc.3 = Input  
Config Pinc.4 = Input  
Config Pinc.5 = Input
```

```
Config Pinc.6 = Input
Config Pinc.7 = Input
Config Pind.2 = Input
Config Pind.3 = Input
```

```
Reset Pinc.0
Reset Pinc.1
Reset Pinc.2
Reset Pinc.3
Reset Pinc.4
Reset Pinc.5
Reset Pinc.6
Reset Pinc.7
Reset Pind.2
Reset Pind.3
```

```
Enable Interrupts
Enable Urxc
On Urxc Serial_in Nosave
```

```
Wa = 3
```

```
'Print "Pengaturan Motor Stepper Melalui Port Serial"
'Print "Untuk Menjalankan Motor Stepper Beri Input rxxxxx atau lxxxx dari 1 sampai
32000"
```

```
Cls
```

```
Awal:
```

```
Cls
```

```
Do
```

```
Goto Cek_sudut
```

```
Loop
```

```
Cek_sudut:
```

```
If V3_1 = 1 Then
Goto Sudut1
Elseif V3_2 = 1 Then
Goto Sudut2
Elseif V3_3 = 1 Then
```

```
Goto Sudut3
Elseif V3_4 = 1 Then
Goto Sudut4
Elseif V3_5 = 1 Then
Goto Sudut5
Elseif V3_6 = 1 Then
Goto Sudut6
Elseif V3_7 = 1 Then
Goto Sudut7
Elseif V3_8 = 1 Then
Goto Sudut8
Elseif V3_9 = 1 Then
Goto Sudut9
Elseif V3_10 = 1 Then
Goto Sudut10
Else
Goto Sudut
End If
Return
```

Sudut1:

```
Cls
Locate 1 , 4
Lcd "90 Derajat"
Waitms 500
Cursor Off
Locate 2 , 4
Lcd "Kwadrant I"
Waitms 500
Cursor Off
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"
Print "-----"
Print "-----Sudut Datang = 90-----"
Print "-----Sudut Pantul = 90-----"
Print "-----Sudut Pantul di Kwadrant I-----"
Print "-----"
Return
```

Sudut2:

```
Cls
Locate 1 , 4
Lcd "70 Derajat"
Waitms 500
Cursor Off
```

```

Locate 2 , 4
Lcd "Kwadrant I"
Waitms 500
Cursor Off
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"
Print "-----"
Print "-----Sudut Datang = 70-----"
Print "-----Sudut Pantul = 70-----"
Print "-----Sudut Pantul di Kwadrant I-----"
Print "-----"
Return

```

Sudut3:

```

Cls
Locate 1 , 4
Lcd "50 Derajat"
Waitms 500
Cursor Off
Locate 2 , 4
Lcd "Kwadrant I"
Waitms 500
Cursor Off
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"
Print "-----"
Print "-----Sudut Datang = 50-----"
Print "-----Sudut Pantul = 50-----"
Print "-----Sudut Pantul di Kwadrant I-----"
Print "-----"
Return

```

Sudut4:

```

Cls
Locate 1 , 4
Lcd "30 Derajat"
Waitms 500
Cursor Off
Locate 2 , 4
Lcd "Kwadrant I"
Waitms 500
Cursor Off
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"
Print "-----"
Print "-----Sudut Datang = 30-----"
Print "-----Sudut Pantul = 30-----"

```

```
Print "-----Sudut Pantul di Kwadran I-----"  
Print "-----"  
Return
```

Sudut5:

```
Cls  
Locate 1 , 4  
Lcd "10 Derajat"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Locate 2 , 4  
Lcd "Kwadran I"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"  
Print "-----"  
Print "-----Sudut Datang = 10-----"  
Print "-----Sudut Pantul = 10-----"  
Print "-----Sudut Pantul di Kwadran I-----"  
Print "-----"  
Return
```

Sudut6:

```
Cls  
Locate 1 , 4  
Lcd "10 Derajat"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Locate 2 , 4  
Lcd "Kwadran II"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"  
Print "-----"  
Print "-----Sudut Datang = 10-----"  
Print "-----Sudut Pantul = 10-----"  
Print "-----Sudut Pantul di Kwadran II-----"  
Print "-----"  
Return
```

Sudut7:

```
cls  
Locate 1 , 4
```

```
Lcd "30 Derajat"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Locate 2 , 4  
Lcd "Kwadrant II"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"  
Print "-----"  
Print "-----Sudut Datang = 30-----"  
Print "-----Sudut Pantul = 30-----"  
Print "-----Sudut Pantul di Kwadrant II-----"  
Print "-----"  
Return
```

Sudut8:

```
Cls  
Locate 1 , 4  
Lcd "50 Derajat"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Locate 2 , 4  
Lcd "Kwadrant II"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"  
Print "-----"  
Print "-----Sudut Datang = 50-----"  
Print "-----Sudut Pantul = 50-----"  
Print "-----Sudut Pantul di Kwadrant II-----"  
Print "-----"  
Return
```

Sudut9:

```
Cls  
Locate 1 , 4  
Lcd "70 Derajat"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Locate 2 , 4  
Lcd "Kwadrant II"  
Waitms 500  
Cursor Off  
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"
```

```

Print "-----"
Print "-----Sudut Datang = 70-----"
Print "-----Sudut Pantul = 70-----"
Print "-----Sudut Pantul di Kwadran II-----"
Print "-----"
Return

```

Sudut10:

```

Cls
Locate 1 , 4
Lcd "90 Derajat"
Waitms 500
Cursor Off
Locate 2 , 4
Lcd "Kwadran II"
Waitms 500
Cursor Off
Print "-----Hasil-Pendeteksian-----"
Print "-----"
Print "-----Sudut Datang = 90-----"
Print "-----Sudut Pantul = 90-----"
Print "-----Sudut Pantul di Kwadran II-----"
Print "-----"
Return

```

Sudut:

```

Locate 1 , 1
Lcd " "
Waitms 500
Cursor Off
Return

```

Serial_in:

```

Cls
Locate 1 , 1
Lcd " Running Stepper"
Waitms 50
Cursor Off
Locate 2 , 1
Lcd " Motor Driver "
Waitms 50
Cursor Off
Input "Give input: " , Value

```

```
Print "Running..."
Dir = Left(value , 3)
Value = Mid(value , 4 , 11)
Stap = Val(value)
```

```
If Dir = "m1l" Then
For A = 1 To Stap Step 4
Gosub M1ccw
Next A
End If
```

```
If Dir = "m1r" Then
For A = 1 To Stap Step 4
Gosub M1cw
Next A
End If
```

```
If Dir = "m2l" Then
For A = 1 To Stap Step 4
Gosub M2ccw
Next A
End If
```

```
If Dir = "m2r" Then
For A = 1 To Stap Step 4
Gosub M2cw
Next A
End If
```

```
Goto Awal
```

M1ccw:

```
Portb = 48          ' turn on Q1
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0          ' turn off Q1
```

```
Portb = 96          ' turn on Q2
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0
```

```
Portb = 192        ' turn on Q3
```

```
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0          ' turn off Q3
```

```
Portb = 144        ' turn on Q4
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0          ' turn off Q4
Return
```

M1cw:

```
Portb = 144        ' turn on Q1
Waitms Wa          ' wait a ms
Portb = 0          ' turn off Q1
```

```
Portb = 192        ' turn on Q2
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0
```

```
Portb = 96         ' turn on Q3
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0          ' turn off Q3
```

```
Portb = 48         ' turn on Q4
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0
Return
```

M2ccw:

```
Portb = 3          ' turn on Q1
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0          ' turn off Q1
```

```
Portb = 6          ' turn on Q2
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0
```

```
Portb = 12         ' turn on Q3
Waitms Wa          ' wait wa ms
Portb = 0          ' turn off Q3
```

```
Portb = 9          ' turn on Q4
Waitms Wa         ' wait wa ms
Portb = 0         ' turn off Q4
Return
```

M2cw:

```
Portb = 9          ' turn on Q1
Waitms Wa         ' wait a ms
Portb = 0         ' turn off Q1
```

```
Portb = 12        ' turn on Q2
Waitms Wa         ' wait wa ms
Portb = 0
```

```
Portb = 6         ' turn on Q3
Waitms Wa         ' wait wa ms
Portb = 0         ' turn off Q3
```

```
Portb = 3         ' turn on Q4
Waitms Wa         ' wait wa ms
Portb = 0
Return
```