

LEMBAR PERSETUJUAN

**SISTEM PENGENDALIAN INTENSITAS CAHAYA PADA
MINIATUR RUANG KULIAH DENGAN MENGGUNAKAN
KONTROLER *ON-OFF***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

PANDU ARYA ZULKARNAIN

NIM. 115060307111004 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Rahmadwati,ST.,MT.,Ph.D.
NIP. 19771102 200604 2 003

Ir.Retnowati.MT.,
NIP. 19511224 198203 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENGENDALIAN INTENSITAS CAHAYA PADA
MINIATUR RUANG KULIAH DENGAN MENGGUNAKAN
KONTROLER *ON-OFF***

SKRIPSI

Disusun oleh:

Pandu Arya Zulkarnain

NIM. 115060307111004 - 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 6 Oktober 2015

MAJELIS PENGUJI

Ir.Purwanto,MT.
NIP 19540424 198601 1 001

Dr.Ir.Erni Yudaningtyas,M.T
NIP. 19650913 199002 2 001

Goegoes Dwi Nusantoro,ST.,MT
NIP. 19630104 198701 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat, taufik dan hidayah-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi berjudul “Sistem Pengendalian Intensitas Cahaya pada ruang kuliah dengan menggunakan kontroler *ON-OFF*” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang diberikan,
- Rasulullah Muhammad SAW semoga sholawat dan salam tetap tercurah kepada beliau,
- Ayah Yahya Siregar dan Ibu Komariah atas kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Saudara-saudaraku Ricky Ramadhan Arya H., dan Muhammad Fauzan Arya H. yang banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Bapak Aziz Muslim, ST.,MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Purwanto selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Sistem Kontrol Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Ibu Rachmadwati ST.,MT.,Ph.D., selaku Pembimbing I atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan,
- Ibu Retnowati, ST.,MT.,selaku Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, bimbingan, nasehat, gagasan, ide, saran, motivasi dan bantuan yang telah diberikan,
- Staf rekording Jurusan Teknik Elektro,
- Saudari Triana Oktaviani yang selalu membantu penulis dalam mengerjakan skripsi dan menjadi penyemangat bagi penulis disaat jenuh dengan segala ceritanya, serta doa yang selama ini diberikan kepada penulis,

- Teman-teman INVERTER angkatan 2011 yang telah berbagi ilmu dengan penulis dan selalu memberikan semangat,
- Penghuni kos JOYOSARI 567 A tercinta
- Saudara Alfido, Fauzan Aneldi, Frisky Komaryan, dan Tomi yang telah memberi banyak masukan dan saran kepada penulis
- Seluruh teman-teman, senior serta semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR GAMBAR..... | v |
| DAFTAR TABEL..... | vi |
| ABSTRAK..... | vii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Sistematika Pembahasan | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Ruang Kuliah | 4 |
| 2.2 <i>Ligt Dependent Resistor (LDR)</i> | 5 |
| 2.3 <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i> | 6 |
| 2.4 Kontroller..... | 7 |
| 2.4.1 Kontroller ON-OFF | 8 |
| 2.5 Mikrokontroller ATmega 328..... | 10 |
| 2.5.1 Arsitektur ATmega 328..... | 10 |
| 2.5.2 Konfigurasi Pin ATmega 328..... | 10 |
| | |
| BAB III METODOLOGI..... | 12 |
| 3.1 Perancangan Sistem | 12 |
| 3.2 Perancangan Alat | 12 |
| 3.3 Realisasi Pembuatan Alat..... | 13 |
| 3.4 Pengujian Alat..... | 13 |
| 3.5 Pengambilan Kesimpulan..... | 13 |
| | |
| BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT..... | 14 |
| 4.1 Perancangan Sistem | 14 |
| 4.2 Diagram Blok Sistem | 14 |
| 4.3 Spesifikasi Alat | 15 |
| 4.4 Prinsip Kerja Sistem..... | 16 |
| 4.5 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)..... | 16 |

| | | |
|------------------------------------|---|----|
| 4.5.1 | Sensor Cahaya Light Dependent Resistor..... | 16 |
| 4.5.2 | IC L298 | 17 |
| 4.5.3 | Rangkaian <i>Display</i> LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)..... | 17 |
| 4.5.4 | Mikrokontroler ATmega 328 | 19 |
| 4.6 | Perancangan Kontroller..... | 19 |
| 4.7 | <i>Flowchart</i> Perancangan Perangkat Lunak | 21 |
| BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS | | 22 |
| 5.1 | Pengujian Sensor LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>) | 22 |
| 5.2 | Pengujian <i>Range</i> Intensitas Cahaya Ruang Kuliah..... | 25 |
| 5.3 | Pengujian LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) | 27 |
| 5.4 | Pengujian <i>Driver</i> PWM | 28 |
| 5.6 | Pengujian Keseluruhan Sistem | 31 |
| 5.7 | Pengujian Sistem Terhadap Gangguan | 32 |
| BAB VI PENUTUP | | 36 |
| 6.1 | Kesimpulan | 36 |
| 6.2 | Saran..... | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 37 |
| LAMPIRAN..... | | 38 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|----|
| Gambar 2.1. | Ruangan Kuliah | 4 |
| Gambar 2.2. | Grafik Hubungan Resistansi LDR Dengan Intensitas Cahaya | 5 |
| Gambar 2.3. | <i>Light Dependent Resistor</i> | 5 |
| Gambar 2.4. | Diagram Blok LCD M1632 | 6 |
| Gambar 2.5. | Diagram Blok Kontroler <i>On-Off</i> dengan celah diferensial | 8 |
| Gambar 2.6. | Ilustrasi Kontroler <i>On-Off</i> | 9 |
| Gambar 2.7. | Ilustrasi Band Pada Setpoint Kontroler <i>On-Off</i> | 9 |
| Gambar 2.8. | Konfigurasi Pin-Pin Atmega 328..... | 11 |
| Gambar 4.1. | Diagram Blok Sistem (Perancangan)..... | 14 |
| Gambar 4.2. | Skema Keseluruhan Sistem (Perancangan) | 15 |
| Gambar 4.3. | Modul Driver L298N | 17 |
| Gambar 4.4. | <i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem..... | 21 |
| Gambar 5.1. | Pengujian <i>Light Dependent Resistor</i> | 23 |
| Gambar 5.2. | Grafik Hubungan Intensitas Cahaya Dan Pembacaan Data Analog Arduino | 24 |
| Gambar 5.3. | Kondisi Jendela Ruang Kuliah Tertutup Penuh..... | 26 |
| Gambar 5.4. | Kondisi Jendela Ruang Kuliah Terbuka Penuh | 26 |
| Gambar 5.5. | Tampilan Data Karakter Pada LCD | 27 |
| Gambar 5.6. | Sinyal Respon Driver L298N Terhadap Sinyal PWM 30% | 28 |
| Gambar 5.7. | Tampilan Program Waveform Parameter Osiloskop Velleman PCSU 1000 Dan Respon <i>Driver</i> L298N Dengan <i>DutyCycle</i> 30% | 29 |
| Gambar 5.8. | Sinyal Respon Driver L298N Terhadap Sinyal PWM 50% | 29 |
| Gambar 5.9. | Tampilan Program Waveform Parameter Osiloskop Velleman PCSU 1000 Dan Respon <i>Driver</i> L298N Dengan <i>DutyCycle</i> 50% | 30 |
| Gambar 5.10. | Grafik Respon Sistem Keseluruhan..... | 32 |
| Gambar 5.11. | Rangkaian Elektrik Sistem Keseluruhan | 33 |
| Gambar 5.12. | Miniatur Ruang Kuliah | 33 |
| Gambar 5.13. | Grafik Tanggapan Sistem Terhadap Gangguan Luar | 34 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Fungsi pin-pin pada LCD M1632..... | 6 |
| Tabel 4.1. Fungsi Penyemat LCD M1632 | 17 |
| Tabel 4.2. Fungsi Pin-Pin Arduino | 19 |
| Tabel 4.3. Nilai Setpoint Dan Differential Gap | 20 |
| Tabel 5.1. Data Hasil Pengujian <i>Light Dependendt Resistor</i> (LDR)..... | 23 |
| Tabel 5.2. Hasil Pengujian <i>Driver PWM</i> | 31 |

ABSTRAK

Pandu Arya Zulkarnain, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 2014, “Sistem Pengendalian Intensitas Cahaya Pada Miniatur Ruang Kuliah Dengan Menggunakan Kontroler *On-Off* ”, Dosen Pembimbing: Rahmadwati,ST.,MT.,Ph.D dan Ir.Retnowati,MT

Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan untuk desain ruang kuliah. Kekurangan intensitas cahaya akan menyebabkan LVS (*Light vision syndrome*) sehingga mata cepat lelah, di sisi lain terlalu banyak intensitas cahaya akan menyebabkan Photopobia pada mata. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis akan mendesain suatu sistem pengendalian intensitas cahaya pada miniatur ruang kuliah.

Pada penelitian ini dibuat suatu perancangan kondisi lingkungan untuk pengendalian intensitas cahaya menggunakan miniatur ruang kuliah. Sensor yang digunakan adalah LDR (*Light Dependent Resistor*). Sensor LDR ini berfungsi untuk membaca intensitas cahaya yang masuk pada plant. Setpoint intensitas cahaya yang digunakan 250 lux. Sensor LDR diletakkan dibawah lampu LED, apabila intensitas cahaya kurang dari *setpoint* maka lampu akan semakin terang dan apabila lebih dari setpoint maka lampu akan mati.

Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan kontroler *on-off* terhadap sistem mampu mempertahankan level respon selama 270 detik atau 4,5 menit pada rentang level 262-246 lux.

Kata Kunci: ruang kuliah, Arduino Uno, pengaturan intensitas cahaya, kontroler *ON-OFF*, sensor *LDR*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan hal terpenting dalam kehidupan manusia, karena melalui pendidikan dapat menciptakan manusia yang berpotensi kreatif dan memiliki ide cemerlang sebagai bekal untuk memperoleh masa depan yang lebih baik. Salah satu langkah yang dapat ditempuh untuk meningkatkan kualitas pendidikan dengan adanya ruangan kelas sebagai faktor penunjang efektif keberhasilan dalam mendidik siswa. Dari faktor penunjang tersebut harus diperhartikan beberapa faktor untuk mendapatkan kelas yang ideal dan kondusif untuk pembelajaran. Salah satu parameter yang harus diperhatikan adalah intensitas cahaya. Bila cahaya kurang, akan menyebabkan kelelahan pada mata (LVS) sehingga siswa tidak bisa memaksimalkan guru (dosen) sebagai fasilitator dalam kelas, sedangkan intensitas cahaya yang semakin tinggi akan menyebabkan photopobia pada mata karena ketidakmampuan mata dalam mentoleransi cahaya yang masuk.

Solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membatasi cahaya yang masuk ke ruangan sesuai dengan standart yang berlaku sehingga tidak berdampak buruk pada kesehatan mata. Oleh karena itu, pada penelitian skripsi kali ini untuk mendesain dan merancang suatu minitur untuk ruang kuliah yang intensitas cahayanya dapat dikontrol dengan *set point* yang di inginkan. Dengan mengatur intensitas cahaya tersebut, diharapkan dapat memberikan intensitas cahaya yang tepat untuk kondisi ruangan kuliah yang optimal meskipun kondisi cuaca berubah - ubah.

Sistem kontrol yang digunakan pada laporan penelitian ini adalah Kontrol *ON-OFF*. Kontrol *ON - OFF* adalah kontroler yang tetap (*discrete*) hanya memiliki dua perintah yaitu perintah *start* dan *stop*. Keuntungan dari kontroler *ON - OFF* adalah merupakan sebuah sistem yang sederhana sehingga lebih cepat dalam mengambil sebuah keputusan. Diharapkan dengan menggunakan kontroler *ON - OFF* performa sistem yang didapatkan menjadi lebih stabil, reaksi sistem yang didapatkan menjadi lebih cepat. Dengan menggunakan kontroler *ON - OFF* maka dibuat suatu *band* pada *set point* untuk mengurangi output berosilasi di sekitar *set point* , diharapkan dalam pengumpan balik (*feedback*) pada kontroler *ON- OFF* adalah untuk memperkecil kepekaan sistem terhadap variasi parameter dan gangguan yang tidak

diharapkan, sehingga mampu memberikan respon yang lebih baik terhadap sistem sehingga sama hasilnya seperti yang diinginkan, dan keunggulan dari laporan pengembangan ini adalah intensitas cahaya pada miniatur ruang kuliah tersebut dapat dipertahankan sesuai dengan yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada:

1. Bagaimana mengatur intensitas cahaya pada ruangan kuliah agar cahaya yang masuk sesuai dengan yang diinginkan .
2. Bagaimana merancang sistem pengaturan intensitas cahaya yang masuk pada ruangan kuliah dengan menggunakan Kontroler *ON-OFF*

1.3 Batasan Masalah

Karena begitu luasnya objek kajian maka perlu dilakukan pembatasan masalah agar pembahasan lebih terfokus pada rumusan masalah. Adapun batasan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Perangkat keras hanya digunakan untuk mengatur intensitas cahaya yang nilainya dipertahankan sesuai dengan yang diinginkan.
2. Sumber cahaya yang digunakan untuk pengaturan intensitas cahaya menggunakan cahaya lampu sebagai pengganti cahaya matahari. dengan intensitas cahaya yang tetap.
3. Sumber cahaya yang berasal dari lampu berada di atas miniatur ruang kuliah
4. Range atau jangkauan intensitas pengaturan cahaya berkisar dari 0-250 lux.
5. Analisa dititikberatkan pada respon yang dihasilkan dari proses pengolahan mikrokontroler.
6. Bahasa pemrograman dengan Bascom AVR
7. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328
8. Pengaturan intensitas cahaya hanya pada siang hari, tidak membahas secara detail pada malam hari

1.4 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah merancang suatu sistem pengaturan intensitas cahaya pada ruang kuliah sesuai dengan yang diharapkan.

1.5 Sistematika Pembahasan

BAB I Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Menjelaskan dasar teori penunjang penelitian yang ada pada alat ini, yang terdiri dari teori dasar ruang kuliah, Mikrokontroler ATmega328 sebagai otak dari sistem pengaturan, sensor *cahaya* atau *LDR*, *Driver IC L298N*, *M1632* module LCD 16x2 baris

BAB III Metodologi

Membahas metode penelitian dan perencanaan alat.

BAB IV Perancangan Sistem

Membahas perancangan pengaturan intensitas cahaya dengan perekayasaan kondisi lingkungan pada ruang kuliah menggunakan Mikrokontroler ATmega328 yang digunakan untuk mengatur sensor cahaya yang masuk pada ruang kuliah sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Setelah itu, bagaimana menerapkannya dalam sistem secara keseluruhan.

BAB V Pengujian Alat

Membahas hasil pengujian sistem dan analisa data terhadap alat yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Membahas kesimpulan perancangan ini dan saran-saran yang diperlukan untuk melakukan pengembangan aplikasi selanju

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Kuliah

Ruang kuliah merupakan tempat berlangsungnya proses belajar mengajar berupa kelas, tempat mahasiswa, dosen dan asisten dosen dalam melakukan proses belajar mengajar.

Dalam ruang kuliah (Lihat Gambar 2.1) faktor suhu mempunyai pengaruh yang besar terhadap kegiatan belajar mengajar dalam ruang kuliah. Suhu yang tidak optimal menyebabkan ekosistem di dalamnya melaksanakan kegiatan akan tidak maksimal dikarenakan suhu yang diatur dalam penyinaran tidak merata. Secara umum suhu yang baik di dalam ruang kuliah dicirikan oleh temperatur(suhu), penyinaran matahari, dan CO₂.



Gambar 2.1. Ruang Kuliah

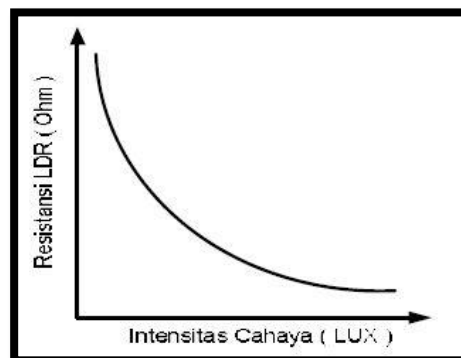
Salah satu faktor suhu yang sangat penting untuk pembelajaran adalah cahaya. Dosen/Asisten Dosen dalam menerangkan materi yang disampaikan sangat berperan penting bagi mahasiswa dalam proses pembelajaran. Setiap ruangan memerlukan cahaya yang berbeda tergantung dimana letak dari ruangan tersebut berada.

2.2 *Light Dependent Resistor (LDR)*

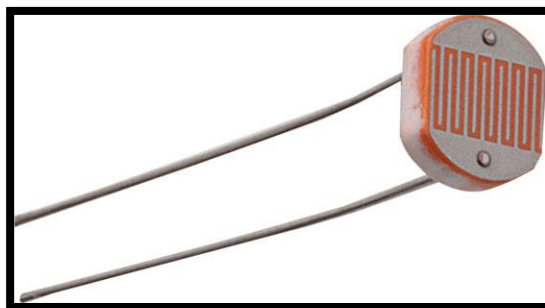
Light dependent resistor (LDR) adalah sebuah bahan semi konduktor yang terbuat dari komponen cadmium sulfida atau silicon. Prinsip kerja LDR adalah jika ada cahaya yang mengenai bahan semikonduktor pada LDR maka cahaya tersebut akan memberikan energi pada semikonduktor yang akan diserap oleh ikatan elektron.

Energi ini memutuskan ikatan antara atom-atom sehingga elektron menjadi lepas dari ikatan dan bebas untuk bergerak dalam LDR. Hal ini mengakibatkan sejumlah arus besar mengalir dalam semikonduktor. Dengan demikian resistansi dari LDR akan berkurang dengan bertambahnya intensitas cahaya.

Grafik hubungan resistansi LDR terhadap intensitas cahaya ditunjukkan Gambar 2.2. Pada gambar 2.2 terlihat bahwa LDR mempunyai karakteristik berupa nilai resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan banyaknya cahaya yang jatuh padanya. Nilai resistansinya semakin tinggi ketika tidak terkena cahaya tetapi nilai resistansinya akan turun dengan drastis ketika LDR terkena cahaya. (Anonymous, 2011). Gambar 2.3 adalah bentuk fisik dari sensor LDR.



Gambar 2.2.Grafik hubungan resistansi LDR dengan intensitas cahaya



Gambar 2.3.*Light Dependent Resistor*

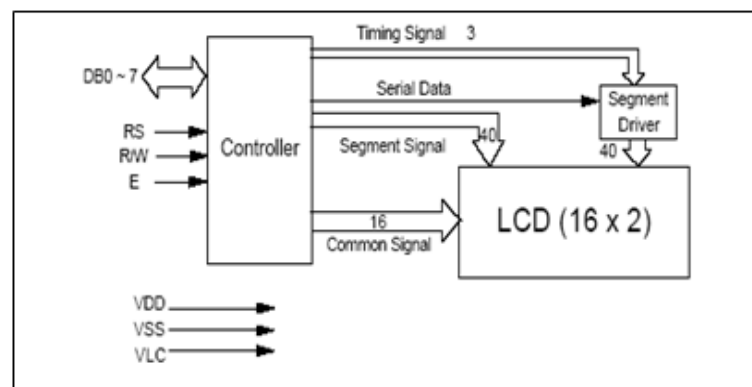
Sumber: encepnurdinbogor.wordpress.com

2.3 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang akan digunakan bertipe M1632 produksi SEIKO *instrument inc. corporation*. Spesifikasi dari LCD ini adalah sebagai berikut:

1. Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5 x 7 dot matrik
2. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter
3. Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter
4. 80 x 8 bit data RAM
5. Otomatis reset pada saat dihidupkan

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa bus data yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, R/W dan E. Sementara pengendali *dot matrix* LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Berikut ini adalah diagram blok dari LCD M1632 yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4. (Anonymous, 2010)



Gambar 2.4. Diagram Blok LCD M1632

Sumber : Anonymous, 2001:3

Fungsi pin dari LCD M1632 ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Fungsi Pin-Pin pada LCD M1632

| No Pin | Nama Pin | Fungsi |
|--------|-------------|---|
| 16 | V – BL | Sebagai <i>ground</i> dari <i>backlight</i> |
| 15 | V + BL | Sebagai kutub positif dari <i>backlight</i> |
| 7 - 14 | DB0– DB7 | Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan. |
| No | Nama | Fungsi |

| Pin | Pin | |
|-----|-----|---|
| 6 | E | Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca |
| 5 | R/W | Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = tulis 1 = baca |
| 4 | RS | Sinyal pemilih register 0 = register instruksi (tulis) 1 = register data (tulis dan baca) |
| 3 | Vlc | Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc |
| 2 | Vcc | Tegangan catu + 5 volt |
| 1 | Vss | Terminal <i>Ground</i> |

Sumber :Datasheet LCD M1632

2.4 Kontroler

Keberadaan kontroler dalam sebuah sistem kontrol mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Pada prinsipnya hal itu disebabkan oleh tidak dapat diubahnya komponen penyusun sistem tersebut. Artinya, karakteristik *plant* harus diterima sebagaimana adanya, sehingga perubahan perilaku sistem hanya dapat dilakukan melalui penambahan suatu sub sistem, yaitu kontroler.

Salah satu fungsi komponen kontroler adalah mengurangi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara nilai referensi/nilai yang diinginkan dan nilai aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol mendapat nilai sinyal keluaran sama dengan nilai yang diinginkan referensi. Semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baik kinerja sistem kontrol yang diterapkan.

Apabila perbedaan antara nilai referensi dengan nilai keluaran relatif besar, maka kontroler yang baik seharusnya mampu mengamati perbedaan ini untuk segera menghasilkan sinyal keluaran untuk mempengaruhi *plant*. Dengan demikian sistem secara cepat mengubah keluaran *plant* sampai diperoleh selisih dengan nilai referensi sekecil mungkin.

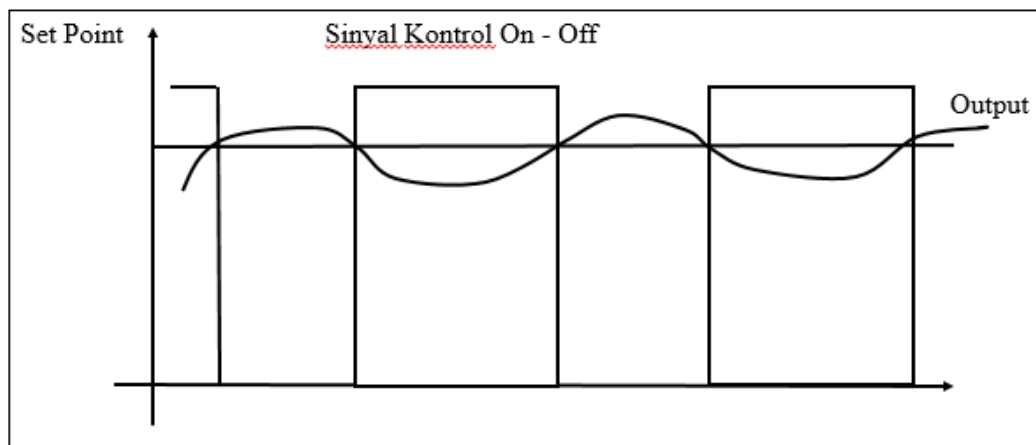
Prinsip kerja kontroler adalah membandingkan nilai aktual keluaran *plant* dengan nilai referensi, kemudian menentukan nilai kesalahan dan akhirnya menghasilkan sinyal kontrol untuk meminimalkan kesalahan (Ogata, 1996: 197-204).

2.4.1 Kontroler *ON-OFF*

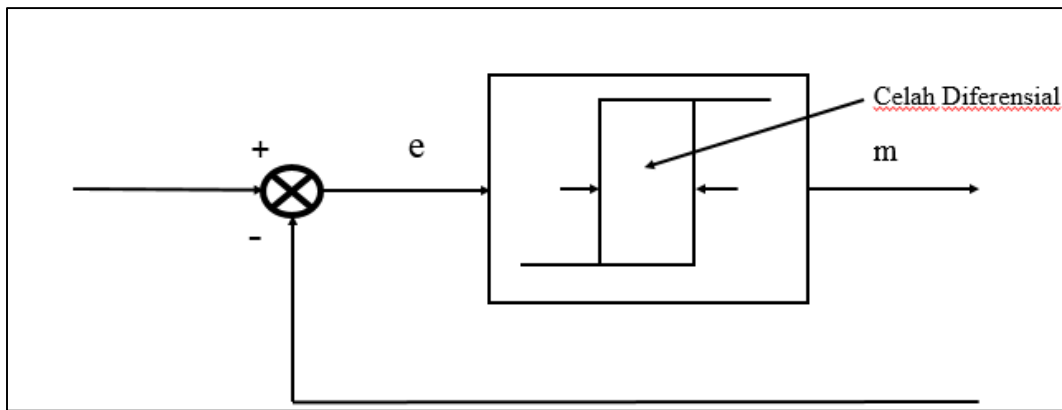
Pada sistem kontrol dua posisi, elemen penggerak hanya mempunyai dua posisi yang tetap. Sinyal kontrol akan tetap pada satu keadaan dan akan berubah ke keadaan lainnya bergantung pada nilai *error* positif atau negatif. Misal sinyal keluaran kontroler adalah $m(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak adalah $e(t)$. Pada kontrol *on-off* sinyal $m(t)$ akan tetap pada harga maksimum atau minimum, tergantung pada tanda sinyal kesalahan penggerak, positif atau negatif, sedemikian rupa sehingga

$$\begin{aligned} m(t) &= M_1, e(t) > 0 \\ &= M_2, e(t) < 0 \end{aligned}$$

dimana M_1 dan M_2 adalah konstanta. Daerah harga sinyal kesalahan penggerak antara posisi on dan off disebut celah diferensial. Celah diferensial ini menyebabkan keluaran kontroler $m(t)$ tetap pada harga sekarang sampai sinyal kesalahan penggerak bergeser sedikit dari harga nol. Gambar 2.5 adalah diagram blok kontroler *on-off* dengan celah diferensial.



Gambar 2.5 Diagram Blok kontroler *On-Off* dengan celah diferensial(ogata)

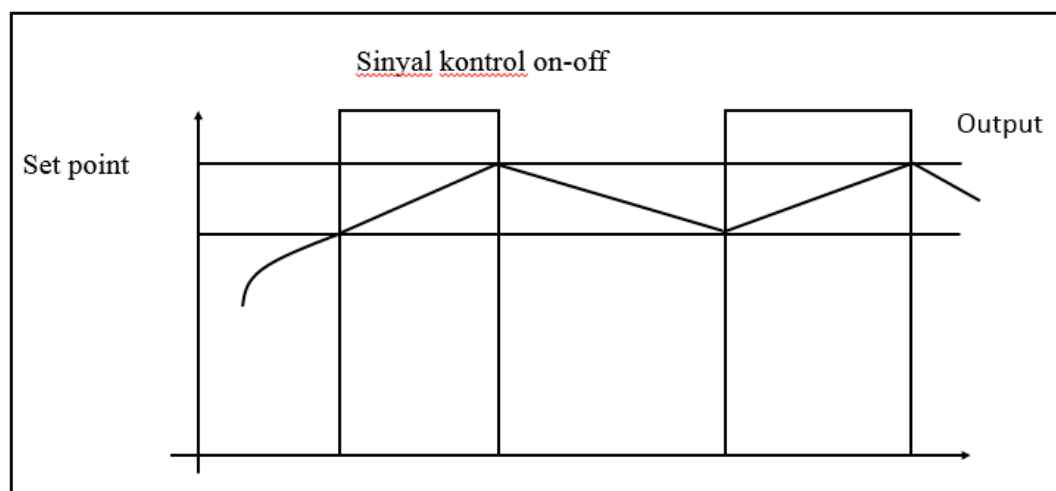


Gambar 2.6 Ilustrasi dari kontroler *on-off*(reocities.com)

Dari Gambar 2.6 Dapat diamati bahwa jika *output* lebih besar dari *setpoint*, aktuator akan *off*. *Output* akan turun dengan sendirinya sehingga menyentuh *setpoint* lagi. Pada saat itu, sinyal kontrol akan kembali (aktuator *on*) dan mengembalikan *output* kepada *setpoint*-nya. Demikian seterusnya sinyal kontrol dan aktuator akan *on-off* terus menerus.

Kelemahan dari kontroler *on-off* ini adalah jika *output* beresilasi di sekitar *set point* (keadaan yang memang diinginkan) akan menyebabkan aktuator bekerja keras untuk *on-off* dengan frekuensi. Hal ini menyebabkan kontroler akan cepat aus dan memakan energi yang banyak (boros).

Untuk sedikit mengatasi hal ini maka dibuat suatu *band* pada *setpoint* sehingga mengurangi frekuensi *on-off* dari controller.ilustrasinya dalam gambar 2.7



Gambar 2.7 Ilustrasi band pada *setpoint* kontroler *on-off* (reocities.com)

Sinyal kontrol akan *off* ketika *output* menyentuh batas atas dan akan *on* kembali ketika menyentuh batas bawah. *Band* dari set point ini disebut juga diferensial gap atau celah diferensial

2.5 Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler adalah pusat kerja dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Adapun nilai plus bagi mikrokontroler ini adalah terdapatnya memori dan port *input/output* dalam suatu kemasan IC. Kemampuannya yang *programmable*, fitur yang lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, port I/O, komunikasi serial.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Hal ini terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). 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 bisa dikatakan sama. Piranti dapat diprogram secara *in-system programming* (ISP) dan dapat diprogram berulang-ulang selama 10.000 kali baca/tulis didalam sistem.

2.5.1. Arsitektur ATmega328

ATmega328 memiliki bagian struktur bagian sebagai berikut :

1. Saluran I/O sebanyak 14 pin 6 diantaranya *PWM (Pulse Width Modulation)*
2. 32 KB *Flash memory* dan memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori
3. 32 x 8-bit register serba guna
4. Clock 16 MHZ kecepatan mencapai 16 MIPS
5. Mmiliki SRAM (*Static Random Acces Memory*) sebesar 2 KB
6. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*

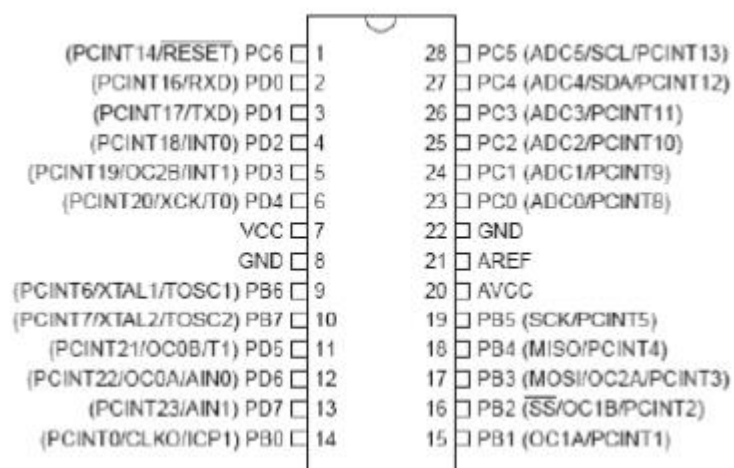
2.5.2. Konfigurasi Pin ATmega328

Secara fungsional konfigurasi ATmega238 sebagai berikut :

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND merupakan pin Ground.

3. Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan sumber clock utama
4. Port C (PC0...PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu PORTC,I2C,ADC
5. Port D (PD0...PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Interupsi eksternal,Komunikasi serial
6. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroller
7. TOSC 1 dan TOSC 2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
8. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
9. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

Konfigurasi pin-pin mikrokontroler ATmega328 ditunjukkan seperti Gambar 2.8



Gambar 2.8 Konfigurasi pin-pin ATmega 328
(Sumber: Datasheet Mikrokontroler ATmega 328)

BAB III

METODOLOGI

Kajian dalam skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu merancang suatu sistem pengendalian menggunakan kontrol *ON-OFF* berbasis mikrokontroler ATmega328 yang bertujuan agar dapat menampilkan performansi sistem sesuai dengan yang direncanakan.

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

1. Perencanaan Sistem
2. Perancangan alat
3. Realisasi pembuatan alat
4. Pengujian alat
5. Pengambilan kesimpulan

3.1 Perencanaan Sistem

Perencanaan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya, hal ini dimaksudkan agar sistem pengidentifikasi dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan.

Perancangan sistem yang dilakukan meliputi:

- Penentuan spesifikasi sistem yang akan dibuat, meliputi:
 - a. Penentuan deskripsi kerja sistem secara keseluruhan.
 - b. Kontrol *ON-OFF* dan rangkaian elektronik pendukung
- Perancangan program pada mikrokontroler ATmega328 sebagai pusat pengontrol dengan kontrol *ON-OFF*.

3.2 Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya, hal ini dimaksudkan agar sistem tersebut dapat berjalan sesuai dengan deskripsi awal yang telah direncanakan. Perancangan sistem yang dilakukan meliputi:

- a. Penentuan spesifikasi sistem yang akan dibuat, meliputi:
 1. Penentuan deskripsi kerja sistem secara keseluruhan.

2. Mikrokontroler ATmega328 dan rangkaian elektronik pendukung.
- b. Penentuan rangkaian yang digunakan.
- c. Pemrograman Mikrokontroler ATmega328 sehingga dapat digunakan sebagai pengontrol cahaya yang masuk pada ruang kuliah sesuai dengan yang diinginkan.

3.3 Realisasi Pembuatan Alat

Untuk merealisasikan alat atau sistem yang telah dirancang sebelumnya, maka perlu diperhatikan beberapa tahapan dalam pembuatan alat tersebut, diantaranya yaitu :

- a. Pembuatan mekanik miniatur ruang kuliah secara keseluruhan yang meliputi penempatan Mikrokontroler ATmega328, penempatan sensor cahaya atau *LDR* pada ruang kuliah. rangkaian *driver* pengendali PWM.
- b. Pengisian program yang telah dirancang sebelumnya pada Bascom AVR dengan kendali kontrol *ON-OFF*

3.4 Pengujian Alat

Setelah semua komponen pada alat sudah terhubung sesuai dengan blok diagram sistem yang telah dirancang dan perangkat lunak untuk mendukung sistem telah dibuat, maka diadakan pengujian dan analisa alat. Metode pengujian alat adalah sebagai berikut:

- a. Menguji pada tiap-tiap blok rangkaian
- b. Kalibrasi pada sensor yang digunakan
- c. Menggabungkan beberapa blok rangkaian menjadi sebuah sistem
- d. Mengadakan pengujian sistem secara keseluruhan
- e. Mengevaluasi hasil pengujian sistem secara keseluruhan

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan. Jika hasil yang didapatkan telah sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kendali tersebut telah berhasil memenuhi harapan dan tentunya memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk penyempurnaan

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

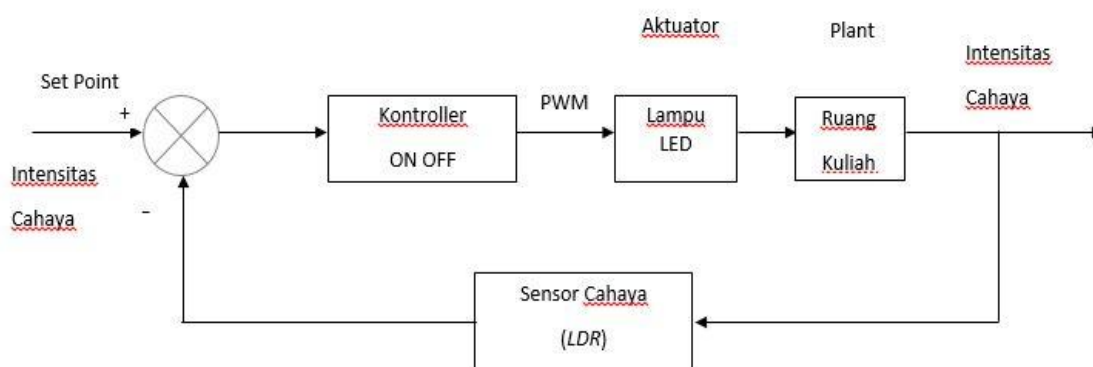
4.1 Perancangan Sistem

Perancangan alat ini dilakukan secara bertahap dalam bentuk blok sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknya maupun secara keseluruhan. Perancangan ini terdiri atas:

1. Perancangan perangkat keras terdiri atas perancangan miniatur ruang kuliah, sistem minimum Mikrokontroler ATmega328, rangkaian catu daya, rangkaian *driver* pengendali PWM dan sensor cahaya *ldr*.
2. Perancangan perangkat lunak dan perancangan program menggunakan *software* Bascom AVR

4.2 Diagram Blok Sistem

Diagram balok sistem yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram Balok Sistem

Keterangan dari blok diagram pada gambar 4.1 adalah sebagai berikut :

1. *Set point* sistem berupa kuat cahaya (lux) sebesar yang dikonversi dalam bentuk tegangan.
2. Pusat pengendalian sistem menggunakan Mikrokontroler ATmega328 yang memberikan sinyal keluaran berupa *pulse width modulation* (PWM) ke lampu *LED*.
3. Ruang Kuliah sebagai *Plant* pada perancangan sistem

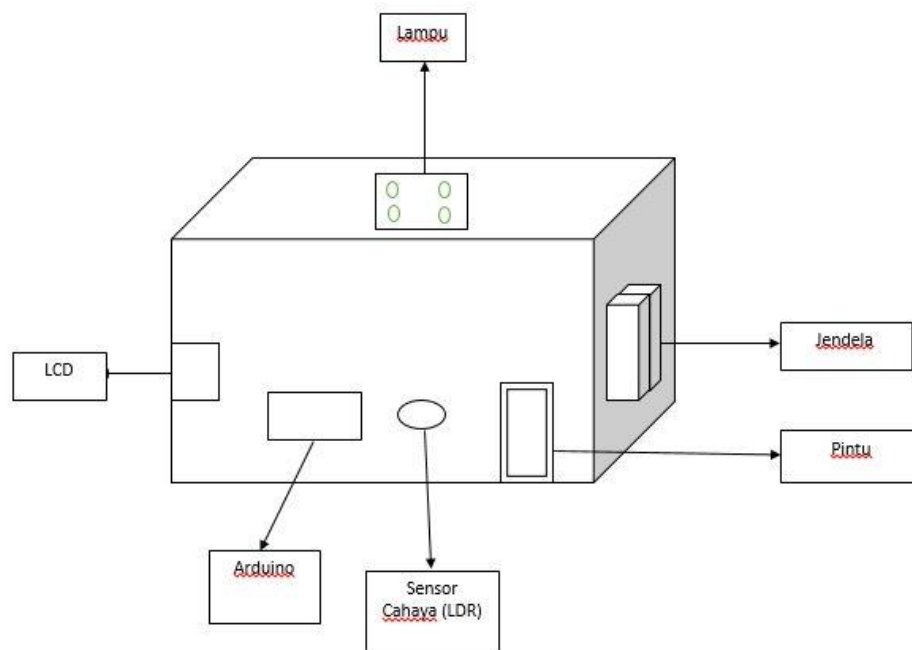
4. Sebagai *feed back* digunakan sensor *light dependent resistor* yang berfungsi membaca intensitas cahaya yang masuk pada ruangan kuliah dan akan memberikan masukan berupa data digital ke Arduino uno

4.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi sistem pengendalian motor menggunakan Mikrokontroller ATmega328 adalah sebagai berikut :

1. Ukuran rumah kaca, panjang 50 cm, tinggi 50 cm dan lebar 35 cm.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor *light dependent resistor* dengan *output* sensor berupa tegangan analog 0-5 volt DC.
3. Intensitas sumber cahaya lampu *LED*
4. Aktuator menggunakan Lampu yang mendapat masukan dari sinyal Output dari *PWM driver*.

Skema perancangan sistem dapat dilihat dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Skema Keseluruhan Sistem

4.4 Prinsip Kerja Sistem

Cara kerja sistem adalah sebagai berikut :

1. Catu daya sebesar +/- 5 Volt digunakan sebagai catu rangkaian sistem minimum, dan *enabledriver*. Catu daya 12 Volt digunakan sebagai catu motor DC pada plat.
2. Port komunikasi antara mikrokontroler dan PC menggunakan perantara kabel parallel port.
3. Menggunakan sensor *light dependent resistor*, sinyal-sinyal keluaran dari sensor yang masih berupa sinyal analog diproses oleh ADC agar dapat ditampilkan pada *LCD*.
4. Sinyal analog yang masuk ke mikrokontroler dikonversi ke dalam bentuk digital dengan resolusi 10 bit untuk kemudian diproses menjadi sinyal kontrol berupa PWM .
5. Sinyal kontrol dari mikrokontroler masuk ke *driver* motor IC L298. *Driver* berfungsi menguatkan sinyal yang dihasilkan mikrokontroler dari 0-5 Volt menjadi 0-12 Volt.
6. *Driver* IC L298 akan mengatur kebutuhan intensitas cahaya yang masuk ke ruang kuliah sesuai dengan setpoint yang di tetapkan
7. *Driver* IC L298 akan berhenti saat kuat cahaya mencapai setpoint yang diinginkan.

4.5 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

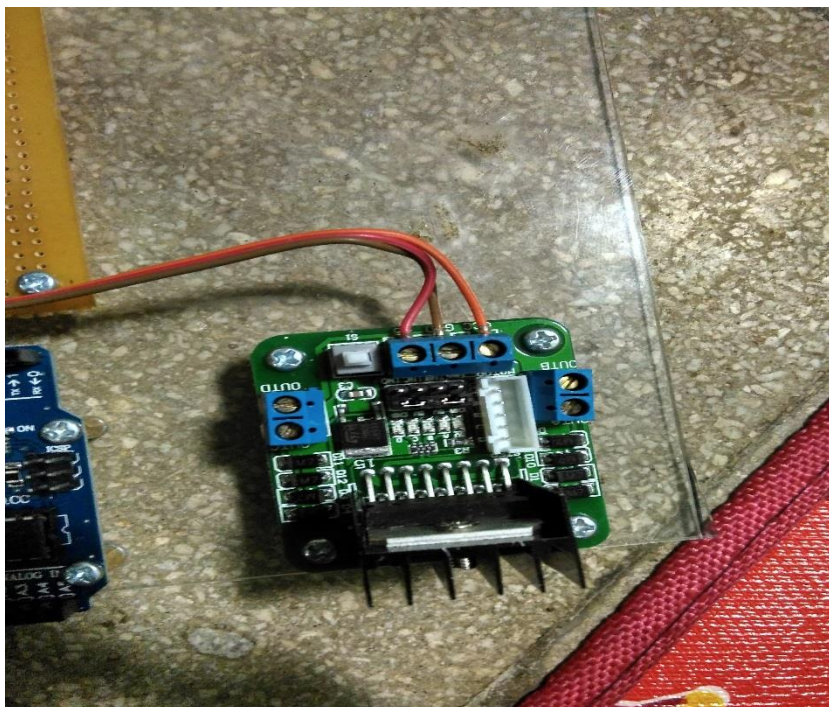
Berdasarkan diagram blok perancangan alat yang telah disusun, perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian sensor cahaya *light dependent resistor* , minimum sistem ATmega328, rangkaian catu daya dan rangkaian *driver* pengendali *PWM*. Di bawah ini adalah penjelasan masing-masing rangkaian penyusun keseluruhan alat.

4.5.1 Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor*

Sensor cahaya pada perancangan ini berfungsi sebagai sensor pengukur atau pendeteksi kuat cahaya. Keluaran dari sensor cahaya ini digunakan sebagai masukan untuk perhitungan algoritma PID yang dirancang. Sensor *Light Dependent Resistor* mampu melakukan pembacaan pada rentang 0-5 volt.

4.5.2 IC L298

Modul pengendali motor dc digunakan untuk mengendalikan arah dan putaran motor DC yang menjadi penggerak plat. Rangkaian ini dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega 328(Mikrokontroler utama). *Driver* pengendali pada perancangan ini menggunakan *driver* L298N yaitu sebuah perangkat keras untuk menggerakkan motor DC. Modul driver L298N ditunjukkan dalam gambar 4.3



Gambar 4.3. Modul driver L298N

4.5.3 Rangkaian Display LCD

LCD banyak digunakan pada alat-alat elektronika yang memerlukan penampilan, sehingga pemakai dapat mengerti dengan informasi yang ditampilkan oleh alat. Konfigurasi terminal I/O pada sebuah LCD biasanya akan tampak seperti dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Fungsi penyemat LCD M1632

| Penyemat | Simbol | Logika | Keterangan |
|----------|--------|--------|---------------------------|
| 1 | Vss | - | Catu Daya 0 Volt (Ground) |
| 2 | Vcc | - | Catu Daya 5 Volt |
| 3 | Vee | - | Catu daya untuk LCD |

| | | | |
|----------|--------|------------|---------------------------------------|
| 4 | RS | H/L | H: Masukan Data, L: Masukan Instruksi |
| Penyemat | Simbol | Logika | Keterangan |
| 5 | R/W | H/L | H: Baca (Read), L: Tulis (Write) |
| 6 | E | H/L (L) | Enable Signal |
| 7 | DB0 | H/L | Data Bit 0 |
| 8 | DB1 | H/L | Data Bit 1 |
| 9 | DB2 | H/L | Data Bit 2 |
| 10 | DB3 | H/L | Data Bit 3 |
| 11 | DB4 | H/L | Data Bit 4 |
| 12 | DB5 | H/L | Data Bit 5 |
| 13 | DB6 | H/L | Data Bit 6 |
| 14 | DB7 | H/L | Data Bit 7 |
| 15 | V+ BL | - | Backlight 4-4,2 Volt ; 50-200 mA |
| 16 | V- BL | - | Backlight 0 Volt (ground) |

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa LCD mempunyai 8 bit data (*bidirectional bus*) dan 3 buah sinyal kontrol yaitu RS, R/W dan E. Ketiga sinyal kontrol tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. RS digunakan untuk memilih register yaitu register IR (*instruction register*) atau DR (data register)
2. R/W digunakan untuk memilih fungsi membaca atau menulis pada kedua register IR dan DR.
3. E digunakan untuk memberikan sinyal pada bahwa data akan ditulis atau dibaca ke register.

Mode pengiriman data antara mikrokontroler dengan LCD dapat dilakukan dengan mode transfer data 4 bit.

4.5.4 Mikrokontroler ATmega 328

Pada sistem pengendalian level ini digunakan Arduino uno sebagai pengolah data. Arduino uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHZ osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board arduino uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang terhubung dengan adaptor AC atau baterai untuk menjalankannya. Fungsi setiap pin ditunjukkan dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 Fungsi pin Arduino

| NO | Pin | Fungsi |
|----|-----|----------------------------------|
| 1 | Vin | Jalur masukan 5V seluruh sistem |
| 2 | GND | Jalur masukan GND seluruh sistem |
| 3 | 8 | Masukkan sensor limit switch1 |
| 4 | 9 | Masukkan sensor limit switch2 |
| 5 | 10 | Masukkan sensor limit switch3 |
| 6 | 11 | Keluaran indikator LED1 |
| 7 | 12 | Keluaran indikator LED2 |
| 8 | 13 | Keluaran indikator LED3 |
| 9 | 5 | PWM |
| 10 | 2 | Keluaran putaran motor |

4.6. Perancangan Kontroler

Pada bagian ini akan dibahas tentang perancangan sistem. Sistem yang dipergunakan yaitu kontroler *on-off*. Tujuan utama penggunaan umpan balik (feedback) pada kontroler *on-off* adalah untuk memperkecil kepekaan sistem terhadap variasi parameter dan gangguan yang tidak diharapkan, sehingga mampu memberikan respon yang lebih baik. Umpan balik yang dipergunakan berdasarkan respon sensor cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR). Pada aplikasinya kontroler *on-off* memiliki *differential gap* (DG). Besar kecilnya *differential gap* tergantung dari perancangan

sistem. Semakin kecil *differential gap* berarti controller *on-off* semakin cepat merespon, demikian juga sebaliknya semakin lebar *differential gap* maka controller *on-off* menjadi lambat untuk merespon. Apabila nilai *differential gap* semakin kecil maka hal ini tentunya akan mengakibatkan umur pemakaian komponen menjadi lebih singkat.

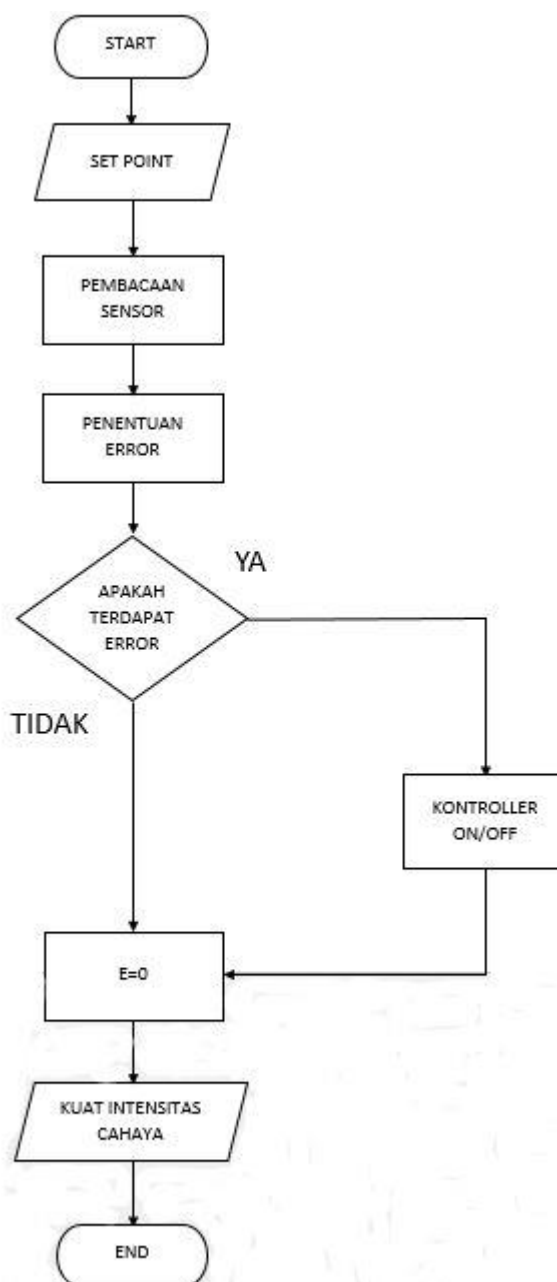
Nilai variabel yang digunakan untuk perancangan sistem ditunjukkan dalam Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Nilai Setpoint dan differential Gap

| Setpoint | Differential Gap | Satuan |
|-----------------|-------------------------|---------------|
| 250 | 12 | lux |

4.7. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Flowchart Keseluruhan Sistem

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

1. Pengujian sensor *light dependent resistor*
2. Pengujian LCD
3. Pengujian *driver* PWM L298N
4. Pengujian keseluruhan sistem

5.1. Pengujian Sensor *Light Dependent Resistor*

Dalam pengujian Sensor *Light Dependent Resistor* terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan, antara lain:

a. Tujuan

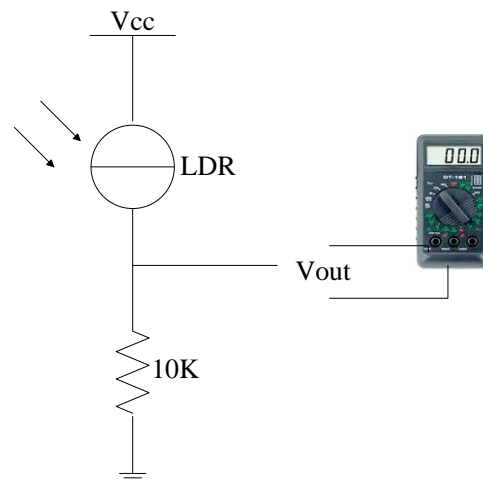
Mengetahui intensitas cahaya yang terbaca pada sensor intensitas cahaya *Light dependent Resistor* (LDR) telah sesuai dengan yang diinginkan

b. Peralatan yang digunakan

1. Sensor *light dependent resistor*.
2. Resistor 10K.
3. Voltmeter Digital.
4. Luxmeter Krisbow KW06-288.
5. Catu daya 5 volt.

c. Langkah pengujian

1. Merangkai peralatan seperti gambar 5.1.



Gambar 5.1. Pengujian light dependent resistor

2. Program intensitas cahaya berupa pembacaan data analog dari sensor yang dimasukkan ke dalam arduino
3. Luxmeter sebagai alat ukur untuk mendeteksi besar cahaya.
4. Mencatat dan menggambar data tegangan keluaran tiap 10 lux dari Vout.
5. Mengulangi pengujian sampai 3 kali untuk menghasilkan data yang presisi

d. Hasil Pengujian

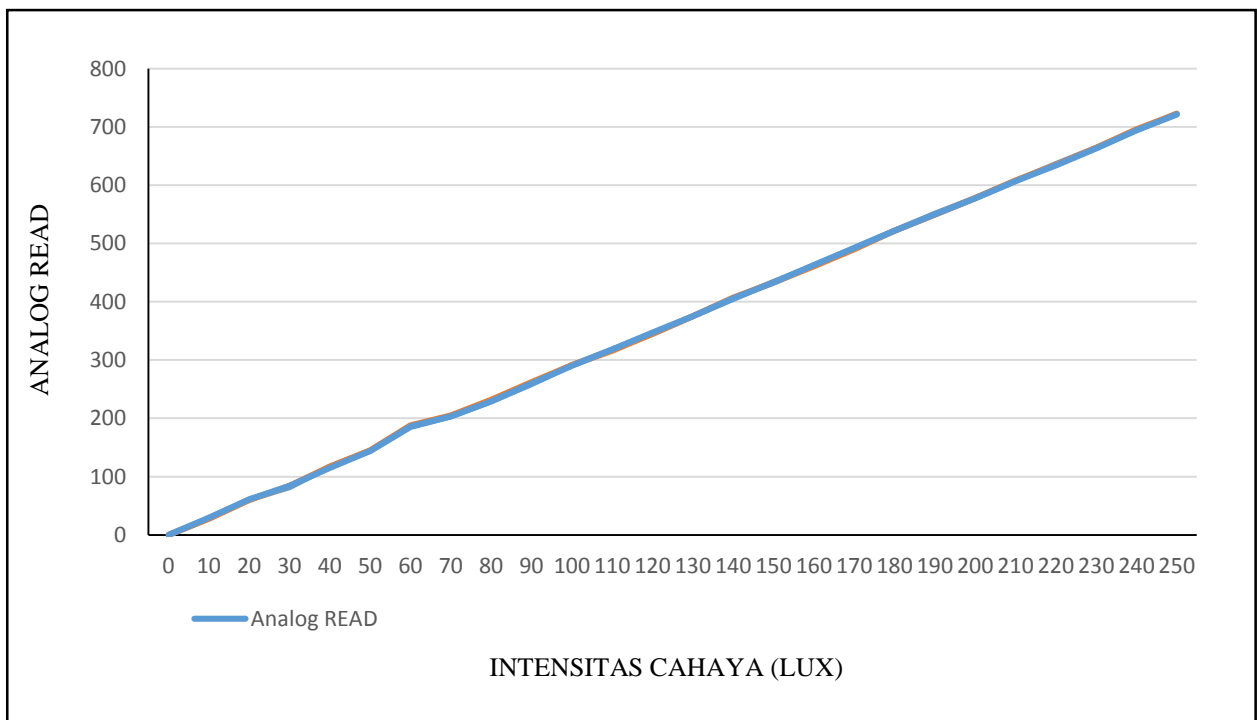
Setelah melakukan prosedur pengujian, didapatkan data hasil pengujian sensor LDR. Data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 5.1

Tabel 5.1. Data Hasil Pengujian *light dependent resistor*

| NO | LUX | PENGUJIAN SENSOR LDR KE- | | | |
|----|-----|--------------------------|-----|-----|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | RATA-RATA |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 10 | 28 | 28 | 30 | 28,67 |
| 3 | 20 | 61 | 60 | 61 | 60,67 |
| 4 | 30 | 82 | 84 | 84 | 83,33 |
| 5 | 40 | 117 | 117 | 115 | 116,33 |
| 6 | 50 | 144 | 145 | 144 | 144,33 |
| 7 | 60 | 185 | 188 | 186 | 186,33 |
| 8 | 70 | 203 | 205 | 203 | 203,66 |
| 9 | 80 | 229 | 232 | 229 | 230 |
| 10 | 90 | 259 | 262 | 260 | 260,33 |
| 11 | 100 | 291 | 291 | 290 | 290,66 |
| 12 | 110 | 318 | 316 | 318 | 317,33 |

| NO | LUX | PENGUJIAN SENSOR LDR KE - | | | |
|----|-----|---------------------------|-----|-----|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | RATA-RATA |
| 13 | 120 | 345 | 345 | 347 | 345,66 |
| 14 | 130 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| 15 | 140 | 405 | 407 | 406 | 406 |
| 16 | 150 | 434 | 433 | 433 | 433,33 |
| 17 | 160 | 462 | 461 | 463 | 462 |
| 18 | 170 | 492 | 490 | 492 | 491,33 |
| 19 | 180 | 522 | 522 | 522 | 522 |
| 20 | 190 | 551 | 549 | 550 | 550 |
| 21 | 200 | 578 | 578 | 577 | 577,67 |
| 22 | 210 | 607 | 608 | 607 | 607,33 |
| 23 | 220 | 636 | 635 | 634 | 635 |
| 24 | 230 | 664 | 664 | 663 | 663,67 |
| 25 | 240 | 694 | 696 | 694 | 694,67 |
| 26 | 250 | 723 | 722 | 721 | 722 |

Data dalam Tabel 5.1 merupakan hasil pengujian pada sensor LDR, apabila dibuat dalam bentuk grafik maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.2 di bawah



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Intensitas Cahaya (lux) dan Pembacaan Data Analog Arduino

Dari Tabel 5.1 dan gambar 5.2 dapat dilihat bahwa semakin bertambah intensitas cahaya maka data digital arduino semakin bertambah pula secara linier.

5.2 Pengujian *Range* Intensitas Cahaya Ruang Kuliah

Dalam pengujian Sensor *Light Dependent Resistor* terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan, antara lain:

a. Tujuan

Mengetahui range intensitas cahaya yang berasal dari lampu LED sebagai sumber cahaya pada ruang kuliah.

b. Peralatan yang digunakan

1. Miniatur Ruangan kuliah.
2. Luxmeter Krisbow KW06-288.
3. Lampu LED

c. Langkah Pengujian

1. Pengujian dilakukan di tempat gelap dan sumber cahaya hanya berasal dari lampu LED.
2. Mengukur dan mencatat intensitas cahaya pada ruangan kuliah saat jendela ruang kuliah tertutup penuh seperti pada gambar 5.3 dan pada saat jendela rumah kuliah terbuka penuh. seperti pada gambar 5.4.



Gambar 5.3.Kondisi Jendela Ruang Kuliah Tertutup Penuh



Gambar 5.4.Kondisi Jendela Ruang Kuliah Terbuka Penuh

d. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian di dapatkan intensitas cahaya pada ruang kuliah ketika jendela ruang kuliah tertutup penuh adalah 0 lux dan ketika jendela ruang kuliah terbuka penuh adalah 250 lux.

5.3 Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Dalam pengujian LCD terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan, antara lain:

a. Tujuan

Untuk mengetahui bahwa masing-masing pin pada port C mikrokontroler dapat mengirim data menuju LCD sesuai dengan program yang dibuat dan LCD dapat menampilkan data karakter dengan benar.

b. Peralatan yang digunakan

1. Arduino uno
2. LCD
3. Catu daya 5V

c. Langkah Pengujian

1. Membuat program dengan menggunakan *software* BascomAVR untuk menampilkan data karakter nama.
2. Menghubungkan pin LCD dengan mikrokontroler.
3. Meng-*upload* program ke dalam mikrokontroler.

d. Hasil Pengujian

Hasil pengujian LCD dapat dilihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.5. Tampilan Data Karakter Pada LCD

5.4 Pengujian Rangkaian *Driver* PWM

Dalam pengujian sistem dengan variasi *set Point* ini terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan, antara lain:

a. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan dan menguji kinerja sinyal respon dari *driver* motor terhadap sinyal masukan PWM yang diberikan oleh mikrokontroler.

b. Peralatan yang digunakan

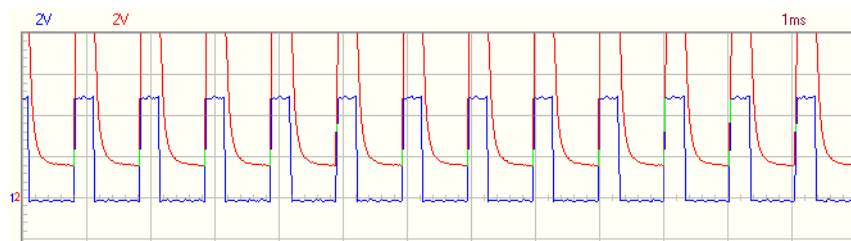
1. Ruang kuliah
2. Mikrokontroler Atmega328
3. *Driver* Motor L298N
4. Komputer
5. Program dan software BascomAVR.

c. Langkah Pengujian

1. Menghubungkan pin PWM pada mikrokontroler pada *driver* motor dan memberikan instruksi sinyal masukan *duty cycle* 0-100 %.
2. Pin instruksi sinyal PWM Mikrokontroler dihubungkan dengan *channel* 1 pada osiloskop
3. Pin motor DC pada *driver* L298N dihubungkan dengan *channel* 2 osiloskop.
4. Memasukkan hasil pengujian ke dalam tabel 5.2

d. Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil Pengujian sinyal PWM mikrokontroler dan keluaran driver motor L298N dengan menggunakan Osiloskop Velleman PCSU1000 dan tampilan program *waveform* parameter dengan *duty cycle* 30% ditunjukkan dalam Gambar 5.6 dan Gambar 5.7

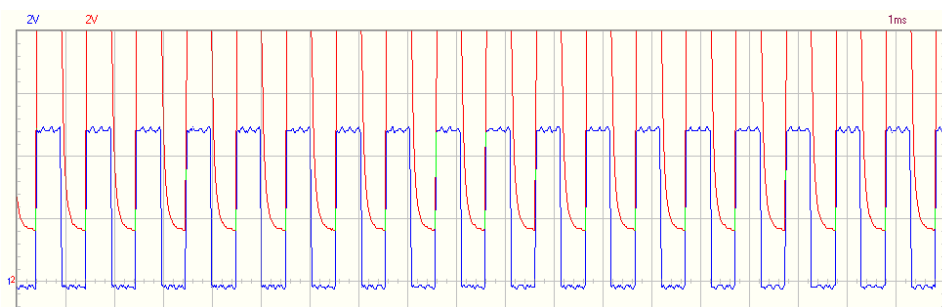


Gambar 5.6 Sinyal Respon driver L298N terhadap sinyal PWM 30%

| Amplitude: | CH1 | CH2 |
|--|-----------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> DC Mean | 1.31 V | 3.94 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Max | 4.94 V | 7.94 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Min | -0.25 V | 1.44 V |
| <input checked="" type="checkbox"/> Peak-to-Peak | 5.19 V | 6.50 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> High | 4.88 V | 7.94 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Low | -0.13 V | 1.56 V |
| <input checked="" type="checkbox"/> Amplitude | 5.00 V | 6.38 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC RMS | 2.30 V | 2.88 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC dBV | 7.22 dBV | 9.19 dBV ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC dBm | 9.44 dBm | 11.4 dBm ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC+DC RMS | 2.67 V | 4.90 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC+DC dBV | 8.53 dBV | 13.8 dBV ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC+DC dBm | 10.8 dBm | 16.0 dBm ?? |
| Timing: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Duty Cycle | 30.1 % | 35.5 % ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Positive Width | 0.308 ms | 0.363 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Negative Width | 0.715 ms | 0.660 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Rise Time | 0.000 ms | 0.000 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Fall Time | 0.000 ms | 0.136 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Period | 1.02 ms | 1.02 ms |
| <input checked="" type="checkbox"/> Frequency | 0.977 kHz | 0.977 kHz |
| <input checked="" type="checkbox"/> Phase | 22.1 deg | -22.1 deg |

Gambar 5.7 Tampilan Program Waveform Parameter Osiloskop Velleman PCSU 1000 dari Sinyal PWM dan Respon driver L298N dengan duty cycle 30%

Hasil pengujian sinyal PWM dari mikrokontroler dan respon dari driver motor L298N dengan duty cycle 50% ditunjukkan pada Gambar 5.8 serta tampilan waveform parameter dengan duty cycle 50% ditunjukkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Sinyal Respon Driver L298N terhadap sinyal PWM 50%

| Amplitude: | <input checked="" type="checkbox"/> CH1 | <input checked="" type="checkbox"/> CH2 |
|--|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> DC Mean | 2.31 V | 5.19 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Max | 4.94 V | 7.94 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Min | -0.30 V | 1.50 V |
| <input checked="" type="checkbox"/> Peak-to-Peak | 5.31 V | 6.44 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> High | 4.81 V | 7.94 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Low | -0.19 V | 1.63 V |
| <input checked="" type="checkbox"/> Amplitude | 5.00 V | 6.31 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC RMS | 2.50 V | 2.94 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC dBV | 7.98 dBV | 9.36 dBV ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC dBm | 10.2 dBm | 11.6 dBm ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC+DC RMS | 3.42 V | 6.00 V ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC+DC dBV | 10.7 dBV | 15.6 dBV ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC+DC dBm | 12.9 dBm | 17.8 dBm ?? |
| Timing: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Duty Cycle | 50.0 % | 55.0 % ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Positive Width | 0.511 ms | 0.563 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Negative Width | 0.512 ms | 0.460 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Rise Time | 0.000 ms | 0.000 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Fall Time | 0.000 ms | 0.128 ms ?? |
| <input checked="" type="checkbox"/> Period | 1.02 ms | 1.02 ms |
| <input checked="" type="checkbox"/> Frequency | 0.977 kHz | 0.977 kHz |
| <input checked="" type="checkbox"/> Phase | 11.8 deg | -11.8 deg |

Gambar 5.9 Tampilan Program Waveform Parameter Osiloskop Vellemen PCSU1000 dari sinyal PWM dan Respon driver L298N dengan dutycycle 50%

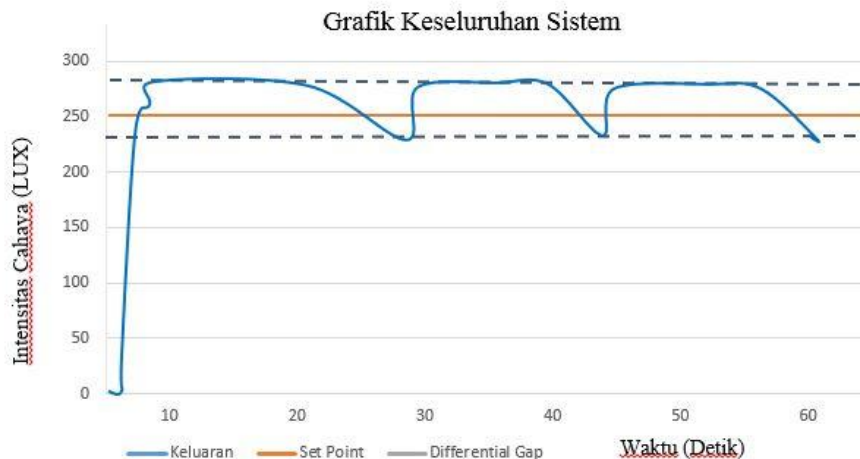
Hasil pengujian rangkaian driver ditunjukkan dalam Tabel 5.2

| <i>Duty cycle</i> (PWM MK) | Duty Cycle (PWM driver) | Duty Cycle (delta error) |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 10,4% | 15,9% | 5,5% |
| 20,5% | 25,8% | 5,3% |
| 30,1% | 35,5% | 5,4% |
| 40,4% | 45,6% | 5,2% |
| 50% | 55% | 5% |
| 60,6% | 65,4% | 4,8% |
| 72% | 76,9% | 4,9% |
| 81,3% | 85,9% | 4,6% |
| 88,6 | 92,4% | 3,8% |
| 95% | 97,5% | 2,5% |
| Selisih rata-rata duty cycle | | 4,7% |

Berdasarkan Tabel 5.2, terdapat selisih rata-rata *duty-cycle* keluaran *driver* dengan mikrokontroler sebesar 4,7 %. Hal ini disebabkan karena adanya *delay* pada seluruh rangkaian. Selisih rata-rata sebesar 4,7% bagus karena tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap kinerja sistem, sehingga dapat disimpulkan driver motor L298N dapat bekerja dengan baik

5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui hasil respon sistem dari perangkat keras dan perangkat lunak dengan menggunakan kontroler *on-off*. Implementasi kontroler *on-off* dengan menggunakan 2 batas posisi, yaitu batas atas dan batas bawah menghasilkan respon yang ditunjukkan dalam Gambar 5.10:



Gambar 5.10 Grafik Respon Sistem Keseluruhan

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan, diperoleh kinerja sistem antara lain:

1. t_s (*settling time*) yaitu waktu yang diperlukan sistem untuk mencapai nilai akhir ketika *steady*. t_s berdasarkan pengujian adalah 30 detik. *Settling time* didapat ketika level telah mencapai 255 lux dengan asumsi bahwa pada lux tersebut memiliki toleransi kurang dari 5% (2,5%) sehingga masih memenuhi syarat penentuan t_s .
2. Level tertinggi dari hasil pengujian keseluruhan sistem adalah 262 lux dan respon yang dihasilkan mampu mempertahankan level selama 270 detik atau 4,5 menit pada rentang level 262-246 lux

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan data hasil respon keluaran sistem dengan kontroler on-off yaitu settling time yang didapatkan berdasarkan pengujian adalah 30 detik dan level tertinggi adalah 262 lux dan level terendah 246 lux.

5.6 Pengujian Tanggapan Sistem Dengan Gangguan

Dalam pengujian sistem terhadap gangguan ini terdapat beberapa aspek yang diperhatikan, antara lain:

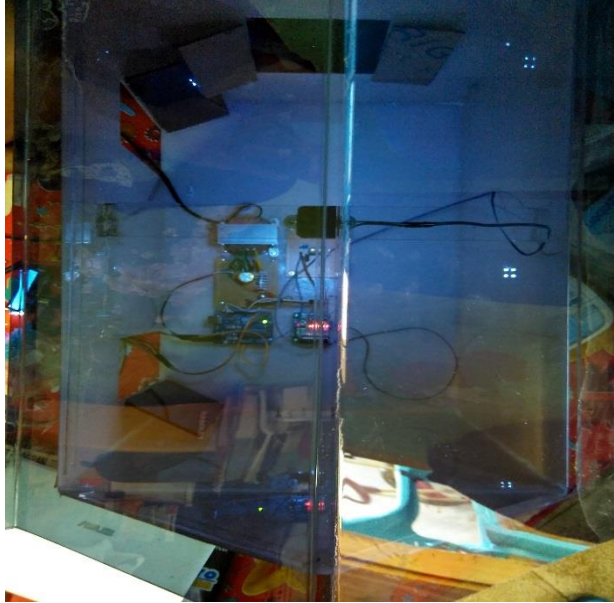
a. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana daya tahan sistem terhadap gangguan luar.

b. Peralatan yang digunakan

1. Ruang Kuliah
2. Mikrokontroler Atmega 328

3. Driver motor L298N
4. Kertas Putih
5. Komputer
6. Program dan software Bascom AVR.



Gambar 5.11. Rangkaian Elektrik Sistem Keseluruhan



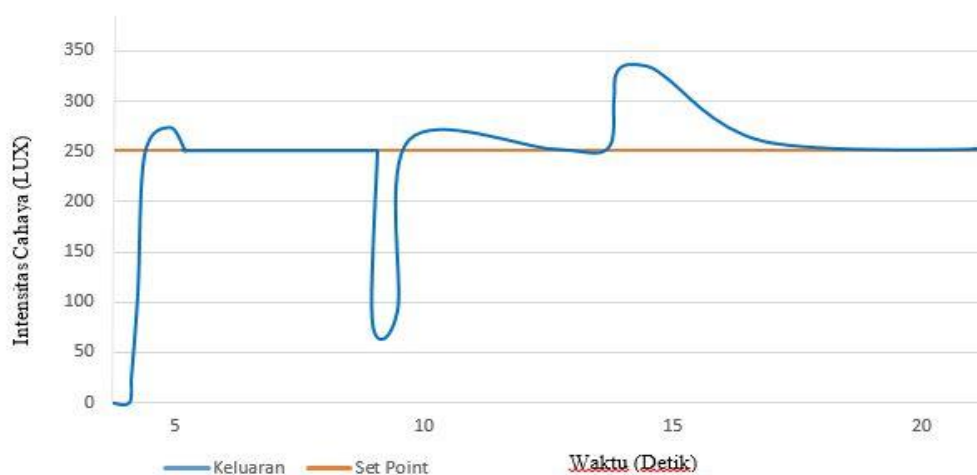
Gambar 5.12. Miniatur Ruang Kuliah

c. Langkah Pengujian

1. Merangkai Komponen elektrik seperti Gambar 5.11. Kemudian komponen elektrik tersebut ditempatkan di dalam miniatur ruang kuliah pada Gambar 5.12
2. Menentukan *setpoint* sebesar 250 lux dan melihat respon sistemnya.
3. Pengambilan data awal dilakukan saat jendela ruang kuliah ditutup atau saat tegangan sensor 0 v.
4. Memberikan gangguan berupa penghalang cahaya yang berasal dari kertas putih pada detik ke 9 dan melepaskan penghalang cahaya pada detik ke 13
5. Data yang disampling ditampilkan pada LCD dan dicatat.

d. Hasil Pengujian

Setelah melakukan prosedur pengujian, didapatkan data hasil pengujian sistem keseluruhan dengan kontroler *on-off* dan diberi gangguan. Hasil dapat dilihat pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik Tanggapan Sistem Terhadap Gangguan Luar

Pada saat detik ke 9 gangguan diberikan dengan mendekatkan kertas di atas sensor *ldr*, hasil yang terjadi adalah intensitas cahaya pada ruang kuliah turun hingga 68 lux. Kemudian intensitas cahaya pada ruang kuliah sensor normal kembali di detik 12,5. Pada saat kertas penghalang diambil saat detik ke 14 terjadi kenaikan intensitas

cahaya hingga 90 lux dan intensitas cahaya pada ruang kuliah akan kembali normal di detik ke 17.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat yang telah dilakukan, maka didapatkan:

1. Jangkauan Intensitas cahaya pada ruang kuliah ini adalah 0-250 *lux*. Intensitas cahaya 0 *lux* terjadi saat jendela ruang kuliah tertutup penuh dan intensitas cahaya 250 *lux* terjadi saat jendela ruang kuliah terbuka penuh. Sumber cahaya hanya berasal dari lampu led yang berada pada bagian atas miniatur ruang kuliah.
2. Sistem dapat mempertahankan level dengan settling time (*ts*) selama 30 detik dan respon yang dihasilkan mampu mempertahankan level selama 270 detik atau 4,5 menit. Kemudian ketika diberikan gangguan berupa penghalang cahaya sistem membutuhkan waktu kurang dari 2,5s untuk kembali ke nilai referensi. Ketika penghalang intensitas cahaya diambil maka sistem membutuhkan waktu 3s untuk kembali ke nilai referensi.

6.2. Saran

Dalam Perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kekurangan. Untuk memperbaiki kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut disarankan :

1. Disarankan untuk menambahkan faktor yang mempengaruhi intensitas cahaya pada ruang kuliah seperti daya serap, besar ruangan, jumlah sensor dan warna dinding.
2. Disarankan untuk melakukan pengontrolan dengan metode selain *On-Off*

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Data sheet ATmega328*

Anonim. *Datasheet LCD M1632*

Anonim. *National Data Acquisition Data Book, 1995*

Bishop, O., 2002, *Dasar-Dasar Elektronika*, Erlangga, Jakarta

Coughlin, Robert F. 1982. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*, Jakarta: Erlangga.

Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co:1996)

Kismet F, 1994

Malvino, AP. 1987. *Prinsip-prinsip Elektronika, Jilid 2, Cetakan ketiga*, terjemahan Prof. M. Barmawi, Ph.D, M.O Tjia, Ph.D. Jakarta : Erlangga.

Ogata, K. 1997. *Teknik Kontrol Automatik*. Jakarta: Erlangga.

Tooley, Mike. 2002. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta. Penerbit Erlangga.

Hidayat, Arief Rahman.2015.*Pengendalian Level Air pada destilasi Air Laut Menggunakan Kontroler ON-OFF*. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Alfido.2015.*Sistem Pengaturan Intensitas Cahaya Dengan Perekayasaan Kondisi Lingkungan Pada Rumah Kaca*. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

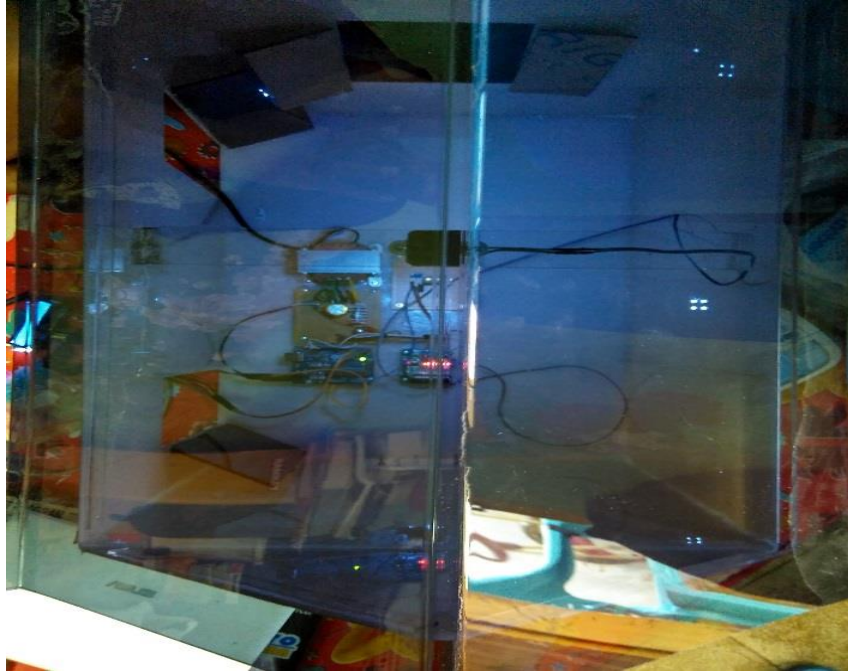
LAMPIRAN I FOTO ALAT



Gambar Alat Tampak Depan



Gambar Alat Tampak Samping



Gambar Rangkaian Elektrik Sistem Di Dalam Rumah Kaca

LAMPIRAN II

Listing Program

```

$regfile = "8535def.dat"
$crystal = 11059200
$eeprom

Config Timer1 = Pwm , Pwm = 10 , Prescale = 64 , Compare A Pwm = Clear Up ,
Compare B Pwm = Clear Up      'pwm dengan settingan fast pwm 10 bit
'inisialisasi adc
  Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
'inisialisasi lcd
  Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.2 , Db5 = Portc.3 , Db6 = Portc.4 , Db7 = Portc.5 ,
  E = Portc.1 , Rs = Portc.0
  Config Lcd = 16 * 2 : Cursor Off

'pendefinisian pin mikro
Config Portb = Input
Portb = 255
Config Portd = Output
'alias tombol
Sw_ok Alias Pinb.3
Sw_cancel Alias Pinb.2
Sw_down Alias Pinb.1
Sw_up Alias Pinb.0

'deklarasi variabel eeprom
Dim Kp_eprom As Eram Integer
Dim Ki_eprom As Eram Integer
Dim Kd_eprom As Eram Integer
Dim Ts_eprom As Eram Integer
Dim Sp_kecepatan_eprom As Eram Integer
Dim Sp_kecepatan As Integer
Dim Ts As Integer
Dim Kp As Integer
Dim Ki As Integer
Dim Kd As Integer
Dim Sv As Integer
Dim Error As Integer
Dim Last_error As Integer
Dim Pv As Integer
Dim P As Integer
Dim Pd As Integer
Dim Pid As Integer
Dim Pwm As Integer

```

```

Dim Pwmm As Integer
Dim Pwm_eprom As Eram Integer
Dim I1 As Integer
Dim I2 As Integer
Dim I3 As Integer
Dim I As Integer
Dim D1 As Integer
Dim D2 As Integer
Dim D3 As Integer
Dim D As Integer
Dim Sensor As Word
Dim Konversi_sensor As Byte
Dim Data1 As Byte
Dim Menu As Byte
Dim Dataadc As Integer , Channel As Byte

```

```
'deklarasi subrutin
```

```
'-----
Declare Sub Baca_sensor()
Declare Sub Putar_kiri()
Declare Sub Putar_kanan()
Declare Sub Berhenti()
Declare Sub Putar_kiri_pelan()
Declare Sub Putar_kanan_pelan()
Declare Sub Hitung_pid()

```

```

Cls
Home
Lcd "ADC LDR"
Waitms 1500
Lowerline
Lcd "alfido brawijaya"
Waitms 1500

```

```

Menu_utama:
Menu = 0
Cls
Home : Lcd "'menu'<<<<^>>>>"
Lowerline
Lcd "Please choice"
Do
If Sw_up = 0 Then : Waitms 250 : Menu = 1
End If
If Sw_down = 0 Then : Waitms 250 : Menu = 2
End If
If Sw_cancel = 0 Then : Waitms 150 : Gosub Menu_utama
End If
If Menu = 1 Then : Locate 2 , 1 : Lcd "SetRumahkaca"

```

```

If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_kp : End If
End If
If Menu = 2 Then : Locate 2 , 1 : Lcd "Go..Ready?"
If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Go : End If
End If
Loop

```

```

Cls
'-----
Menu_kp:
Do
Kp = Kp_eprom
If Sw_up = 0 Then : Incr Kp : Waitms 10
End If
If Sw_down = 0 Then : Decr Kp : Waitms 10
End If
If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_ki
End If
If Sw_cancel = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_utama
End If
If Kp > 50 Then : Kp = 0 : Waitms 10
End If
If Kp < 0 Then : Kp = 50 : Waitms 10
End If

Home : Lcd "Tuning PID ^,^ " : Locate 2 , 1 : Lcd "KP:" : Locate 2 , 4 : Lcd "      " :
Locate 2 , 4 : Lcd Kp : Waitms 100
Kp_eprom = Kp
Loop

```

```

'-----
Menu_ki:
Do
Ki = Ki_eprom
If Sw_up = 0 Then : Incr Ki : Waitms 10
End If
If Sw_down = 0 Then : Decr Ki : Waitms 10
End If
If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_kd
End If
If Sw_cancel = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_kp
End If
If Ki > 20 Then : Ki = 0 : Waitms 10
End If
If Ki < 0 Then : Ki = 20 : Waitms 10
End If
Home : Lcd "Tuning PID ^,^ " : Locate 2 , 1 : Lcd "KI:" : Locate 2 , 4 : Lcd "      " :
Locate 2 , 4 : Lcd Ki : Waitms 100

```

```
Ki_eprom = Ki
Loop
```

```
'-----
```

```
Menu_kd:
Do
Kd = Kd_eprom
If Sw_up = 0 Then : Kd = Kd + 5 : Waitms 10
End If
If Sw_down = 0 Then : Kd = Kd - 5 : Waitms 10
End If
If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_ts
End If
If Sw_cancel = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_ki
End If
If Kd > 150 Then : Kd = 0 : Waitms 10
End If
If Kd < 0 Then : Kd = 150 : Waitms 10
End If
Home : Lcd "Tuning PID ^,^ " : Locate 2 , 1 : Lcd "KD:" : Locate 2 , 4 : Lcd " " :
Locate 2 , 4 : Lcd Kd : Waitms 100
Kd_eprom = Kd
Loop
```

```
'-----
```

```
Menu_ts:
Do
Ts = Ts_eprom
If Sw_up = 0 Then : Ts = Ts + 100 : Waitms 10
End If
If Sw_down = 0 Then : Ts = Ts - 100 : Waitms 10
End If
If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_sp_kecepatan
End If
If Sw_cancel = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_kd
End If
If Ts > 1000 Then : Ts = 0 : Waitms 10
End If
If Ts < 0 Then : Ts = 1000 : Waitms 10
End If
Home : Lcd "TimeSampling(ms)" : Locate 2 , 1 : Lcd "TS:" : Locate 2 , 4 : Lcd " " :
Locate 2 , 4 : Lcd Ts : Waitms 100
Ts_eprom = Ts
Loop
```

```
'-----
```

```
Menu_sp_kecepatan:
```

```

Do
Sp_kecepatan = Sp_kecepatan_eprom
If Sw_up = 0 Then : Sp_kecepatan = Sp_kecepatan + 50 : Waitms 10
End If
If Sw_down = 0 Then : Sp_kecepatan = Sp_kecepatan - 50 : Waitms 10
End If
If Sw_ok = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Go
End If
If Sw_cancel = 0 Then : Waitms 250 : Gosub Menu_ts
End If
If Sp_kecepatan > 900 Then : Sp_kecepatan = 400 : Waitms 5
End If
If Sp_kecepatan < 400 Then : Sp_kecepatan = 900 : Waitms 5
End If
Home : Lcd "Set keceptan ^_^ " : Locate 2 , 1 : Lcd "          " : Locate 2 , 1 : Lcd
Sp_kecepatan : Waitms 100
Sp_kecepatan_eprom = Sp_kecepatan
Loop

```

```

'-----
Go:
Kp = Kp_eprom
Ki = Ki_eprom
Kd = Kd_eprom
Sp_kecepatan = Sp_kecepatan_eprom
Ts = Ts_eprom

```

```

Cls
Locate 2 , 5 : Lcd "Ready..!!"
Locate 1 , 8 : Lcd "-" : Waitms 150
Locate 1 , 8 : Lcd "3" : Waitms 150
Locate 1 , 8 : Lcd "2" : Waitms 150
Locate 1 , 8 : Lcd "1" : Waitms 150
Locate 1 , 8 : Lcd "-" : Waitms 150
Cls
Locate 2 , 7 : Lcd "GO.." : Waitms 200

```

```

Cls

```

```

Do
Sv = 822
Call Baca_sensor()
If Pv = Sv Then
Pv = 0
Call Berhenti()
End If
If Pv < Sv Then
Pv = 600
Call Putar_kiri()

```

```

End If
If Pv > Sv Then
Pv = 840
Call Putar_kanan()
End If
If Pv >= 750 Then
Pv = 800
Call Putar_kiri_pelan()
End If
If Pv >= 850 Then
Pv = 850
Call Putar_kanan_pelan()
End If

```

```

Locate 1 , 1
Lcd "SP="
Locate 1 , 4
Lcd Sv
Locate 2 , 1
Lcd "PV="
Locate 2 , 4
Lcd Dataadc
Locate 2 , 13
Lcd Pwm1a

```

```

Waitms Ts
Loop
End

```

```

Sub Hitung_pid()
Error = Sp - Pv
'proportional control
P = Kp * Error
' Integrativ Control
I1 = Error + Last_error
I2 = I1 / 2
I = Ki * I2
' Derivative Control
D1 = Kd * 10
D2 = Error - Last_error
D = D1 * D2

'error lampau
Last_error = Error
'proportional-derivative control
Pd = P + D
'proportional-integrativ-derivative control

```

```
Pid = Pd + I  
Pwm1a = Sp_kecepatan + Pid
```

```
End Sub
```

```
Sub Baca_sensor()  
Start Adc  
Dataadc = Getadc(1)  
Pv = Dataadc  
End Sub
```

```
Sub Putar_kiri()  
Portd.0 = 0  
Portd.1 = 1  
Call Hitung_pid()  
End Sub
```

```
Sub Putar_kanan()  
Portd.0 = 1  
Portd.1 = 0  
Call Hitung_pid()  
End Sub
```

```
Sub Berhenti()  
Portd.0 = 0  
Portd.1 = 0  
Pwm1a = 0  
End Sub
```

```
Sub Putar_kiri_pelan()  
Portd.0 = 0  
Portd.1 = 1  
Call Hitung_pid()  
Pwm1a = Pwm1a / 4  
End Sub
```

```
Sub Putar_kanan_pelan()  
Portd.0 = 1  
Portd.1 = 0  
Call Hitung_pid()  
Pwm1a = Pwm1a / 4  
End Sub
```