

PENGENDALIAN INTENSITAS CAHAYA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID ANALOG

Laporan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi
Persyaratan memperoleh gelar ahli Madya(A.Md).

Disusun Oleh:

**Wahyudi
(2303210592)**



**D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia
2008**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : **Wahyudi**
NPM : 2303210592
Jurusan : Instrumentasi Elektronika dan Industri
Pembimbing : **Drs. Arief Sudarmaji, M.T**
Tanggal Sidang : 27 Desember 2007
Judul : Pengendalian Intensitas Cahaya Menggunakan Pengendali PID Analog

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ Pengendalian Intensitas Cahaya Menggunakan Pengendali P.I.D Analog “ ini telah diperiksa ,disetujui dan disahkan sebagai Tugas Akhir pada program studi D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

PEMBIMBING

Drs. Arief Sudarmaji, M.T

PENGUJI 1**PENGUJI 2****PENGUJI 3**

Drs.Lingga Hermanto, M.Si.

Surya Darma, M.Si.

Drs.Supriyanto, S.Si.

ABSTRAK

Telah dibuat alat simulasi pengendalian intensitas cahaya (lampu 12 V) dalam suatu ruang (kotak hitam).dimana intensitas cahaya tersebut terkendali pada suatu intensitas yang telah ditentukan dengan menggunakan sistem pengendali P.I.D Analog, Simulasi dilakukan dengan memberikan intensitas yang diinginkan selanjutnya diberikan pula intensitas cahaya lain sebagai intensitas cahaya gangguan dengan Amplitudo dan Frekuensi yang berbeda pada masing-masing bentuk sinyal gangguan .



KATA PENGANTAR

Saya ucapkan Puji syukur atas karunia Allah SWT akhirnya usaha pembuatan tugas akhir ini tercapai. tujuan dari pembuatan laporan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan dalam program Diploma 3 pada Program Studi Fisika Instrumentasi Elektronika dan Industri, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Selama mengerjakan tugas akhir ini, saya banyak mendapat bantuan berbagai pihak, pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada

1. Yang pertama dan yang utama Allah SWT (tiada tuhan selain Engkau) yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya.
2. Kedua orang tua ku ,seluruh kakak yang telah mendukung terutama secara materi dan doa ,yang dengan kesabaran dan dedikasinya selalu mendukung .semoga tuhan membalas segala kebajikan kalian,amin....
2. Drs.Arief Sudarmaji, M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan atas segala kesabarannya,semoga tuhan membalas kebajikan anda,amin....
3. Dosen-dosen yang telah memberikan banyak ilmu ,dan memberikan segala pengetahuan dan pengalamannya. semoga tuhan membalas segala kebajikan kalian,amin....
4. Seluruh teman-teman angkatan 2003 :arif gondrong,jeferson dan lainnya, 2002 ,2004 terutama banu,sista abeng,guntara ,syamsul,yamidi wedus dan lainnya yang tidak dapat saya sebutkan seluruhnya,semoga kesuksesan selalu bersama kita.

Akhir kata semoga penulisan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi saya dan umumnya bagi para pembaca.

Depok, Januari 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Deskripsi Singkat	2
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TEORI DASAR	5
2.1. Pengendalian secara umum.....	5
2.1.1 Open Loop Control System	5
2.1.2 Closed Loop Control System.....	6
2.2. Pengendalian dengan metode PID.....	6
2.3 Operational Amplifier.....	16
2.3.1. Ideal Op-Amp	16
2.3.2. Ideal Inverting Amplifier	17
2.3 3. Non Ideal Op-Amp	17

2.3.4. karakteristik Op-amp.....	18
2.3.5 Catu daya Op-Amp.....	18
2.3.6. Rangkaian Op-AMP Dalam Instrumentasi	19
2.4 Pulse Width Modulation (PWM)	27
2.5. Cahaya	29
2.5.1 Sumber-sumber Cahaya	29
2.5.2. Sifat dan Penjalaran Cahaya.....	29
2.6 Sensor optik (OPT 101).....	30
2.6.1 karakteristik dan prinsip kerja OPT 101.....	31
2.6.2 Rangkaian OPT 101.....	32
BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA	35
3.1 Perancangan sensor.....	35
3.2. Perancangan Rangkaian sumber cahaya	38
3.3. Perancangan power supply.....	39
3.4. Perancangan pengendali (<i>Analog PID</i>).....	40
3.5. Perancangan Plant (<i>Light Systems</i>).....	41
3.6. Perancangan Set Poin.....	43
3.7. Perancangan sistem secara keseluruhan.....	44
BAB 4. ANALISA DATA.....	45
4.1. Hubungan nilai Set Poin (SP) dengan Plant (OPT 101 (Volt)) tanpa proses pengendalian.....	45
4.2 Hubungan nilai set poin (SP) dengan Plant (OPT 101(Volt)) setelah proses pengendalian.....	47
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Diagram Pengendalian Proporsional
- Gambar 2.2 Kurva Sinyal Kesalahan
- Gambar 2.3 Hubungan antara besaran kesalahan dengan pengendali integral
- Gambar 2.4 Blok Diagram Pengendali Difrensial
- Gambar 2.5 Kurva hubungan input –output pengendali difrensial
- Gambar 2.6 Grafik Respon Pengendali P.I.D Struktur Paralel
- Gambar 2.7 Grafik Respon Pengendali P.I.D Struktur Seri
- Gambar 2.8 Grafik Respon Pengendali P.I.D Struktur Mix
- Gambar 2.9 Blok Diagram Pengendali P.I.D
- Gambar 2.10 Hubungan Dalam Fungsi Waktu antara Sinyal Keluaran dengan Masukan
- Gambar 2.11 OP-AMP
- Gambar 2.12 Ideal Inverting Amplifier
- Gambar 2.13 Offset Op-Amp
- Gambar 2.14 Voltage Follower
- Gambar 2.15 Summing Amplifier
- Gambar 2.16 Non Inverting Amplifier
- Gambar 2.17 Differential Amplifier
- Gambar 2.18 Instrumentasi Amplifier Voltage Follower
- Gambar 2.19 Kompensasi Input Offset
- Gambar 2.20 Tegangan ke Arus
- Gambar 2.21 Arus ke Tegangan
- Gambar 2.22 Penguat Differensial
- Gambar 2.23a Diagram schematic simbol Op-Amp
- Gambar 2.23b Diagram Blok Op-Amp
- Gambar 2.24 Sinyal PWM dengan duty cycle 50%

Gambar 2.25 Sinyal PWM dengan duty cycle 10%

Gambar 2.26 Pembandingan Sinyal Generator dan Sinyal Referensi

Gambar 2.27 Rangkaian Internal OPT 101

Gambar 2.28 OPT 101 Tampak Atas

Gambar 2.29 Rangkaian Sensor Menggunakan OPT 101

Gambar 3.1 Perancangan Posisi Sensor

Gambar 3.2 Rangkaian skematik sensor menggunakan OPT 101

Gambar 3.3 Rangkaian Skematik Sumber Cahaya

Gambar 3.4 Skematik Perancangan Power Supply

Gambar 3.5 Tampilan Luar Power Supply

Gambar 3.6 Skematik Perancangan Pengendali (P.I.D Analog)

Gambar 3.7 Tampilan Luar Pengendali

Gambar 3.8 Skematik Perancangan Plant

Gambar 3.9 Tampilan luar Plant

Gambar 3.10 Skematik Perancangan Set Point

Gambar 3.11 Tampilan luar Set Point

Gambar 3.12 Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

Gambar 4.1 Grafik hubungan Set point dengan output Plant Tanpa proses pengendalian

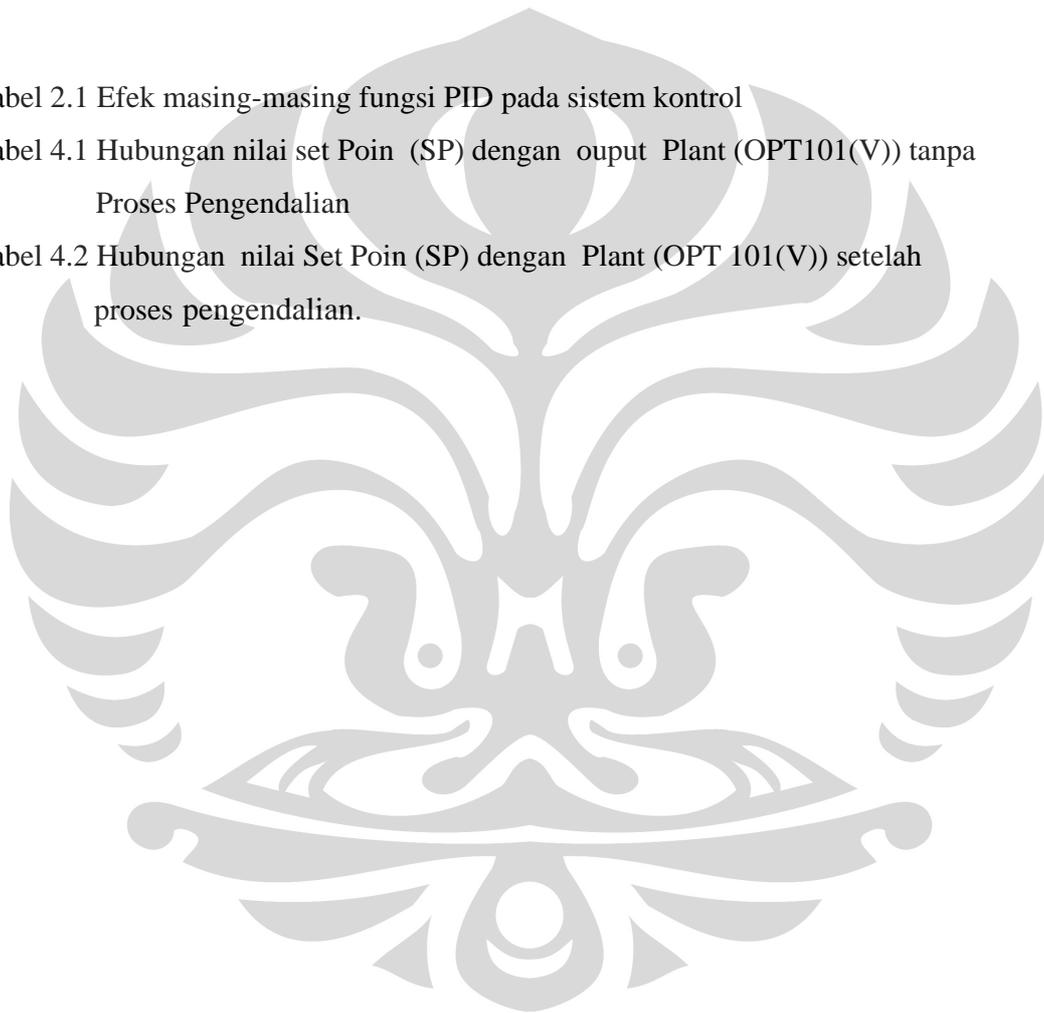
Gambar 4.2 Grafik hubungan Set point dengan output Plant setelah proses pengendalian

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek masing-masing fungsi PID pada sistem kontrol

Tabel 4.1 Hubungan nilai set Poin (SP) dengan ouput Plant (OPT101(V)) tanpa Proses Pengendalian

Tabel 4.2 Hubungan nilai Set Poin (SP) dengan Plant (OPT 101(V)) setelah proses pengendalian.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada kondisi atau suatu ruang tertentu yang tertutup . diperlukan intensitas cahaya dengan intensitas tertentu yang terkendali walau dengan adanya intensitas cahaya lain (disturbance light intensity) yang dapat merubah intensitas cahaya awal yang diinginkan .intensitas cahaya gangguan tersebut dapat berasal dari berbagai sumber dengan bentuk serta amplitudo dan frekuensi yang bermacam-macam . hal tersebut diatas semisalnya adalah pada suatu ruangan yang dipergunakan oleh banyak orang , dimana dengan memperhatikan faktor kapasitas ruangan yang ada maka haruslah intensitas cahaya penerangan sesuai dengan proporsinya,dimana intensitasnya harus sesuai dengan peruntukan ruangan tersebut dan tidak lupa memperhatikan faktor kenyamanan dan terlebih lagi tidak mengganggu kesehatan mata bagi bagi orang yang menggunakan ruangan tersebut. Dan Sumber Cahaya lain yang dapat merubah intensitas cahaya awal yang diinginkan dapat bersumber dari berbagai hal,misalnya adalah peralatan elektronik yang dapat mengeluarkan cahaya seperti computer ,televi, over head projector dan sebagainya. Namun perlu diperhatikan pula untuk besarnya amplitude intensitas gangguan tidaklah jauh lebih besar dari intensitas dari harga yang diinginkan hal tersebut dikarenakan pengendali tidak dapat mengkompensasi besarnya intensitas cahaya gangguan yang terlewat besar dari intensitas cahaya yang telah ditetapkan .dilain pihak dalam perancangan suatu ruangan tersebut juga sebelumnya diperhatikan hal-hal apa saja yang dapat mengganggu atau menambah intensitas yang diinginkan dalam ruangan tersebut ,dimana harus sesuai dengan peruntukannya.Akhirnya diperlukan suatu sistem pengendali ,dimana intensitas cahaya yang diinginkan terjaga sesuai dengan intensitas yang diinginkan walau terdapat sumber intensitas cahaya lain yang dapat merubah intensitas cahaya yang diinginkan pada ruang tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu simulasi sistem pengendali intensitas cahaya lampu, dimana intensitas cahaya lampu tersebut dijaga pada intensitas tertentu walau adanya intensitas cahaya lain yang mempengaruhi, sistem pengendali yang dipergunakan adalah Pengendali P.I.D Analog.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi ruang lingkup pada Perancangan pengendali menggunakan sistem pengendali P.I.D Analog untuk mengendalikan intensitas cahaya lampu pada intensitas tertentu walau terdapat intensitas cahaya lain yang dapat mempengaruhi intensitas cahaya yang diinginkan .

1.4 Deskripsi Singkat

Perancangan alat simulasi pengendalian intensitas cahaya lampu tersebut, menggunakan 2 buah lampu DC 12V yang berada pada suatu ruangan tertutup (kotak hitam yang terisolasi dari intensitas cahaya luar) .dimana satu buah lampu dipergunakan sebagai sumber intensitas cahaya yang dikendalikan (controlled light). dan lampu yang lain dipergunakan sebagai sumber intensitas cahaya yang mengganggu (disturbance light).

Selanjutnya ,dengan adanya intensitas cahaya lampu gangguan tersebut (disturbance lamp),otomatis intensitas cahaya dalam kotak tersebut tidak lagi sesuai dengan intensitas yang diinginkan. Lalu perubahan intensitas tersebut (variable proses,PV) diindera oleh sensor optik (OPT 101),selanjutnya data yang dicuplik oleh sensor tersebut selanjutnya dibandingkan dengan suatu nilai tetapan (Set Point, dimana besarnya nilai tetapan tersebut adalah besarnya intensitas cahaya yang diinginkan). Selanjutnya hasil perbandingan tersebut menjadi data bagi pengendali (Pengendali P.I.D Analog) untuk mengolahnya untuk mendapatkan nilai selisih antara nilai Set Point dan nilai yang dicuplik dari kondisi sebenarnya sekecil mungkin dan bahkan menjadi nol untuk pengendali dengan performa yang ideal. Selanjutnya data yang dihasilkan oleh pengendali

tersebut diharapkan menjadi sama dengan suatu nilai tetapan .selanjutnya data tersebut menjadi data untuk memanipulasi atau merubah intensitas cahaya dari lampu yang dikendalikan untuk mendapatkan intensitas cahaya lampu dalam kotak tersebut kembali pada intensitas yang diinginkan.

1.5 Metode Penelitian

1. Study Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dengan mengacu kepada buku-buku pegangan, data sheet, internet, makalah-makalah dan lain-lain.

2. Perancangan Alat

Penulis berusaha untuk membuat suatu perancangan alat pengendalian hardware baru yang ingin dibuat di dalam penelitian, berdasarkan bahan-bahan yang ada untuk dapat dianalisa kembali.

3. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dari rancangan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

4. Pengujian Sistem

Melakukan pengujian terhadap perilaku sistem pengendalian secara keseluruhan.

5. Pengambilan Data

Setelah alat diuji secara keseluruhan sebagai suatu sistem sehingga dapat dilihat apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan benar, sehingga penulis dapat melakukan pengambilan data.

6. Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang penulisan, tujuan, pembatasan masalah, deskripsi singkat tentang alat, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini membahas tentang teori dasar tentang cahaya ,sensor yang dapat mengindra cahaya (O.P.T 101) dan Pengendali P.I.D Analog.

BAB III PERANCANGAN ALAT

Bab ini membahas tentang ide dasar perancangan sistem, cara kerja rangkaian dan data yang diperoleh dari pengontrolan.

BAB IV ANALISA ALAT

Bab ini menguraikan tentang analisa dari alat yang dibuat.

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan yang telah diuraikan.

BAB 2

TEORI DASAR

Pada Bab ini akan dibahas mengenai teori dasar dari beberapa pokok bahasan yang menyusun sistem secara keseluruhan. diantaranya mengenai Pengendali P.I.D Analog, Sensor (O.P.T 101) ,Operasional Amplifier dan Cahaya.

2.1. Pengendalian secara umum

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

Salah satu tugas komponen Pengendali adalah mereduksi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara sinyal setting dan sinyal aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol adalah mendapatkan sinyal aktual senantiasa (diinginkan) sama dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baiklah kinerja sistem kontrol yang diterapkan. Apabila perbedaan antara nilai setting dengan nilai keluaran relatif besar, maka Pengendali 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 antara setting dengan besaran yang diatur sekecil mungkin.

2.1.1. Open Loop Control System

Open Loop Control System atau sistem pengendali loop terbuka merupakan sistem pengendali dimana objek yang di kontrol tidak di feed back ke pengendali sehingga pengendali hanya memberikan output jika di berikan suatu sinyal input. Pengendali jenis ini masih bersifat manual karena tidak akan terlepas dari intervensi atau campur tangan manusia. Pengendali ini tidak akan bekerja secara

otomati, karena adanya intervensi manusia dan hasil dari suatu proses yang dikendalikan tidak dibandingkan oleh pengendali itu sendiri.

2.1.2. Closed Loop Control System

Closed Loop Control System atau sistem pengendali lup tertutup yaitu sistem pengendali dimana objek yang di kontrol di feed back ke input pengendali. Input yang di berikan ke pengendali merupakan selisih antara besaran (PV) dan besaran (SP). Nilai selisih ini sering di sebut juga dengan Error. Tujuan dari pengendali adalah membuat nilai Process Variable (PV) sama dengan nilai Set Point (SP) atau nilai Error 0. Sinyal Error akan di olah oleh pengendali agar nilai (PV) sama dengan nilai (SP). Pengendali jenis ini bersifat otomatis karena objek yang akan di kendalikan dibandingkan lagi dengan input keadaan yang diinginkan, sehingga intervensi manusia dapat di hilangkan.

2.2. Pengendali dengan metode PID

Sistem pengendalian merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengendalikan suatu sistem yang lain. Sistem pengendali di gunakan agar kinerja suatu sistem kendali menjadi lebih baik dan tepat. Salah satunya adalah pengendalian dengan metode P.I.D ,berikut penjelasannya:

PID (P-Proportional, I-Integral, D-Derivative) mendeskripsikan tiga bentuk dasar fungsi matematika yang bekerja secara bersama-sama yang diaplikasikan pada signal error, $V_{error} = V_{set} - V_{sensor}$. Error ini menghadirkan perbedaan antara “kemana kamu akan pergi (V_{set}) dan dimana biasanya kamu berada (V_{sensor})”. Pengendali melaksanakan fungsi matematika P.I.D pada error dan aplikasi penjumlahan pada proses (temperatur, cahaya, Dsb). Penyetelan suatu sistem dimaksudkan menyesuaikan tiga pengali K_p , T_i dan T_d .

Tabel 2.1. dibawah merangkum istilah PID dan efek masing-masing pada suatu sistem kontrol.

Tabel 2.1 Efek masing-masing fungsi P.I.D pada sistem kontrol

BENTUK	FUNGSI MATEMATIK	FUNGSI PADA SISTEM KONTROL
P (Proportional)	$K_p \times \text{Verror}$	Pengendalian utama pada lup kontrol, KP mengurangi bagian besar dari keseluruhan kesalahan
I (Integral)	$T_i \times \int \text{Verror dt}$	Mengurangi final error Pada sistem.
D (Derivative)	$T_d \times d \text{Verror} / dt$	Menetralkan KP dan KI ketika output berubah dengan cepat. Ini membantu mengurangi overshoot dan ringing. Ini tidak memiliki efek pada final error.

Penyetelan controller P.I.D:

1. Set K_p . Mulai dengan $K_p = 0$ dan $K_D = 0$, tambah K_p sampai output mulai over shooting dan ringing signifikan.
2. Set T_d . Tambah T_d sampai overshoot adalah dikurangi menjadi suatu level yang bisa diterima.
3. Set T_i . Tambah T_i sampai final error = 0.

Pada sistem pengendali di kenal beberapa istilah antara lain :

1. SP (Set Point)

Set Point adalah harga atau nilai dari keadaan yang ingin di capai pada proses.

2. Error

Error adalah selisih antara Set Point dan Process Variable

3. MV (Manipulated Variable)

Manipulated Variable adalah harga atau nilai yang diatur agar proses menjadi stabil dan biasanya di gabungkan dengan input aktuator (contohnya : control valve).

4. PV (Process Variable)

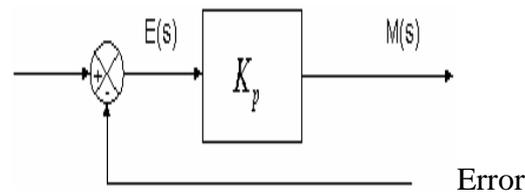
Process variable adalah sinyal hasil pemantauan terhadap proses atau plant. Process Variable umumnya adalah hasil pembacaan dari suatu sensor (contohnya : thermocouple)

5. Plant

Plant adalah objek yang akan di kendalikan (contohnya : cahaya)

* Pengendali Proporsional

Pengendali proporsional memiliki keluaran yang sebanding/proporsional dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya) Secara lebih sederhana dapat dikatakan, bahwa keluaran Pengendali proporsional merupakan perkalian antara konstanta proporsional dengan masukannya. Perubahan pada sinyal masukan akan segera menyebabkan sistem secara langsung mengubah keluarannya sebesar konstanta pengalinya. Gambar 2.1 menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara besaran setting, besaran aktual dengan besaran keluaran Pengendali proporsional. Sinyal kesalahan (error) merupakan selisih antara besaran setting dengan besaran aktualnya. Selisih ini akan mempengaruhi Pengendali, untuk mengeluarkan sinyal positif (mempercepat pencapaian harga setting) atau negatif (memperlambat tercapainya harga yang diinginkan).



Gambar 2.1 Diagram blok Pengendali proporsional

Ciri-ciri Pengendali proporsional harus diperhatikan ketika Pengendali tersebut diterapkan pada suatu sistem. Secara eksperimen, pengguna Pengendali proporsional harus memperhatikan ketentuan-ketentuan berikut ini:

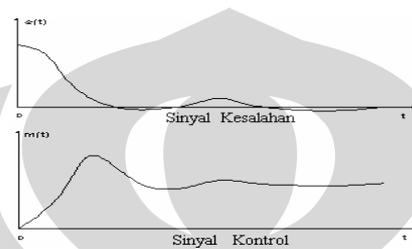
1. Kalau nilai K_p kecil, Pengendali proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
2. Kalau nilai K_p dinaikkan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantapnya.
3. Namun jika nilai K_p diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi

* Pengendali Integral

Pengendali integral berfungsi menghasilkan respon sistem yang memiliki kesalahan keadaan mantap nol. Kalau sebuah plant tidak memiliki unsur integrator ($1/s$), Pengendali proporsional tidak akan mampu menjamin keluaran sistem dengan kesalahan keadaan mantapnya nol. Dengan Pengendali integral, respon sistem dapat diperbaiki, yaitu mempunyai kesalahan keadaan mantapnya nol.

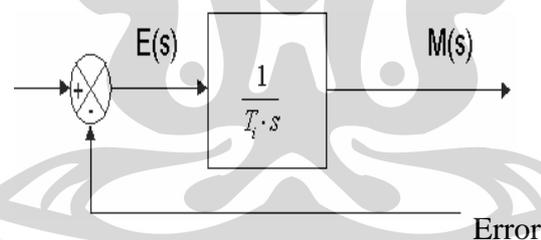
Pengendali integral memiliki karakteristik seperti halnya sebuah integral. Keluaran Pengendali sangat dipengaruhi oleh perubahan yang sebanding dengan nilai sinyal kesalahan. Keluaran Pengendali ini merupakan jumlahan yang terus menerus dari perubahan masukannya. Kalau sinyal kesalahan tidak mengalami perubahan, keluaran akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan masukan. Sinyal keluaran Pengendali integral merupakan luas bidang yang

dibentuk oleh kurva kesalahan penggerak- lihat konsep numerik. Sinyal keluaran akan berharga sama dengan harga sebelumnya ketika sinyal kesalahan berharga nol. Gambar 2.2 dibawah menunjukkan contoh sinyal kesalahan yang disulutkan ke dalam Pengendali integral dan keluaran Pengendali integral terhadap perubahan sinyal kesalahan tersebut.



Gambar 2.2 Kurva sinyal kesalahan

Gambar 2.3 dibawah menunjukkan blok diagram antara besaran kesalahan dengan keluaran suatu Pengendali integral.



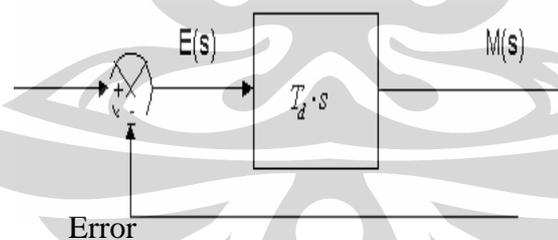
Gambar 2.3 hubungan antara besaran kesalahan dengan Pengendali integral

Sinyal kesalahan yang relatif kecil dapat Pengaruhi perubahan konstanta integral terhadap keluaran integral . Ketika sinyal kesalahan berlipat ganda, maka nilai laju perubahan keluaran Pengendali berubah menjadi dua kali dari semula. Jika nilai konstant Ketika digunakan, Pengendali integral mempunyai beberapa karakteristik berikut ini:

1. Keluaran Pengendali membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga Pengendali integral cenderung memperlambat respon.
2. Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran Pengendali akan bertahan pada nilai sebelumnya.
3. Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai K_i .
4. Konstanta integral K_i yang berharga besar akan mempercepat hilangnya offset. Tetapi semakin besar nilai konstanta K_i akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran Pengendali.

* Pengendali Diferensial

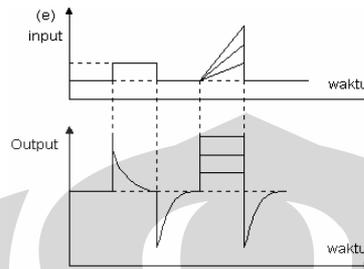
Keluaran Pengendali diferensial memiliki sifat seperti halnya suatu operasi derivatif. Perubahan yang mendadak pada masukan Pengendali, akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Gambar 2.4 dibawah menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara sinyal kesalahan dengan keluaran Pengendali.



Gambar2.4. Blok Diagram Pengendali diferensial

Gambar 2.5 dibawah menyatakan hubungan antara sinyal masukan dengan sinyal keluaran Pengendali diferensial. Ketika masukannya tidak mengalami perubahan, keluaran Pengendali juga tidak mengalami perubahan, sedangkan apabila sinyal masukan berubah mendadak dan menaik (berbentuk fungsi *step*), keluaran menghasilkan sinyal berbentuk impuls. Jika sinyal masukan berubah

naik secara perlahan (fungsi *ramp*), keluarannya justru merupakan fungsi *step* yang besar magnitudnya sangat dipengaruhi oleh kecepatan naik dari fungsi *ramp* dan faktor konstanta diferensialnya T_d .



Gambar 2.5 Kurva waktu hubungan input-output Pengendali diferensial

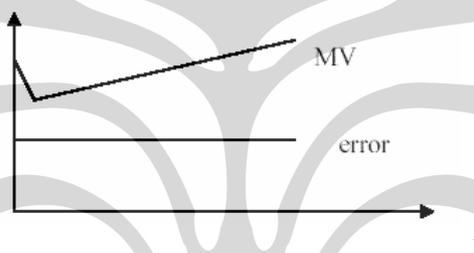
Karakteristik Pengendali diferensial adalah sebagai berikut:

1. Pengendali ini tidak dapat menghasilkan keluaran bila tidak ada perubahan pada masukannya (berupa sinyal kesalahan). Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan Pengendali tergantung pada nilai T_d dan laju perubahan sinyal kesalahan.
2. Pengendali diferensial mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga Pengendali ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi Pengendali diferensial dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat korektif, dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.

Berdasarkan karakteristik Pengendali tersebut, kontroler diferensial umumnya dipakai untuk mempercepat respon awal suatu sistem, tetapi tidak memperkecil kesalahan pada keadaan tunaknya. Kerja Pengendali diferensial hanyalah efektif pada lingkup yang sempit, yaitu pada periode peralihan. Oleh sebab itu kontroler diferensial tidak pernah digunakan tanpa ada Pengendali lain sebuah sistem.

* P.I.D Struktur Paralel

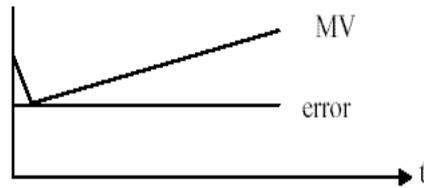
Pengendali P.I.D dengan struktur paralel merupakan sebuah pengendali yang terdiri dari kombinasi pengendali proporsional, pengendali differensial dan pengendali integral yang disusun paralel. Masing-masing input dari pengendali proporsional, pengendali differensial dan pengendali integral dihubungkan ke satu titik dan di hubungkan ke sinyal error. Karena output pengendali P.I.D struktur paralel merupakan jumlah dari sinyal output pengendali proporsional, pengendali differensial dan pengendali integral, maka sinyal MV dapat digambarkan seperti grafik pada gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.6 Grafik Respon Pengendali P.I.D Struktur Paralel

* P.I.D Struktur Seri

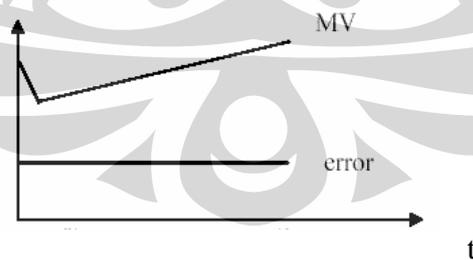
Pengendali P.I.D dengan struktur seri merupakan sebuah pengendali yang terdiri dari kombinasi pengendali proporsional, pengendali differensial dan pengendali integral yang disusun seri. Input pengendali proporsional dihubungkan dengan sinyal error. Input pengendali integral dihubungkan dengan output dari pengendali proporsional. Dan input pengendali differensial dihubungkan dengan output dari pengendali integral. Karena output pengendali P.I.D struktur seri merupakan jumlah dari sinyal output pengendali proporsional, pengendali differensial, dan pengendali integral maka MV dapat digambarkan seperti grafik respon berikut ini :



Gambar 2.7. Grafik Respon Pengendali P.I.D Struktur Seri

*P.I.D Struktur Mix

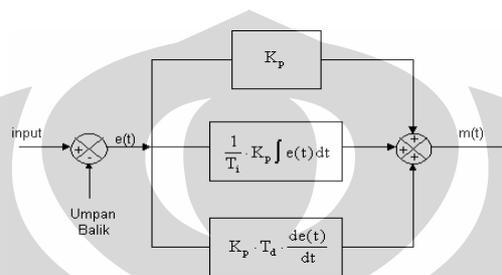
Pengendali P.I.D dengan struktur mix merupakan sebuah pengendali yang terdiri dari kombinasi pengendali proporsional, pengendali diferensial, dan pengendali integral yang disusun secara seri dan parallel. Input pengendali proporsional disusun secara seri dengan sinyal error, sedangkan pengendali diferensial dan pengendali integral disusun secara parallel dan kedua inputnya dihubungkan ke satu titik dan di hubungkan ke output pengendali proporsional. Karena output pengendali P.I.D struktur mix merupakan jumlah dari sinyal output pengendali proporsional, pengendali diferensial, dan pengendali integral, maka sinyal MV dapat di gambarkan seperti grafik respon gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Grafik Respon Pengendali P.I.D Struktur Mix

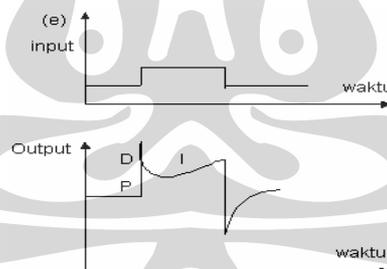
Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing Pengendali P,I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara parallel menjadi

Pengendali proposional plus integral plus diferensial (kontroller PID). Elemen-elemen Pengendali P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan offset dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Gambar 2.9 dibawah menunjukkan blok diagram Pengendali PID.



Gambar 2.9 Blok diagram Pengendali P.I.D

Keluaran Pengendali P.I.D merupakan jumlahan dari keluaran Pengendali proporsional, keluaran Pengendali integral. Gambar 2.10 dibawah menunjukkan hubungannya.



Gambar 2.10 Hubungan dalam fungsi waktu antara sinyal keluaran dengan masukan

Karakteristik Pengendali P.I.D sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Penyetelan konstanta K_p , T_i , dan T_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol dibanding yang lain.

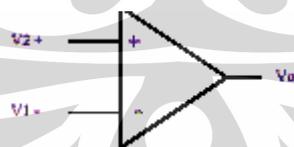
Konstanta yang menonjol itulah akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan .

Jadi, suatu sistem pengendali menjadi salah satu bagian yang menentukan dari suatu sistem proses secara umum, sistem pengendali ini turut menentukan performa dan tentunya output yang sesuai dengan apa yang diharapkan dari suatu sistem proses secara keseluruhan.

2.3 Operational Amplifier

Awalnya sensor menggunakan rangkaian jembatan sebagai pengolah sinyalnya yang terdiri dari tube dan transistor. Kemudian dalam desainnya di butuhkan perubahan impedansi, penguatan dan operasi lainnya dalam satu buah komponen. Kemudian setelah berkembangnya teknologi elektronika maka rangkaian tersebut di satukan dalam satu komponen yang disebut *integrated circuit* (IC). Secara umum penggunaan IC mensyaratkan pengelompokan sesuai dengan spesifikasi sebelum digunakan. Salah satu bagian dari spesifikasi tersebut adalah tipe penguat (*amplifier*) yang dalam penggunaannya dipakai dalam blok pengkondisian sinyal. Komponen ini di sebut *operational amplifier* (op amp).

Simbol yang umum dapat kita lihat di gambar 2.11, dengan input noninverting (+), inverting (-) dan output.



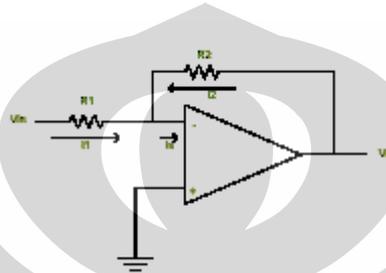
Gambar 2.11. Op-amp

2.3.1 Ideal Op-amp

Bila $V_1 > V_2$ maka V_o saturasi positif dan bila kebalikannya maka V_o saturasi negatif. Impedansi antara input adalah tak terhingga, dan memiliki impedansi output yang nol. Namun dalam penggunaannya di gunakan rangkaian feedback.

2.3.2 Ideal Inverting Amplifier

Untuk melihat bagaimana op -amp bekerja maka kita lihat gambar 2.12 di bawah ini. Resistor R2 digunakan sebagai feedback dari output ke input inverting dan R1 dihubungkan dengan tegangan input. Maka yang terjadi adalah tidak ada arus yang mengalir melalui op-amp karena di asumsikan opamp memiliki impedansi yang tak terhingga.



Gambar 2.12 Ideal Inverting Amplifier

Maka:

$$I_1 + I_2 = 0 \dots \dots \dots (2.1)$$

Karena titik penjumlahan adalah nol ,maka:

$$\frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{out}}{R_2} = 0 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dari persamaan diatas didapatkan:

$$V_{out} = - \frac{R_2}{R_1} (V_{in}) \dots \dots \dots (2.3)$$

2.3.3 Non Ideal Op-amp

Bila analisis opamp adalah non ideal maka harus di perhatikan sbb:

1. Input Impedansi yang berhingga
2. Impedansi Output yang tidak nol
3. Penguatan open loop yang berhingga

Maka dalam mendisain opamp perlu di perhatikan hal hal tersebut maka

persamaan pun akan berubah

$$I_1 + I_2 + I_s = 0 \dots\dots\dots(2.4)$$

2.3.4 Karakteristik Op –amp

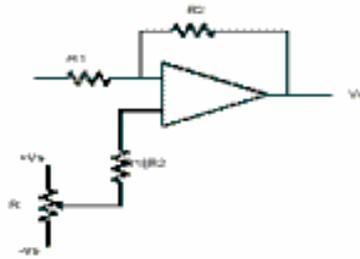
Karakteristik op-amp adalah:

1. *Input Offset Voltage* Dalam beberapa kasus output opamp tidak nol ketika tegangan input nol
2. *Input Offset Current* Tegangan input diperlukan untuk mengeliminasi tegangan input
3. *Input Bias Current* Ini adalah nilai rata-rata dari dua arus input untuk menghasilkan tegangan output menjadi nol.
4. *Slew Rate* Jika tegangan secara tiba-tiba diberikan pada input opamp, Output akan saturasi ke nilai maksimum. Untuk input step slew rate adalah laju dimana output berubah menjadi harga saturasi (V/ω_s).

2.3.5 Catu Daya Op-amp

Secara umum opamp membutuhkan bipolar power supply, $+V_s$ dan $-V_s$, yang memiliki harga yang sama, biasanya harganya bervariasi dengan range 9V sampai 15V. Untuk kompensasi input offset current dengan cara memberi harga resistansi pada kedua inputnya adalah sama. Kompensasi untuk input offset voltage ada dua cara:

1. Pada IC yg menyediakan terminal untuk mengatur offset kompensasi kita taruh resistor variable yang di hubungkan ke tegangan input baik $+V$ atau $-V$. kemudian di atur.
2. Pada IC yang tidak menyediakan terminal tersebut maka dapat di atur dengan cara di seperti gambar 2.13.



Gambar 2.13 Offset Op-amp

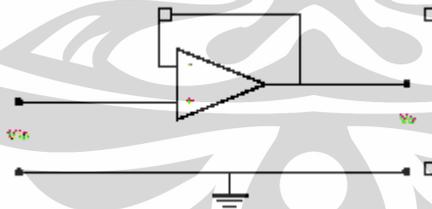
Salah satu aplikasi yang penting adalah opamp kemampuan mengatur arus, namun tidak boleh lebih dari 20 mA. Sehingga dalam mendisain sebuah opamp diharuskan menggunakan hambatan dengan orde K Ohm.

2.3.6 Rangkaian Op-amp Dalam Instrumentasi

Dibawah ini adalah beberapa rangkaian yang banyak di gunakan untuk pengolahan sinyal instrumentasi.

*Voltage Follower

Gambar 2.14 di bawah adalah sebuah rangkaian op amp dengan penguatan satu dan impedansi input yang sangat besar yang lebih besar dari 100M_Ω. Output impedansi dari rangkaian ini adalah lebih kecil dari 100_Ω. Guna dari rangkaian ini adalah menyediakan rangkaian yang mempunyai impedansi masukan yang besar dan penguatan satu untuk mengatasi efek pembebanan.



Gambar 2.14 Voltage Follower

* Inverting Amplifier

Rangkaian ini telah kita bahas sebelumnya dan mempunyai persamaan:

$$V_{out} = - \frac{R_2}{R_1} (V_{in}) \dots \dots \dots (2.5)$$

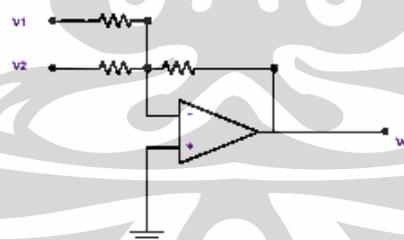
Maka terlihat bahwa rangkaian ini menginversikan tegangan masukan. Dan memiliki penguatan tergantung pada perbandingan R1 dan R2. Namun yang perlu diingat bahwa impedansi rangkaian ini adalah sama dengan R1 hingga impedansi rangkaian ini tidak begitu besar.

* Summing Amplifier

Modifikasi yang paling umum dari inverting amplifier adalah penguat yang dapat menambahkan dua atau lebih tegangan. Rangkaian di bawah ini menunjukkan penjumlahan untuk dua tegangan input Fungsi transferynya adalah :

$$V_{out} = - \left(\frac{R_2}{R_1} V_1 + \frac{R_2}{R_3} V_2 \right) \dots \dots \dots (2.6)$$

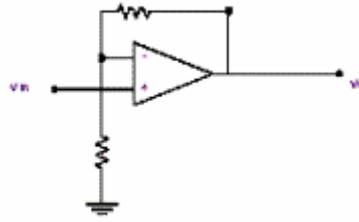
Gambar 2.15 menunjukkan Summing Amplifier



Gambar 2.15 Summing Amplifier

* Non Inverting Amplifier

Rangkaian untuk non inverting dapat di bentuk seperti gambar berikut



Gambar 2.16 Non Inverting Amplifier

* Differential Instrumentation Amplifier

Banyak sistem pengukuran dan kontrol yang perbedaan antara dua tegangan perlu di kondisikan. Salah satu contohnya adalah output dari jembatan Wheatstone dimana tegangan yang dihasilkan adalah $V = V_a - V_b$

Sebuah diferensial amplifier ideal akan menghasilkan tegangan keluaran dengan persamaan :

$$V_{out} = A (V_a - V_b) \dots\dots\dots(2.7)$$

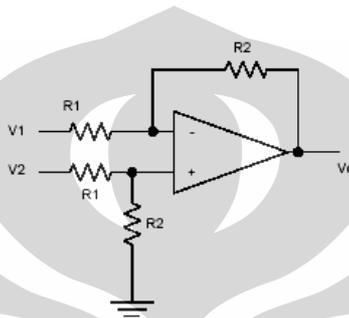
Dimana A adalah penguatan differensial dan V_a dan V_b adalah tegangan masukan.

*Common Mode Rejection

Perlu diingat bahwa tegangan keluaran seperti yang diperlihatkan persamaan di atas tidak tergantung dari polaritas dari kedua tegangan keluaran, tetapi tergantung dari perbedaannya. Untuk mendefinisikan tingkat dimana differensial amplifier mencapai ideal kita menggunakan definisi ini: Common mode input adalah rata rata dari tegangan input yang dimasukkan pada kedua terminal input. Sebuah differensial amplifier yang idel tidak akan mempunyai harga output yang tergantung dari harga tegangan common mode ini. Hingga A_{cm} akan sama dengan nol.

* Differential Amplifier

Terdapat banyak macam rangkaian differential amplifier yang paling umum rangkaiannya seperti gambar di bawah ini: Gambar 2.17 Differential Amplifier Rangkaian ini menggunakan dua pasang resistor yaitu R1 dan R2. Bila pasangan pasangan resistansi tersebut sama maka fungsi transfer adalah sebagai berikut:



Gambar 2.17 Differential amplifier

Rangkaian ini menggunakan dua resistor R1 dan R2, bila pasangan resistansi tersebut sama maka fungsi transfernya adalah:

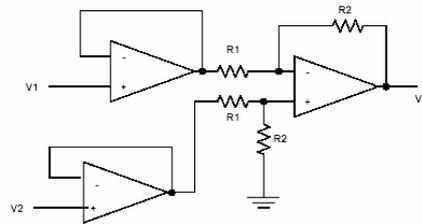
$$V_{out} = \frac{R1}{R2} (V2 - V1) \dots \dots \dots (2.8)$$

Jika tidak sama maka harga CMRR akan jelek. Rangkaian di atas memiliki kelemahan yaitu impedansi input yang kecil dan tidak sama untuk kedua input maka untuk mengatasinya di pakai voltage followers pada kedua inputnya.

Rangkaian ini di sebut rangkaian “*instrumentation amplifier*”.

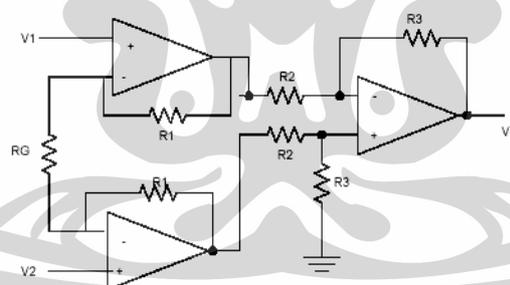
* Instrumentation Amplifier

Diferensial amplifier dengan input impedansi yang besar dan output impedansi yang kecil di beri nama Instrumentation amplifier. Biasanya digunakan untuk penguatan rangkaian jembatan seperti gambar 2.18 berikut ini:



Gambar 2.18 Instrumentasi Amplifier Voltage Follower

Gambar diatas adalah salah satu tipe dari instrumentation amplifier. Voltage follower ditempatkan pada kedua input line. Fungsi transfernya adalah sama dengan diferensial amplifier. Salah satu kelemahannya adalah bila akan mengubah penguatan maka harus mengubah dua resistor yang masing2 harus sama resistansinya. Kompensasi input offset dapat menggunakan diferensiator amplifier. Namun sekarang sudah terdapat instrumentation amplifier dalam satu IC, Karenapenggunaannya sudah umum. Dalam beberapa kasus penguatan di berikan dengan harga tetap dan yang lain sesuai dengan keinginan pengguna dengan mengubah harga resistornya



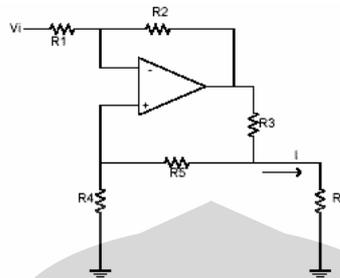
Gambar 2.19 Kompensasi input offset

Rangkaian ini dapat mengubah penguatan dengan merubah sebuah resistor yaitu R_G . Dan tidak tergantung pada keharusan harga resistor R_1 yang sama.

* Konverter Tegangan ke Arus

Karena sinyal dalam proses kontrol kebanyakan berupa arus maka, kita perlu menggunakan konverter tegangan ke arus yang linear. Seperti rangkaian yang mampu menghasilkan arus ke beberapa beban yg berbeda tanpa merubah

perubahan /transfer tegangan ke arus seperti gambar 2.20 berikut ini:



Gambar 2.20. Tegangan ke Arus

Gambar diatas adalah contoh bagaimana sebuah rangkaian menggunakan OP-AMP mengubah dari tegangan ke arus. Hubungan arus dan tegangan adalah Sbb:

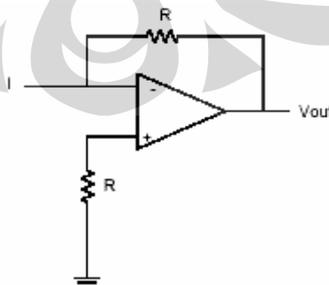
$$I = - \frac{R_2}{R_1 + R_3} (V_{in}) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dan memilih resistansi harus sesuai dengan:

$$R_1(R_3 + R_5) = R_2 \cdot R_4 \dots \dots \dots (2.10)$$

*** Konverter Arus ke Tegangan**

Pada akhir dari proses kontrol, kita kadang perlu mengkonversikan kembali arus ke tegangan. Hal ini dapat di dapat dengan mudah dengan menggunakan rangkaian pada gambar 2.21 berikut ini:



Gambar 2.21 Konverter Arus ke Tegangan

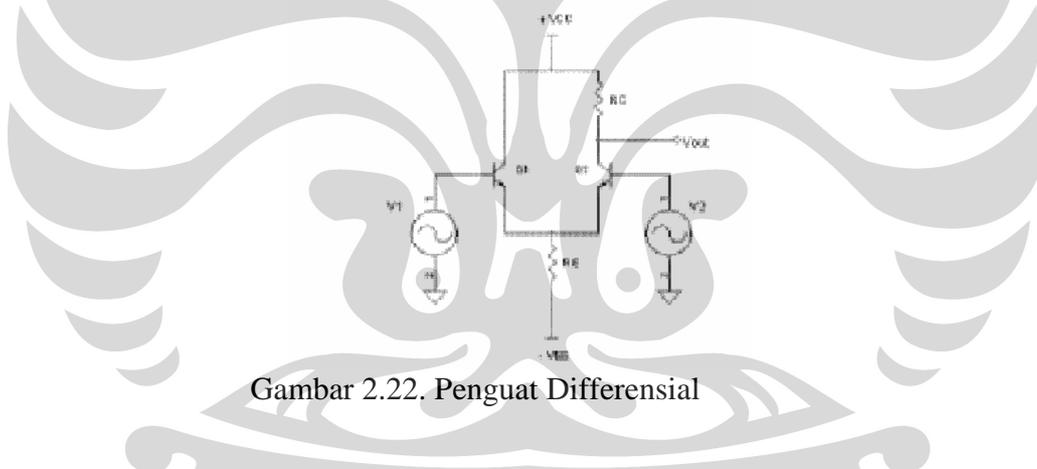
Dengan persamaan :

$$V_{out} = IR \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan syarat tegangan saturasi tidak tercapai. Resistor pada input non inverting untuk menjaga stabilitas karena temperatur.

* **Penguat diferensial**

Op-amp dinamakan juga dengan penguat diferensial (*differential amplifier*). Sesuai dengan istilah ini, op-amp adalah komponen IC yang memiliki 2 input tegangan dan 1 output tegangan, dimana tegangan output-nya adalah proporsional terhadap perbedaan tegangan antara kedua inputnya itu. Penguat diferensial seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.22 merupakan rangkaian dasar dari sebuah op-amp.

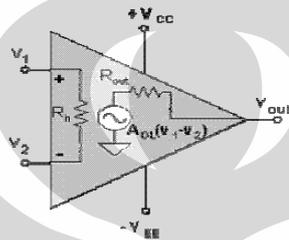


Gambar 2.22. Penguat Diferensial

Pada rangkaian yang demikian, persamaan pada titik V_{out} adalah $V_{out} = A(v_1 - v_2)$ dengan A adalah nilai penguatan dari penguat diferensial ini. Titik input v_1 dikatakan sebagai input *non-inverting*, sebab tegangan v_{out} satu phase dengan v_1 . Sedangkan sebaliknya titik v_2 dikatakan input *inverting* sebab berlawanan phasa dengan tegangan v_{out} .

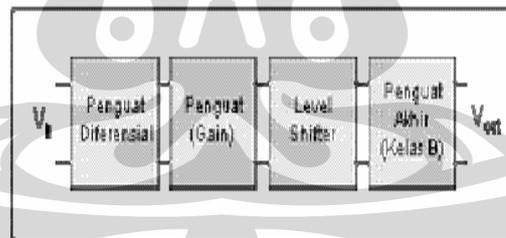
* Diagram Op-amp

Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan (*gain*), selanjutnya ada rangkaian penggeser level (*level shifter*) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat *push-pull* kelas B.



Gambar 2.23.a Diagram skematik Op-amp

Gambar berikut menunjukkan diagram dari op-amp yang terdiri dari beberapa bagian



Gambar 2.23.b Diagram blok Op-amp

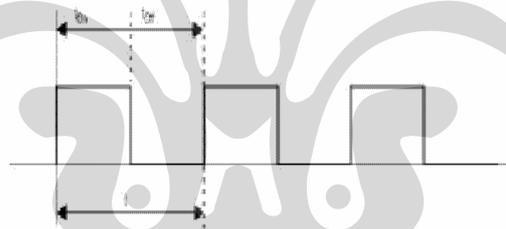
Simbol op-amp seperti pada gambar 2.23a dengan 2 input, non inverting dan inverting. Umumnya op-amp bekerja dengan dual supply (+Vcc dan -Vee) namun ada juga yang single supply (+Vcc dan ground). gambar 2.24.b adalah parameter umum dari op-amp, Rin adalah resistansi input yang nilai idealnya tidak terhingga sedangkan Rout adalah resistansi output yang idealnya adalah 0 lalu Aol adalah

penguatan open loop dan nilainya tidak terhingga.

2.4 Pulse Width Modulation (PWM)

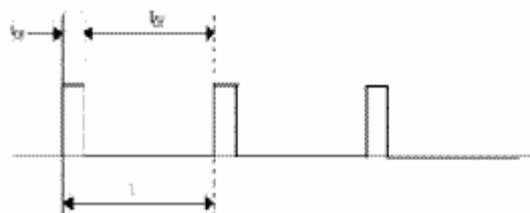
PWM adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengontrol kerja dari suatu alat atau menghasilkan suatu tegangan DC yang variabel. Rangkaian PWM adalah rangkaian yang lebar pulsa tegangan keluarannya dapat diatur atau dimodulasi oleh sebuah sinyal tegangan modulasi. Disamping itu kita dapat menghasilkan suatu sinyal PWM dengan menentukan frekuensi dan waktu dari variabel ON dan OFF. Pemodulasian sinyal yang beragam dapat menghasilkan duty cycle yang diinginkan. Gambar 2.24 memperlihatkan sinyal kotak dengan duty cycle 50%. Duty cycle adalah rasio dari waktu ON (t_{On}) terhadap periode total dari sinyal ($t = t_{On} + t_{Off}$). Dengan persamaan [4] :

$$D = \frac{t_1}{t_1+t_2} \dots\dots\dots(2.12)$$



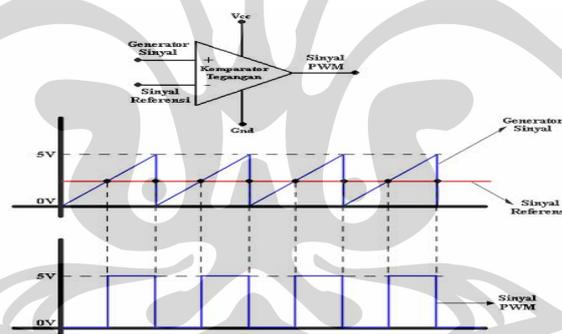
Gambar 2.24. Sinyal PWM dengan duty cycle 50%

Dengan duty cycle yang bermacam-macam, rata-rata output dari tegangan dc dapat dikontrol. Seperti pada gambar 2.25 memperlihatkan sinyal kotak dengan duty cycle 10%



Gambar 2.25. Sinyal PWM dengan duty cycle 10%

Sebagai tambahan, Salah satu cara untuk mengirimkan informasi analog adalah dengan menggunakan pulsa-pulsa tegangan atau pulsa-pulsa arus. Dengan modulasi pulsa, pembawa informasi terdiri dari pulsa-pulsa persegi yang berulang-ulang. Salah satu teknik modulasi pulsa yang digunakan adalah teknik modulasi durasi atau lebar dari waktu tunda positif ataupun waktu tunda negatif pulsa-pulsa persegi tersebut. Metode tersebut dikenal dengan nama Pulse Width Modulation (PWM). Metode PWM dikenal juga dengan nama Pulse Duration Modulation (PDM) atau Pulse Length Modulation (PLM) [4]. Untuk membangkitkan sinyal PWM, digunakan komparator untuk membandingkan dua buah masukan yaitu generator sinyal dan sinyal referensi. Hasil keluaran dari komparator adalah sinyal PWM yang berupa pulsa-pulsa persegi yang berulang-ulang. Durasi atau lebar pulsa dapat dimodulasi dengan cara mengubah sinyal referensi. Gambar 2.26 dibawah menunjukkan pembandingan generator sinyal dan sinyal referensi:



gambar 2.26 pembandingan sinyal generator dan sinyal referensi

Metode PWM digunakan untuk mengatur terangnya cahaya, kecepatan motor dan sebagainya. Informasi yang dibawa oleh pulsa-pulsa persegi merupakan tegangan rata-rata. Besarnya tegangan rata-rata tersebut dapat diperoleh dari :

$$V_{out} = (V_{ref} * \text{duty cycle}) / \text{periode} \dots \dots \dots (2.13)$$

Semakin lebar durasi waktu tunda positif pulsa dari sinyal PWM yang dihasilkan,

maka perputaran motor akan semakin cepat, demikian juga sebaliknya.

2.5. Cahaya

Cahaya tampak merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik. Terdapat beberapa hal yang perlu diingat bahwa bagian yang tampak dari spektrum elektromagnetik tersebut akan berlaku juga pada dasarnya untuk semua bagian lain dari spektrum elektromagnetik tersebut. Perbedaan yang utama adalah di dalam cara menghasilkan dan mendeteksi di dalam berbagai jangkauan spektrum. Sensor jenis OPT 101 ini mengukur perubahan sifat material sensor yang berubah karena berinteraksi dengan cahaya yang datang.

2.5.1 Sumber-sumber Cahaya

Sumber-sumber cahaya yang paling umum adalah benda-benda padat yang dipanaskan dan gas-gas melalui sebuah lucutan listrik (*electric discharge*) sedang lewat. Kawat pijar (*filament*) tungsten sebuah lampu pijar (*incandescent lamp*) dan tanda neon yang sudah dikenal secara umum adalah contoh-contoh dalam setiap kategori. Dengan menganalisa sinar dari sebuah sumber dengan sebuah spektrometer, maka kita dapat mempelajari bagaimana kuatnya radiasi pada berbagai panjang gelombang.

2.5.2 Sifat dan penjalaran cahaya

Dalam hal ini cahaya (*light*) dapat didefinisikan sebagai radiasi yang dapat mempengaruhi mata. Batas spektrum tampak tidak didefinisikan dengan baik karena kurva sensitivitas mata mendekati sumbu tersebut secara asimptotis pada kedua panjang gelombang yang panjang dan yang pendek. Jika kita mengambil batas-batas tersebut secara sembarang, maka karena panjang gelombang pada sensitivitas mata telah menurun sampai menjadi 1% dari nilai maksimumnya, batas-batas ini adalah kira-kira 430 dan 690 nm., yang lebih kecil daripada sebuah faktor sebesar dua di dalam panjang gelombang. Mata dapat mendeteksi radiasi di luar batas-batas ini jika radiasi tersebut cukup kuat. Di dalam eksperimen fisika

dapat menggunakan plat-plat fotografis atau detektor elektronik yang sensitif terhadap cahaya sebagai pengganti mata manusia.

Cahaya berjalan (merambat) begitu cepat sehingga tidak ada sesuatu di dalam pengalaman kita sehari-hari yang menganjurkan bahwa lajunya tidak ada berhingga. Untuk mengukur kecepatan besar secara langsung, maka kita harus mengukur suatu interval waktu yang kecil maupun harus menggunakan sebuah garis basis yang panjang. Pulsa-pulsa gelombang mikro direfleksikan dari bulan secara teratur. Laju cahaya (dan laju gelombang mikro) sekarang ini sudah diketahui besarnya dengan baik dari eksperimen-eksperimen lain sehingga kita akan menggunakan pengukuran-pengukuran ini untuk mengukur jarak bulan secara teliti.

Bila kita mengatakan bahwa laju cahaya di dalam ruang bebas adalah 3×10^8 m/s, maka kerangka referensi tidak dapat menyatakan medium melalui gelombang cahaya yang berjalan karena cahaya tidak memerlukan medium perambatan. Konsep sebuah gelombang yang tidak memerlukan medium tidaklah disukai oleh para fisikawan dari abad ke-19, karena mereka dipengaruhi oleh analogi palsu di antara gelombang cahaya dan gelombang bunyi atau gangguan mekanis murni yang lain. Para fisikawan mendalilkan adanya *eter (ether)*, yang merupakan suatu zat yang renggang yang mengisi seluruh ruang dan bertindak sebagai medium transmisi untuk cahaya. *Eter* tersebut diharuskan mempunyai kerapatan yang sangat kecil sekali untuk menerangkan kenyataan bahwa *eter* tersebut tidak dapat diamati dengan menggunakan setiap cara yang diketahui di dalam suatu ruang yang dihampakan.

2.6 Sensor Optik (OPT 101).

Tingkat pertama dari sebuah sistem pengukuran biasanya merupakan sebuah sensor atau transducer. Sensor atau transducer ini merupakan sebuah divais yang berfungsi untuk mengkonversi besaran-besaran yang diamati atau diukur.

Komponen rangkaian penguat operasional (op-amp) sangat sering digunakan

untuk terlebih dahulu memperkuat sinyal-sinyal elektrik yang lemah yang dihasilkan oleh sebuah transducer sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut terhadap sinyal-sinyal tersebut. Konfigurasi rangkain penguat yang paling cocok untuk digunakan adalah parameter terpenting yang harus diperhatikan antara lain meliputi level sinyal yang diharapkan, respons frekuensi serta impedansi sumber.

Penguat dengan impedansi masukan yang tinggi merupakan jenis penguat yang diperlukan sebagai antarmuka transducer yang menghasilkan tegangan keluaran yang berbanding lurus terhadap variabel-variabel pengukuran. Penggunaan penguat dengan impedansi masukan yang tinggi dapat meminimalisasi kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh efek pembebanan sinyal keluaran transducer. Sebuah rangkaian konverter arus ke tegangan dibutuhkan oleh transducer-transducer yang menghasilkan sebuah arus keluaran berbanding lurus terhadap variabel pengukuran (seperti misalnya photodiode).

Untuk mendapatkan kualitas yang memuaskan dalam pencuplikan data dari besaran fisis yang diindera, maka diperlukan juga transducer atau sensor yang memiliki kriteria : respon yang bagus , kepresisian, keakuratan yang baik , bebas dari noise. Dan tidak lupa faktor reliability atau daya tahan komponen sensor terhadap kondisi lingkungan yang tidak dapat di prediksi dan dikontrol.

Selanjutnya ,pada proyek pembuatan pengendalian intensitas cahaya ini dimana besaran fisis yang diindera adalah cahaya (optical). Penggunaan sensor OPT 101 dapat dikatakan cukup memadai dan memenuhi kriteria diatas. Dimana sensitifitas nya sangat bagus , bebas noise dan kemampuan daya tahan yang cukup bagus. Berikut penjelasan mengenai OPT 101 :

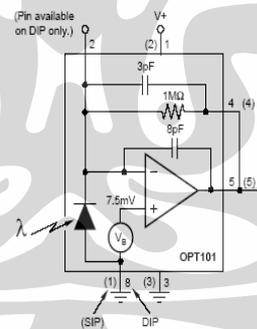
*** Karakteristik dan prinsip kerja .**

OPT 101 pada dasarnya adalah photo diode, dimana sifat dan prinsip kerjanya adalah sama seperti sensor optik lainnya. Rangkaian photodiode ini merupakan rangkaian photodiode yang tidak dibias. Sehingga bila tidak dibias berarti tidak ada arus yang mengalir. Ketika photodiode ini mendapatkan cahaya

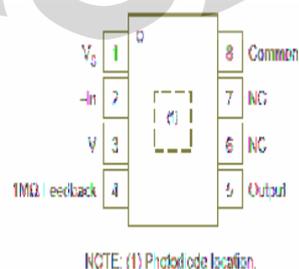
atau photon maka elektron berpindah dari pita konduksi ke pita valensi. Perpindahan itulah yang menyebabkan terjadinya elektron thermal. Elektron thermal ini biasanya menimbulkan arus bocor. Sehingga tegangan output yang keluar dari op-amp merupakan hasil dari arus bocor dikali resistansi rangkaian tersebut pada kaki inverting. seperti terlihat pada gambar 2.27 ketika cahaya yang mengenai diode, maka resistansi diode akan menurun, sehingga menyebabkan tegangan keluaran bertambah dalam arah negatif. Semakin besar intensitas cahaya yang didapatkan semakin besar pula tegangan keluaran yang didapatkan.

* Rangkaian OPT 101

Rangkaian sensor ini menggunakan sensor *photodiode* dengan jenis OPT 101. pada umumnya *photodiode* akan menghasilkan arus apabila diberikan intensitas cahaya tertentu. Sedangkan pada sistem ini menggunakan OPT 101 karena *output*-nya sudah berupa tegangan. Karena didalam OPT 101 tersebut memiliki *internal* rangkaian pengkondisi sinyal yaitu berupa rangkaian RC serta sebuah *operational amplifier (op-amp)*. Adapun berikut ini merupakan *datasheet* dari OPT 101 :

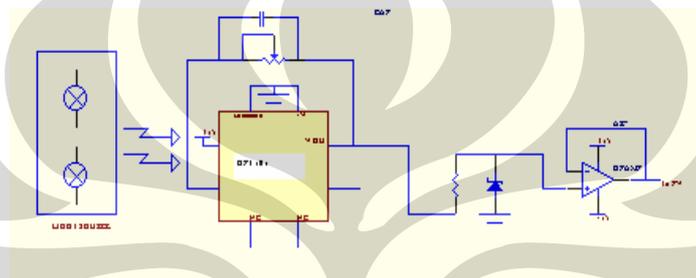


Gambar 2.27. Rangkaian *internal* OPT 101.



Gambar 2.28. OPT 101 tampak atas.

Pada sistem ini ini diinginkan suatu kondisi yang selalu berubah nilai hambatannya sehingga sistem ini menambahkan rangkaian eksternal RC, dimana digunakan untuk menentukan kondisi *output* tegangan dari sensor serta menentukan tingkat tegangan keluaran sensor yang disesuaikan oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodiode*. Adapun rangkaian keseluruhan dari rangkaian sensor ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.29. Rangkaian sensor menggunakan OPT 101.

Rangkaian ini dapat menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodiode*. Dimana semakin tinggi tingkat intensitas cahaya yang menyinari *photodiode* maka semakin tinggi pula tegangan keluarannya. Rangkaian ini dapat menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodiode*. Dimana semakin tinggi tingkat intensitas cahaya yang menyinari *photodiode* maka semakin tinggi pula tegangan keluarannya. Pada sistem ini menggunakan pembatasan tegangan output sampai dengan 10 V dengan menggunakan diode zener 10V, karena untuk menyamakan range tegangan dari set point. Pada sistem ini juga menggunakan rangkaian RC *eksternal* pada OPT 101 karena diinginkan suatu kondisi yang selalu berubah nilai hambatannya sehingga sistem ini menambahkan rangkaian eksternal RC, dimana digunakan untuk menentukan kondisi *output* tegangan dari sensor.

Penggunaan potensiometer P_1 digunakan untuk memperoleh perubahan

kondisi hambatan yang dapat divariasikan sehingga penguatan dari sensor dapat bervariasi, sehingga dapat dikatakan bahwa P_1 merupakan *gain control* dari tegangan keluaran sensor. Kapasitor C_1 digunakan sebagai stabilisator dari perubahan penguatan. *Output* dari rangkaian sensor ini akan masuk ke rangkaian *op-amp*. Rangkaian *op-amp* ini menggunakan IC TL 081 yang dirangkai menjadi suatu rangkaian *voltage follower* (rangkaian *buffer*). Rangkaian ini berfungsi sebagai penguat sinyal-sinyal impedansi keluaran dari sensor. Rangkaian ini mempunyai penguatan sebesar 1 kali penguatan, sehingga tegangan keluaran sama dengan tegangan masukan.





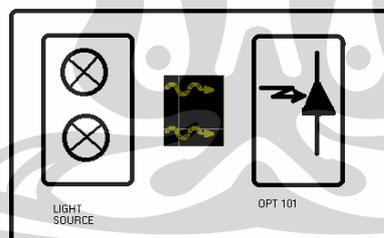
BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA

Pada bab ini akan dibahas perancangan alat dan cara kerja dari masing rangkaian sebagai pembentuk keseluruhan sistem pengendalian intensitas cahaya. Dalam Rancang Bangun sistem pengendalian ini dibuat per blok sistem yang membentuk sistem pengendalian intensitas cahaya secara keseluruhan . mulai dari perancangan sensor ,sumber cahaya,sumber daya (Power Supply) , Set Poin (SP) , Pengendali (PID Analog) dan yang terakhir Plant (Light Systems) .

3.1 Perancangan Sensor

Tingkat pertama dari sebuah sistem pengukuran biasanya merupakan sebuah sensor atau transducer. Sensor atau transducer ini merupakan sebuah divais yang berfungsi untuk mengkonversi besaran-besaran yang diamati atau diukur. Dan sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah OPT 101.



Gambar 3.1 Perancangan posisi sensor

Dalam gambar 3.1 terlihat bahwa OPT 101 berhadapan dengan sumber cahaya. Dalam rancangan ini sumber cahaya (lampu 12 V) dan sensor berada dalam kotak hitam 22 x 7 cm. lampu yang paling atas adalah lampu yang terkendali (controlled lamp), sedangkan lampu dibawahnya bertindak sebagai lampu gangguan (disturbance lamp) dan masukan masing-masing terhubung pada pad di akrilik serta begitu pula pada keluaran sensor.

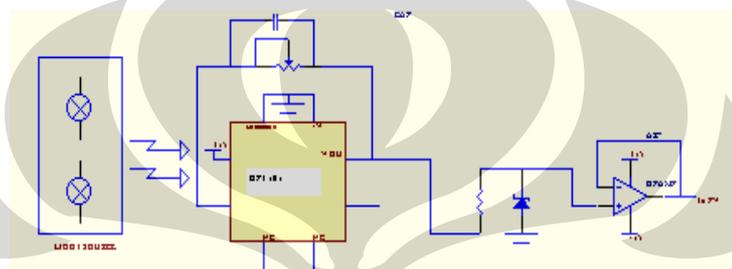
Ketika lampu menyala maka sensor yang berhadapan dengan lampu tersebut akan bekerja dengan mengindera intensitas cahaya yang dan selanjutnya di konversikan menjadi tegangan tertentu. Sehingga didapatkan masing-masing tegangan yang diukur dengan multimeter sebagai variabel proses (PV) dan juga menjadi masukan bagi rangkaian pengendali.

Selanjutnya ,Komponen rangkaian penguat operasional (op-amp) digunakan untuk terlebih dahulu memperkuat sinyal-sinyal elektrik yang lemah yang dihasilkan oleh sebuah transducer sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut terhadap sinyal-sinyal tersebut. Konfigurasi rangkain penguat yang paling cocok untuk digunakan adalah parameter terpenting yang harus diperhatikan antara lain meliputi level sinyal yang diharapkan, respons frekuensi serta impedansi sumber, pada rangkaian ini digunakanlah fungsi buffer(penguatan =1x) dimana tegangan keluaran dijaga tetap sesuai dengan masukan

Penguat dengan impedansi masukan yang tinggi merupakan jenis penguat yang diperlukan sebagai antarmuka transducer yang menghasilkan tegangan keluaran yang berbanding lurus terhadap variabel-variabel pengukuran. Penggunaan penguat dengan impedansi masukan yang tinggi dapat meminimalisasi kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh efek pembebanan sinyal keluaran transducer. Sebuah rangkaian konverter arus ke tegangan dibutuhkan oleh transducer-transducer yang menghasilkan sebuah arus keluaran berbanding lurus terhadap variabel pengukuran (seperti misalnya photodiode).

Rangkaian sensor ini menggunakan sensor *photodiode* dengan jenis OPT 101. pada umumnya *photodiode* akan menghasilkan arus apabila diberikan intensitas cahaya tertentu. Sedangkan pada sistem ini menggunakan OPT 101 karena *output*-nya sudah berupa tegangan. Karena didalam OPT 101 tersebut memiliki *internal* rangkaian pengkondisi sinyal yaitu berupa rangkaian RC serta sebuah *operational amplifier (op-amp)*. Adapun berikut ini merupakan *datasheet* dari OPT 101 :

Pada sistem ini menggunakan rangkaian RC *eksternal* pada OPT 101 karena pada sistem ini diinginkan suatu kondisi yang selalu berubah nilai hambatannya sehingga sistem ini menambahkan rangkaian eksternal RC, dimana digunakan untuk menentukan kondisi *output* tegangan dari sensor serta menentukan tingkat tegangan keluaran sensor yang disesuaikan oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodiode*. Adapun rangkaian keseluruhan dari rangkaian sensor ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 3.2. Rangkaian skematik sensor menggunakan OPT 101.

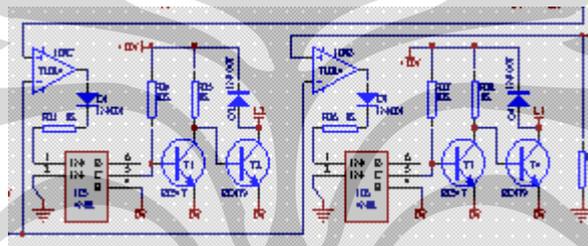
Rangkaian ini dapat menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodiode*. Dimana semakin tinggi tingkat intensitas cahaya yang menyinari *photodiode* maka semakin tinggi pula tegangan keluarannya.

Rangkaian ini dapat menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodiode*. Dimana semakin tinggi tingkat intensitas cahaya yang menyinari *photodiode* maka semakin tinggi pula tegangan keluarannya. Pada sistem ini menggunakan rangkaian RC *eksternal* pada OPT 101 karena pada sistem ini diinginkan suatu kondisi yang selalu berubah nilai hambatannya, dimana digunakan untuk menentukan kondisi *output* tegangan dari sensor. Penggunaan potensiometer P_1 digunakan untuk memperoleh perubahan kondisi hambatan yang dapat divariasikan sehingga penguatan dari sensor dapat bervariasi, sehingga dapat dikatakan bahwa P_1 merupakan *gain control* dari tegangan keluaran sensor. Kapasitor C_1 digunakan sebagai stabilisator dari perubahan penguatan. Selanjutnya tegangan output dibatasi sampai dengan 10 V oleh diode zener 10V dan selanjutnya masuk ke rangkaian *op-amp*, dengan

alasan untuk menyamakan range tegangan dari set point .Rangkaian *op-amp* ini menggunakan IC TL 081 yang dirangkai menjadi suatu rangkaian *voltage follower* (rangkaian *buffer*). Rangkaian ini berfungsi sebagai penguat sinyal-sinyal impedansi keluaran dari sensor. Rangkaian ini mempunyai penguatan sebesar 1 kali penguatan, sehingga tegangan keluaran sama dengan tegangan masukan.

3.2 Perancangan Rangkaian sumber cahaya

Sebagai sumber cahaya digunakan Lampu dengan spesifikasi tegangan 12 V . Lampu disini digunakan untuk mengaktifkan sensor-sensor sehingga tegangan yang keluar pada rangkaian sensor dapat diukur sesuai dengan intensitas cahaya dari lampu ini.

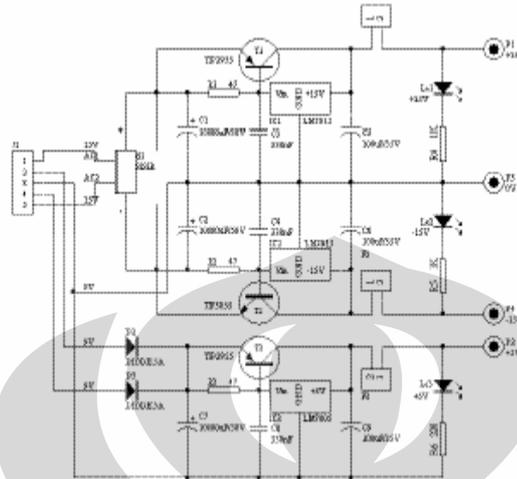


Gambar 3.3. Rangkaian skematik sumber cahaya

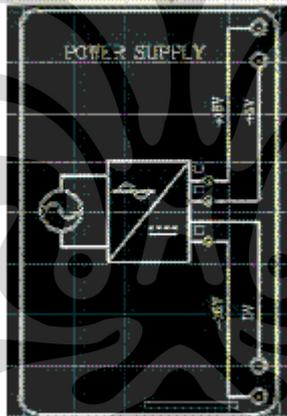
Besarnya nilai tegangan dari keluaran disturbance signal atau manipulated variable lalu di bandingkan dengan keluaran sinyal segitiga untuk mendapatkan sinyal PWM. Selanjutnya sinyal PWM dengan amplitudo yang sama dengan MV dapat mengaktifkan transistor , maka lampu dapat menyala.

Untuk menyalakan lampu yang terkendali juga sama cara kerjanya seperti pada lampu gangguan.

3.3. Perancangan Power Supply



Gambar 3.4 Skematik perancangan power supply

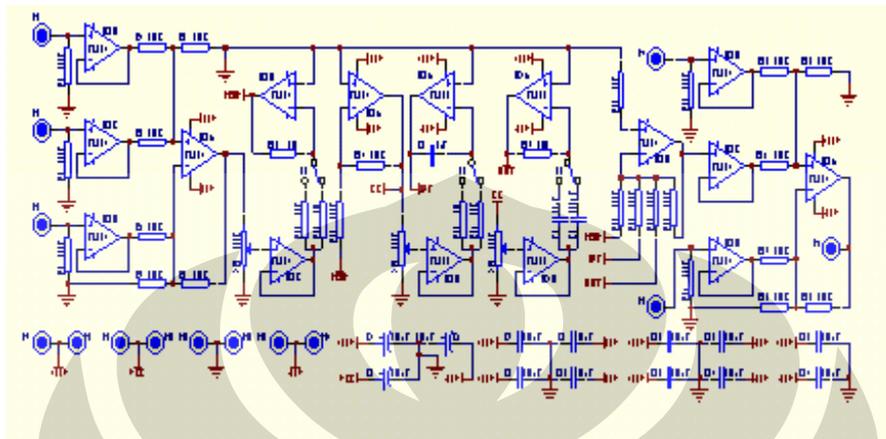


Gambar 3.5. tampilan luar power supply (pada akrilik).

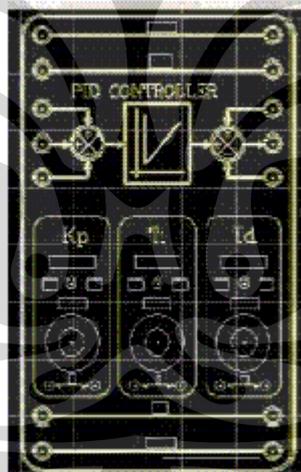
Dengan masukan tegangan yang bervariasi yang sebelumnya di turunkan oleh stepdown trafo dari tegangan jala-jala (220VAC) . masing –masing tegangan output (18V,12V) disearahkan (DC signal) oleh rectifier bridge dan disempurnakan oleh kapasitor. Selanjutnya menjadi masukan bagi regulator untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan (18V menjadi 15V dan –15V,12V menjadi 5V). lalu tegangan tersebut dapat diaplikasikan untuk mendayai blok-blok rangkaian selanjutnya.

3.4. Perancangan pengendali (*Analog PID*)

Gambar perancangan dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3.6. Skematik perancangan pengendali (PID Analog).



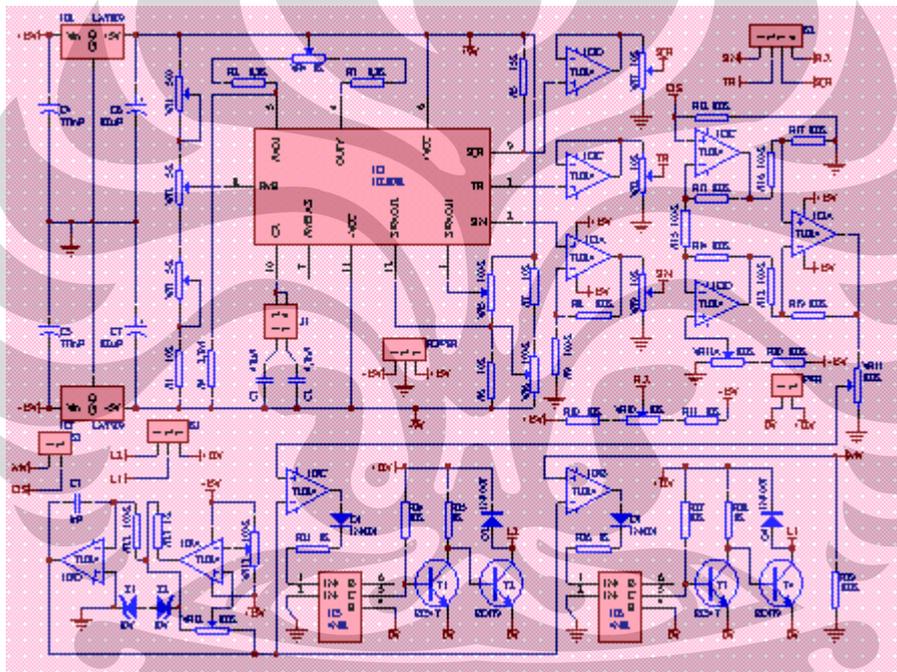
Gambar 3.7 Tampilan luar pengendali (pada akrilik).

Masukan dari nilai set point dibuffer terlebih dahulu oleh IC 1c lalu bersama masukan dari hasil pencuplikan data dari OPT menjadi masukan scalling adder untuk mendapatkan selisih antara kedua masukan tersebut, lalu keluaran dari scalling adder ini dapat diatur amplitudonya melalui VR1 dan selanjutnya menjadi masukan bagi rangkaian proporsional dan dibuffer kembali untuk membalikan tegangan ke fase awal, selanjutnya keluaran tersebut menjadi masukan bagi rangkaian fungsi integrator dan disamping itu juga menjadi

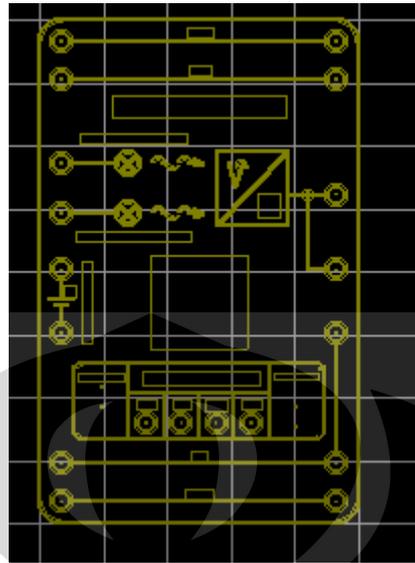
masukan bagi rangkaian fungsi differensiator. Selanjutnya ketiga keluaran masing-masing fungsi tadi dijumlah pada rangkaian fungsi summing amplifier dan dibuffer kembali . dan nilai tegangan terakhir ini yang menjadi apa yang disebut manipulated variable (MV) untuk menggerakkan lampu yang di kontrol pada plant.

3.5. Perancangan Plant (Light Systems).

Gambar perancangan dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 3.8. Skematik perancangan Plant (Light Systems).



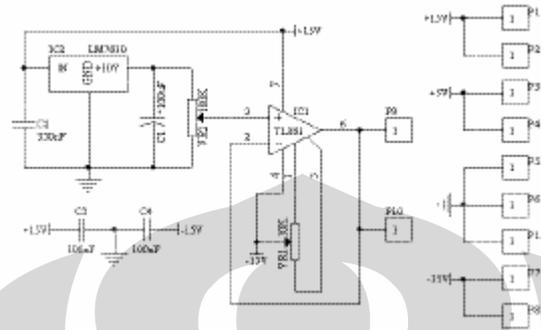
Gambar 3.9. Tampilan luar Plant (pada akrilik).

Dengan masing-masing bentuk sinyal sinyal yang didapat dari sinyal generator masing-masing dibuffer untuk menguatkan sinyal, lalu salah satu sinyal yang sebelumnya dipilih (sebagai disturbance signal) dikuatkan oleh instrumentasi amplifier, dimana amplitudonya juga dapat diatur melalui VR 11b, lalu besarnya tegangan tersebut dibandingkan dengan sinyal segitiga untuk mendapatkan sinyal PWM. Lalu keluaran PWM tersebut mendrive opto isolator yang akhirnya juga mendrive transistor yang berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan lampu gangguan.

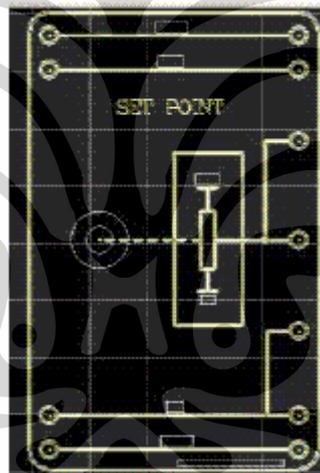
Selanjutnya, besarnya tegangan MV yang berasal dari controller juga dibandingkan dengan sinyal segitiga untuk menghasilkan sinyal PWM yang juga berfungsi untuk mendrive lampu yang dikendalikan.. maka intensitas kedua lampu tersebut kembali diindera oleh OPT untuk kembali dapat dijadikan masukan untuk data bagi pengendali.

3.6. Perancangan Set poin (SP).

Gambar perancangan sebsgai berikut :



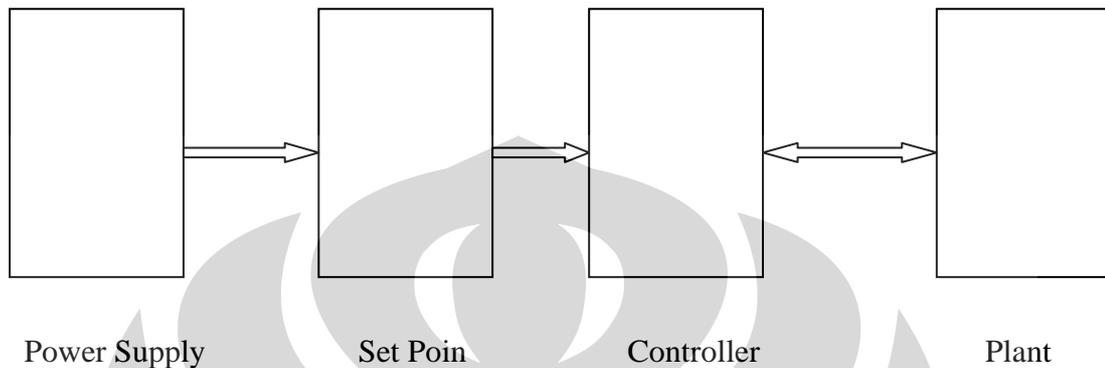
Gambar 3.10. Skematik perancangan Set Poin.



Gambar 3.11 .Tampilan luar Set Poin (pada akrilik).

Dengan masukan sebesar 15V lalu diregulasi oleh regulator 10V maka tegangan keluaran menjadi 10V ,dan lalu dikuatkan dan dapat diatur amplitudonya untuk mendapatkan range tegangan sesuai yang diinginkan. Lalu keluaran tegangan set pint ini menjadi masukan bagi pengendali untuk diproses.

3.7. Perancangan sistem secara keseluruhan.



Gambar. 3.12. Perancangan sistem secara keseluruhan.

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, masing-masing sub sistem tersusun untuk membentuk suatu sistem pengendalian intensitas cahaya secara keseluruhan. Mulai dari blok sumber daya berfungsi memberikan daya listrik pada ke tiga blok lainnya, tegangan output dari sumber daya listrik ini sebesar -15 V DC, $+15$ V DC dan 5 V DC. Blok selanjutnya adalah Set Poin ,dimana rangkaian ini berfungsi memberikan nilai tegangan tertentu pada controller (nilai tegangan tersebut menjadi salah satu data yang diolah oleh controller) ,keluaran dari Set Poin ini dari 0 V DC sampai dengan 10 V DC. . blok rangkaian penyusun selanjutnya adalah blok controller, blok ini menjadi jantungnya sistem secara keseluruhan ,karena fungsi blok ini menjaga intensitas cahaya yang diinginkan pada Plant (sesuai Set Poin) dapat terkendali . dengan mencuplik data dari keluaran sensor sebagai variabel Proses (PV) lalu dibandingkan dengan nilai Set Point dan selanjutnya mengolah data tersebut menjadi suatu nilai tegangan tertentu sebagai Manipulated Variable (MV) yang menjadi masukan Controlled Lamp pada Plant(dengan meberikan keluaran mendekati atau bahkan sesuai dengan nilai Set Poin) Yang terakhir adalah blok Plant, blok ini menjadi objek pada sistem secara keseluruhan. Dimana intensitas cahaya yang diinginkan (sesuai nilai Set Point) selalu terjaga. Dengan memberikan keluaran berupa nilai tegangan tertentu yang dicuplik oleh sensor (Variabel Proses) selanjutnya menjadi

salah satu masukan pada controller sebagai salah satu data yang selanjutnya diolah pada controller. masukan pada blok ini juga dari keluaran Controller, maka terdapat hubungan timbal balik antara controller dan Plant (sebagaimana terlihat terdapat tanda panah dengan dua arah) .



BAB 4

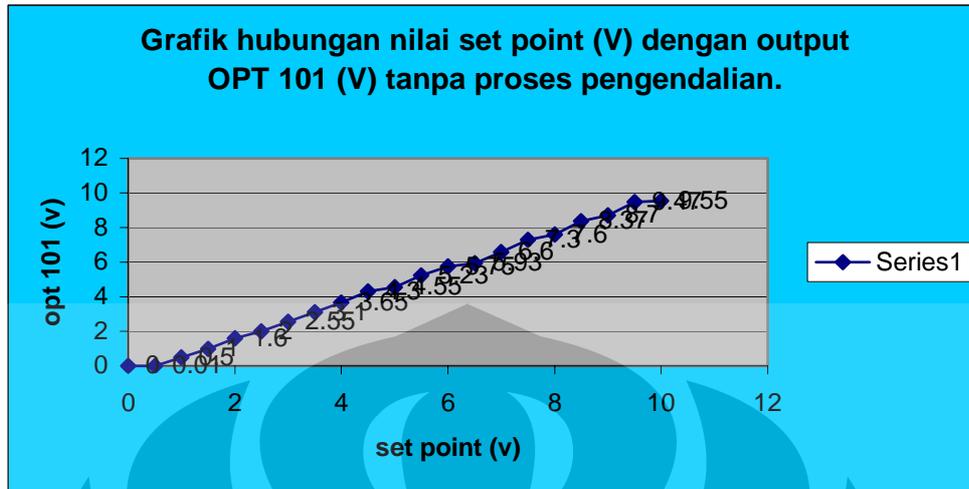
ANALISA DATA

Setelah dilakukan pengerjaan pembuatan alat, maka perlu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap data pengamatan, apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau tidak, masing dianalisis untuk hubungan Set Point dengan Plant tanpa proses pengendalian dan setelah proses pengendalian.

4.1 Hubungan Set poin (Volt) Dengan Plant (OPT 101 (Volt)) tanpa proses pengendalian.

Tabel 4.1. Hubungan nilai Set Point dengan output Plant (OPT 101) (V) tanpa proses pengendalian.

INPUT SET POIN(V)	OUTPUT PLANT(V)
0	0
0.5	0.01
1	0.5
1.5	1
2	1.6
2.5	2
3	2.55
3.5	3.1
4	3.65
4.5	4.3
5	4.55
5.5	5.23
6	5.75
6.5	5.93
7	6.6
7.5	7.3
8	7.6
8.5	8.37
9	8.7
9.5	9.47
10	9.55



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Set Poin (Volt) dengan output Plant (OPT101)
Tanpa proses pengendalian.

OPT 101 menjadi salah satu sensor cahaya yang paling baik diantara sensor optik lainnya . Tegangan yang didapatkan berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Semakin besar intensitas cahaya yang diserap oleh OPT maka tegangan yang didapatkan pun semakin besar.

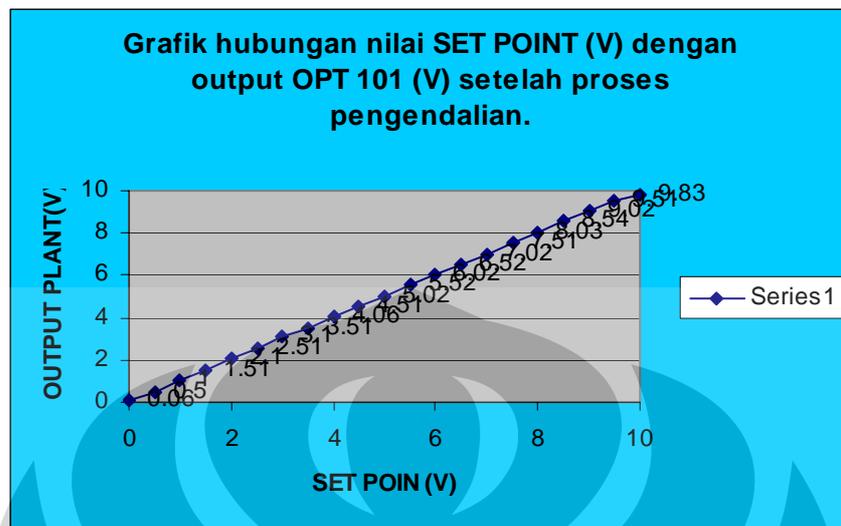
Pada gambar 4.1 terlihat kenaikan antara tegangan dengan intensitas cahaya, walau didapati tegangan yang diindera masih memiliki selisih dengan harga set point namun secara umum masih dapat ditoleransi karena selisihnya tidak terlampaui jauh terhadap nilai set point itu sendiri.. dimana dapat terlihat selisih tegangan antara set point yang diberikan dengan output sensor secara umum sebesar rata-rata 0,3V.

4.2 Hubungan Set poin (Volt) Dengan Plant (OPT 101(V)) setelah proses pengendalian

Tabel 4.2 . Hubungan nilai Set Point (V) dengan Plant (OPT 101) (V)

Setelah proses pengendalian .

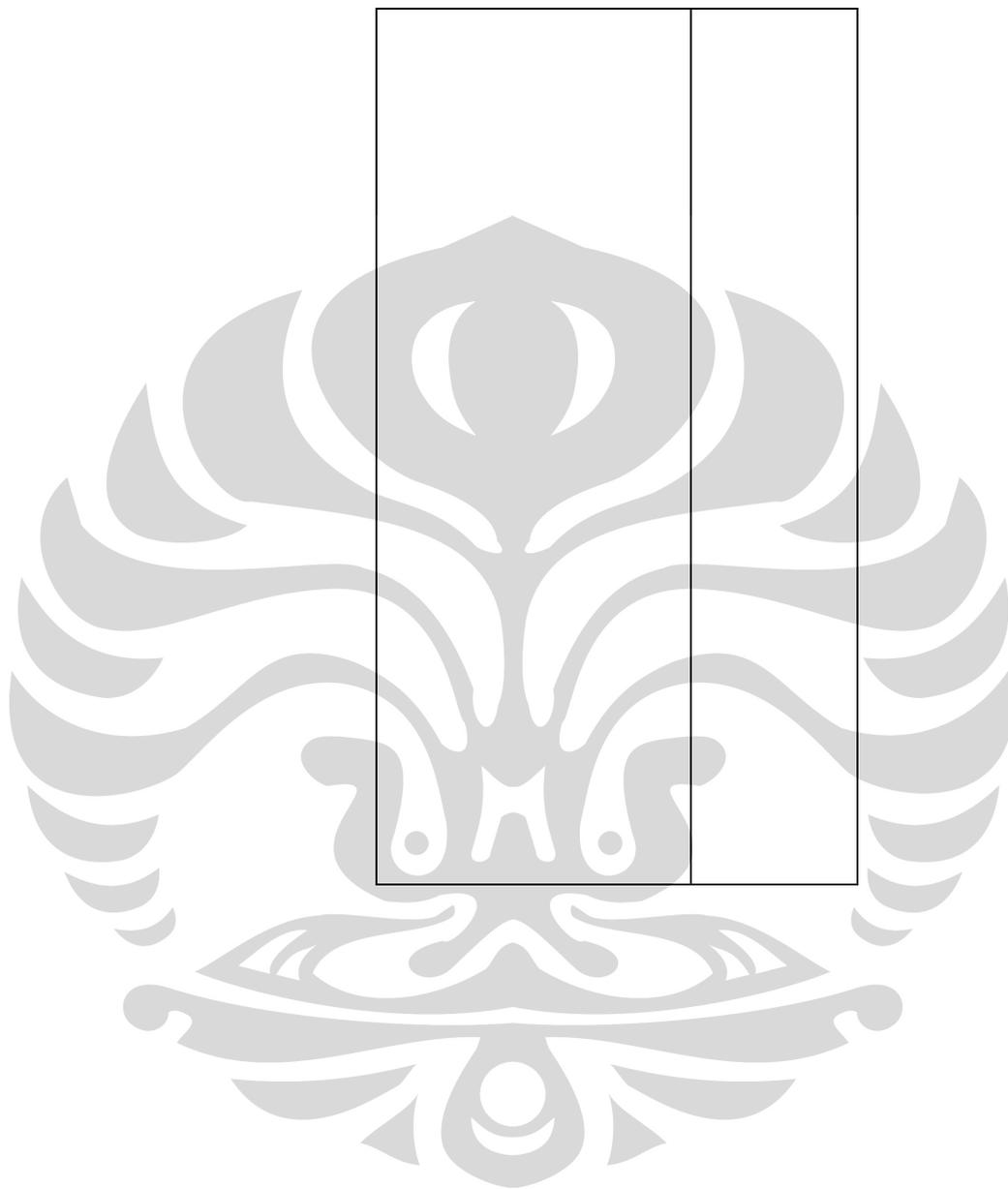
INPUT SET POIN(V)	OUTPUT PLANT(V)
0	0.06
0.5	0.5
1	1
1.5	1.51
2	2.01
2.5	2.51
3	3.01
3.5	3.51
4	4.06
4.5	4.51
5	5.02
5.5	5.52
6	6.02
6.5	6.52
7	7.02
7.5	7.51
8	8.03
8.5	8.54
9	9.02
9.5	9.51
10	9.83



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Set Poin (Volt) dengan output Plant (OPT101) Setelah proses pengendalian.

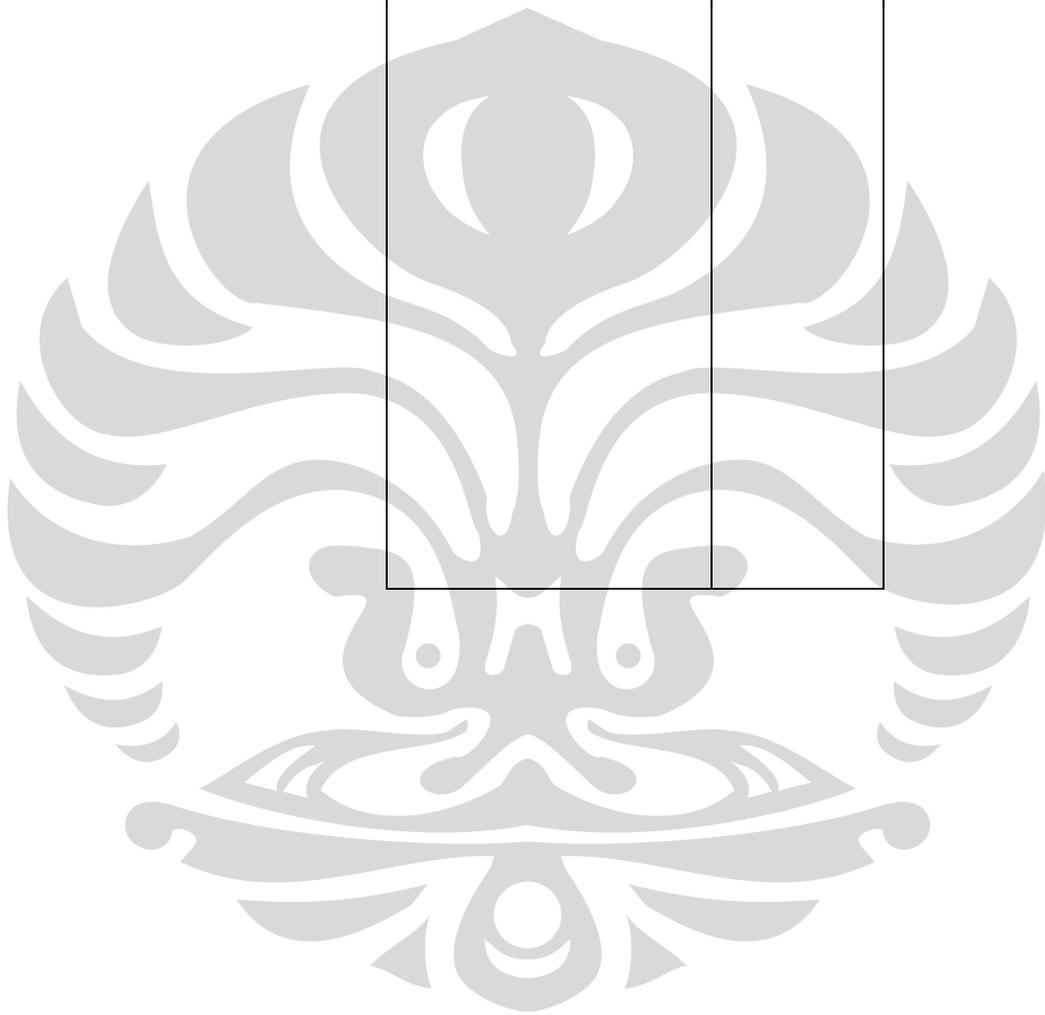
Dari data yang didapat dapat dikatakan keberhasilan unjuk kerja pengendali secara khusus dan sistem secara keseluruhan, dimana nilai tegangan yang diberikan set point hanya memiliki selisih yang jauh lebih kecil setelah melalui proses pengendalian dibanding tanpa proses pengendalian. Dimana dapat dilihat selisihnya rata-rata hanya 0,02V. walau pada nolai st point di 10V tegangan yang diindera sensor ada beda selisih lagi,hal ini dikarenakan tegangan zener yang kurang bagus. Namun sebagaimana terlihat pada Gambar 4.2., Grafik menunjukkan kelinier-an yang cukup bagus.



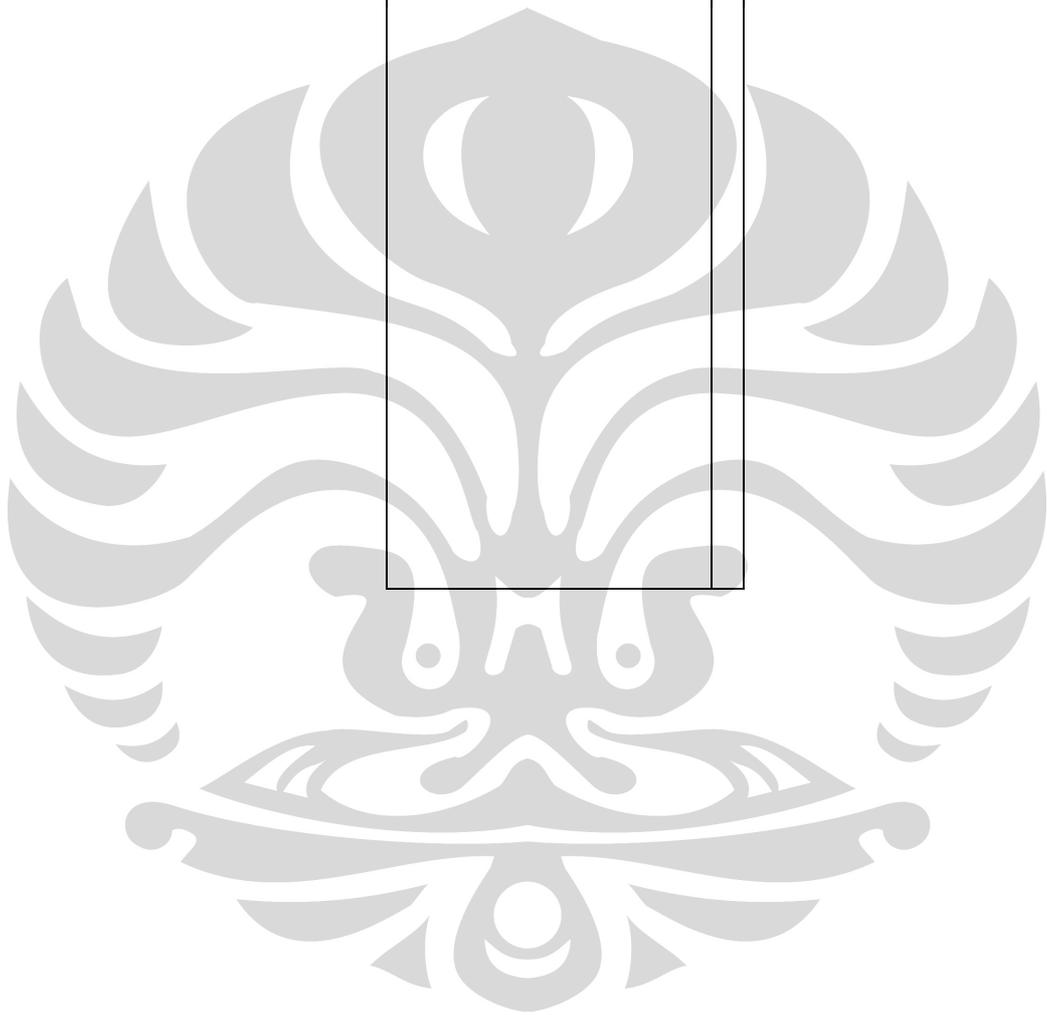


2

2.1

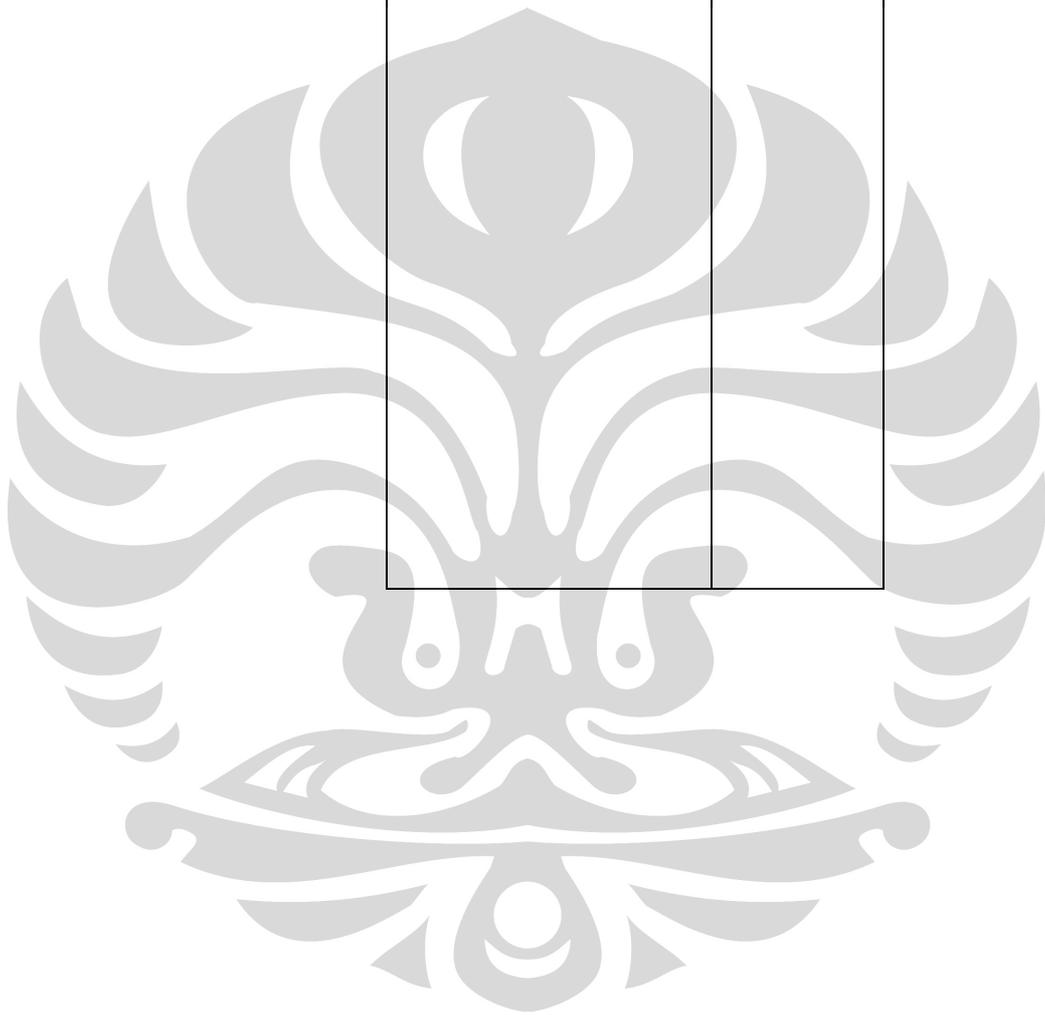


2.5	2
	·
	5
	1



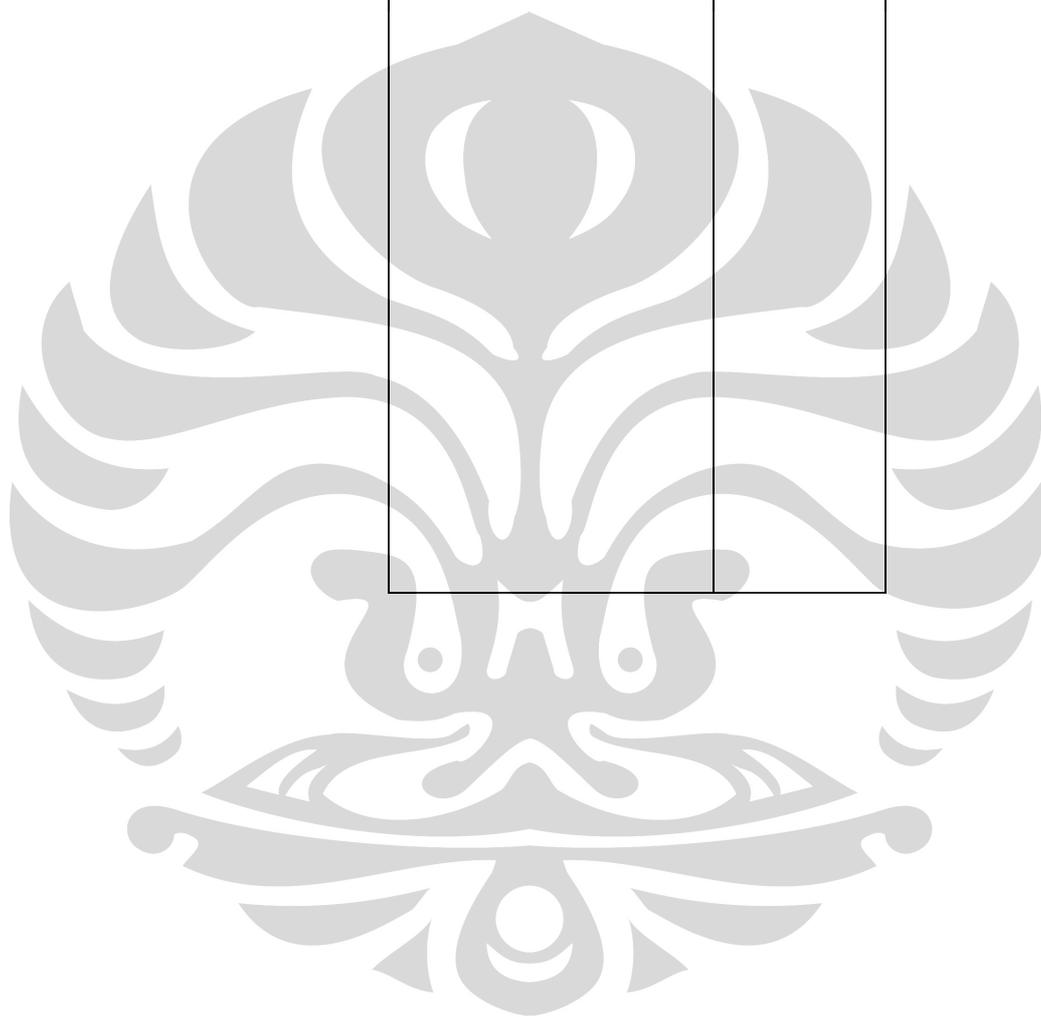
3

3.1



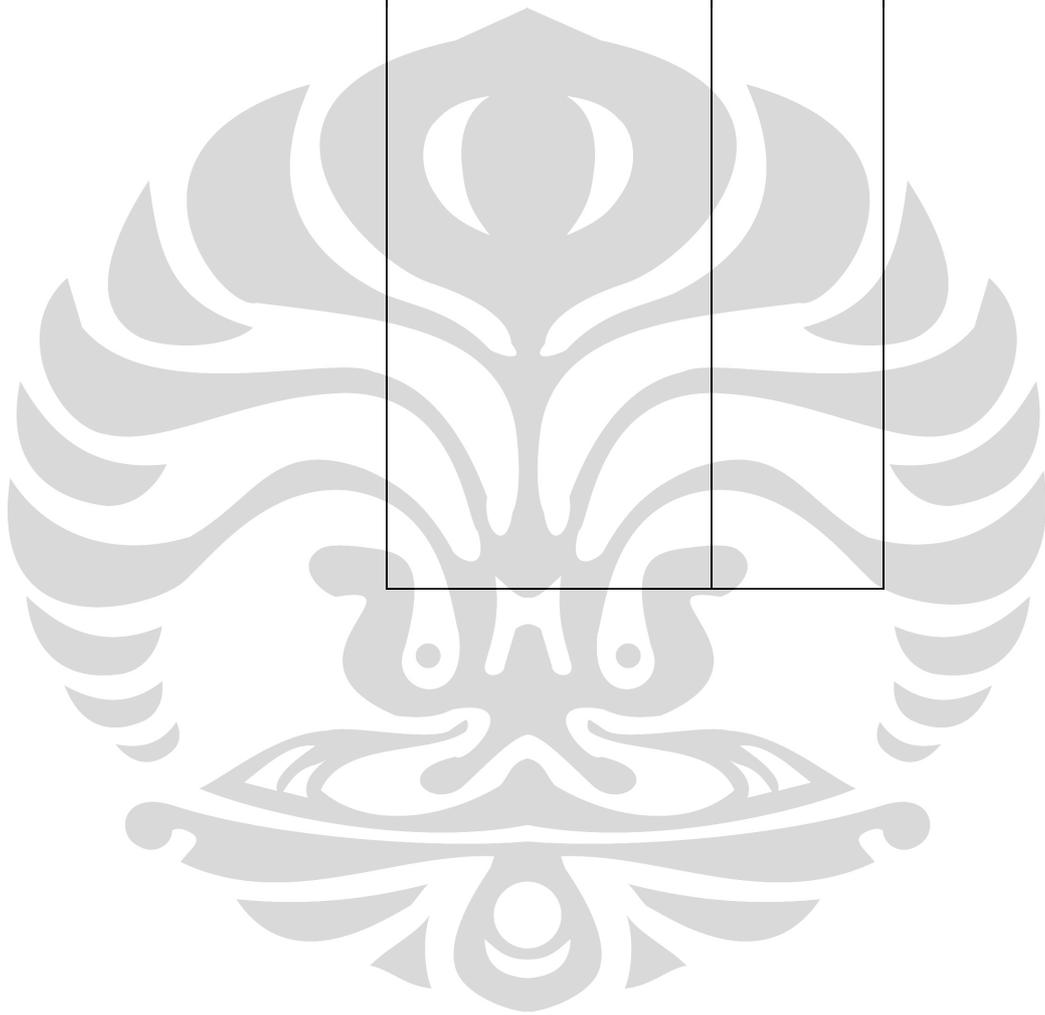
3.5

3.51



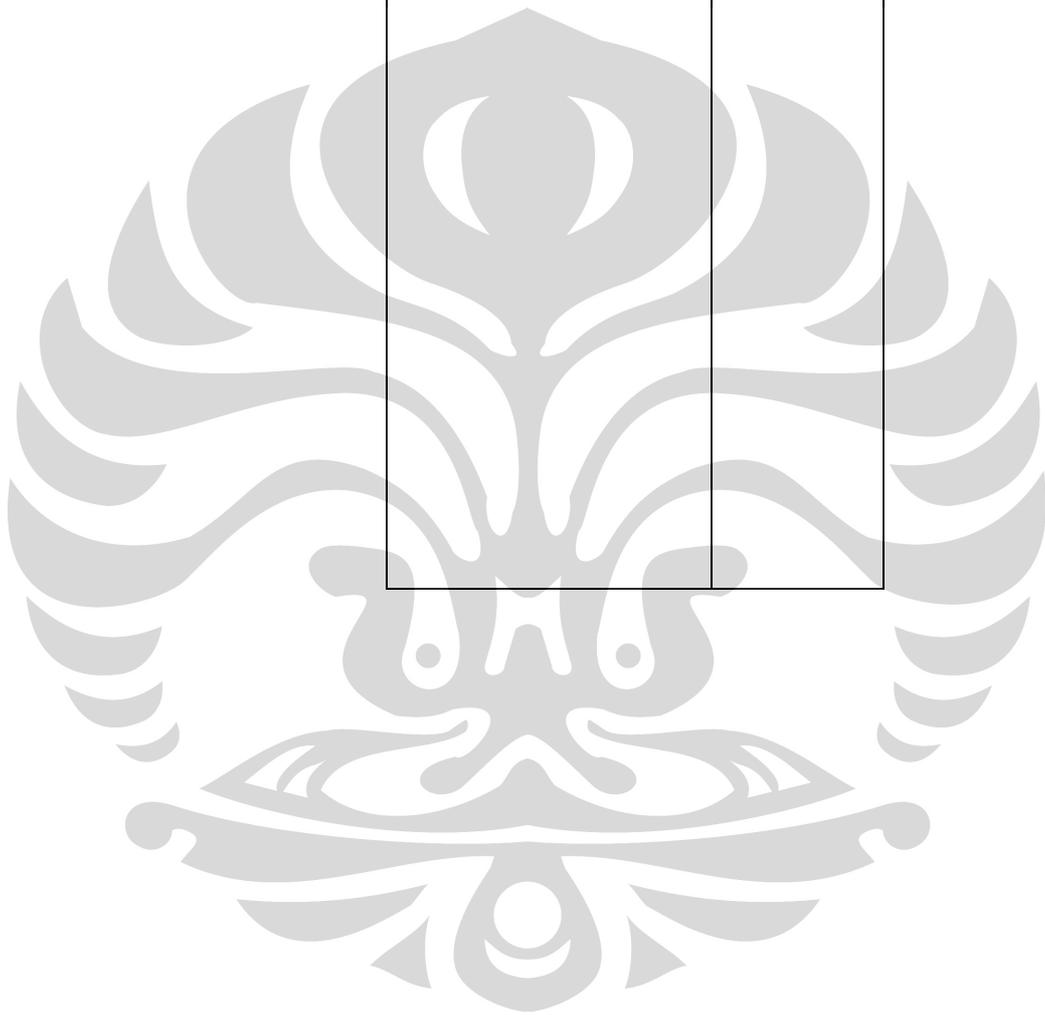
4

4.06



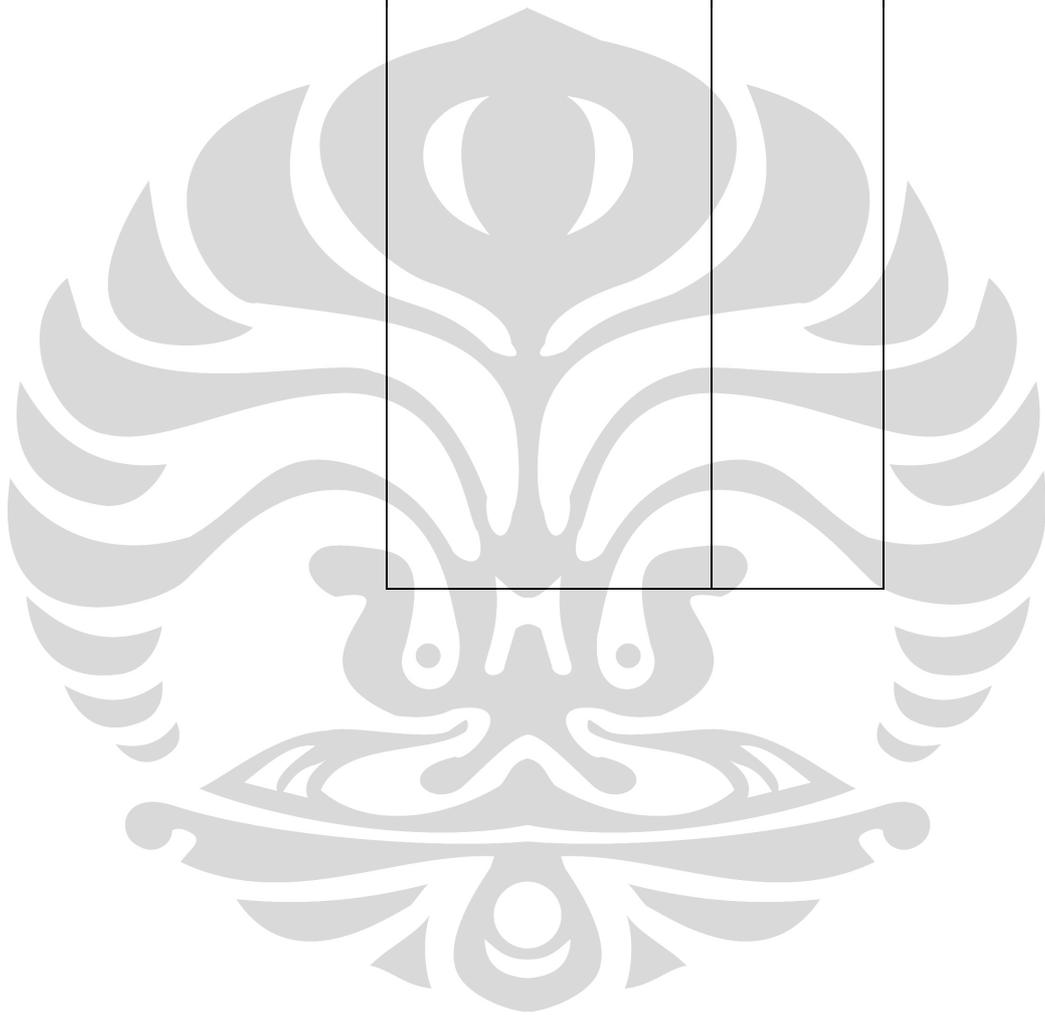
4.5

4.51



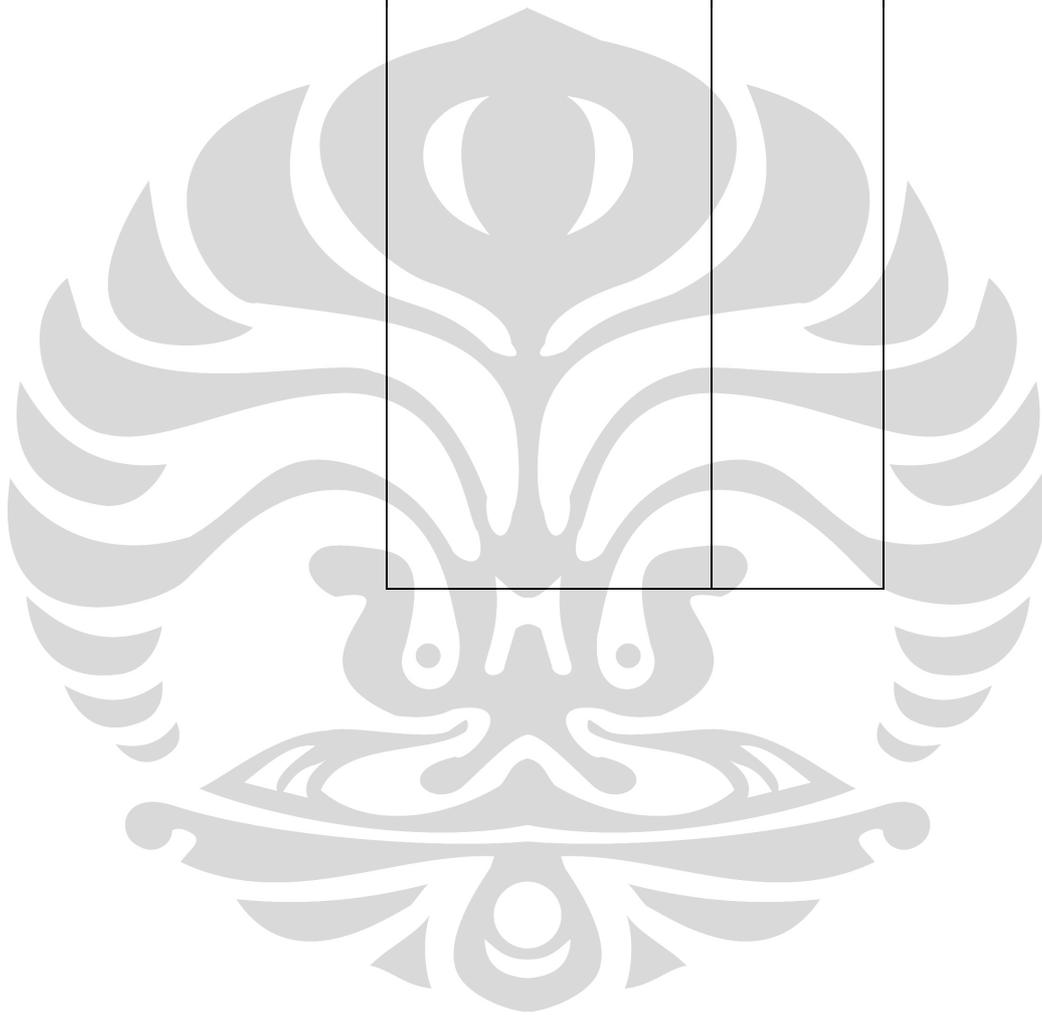
5

5.02



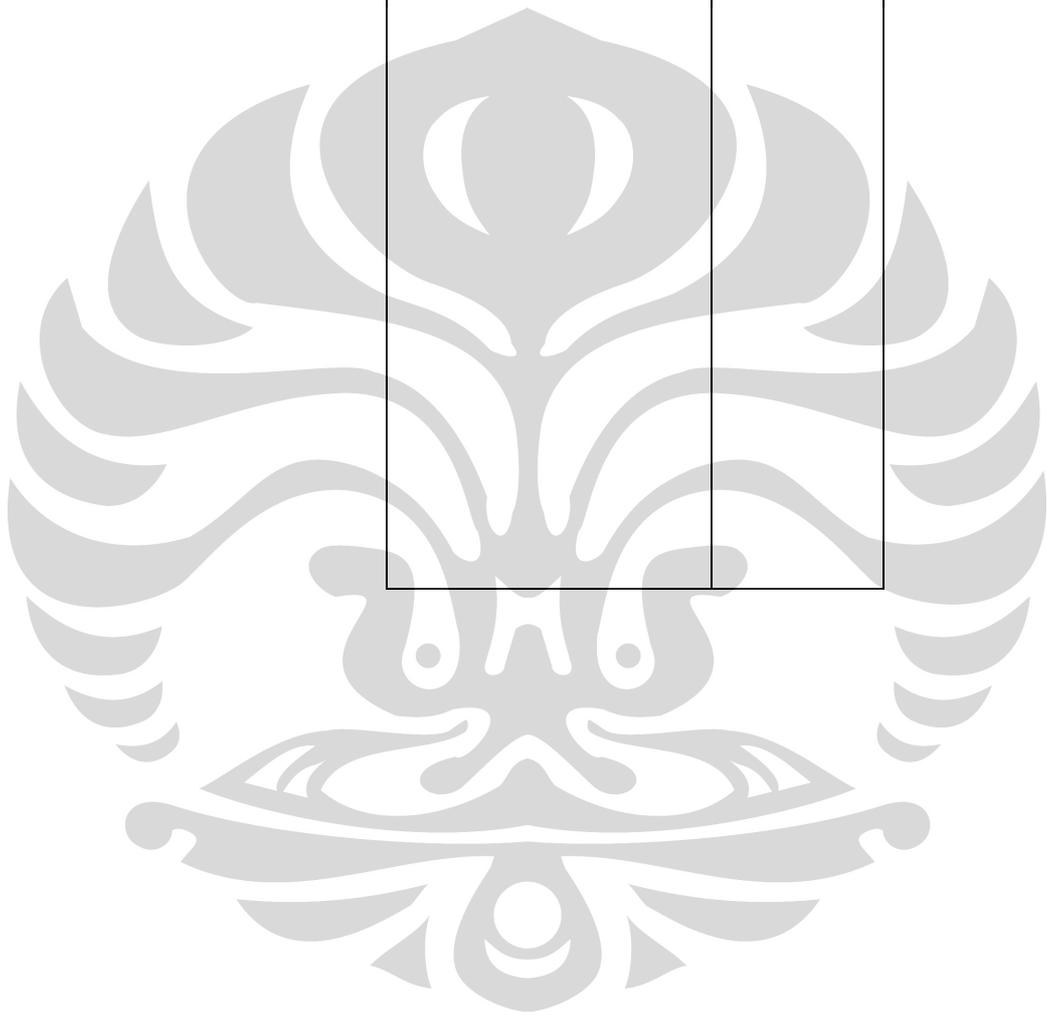
5.5

5.52



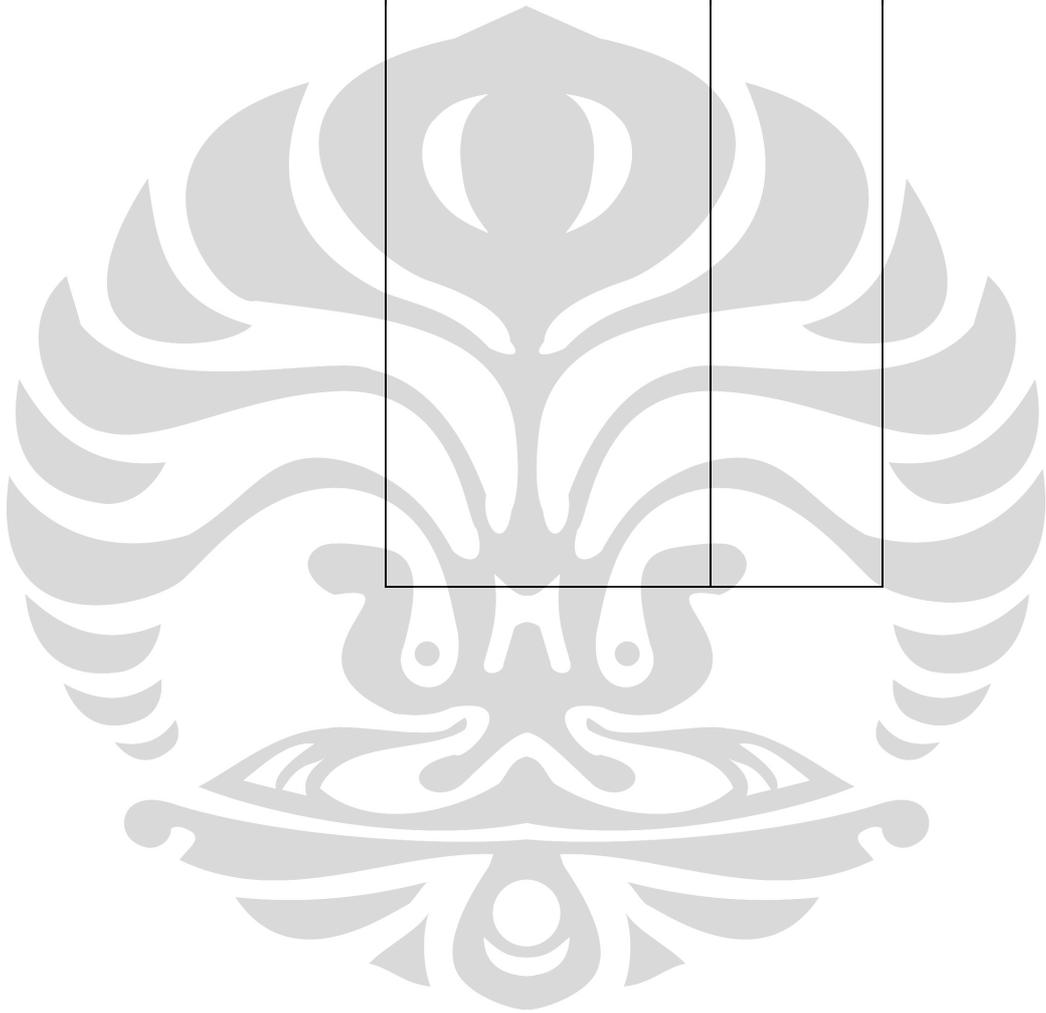
6

6.02



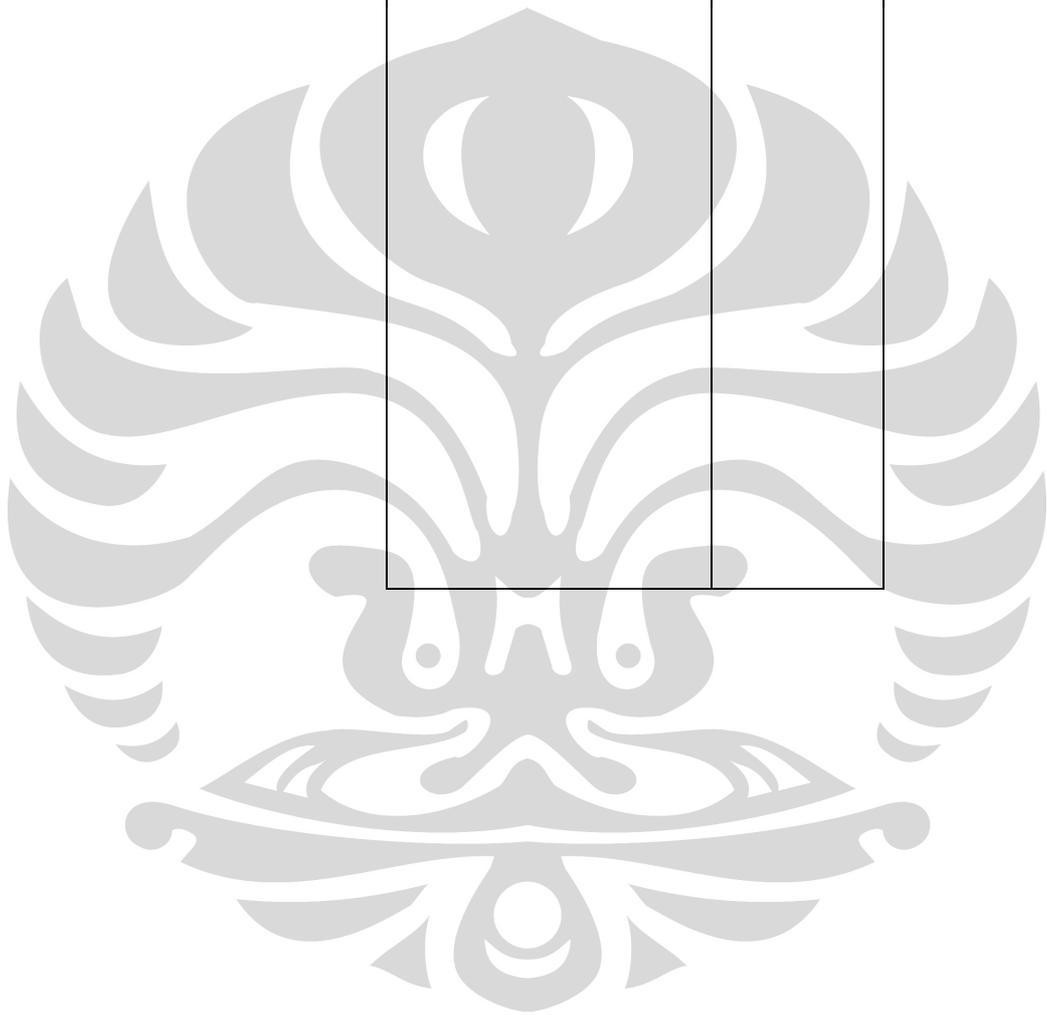
6.5

6.52

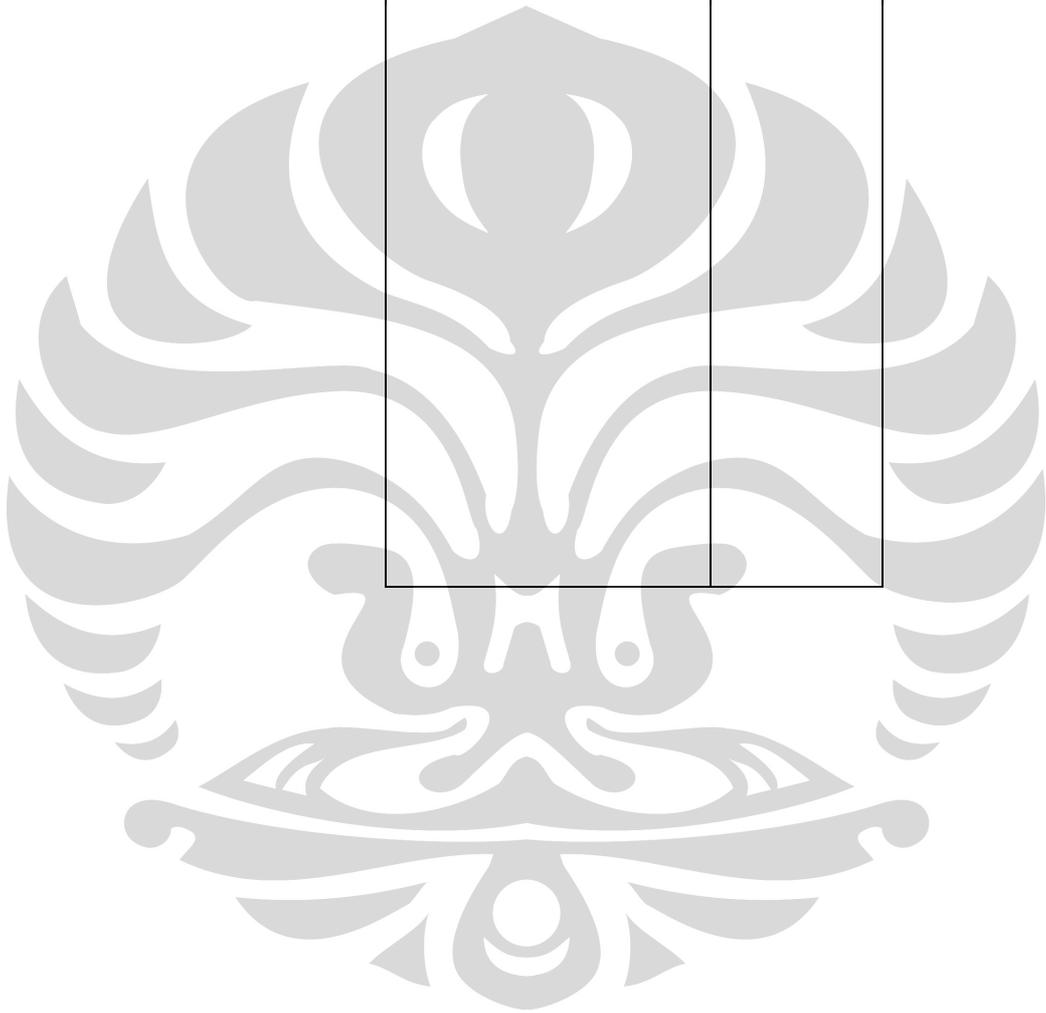


7

7.02

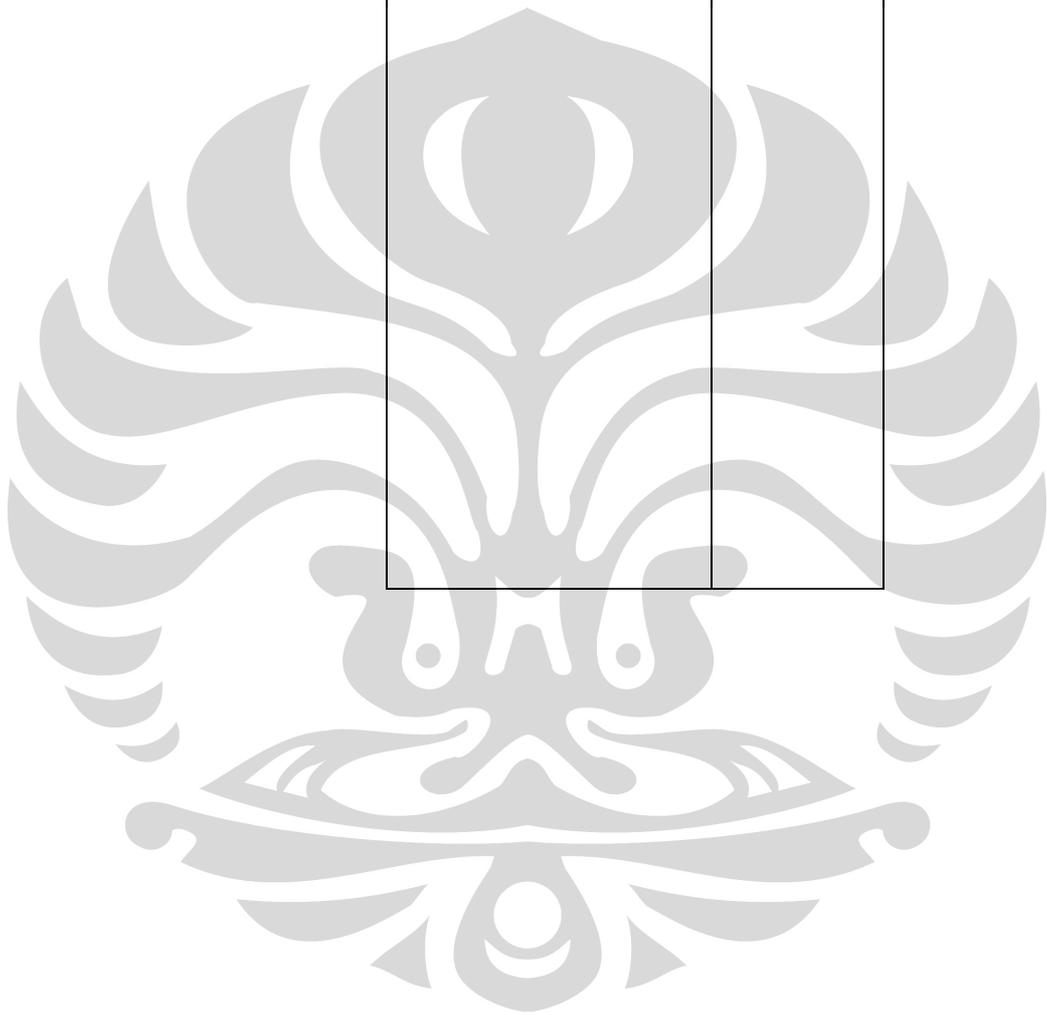


7.5	7.51
-----	------



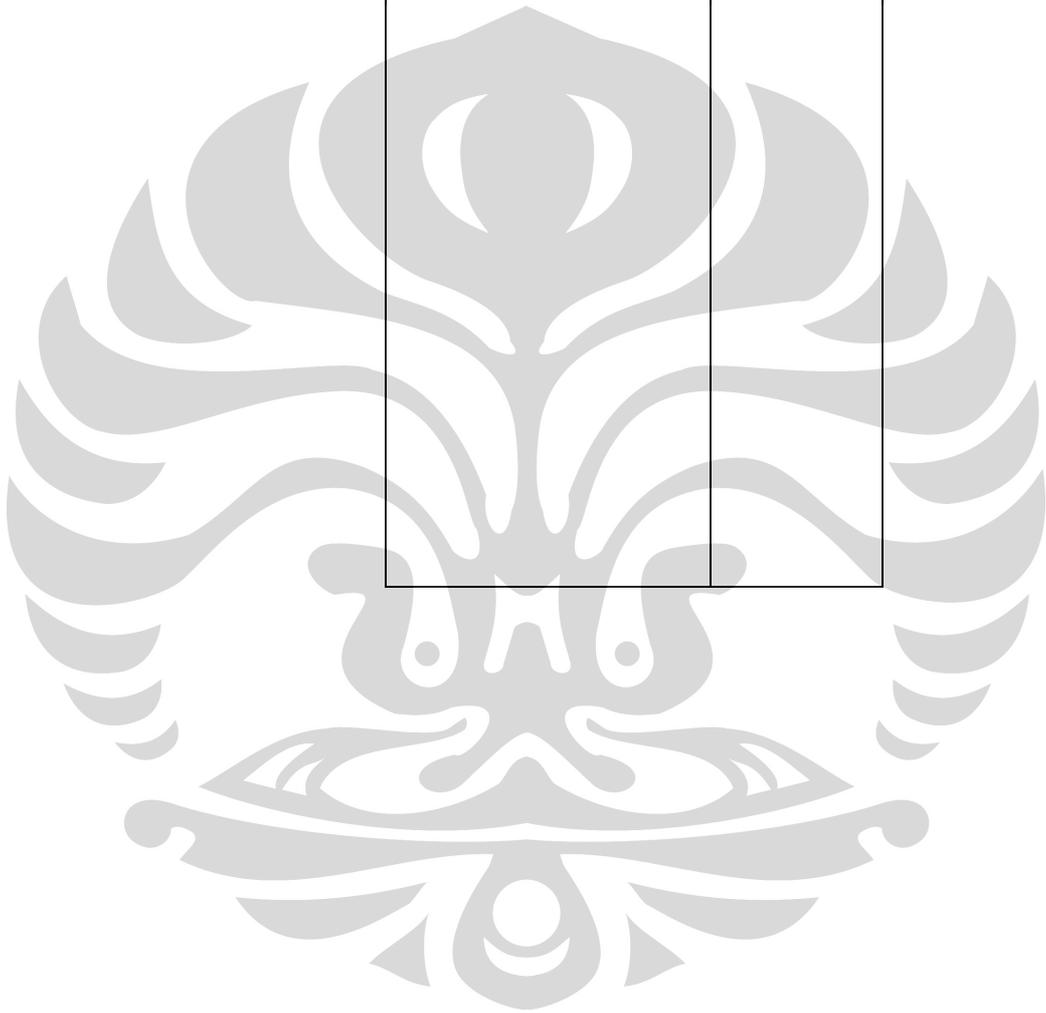
8

8.03



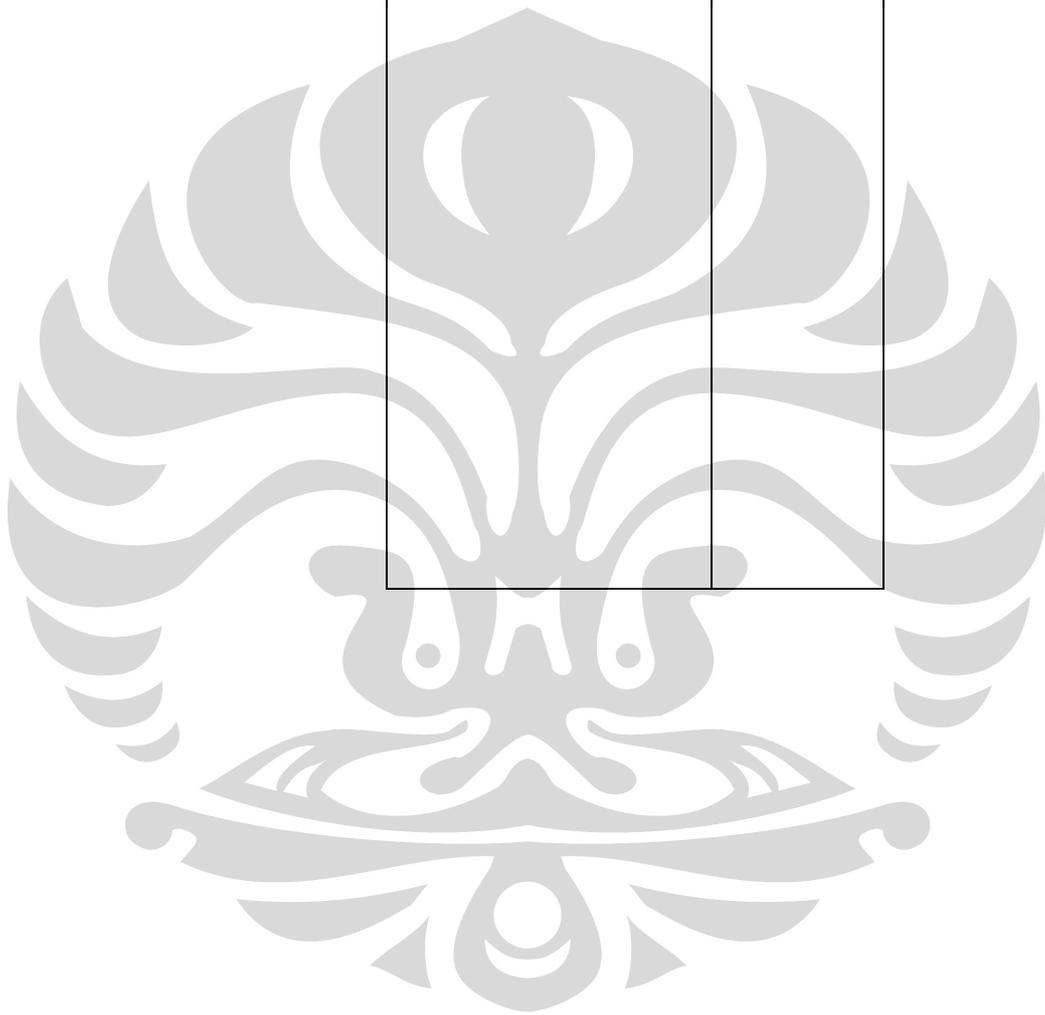
8.5

8.54



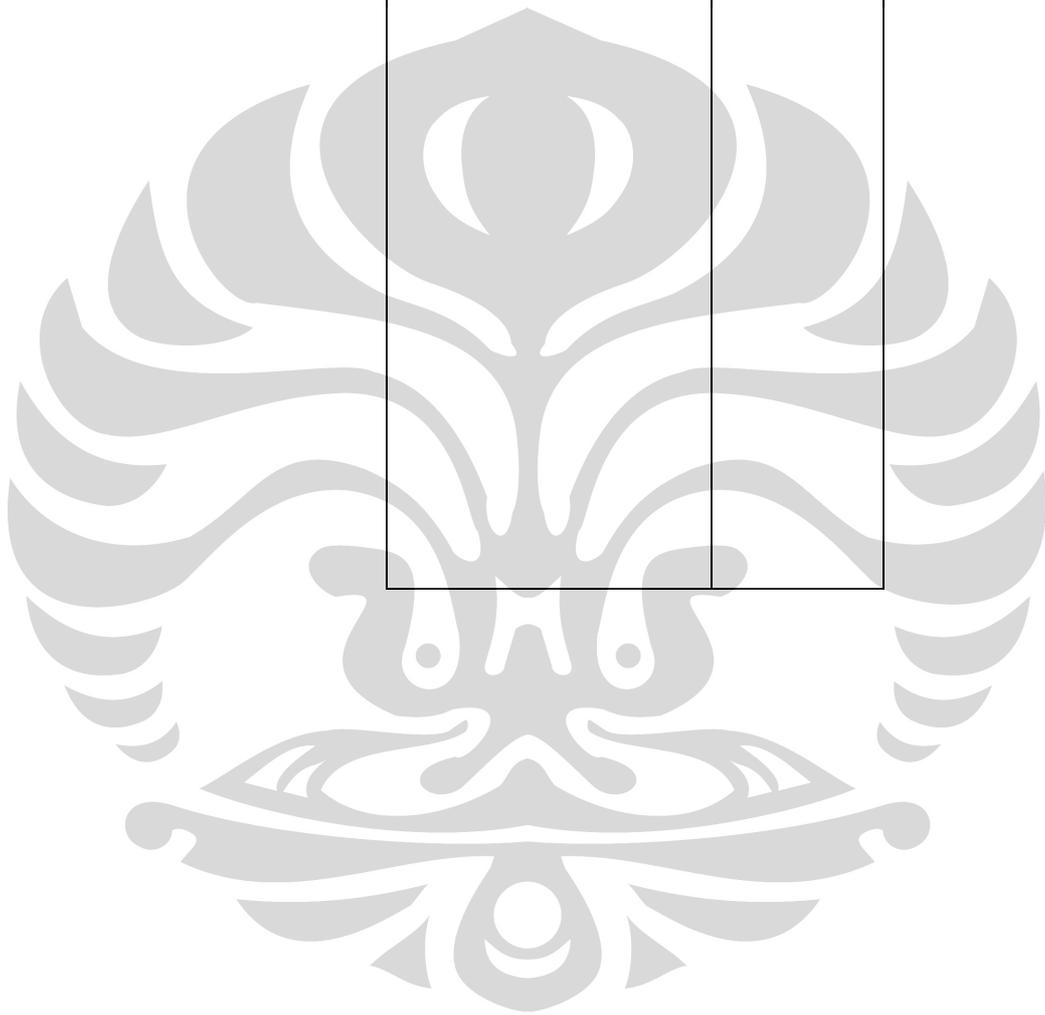
9

9.02



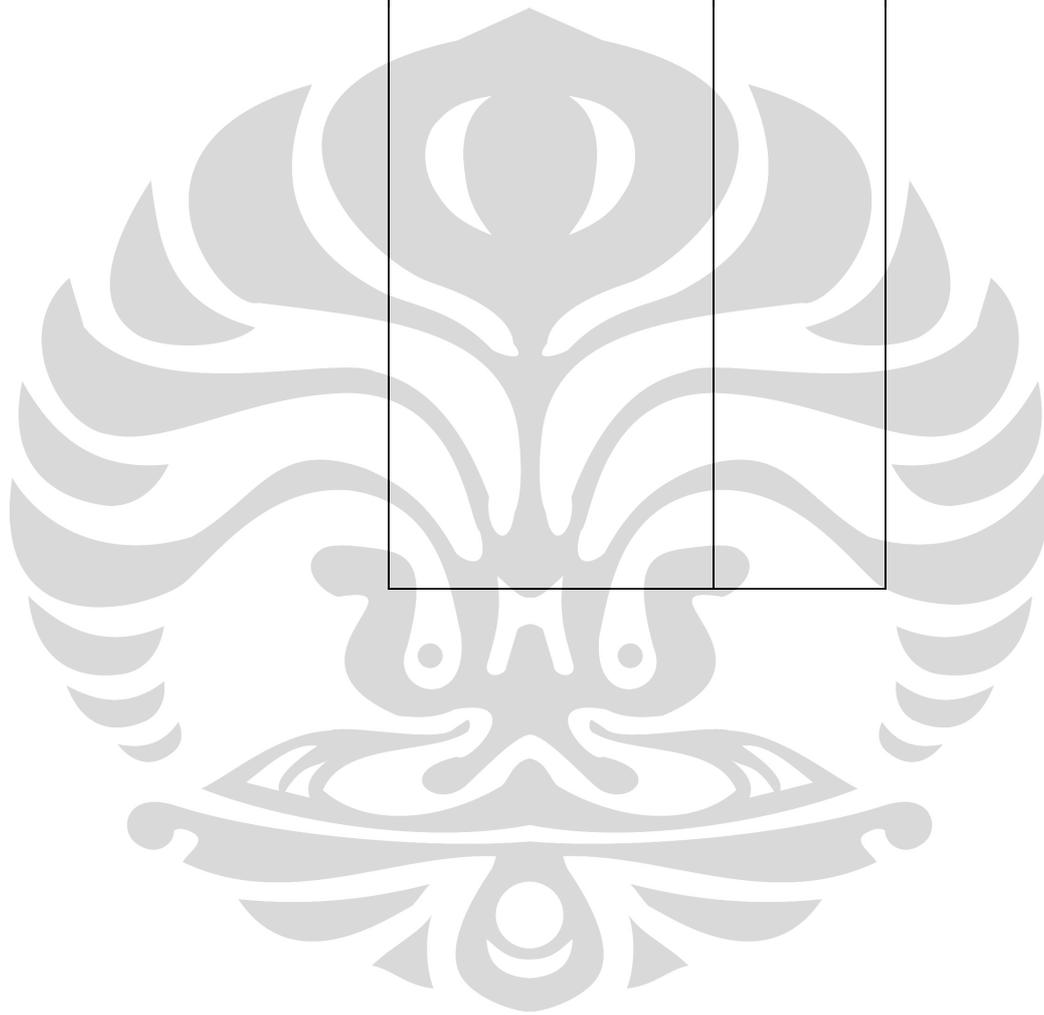
9.5

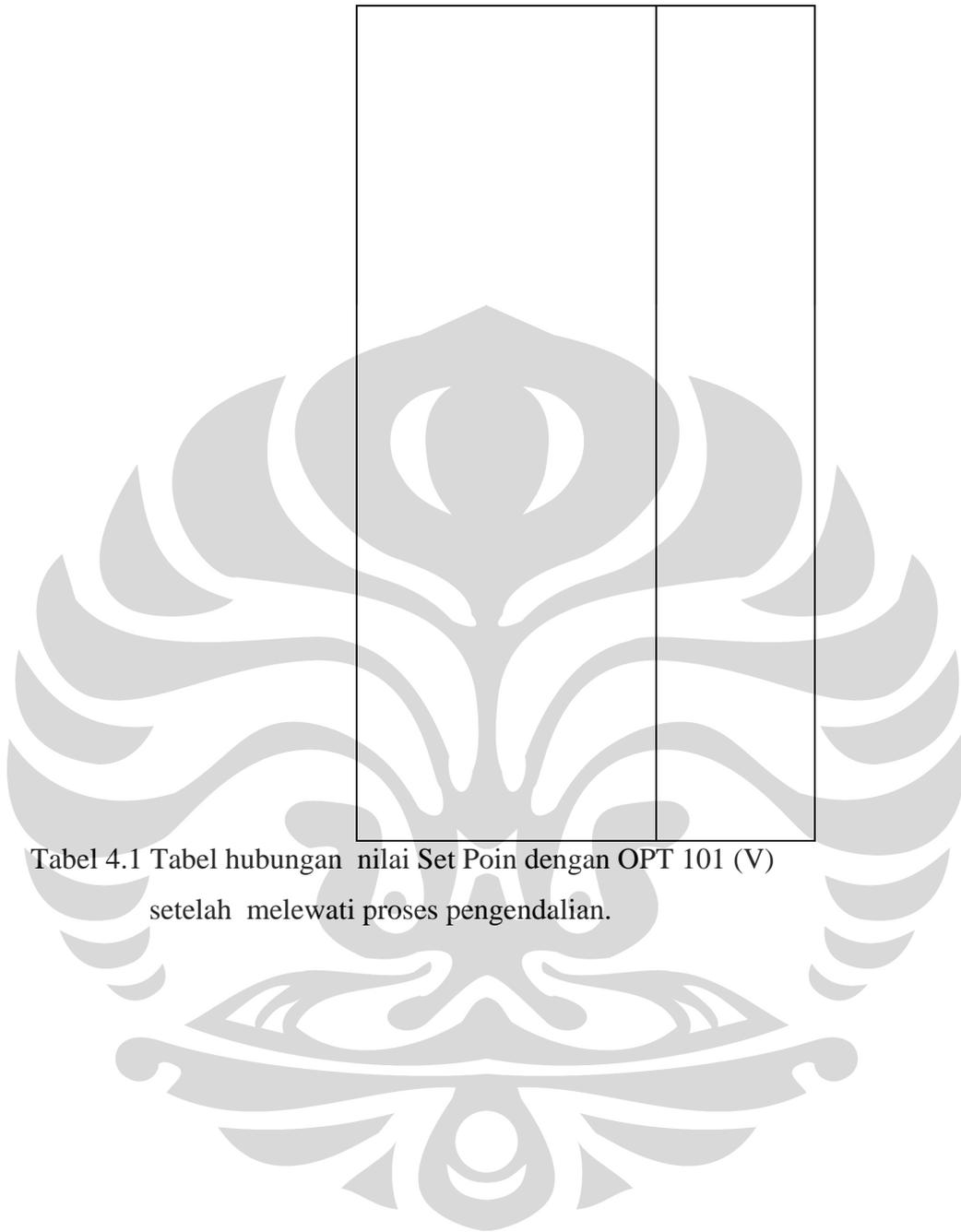
9.51



10

9.83





Tabel 4.1 Tabel hubungan nilai Set Poin dengan OPT 101 (V)
setelah melewati proses pengendalian.

Gambar 4.1 Grafik Hubungan Set Poin (Volt) dengan OPT 101 (Volt) setelah melewati proses pengendalian.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan semua perencanaan dan pelaksanaan pembuatan alat , pengujian alat dan analisa data yang didapat. Maka sebagai langkah terakhir adalah menyimpulkan atas segala hal yang telah dilakukan ,dan tidak lupa juga memberikan saran yang berguna untuk pengembangan atas pembuatan alat ini.

5.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan perancangan sistem serta pengujian terhadap sistem tersebut, maka penulis dapat mengambil suatu kesimpulan bahwa :

1. Intensitas cahaya dari luar kotak cukup mempengaruhi intensitas cahaya dalam kotak yang selanjutnya mengganggu sistem secara keseluruhan ,karena pengendali tidak dapat mengkompensasi intensitas cahaya yang tidak terhingga.namun hal ini dapat diminimalisir dengan memposisikan sensor sedemikian rupa . Hal ini dikarenakan faktor OPT 101 dengan sensitifitasnya yang tinggi .
2. Pada simulasi ini,besarnya amplitudo sinyal gangguan tidak boleh jauh melebihi harga set poin ,karena pengendali tidak dapat mengkompensasi.
3. pemberian catu daya untuk lampu dengan pemberian tegangan yang maka intensitas lampu juga berbeda yang berakibat pada penginderaan yang tidak maksimum oleh sensor.

5.2 Saran

1. Dalam melakukan percobaan, dimaksimalkan untuk tidak ada pengaruh cahaya dari luar kotak sebab hal itu dapat mempengaruhi penginderaan sensor.
2. Dalam mengindera intensitas cahaya ini sebaiknya menggunakan komponen sensor yang benar-benar mengindera dengan baik cahaya terhadap tampak , Sehingga respon yang diterima lebih baik..

3. Berdasarkan keterangan data sheet OPT 101, dengan memposisikan sensor Sesuai yang disarankan maka dapat lebih mengefektifkan dan mengefisienkan kerja sensor.



DAFTAR PUSTAKA

1. *Frederick W. Hughes* ,**Panduan Op-Amp** , Elex media,Jakarta 1990.
- 2 *Malvino*, **Prinsip-prinsip Elektronika**, Erlangga, Jakarta 1995.
3. Datasheet.com
4. Wikipedia.org

