

# PENGATURAN KUAT CAHAYA PADA SOLATUBE MENGGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS MIKROKONTROLER

Firman Dewan Saputra,<sup>1</sup>, Dr. Ir. Purwanto, MT.<sup>2</sup>, Ir. Retnowati, MT.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, <sup>2</sup>Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: [firmandsaputra@gmail.com](mailto:firmandsaputra@gmail.com).<sup>1</sup>, [purwanto@ub.ac.id](mailto:purwanto@ub.ac.id).<sup>2</sup>, [retnowati\\_jte@yahoo.com](mailto:retnowati_jte@yahoo.com).<sup>2</sup>

## Abstrak

*Solatube* merupakan tabung solar yang sistem kerjanya meneruskan cahaya matahari ke dalam tabung reflektor, dipantulkan dan masuk ke dalam ruangan. Cahaya yang masuk ke dalam ruangan benar-benar berasal dari cahaya matahari bukan cahaya listrik buatan. Namun, *solatube* ini hanya dapat merefleksikan cahaya matahari ke dalam ruangan tanpa bisa diatur intensitas kuat cahaya yang masuk ke dalam ruangan tersebut. Sehingga ada kalanya cahaya yang masuk ke dalam ruangan terlalu kuat atau terlalu terang. Maka salah satu solusi yang dapat digunakan ialah dibuatlah suatu plat pada *solatube* sehingga intensitas kuat cahaya yang masuk ke dalam ruangan dapat diatur dan kontroler yang digunakan ialah kontrol PID berbasis mikrokontroler. *Solatube* yang digunakan merupakan *solatube* hasil rancangan sendiri sehingga berbeda dengan *solatube* yang ada dipasaran pada umumnya. Dalam proses pengaturan kuat cahayanya mikrokontroler yang sudah dikontrol dengan PID akan mengendalikan driver motor dan driver akan menggerakkan motor sehingga plat akan bergerak sesuai dengan yang diperintahkan. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kuat cahaya ialah sensor *Light Dependent Resistor* atau *LDR*. Pada *solatube* ini set point yang digunakan adalah sebesar 150 Lux dan apabila dikonversikan ke dalam tegangan yakni sebesar 3,68 v, jadi apabila cahaya yang terdeteksi oleh sensor kurang dari set point maka plat akan bergerak membuka namun apabila kuat cahaya yang dideteksi oleh sensor lebih dari 150 Lux maka plat akan bergerak menutup.

Kata kunci- *PID*, *solatube*, *kuat cahaya*, *LDR*.

## I. PENDAHULUAN

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan ruang. Ruangan yang telah dirancang tidak dapat memenuhi fungsinya dengan baik apabila tidak disediakan akses pencahayaan. Pencahayaan di dalam ruang memungkinkan orang yang menempatinya dapat melihat dengan baik. Tanpa dapat melihat dengan jelas maka aktivitas di dalam ruang akan terganggu. Sebaliknya, cahaya yang terlalu terang juga dapat mengganggu penglihatan. Permasalahan lainnya juga ada pada penghematan energi, dimana energi merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia saat ini.

Salah satu contoh penyebab adalah pemborosan penggunaan energi pada sistem penerangan. Oleh karena itu dibuatlah suatu alat yang dapat mengurangi pemborosan energi pada sistem penerangan atau pencahayaan pada ruangan. Alat tersebut diberi nama *solatube*, yang berfungsi untuk memberikan pencahayaan langsung dari cahaya

matahari tanpa menggunakan energi listrik. Namun, *solatube* ini hanya dapat memasukkan cahaya matahari ke dalam ruangan tanpa bisa diatur intensitas kuat cahaya yang masuk ke dalam ruangan tersebut. Sehingga ada kalanya cahaya yang masuk ke dalam ruangan terlalu kuat atau terlalu terang.

Maka pada penelitian kali ini saya akan memberikan suatu solusi yakni dengan membuat *solatube* otomatis yang dapat mengatur intensitas kuat cahaya, sehingga cahaya yang masuk sesuai dengan yang dibutuhkan atau yang diinginkan. Sistem pada penelitian ini berbasis Mikrokontroler. Kontrol PID digunakan pada sistem kontrol pengendalian motor dalam mengatur plat sebagai alat untuk mengatur intensitas kuat cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Diharapkan dengan menggunakan Kontrol PID berbasis Mikrokontroler ini, pergerakan motor yang mengatur plat dapat dikendalikan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Solatube

*Solatube* merupakan suatu alat yang berasal dari Amerika yang teknologinya telah ada selama hampir 20 tahun. Hanya di Indonesia baru berjalan 2 tahun. Konsep kerja dari *solatube* ini sangat sederhana, dari namanya pun dapat diketahui “sola” yang berarti matahari dan “tube” yang berarti tabung. Jadi sistem kerja dari *solatube* ialah memasukkan cahaya matahari ke dalam tabung reflektor, dipantulkan dan masuk ke dalam ruangan. Cahaya yang masuk ke dalam ruangan benar-benar matahari bukan cahaya listrik buatan. Berbeda dengan *solarcell* yang memanfaatkan energi matahari menjadi listrik dalam baterai untuk menyalaikan lampu listrik. Sebaliknya *solatube* benar-benar hanya memanfaatkan cahaya matahari.

Keunggulan dari *solatube* ini ialah tidak adanya panas yang ikut terhantar. Dibandingkan dengan lampu listrik sejenis LED yang masih terdapat panas yang terhantar. Cahaya matahari yang mengandung panas adalah sinar infra merah, sinar ini dipantulkan di doom, sehingga yang masuk hanya spektrum cahayanya saja. Berbeda dengan lampu listrik yang harus diganti dalam rentang waktu beberapa minggu atau bulan. Keunggulan lain dari *solatube* ini adalah bebas perawatan, bebas biaya dan tanpa energi listrik.

Cahaya yang dikeluarkan oleh *solatube* berbeda dengan cahaya lampu yang konstan, karena *solatube* berkonsep reflektif, maka cahaya yang dihasilkan tergantung pada cahaya di luar. Namun, dalam keadaan mendung sekalipun, cahaya yang direfleksikan di dalam ruangan dapat mengakomodasi aktivitas dalam ruangan. Poin utama dari *solatube* ini adalah fakta bahwa cahaya matahari memberikan efek positif bagi kehidupan manusia dari segi psikologis.

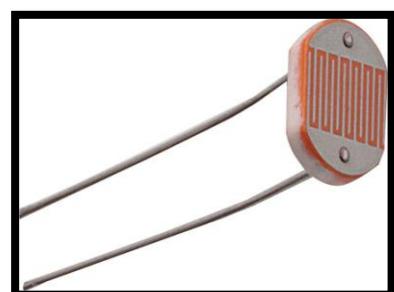
Ruangan yang diaplikasikan *solatube* terbukti memiliki aktivitas dan produktivitas yang tinggi. Dari segi ramah lingkungan, *solatube* merupakan langkah konkret hemat energi karena pengoperasiannya tanpa menggunakan energi listrik dan memanfaatkan cahaya matahari yang berlimpah. Gambar 1 merupakan gambaran *solatube* secara umum yang banyak digunakan.



Gambar 1. *Solatube*

### B. Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansnya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai  $10 \text{ M}\Omega$ , dan di tempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi  $150 \Omega$ . Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Bentuk fisik sensor cahaya LDR dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Sensor Cahaya LDR

### C. Motor DC

Motor DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di

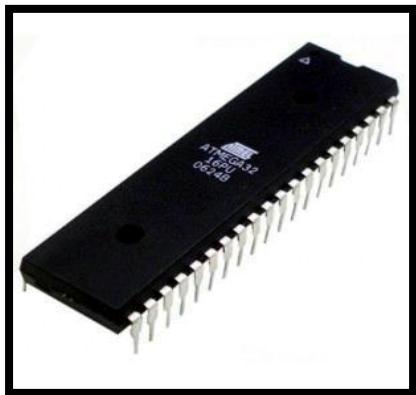
industry. Contoh bentuk dari motor DC ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Motor DC

#### D. Mikrokontroler Atmega32

AVR ATmega32 merupakan sebuah mikrokontroler low power CMOS 8 bit berdasarkan arsitektur AVR RISC. Bentuk dari ATmega32 dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. ATmega32

#### E. Kontroler Proporsional Integral Differensial (PID)

Gabungan aksi kontrol proporsional, integral, dan differensial mempunyai keunggulan dibandingkan dengan masing-masing dari tiga aksi kontrol tersebut. Masing – masing kontroler P, I, maupun D berfungsi untuk mempercepat reaksi sistem, menghilangkan *offset*, dan mendapatkan energi ekstra ketika terjadi perubahan *load*.

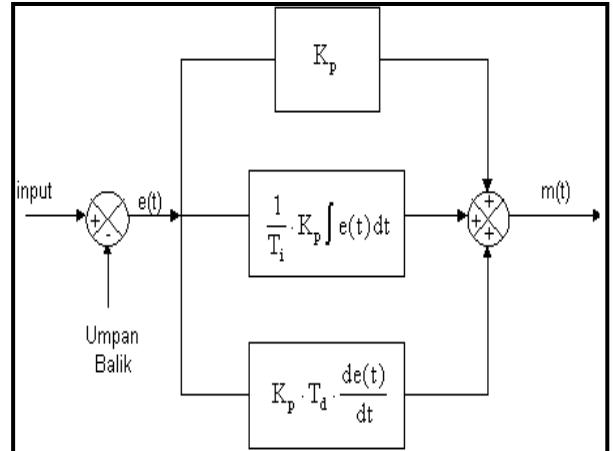
Persamaan kontroler PID ini dapat dinyatakan dalam persamaan di bawah ini:

$$m(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{K_p}{T_i} \cdot e(t)dt + K_p \cdot T_d \frac{de(t)}{dt}$$

Dalam transformasi Laplace dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot s} + Td \cdot s \right)$$

$T_i$  adalah waktu integral dan  $Td$  adalah waktu derivatif. Gambar 4 menunjukkan diagram blok kontroler PID.



Gambar 5. Diagram Blok Kontroler PID

### III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan ini meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada skripsi ini. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan alat *solatube*, perancangan rangkaian elektris dan perancangan *driver* motor. Sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi pembuatan program pada *software* CVAVR.

#### A. Perancangan Alat *Solatube*

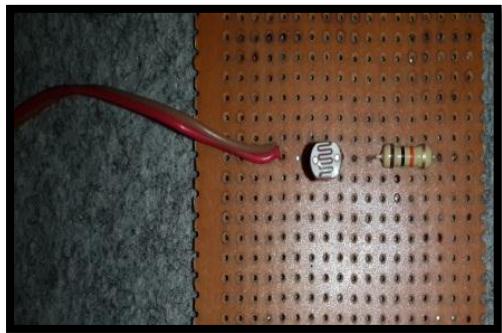
Konstruksi alat *solatube* dapat dilihat dalam Gambar 6.



Gambar 6. Skema Konstruksi Alat *Solatube*

## B. Perancangan Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR).

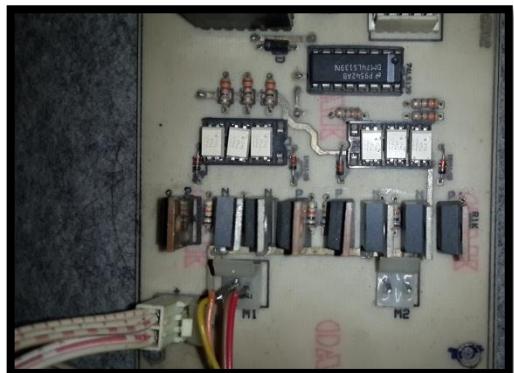
Rangkaian sensor cahaya dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah.



Gambar 7. Rancangan sensor LDR

## C. Perancangan Driver Motor

Rangkaian *driver* motor merupakan rangkaian dalam *project board*. Rangkaian *driver* ini digunakan sebagai regulator sinyal *pulse width modulation* (PWM) bagi motor DC untuk menggerakkan plat. Gambar 8 di bawah merupakan rangkaian *driver* motor.



Gambar 8. Rangkaian *Driver* Motor

## D. Perancangan LCD

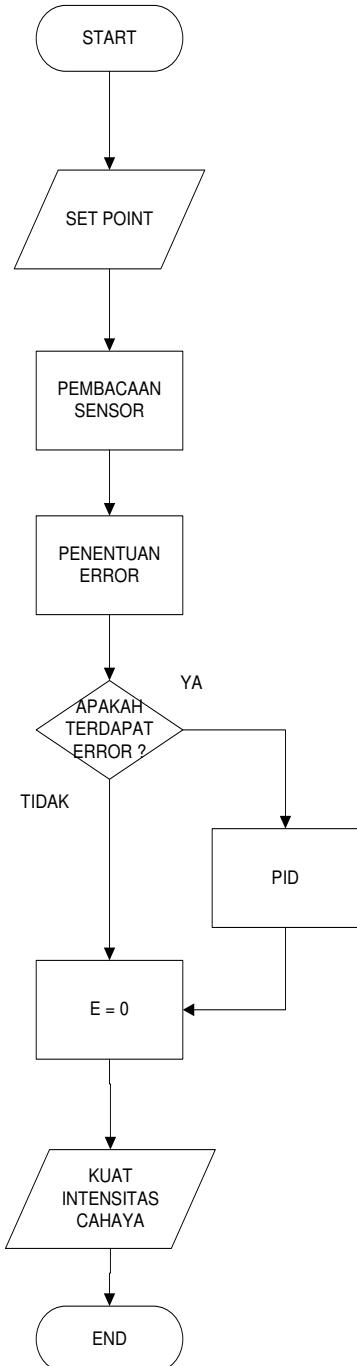
Hasil dari perancangan LCD dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah.



Gambar 9. LCD

## E. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, perancangan perangkat lunak menggunakan program CAVAR dengan pencarian PID menggunakan metode *trial and error* dengan cara melihat respon motor saat sensor LDR disinari cahaya lampu dan didapatkan parameter  $K_p=100$ ,  $K_i=0,5$  dan  $K_d=0,2$ . Setelah program selesai, respon sistem secara keseluruhan diamati dengan pengambilan data secara sampling tiap detik dari alat. Kerangka perangkat lunak yang dibuat sesuai dengan *flowchart* dalam Gambar 10.



Gambar 10. *Flowchart* Perancangan Perangkat Lunak

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras yang berupa pengujian sensor cahaya, pengujian motor DC dan pengujian sistem keseluruhan.

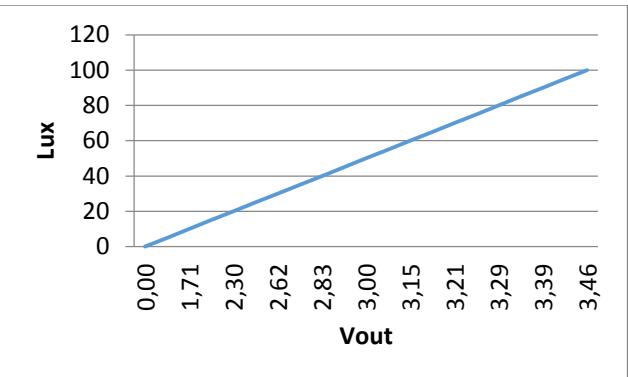
##### A. Pengujian Sensor *Light Dependent Resistor*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan atau kinerja dari sensor *Light Dependent Resistor* terhadap perubahan kuat cahaya. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor LDR

No	Luxmeter (Lux)	Vout (V)	R <sub>LDR</sub> (KΩ)
1	0	0,00	~
2	5	1,29	28,76
3	10	1,71	19,24
4	15	2,03	14,63
5	20	2,30	11,74
6	25	2,48	10,16
7	30	2,62	9,08
8	35	2,73	8,32
9	40	2,83	7,67
10	45	2,93	7,06
11	50	3,00	6,67
12	55	3,11	6,08
13	60	3,15	5,87
14	65	3,19	5,67
15	70	3,21	5,58
16	75	3,26	5,34
17	80	3,29	5,20
18	85	3,32	5,06
19	90	3,39	4,75
20	95	3,43	4,58
21	100	3,46	4,45

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor LDR memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pembacaan perubahan kuat cahaya. Pada Gambar 11 grafik di bawah juga terlihat bahwa Lux dengan Vout sebanding.



Gambar 11. Grafik Respon Sensor LDR

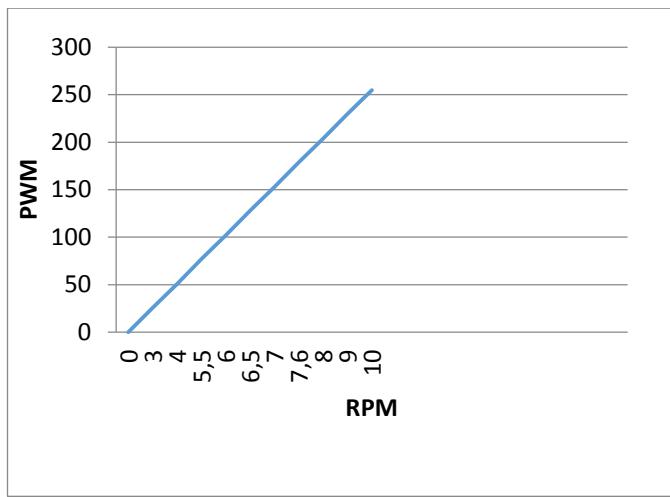
##### B. Pengujian Motor DC

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan pulsa PWM terhadap kecepatan (rpm) pada motor dc. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor DC

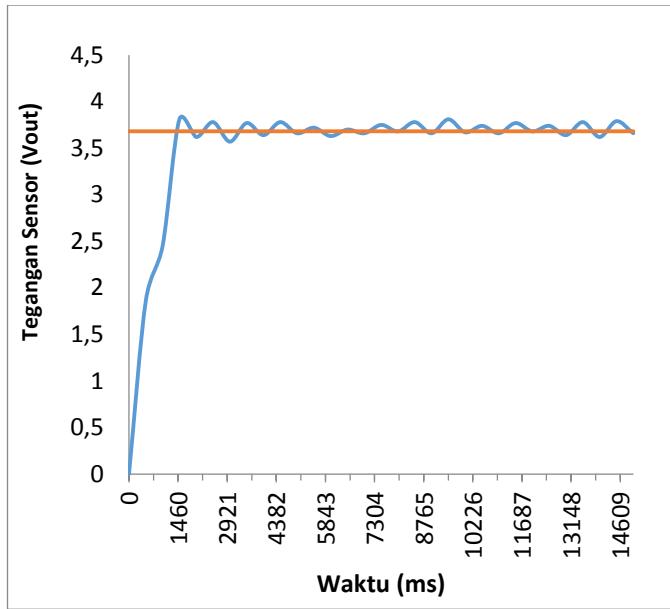
No	Dalam Persen (%)	PWM	Vout Driver (v)	RPM (Tachometer)
1	0	0	0	0
2	10	26	6,9	3
3	20	51	7,8	4
4	30	77	8	5,5
5	40	102	8,5	6
6	50	128	9	6,5
7	60	153	9,4	7
8	70	179	9,8	7,6
9	80	204	10	8
10	90	230	11	9
11	100	255	12,5	10

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar PWM maka semakin besar pula RPM. Pada Gambar 12 grafik di bawah juga terlihat bahwa PWM dengan Vout driver sebanding.



Gambar 12. Grafik Hasil Pengujian Motor DC

### C. Pengujian Sistem Keseluruhan Tanpa Kontroler



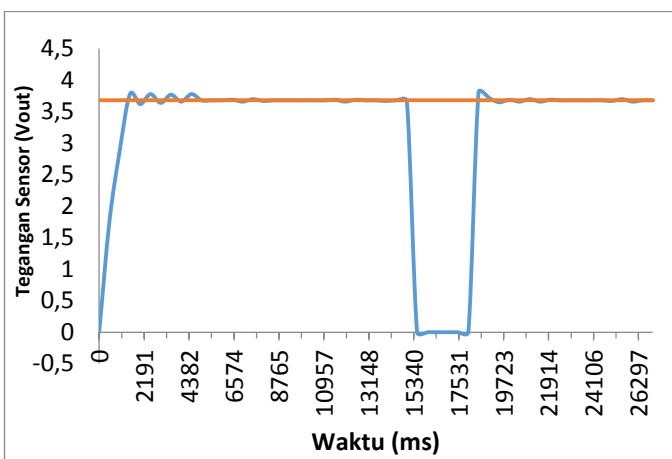
Gambar 13. Grafik Respon Tanpa Kontroler

Pada Grafik 13 dapat dilihat bahwa hasil *sampling* tanpa kontroler menunjukkan jika plat solatube bergerak ke kanan dan ke kiri secara terus-menerus tanpa bisa berhenti meskipun sudah mencapai *setpoint*. Sehingga diperlukan suatu pengontrolan agar sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pada Tabel 3 merupakan data hasil pengujian sistem tanpa kontroler.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Tanpa Kontroler

No.	Set Point (v)	Tegangan Sensor (Vout)	Waktu (ms)	Respon Motor
1	3,68	0	0	Motor Bergerak Ke Kiri
2	3,68	1,86	500	Motor Bergerak Ke Kiri
3	3,68	2,45	1000	Motor Bergerak Ke Kiri
4	3,68	3,81	1500	Motor Bergerak Ke Kanan
5	3,68	3,62	2000	Motor Bergerak Ke Kiri
6	3,68	3,78	2500	Motor Bergerak Ke Kanan
7	3,68	3,57	3000	Motor Bergerak Ke Kiri
8	3,68	3,77	3500	Motor Bergerak Ke Kanan
9	3,68	3,64	4000	Motor Bergerak Ke Kiri
10	3,68	3,78	4500	Motor Bergerak Ke Kanan
11	3,68	3,66	5000	Motor Bergerak Ke Kiri
12	3,68	3,72	5500	Motor Bergerak Ke Kanan
13	3,68	3,63	6000	Motor Bergerak Ke Kiri
14	3,68	3,7	6500	Motor Bergerak Ke Kanan
15	3,68	3,66	7000	Motor Bergerak Ke Kiri
16	3,68	3,75	7500	Motor Bergerak Ke Kanan
17	3,68	3,68	8000	Motor Bergerak Ke Kiri
18	3,68	3,78	8500	Motor Bergerak Ke Kanan
19	3,68	3,66	9000	Motor Bergerak Ke Kiri
20	3,68	3,81	9500	Motor Bergerak Ke Kanan
21	3,68	3,67	10000	Motor Bergerak Ke Kiri
22	3,68	3,74	10500	Motor Bergerak Ke Kanan
23	3,68	3,66	11000	Motor Bergerak Ke Kiri
24	3,68	3,77	11500	Motor Bergerak Ke Kanan
25	3,68	3,68	12000	Motor Bergerak Ke Kiri
26	3,68	3,74	12500	Motor Bergerak Ke Kanan
27	3,68	3,64	13000	Motor Bergerak Ke Kiri
28	3,68	3,78	13500	Motor Bergerak Ke Kanan
29	3,68	3,62	14000	Motor Bergerak Ke Kiri
30	3,68	3,79	14500	Motor Bergerak Ke Kanan
31	3,68	3,66	15000	Motor Bergerak Ke Kiri

#### D. Pengujian Sistem Keseluruhan Dengan Kontroler



Gambar 14. Grafik Respon  $K_p = 100$ ,  $K_i = 0,5$ ,  $K_d = 0,2$

Pada Gambar 14 dapat dilihat jika sistem berada didaerah *setpoint* meskipun masih terdapat *error*. Namun demikian plat dapat berhenti saat sensor mendeteksi *setpoint*, dengan %*Ess* sebesar 0,03 %

$$\begin{aligned} \%Ess &= \frac{|Average\ speed\ steady-setpoint|}{setpoint} \times 100\% \\ &= \frac{|3,679 - 3,68|}{3,68} \times 100\% \\ &= 0,03\% \text{ dengan } settling\ time \text{ sebesar 5 detik} \end{aligned}$$

Dan saat diberikan gangguan, dengan cara menutup tabung atas *solutube* selama 3 detik sehingga cahaya yang masuk menjadi berkurang. Sistem dapat kembali pada daerah *setpoint* dan plat *solutube* juga dapat berhenti saat sensor mendeteksi cahaya sebesar 150 lux, dengan *settling time* sebesar 4 detik. Pada Tabel 3 merupakan data hasil pengujian saat sistem diberikan suatu gangguan.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Dengan Kontroler Disertai Gangguan

No.	Set Point	Tegangan Sensor (Vout)	Waktu (ms)	Respon Motor
1	3,68	0	0	Motor Bergerak Ke Kiri
2	3,68	1,76	500	Motor Bergerak Ke Kiri
3	3,68	2,88	1000	Motor Bergerak Ke Kiri
4	3,68	3,78	1500	Motor Bergerak Ke Kanan
5	3,68	3,62	2000	Motor Bergerak Ke Kiri
6	3,68	3,78	2500	Motor Bergerak Ke Kanan
7	3,68	3,64	3000	Motor Bergerak Ke Kiri
8	3,68	3,77	3500	Motor Bergerak Ke Kanan

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Dengan Kontroler Disertai Gangguan (lanjutan)

No.	Set Point	Tegangan Sensor (Vout)	Waktu (ms)	Respon Motor
9	3,68	3,66	4000	Motor Bergerak Ke Kiri
10	3,68	3,78	4500	Motor Bergerak Ke Kanan
11	3,68	3,68	5000	Motor Berhenti
12	3,68	3,68	5500	Motor Berhenti
13	3,68	3,68	6000	Motor Berhenti
14	3,68	3,69	6500	Motor Bergerak Ke Kanan
15	3,68	3,66	7000	Motor Bergerak Ke Kiri
16	3,68	3,7	7500	Motor Bergerak Ke Kanan
17	3,68	3,67	8000	Motor Bergerak Ke Kiri
18	3,68	3,68	8500	Motor Berhenti
19	3,68	3,68	9000	Motor Berhenti

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam pembuatan penilitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alat yang dirancang sudah sesuai dengan yang diharapkan, di mana plat *solutube* dapat bergerak membuka dan menutup serta berhenti saat sensor cahaya mendeteksi kuat cahaya sebesar 150 lux.
2. Dengan menggunakan metode *hand tuning* untuk menentukan nilai parameter kontroler PID, maka didapatkan parameter yang terbaik yaitu  $K_p = 100$ ,  $K_i = 0,5$ ,  $K_d = 0,2$ .
3. Setelah diimplementasikan, sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dengan *settling time* sebesar 5 detik dan *Ess* sebesar 0,03 %.

### B. Saran

Disarankan untuk menggunakan sensor cahaya yang memiliki kualitas yang lebih baik dan mekanik yang lebih sempurna, serta dalam mengembangkan skripsi ini dapat ditambahkan cahaya dari lampu *led* apabila cahaya kurang dari yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatic (Sistem Pengaturan)*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Pitawarno, Endra. 2006. *Desain Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : CV Andi Offset
- [3] Mintorogo, DS. 1999. *Strategy Daylighting pada Bangunan Multi-lantai di Atas dan di Bawah Permukaan Tanah*. Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur,

- Volume 27 No. 1 Juli 1999 Halaman 64-75. Surabaya:  
Jurusan Teknik Arsitektur – Universitas Kristen Petra
- [4] Muhammin. 2001. *Teknologi Pencahayaan*. Bandung :  
Refika Aditama.
- [5] Curtis D., Dohnson. 1997. *Process Control  
Instrumentation Technology Fifth Edition*. New  
York: Prentice-Hall, Inc.