



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145

**KODE
PJ-01**

**PENGESAHAN
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

NAMA : CORNELIUS JOHAR S. M.
NIM : 105060300111002 - 63
PROGRAM STUDI : TEKNIK KONTROL
**JUDUL SKRIPSI : SISTEM PENGENDALI INTENSITAS CAHAYA PADA TANAMAN
ANGGREK MENGGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS ARDUINO
MEGA 2560**

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

Dr. Ir. Bambang Siswojo, MT.
NIP. 19621211 198802 1 001

**SISTEM PENGENDALI INTENSITAS CAHAYA
PADA TANAMAN ANGGREK
MENGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**

PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

CORNELIUS JOHAR S. M.

NIM. 105060300111002 - 63

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2015**

SISTEM PENGENDALI INTENSITAS CAHAYA PADA TANAMAN ANGGREK MENGGUNAKAN KONTROLER *PID* BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Cornelius Johar Sistandria Mahesta.¹, Ir. Retnowati, MT.², Dr. Ir. Bambang S, MT.²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: cornelius.johar@gmail.com.¹, retnowati_jte@yahoo.com.², bsiswojo@ub.ac.id.²

Abstrak-Anggrek merupakan tanaman yang membutuhkan cahaya matahari dengan intensitas tertentu. Kekurangan intensitas cahaya matahari akan menyebabkan proses *asimilasi* berkurang, sedangkan terlalu banyak intensitas cahaya akan menyebabkan *fotodestruktif* pada tanaman. Oleh karena itu para pembembangbiak tanaman anggrek mengambil solusi memberikan naungan pada tanamannya. Namun naungan ini hanya berfungsi mengurangi intensitas cahaya yang masuk sehingga dalam cuaca mendung jumlah intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tanaman anggrek akan berkurang pula. Maka dalam penelitian ini dilakukan penyempurnaan dengan memberikan sirip sebagai pengganti naungan pada pembembangbiakan tanaman anggrek. Sirip ini dapat terbuka atau tertutup sehingga intensitas cahaya dalam tempat pembembangbiakan dapat dikontrol. Sensor *LDR* digunakan untuk membaca intensitas cahaya yang masuk dan sirip digerakkan oleh *continuous rotation servo* dengan kontrol *PID*. Setpoint intensitas cahaya yang digunakan adalah 65 lux. Sensor *LDR* diletakkan di dalam tempat pembembangbiakan dan akan membaca intensitas cahaya didalam, dimana apabila intensitas cahaya kurang dari *setpoint* maka sirip akan bergerak terbuka dan apabila lebih dari *setpoint* maka sirip akan bergerak menutup. Dari hasil perancangan dan pengujian alat yang telah dilakukan, didapatkan parameter *PID* dengan metode *hand tuning* yang paling baik yaitu $K_p=5,5$; $K_i=1,2$; dan $K_d=0$ dengan %*Ess* sebesar 0,839876 dan *settling time* 414 ms. Kata kunci- *anggrek*, *PID*, *LDR*, *intensitas cahaya*.

I. PENDAHULUAN

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan tanaman anggrek. Tanaman anggrek tidak dapat tumbuh dengan baik dan tidak dapat berbunga dengan baik apabila tidak diberikan intensitas cahaya dengan jumlah yang tepat. Intensitas cahaya yang kurang menyebabkan proses *asimilasi* berkurang. Sebaliknya, cahaya yang terlalu terang juga dapat menyebabkan proses *fotodestruktif* pada tanaman.[2]

Penggunaan naungan pada tanaman digunakan untuk mengurangi intensitas cahaya yang berlebih, namun naungan akan tetap mengurangi intensitas cahaya meskipun cuaca sedang mendung sehingga tanaman berada pada kondisi terlalu teduh atau kurang cahaya matahari. Oleh karena itu dibuatlah suatu alat yang dapat mengurangi atau menambah intensitas cahaya. Intensitas cahaya dipertahankan konstan pada intensitas cahaya yaitu *openshade* atau *medium light intensity* dengan range 35-70 lux[3].

Maka pada penelitian kali ini akan mencoba membuat alat pengendali intensitas cahaya otomatis dengan desain sendiri disertai sirip. Sehingga cahaya yang menyinari tanaman bisa diatur. Di mana sirip ini berfungsi untuk membatasi jumlah cahaya yang masuk. Sirip yang dapat bergerak membuka atau menutup sesuai yang telah ditentukan sebelumnya, dengan sensor *LDR* sebagai pendeteksi cahaya dan kontroler yang digunakan ialah kontrol *PID*. Sistem pada penelitian ini berbasis *Mikrokontroler Arduino Mega*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Anggrek

Terdapat banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi tanaman anggrek sehingga dapat tumbuh secara optimal dan rajin berbunga. Faktor-faktor ini terbagi dalam dua bagian yaitu faktor makro dan faktor mikro. Faktor makro meliputi Intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembaban. Sedangkan faktor mikro meliputi unsur hara, tekstur tanah, struktur media, komposisi larutan, dan komposisi udara media terutama O_2 dan CO_2 .

Anggrek untuk hidupnya mutlak membutuhkan cahaya matahari. Namun kebutuhan tanaman anggrek terhadap intensitas cahaya matahari berbeda-beda tergantung dari jenisnya, ada yang membutuhkan cahaya matahari yang banyak, tetapi ada pula jenis yang membutuhkan hanya sedikit.

Intensitas cahaya berpengaruh nyata terhadap sifat *morfologi* tanaman anggrek. Tanaman yang mendapatkan cahaya matahari dengan intensitas yang tinggi menyebabkan lilit batang tumbuh lebih cepat, susunan pembuluh kayu lebih sempurna, daun lebih tebal, tetapi ukurannya lebih kecil dibanding dengan tanaman yang terlindung. Beberapa efek dari cahaya

matahari yang melebihi kebutuhan optimum tanaman dapat menyebabkan tanaman menjadi layu, *fotosintesis* lambat, laju *respirasi* meningkat namun cenderung mempertinggi daya tahan tanaman.

Tanaman yang kurang mendapatkan cahaya matahari akan mempunyai akar yang pendek, proses asimiliasi akan berkurang, sehingga hidrat arang sebagai proses tersebut juga kurang jumlahnya. Hidrat arang ini akan diangkut melalui pembuluh tapis untuk menghasilkan energi. Bila tanaman kurang menghasilkan hidrat arang maka energipun hanya sedikit saja, sedangkan energi diperlukan akar untuk menyerap air dan zat hara dan mendorong kebagian yang lainnya

Dalam keadaan terlalu teduh tanaman membentuk sel yang besar tapi gembos, karena encernya *protoplasma* di dalam sel tanamannya. Tanaman akan memiliki ruas-ruas yang panjang karena tanaman ingin mengejar matahari dengan cepat, tanaman anggrek akan terlihat pucat dan lemah. Tanaman akan lebih mudah menguapkan air karena kutikula lapisan lilin pada permukaan daun sangat tipis

Cahaya matahari dengan *asimilasinya* akan menyebabkan hidrat arang pada suatu waktu mencapai nilai ambang yang merupakan ransangan untuk tanaman anggrek dapat berbunga. Dengan keteduhan yang berlebihan, maka nilai ambang ini tidak akan tercapai, sehingga bungapun tidak dihasilkan. Banyak pemilik tanaman anggrek mengeluh bahwa tanamannya telah dipelihara bertahun-tahun dengan sungguh-sungguh, tetapi tidak menghasilkan bunga yang memuaskan

Disamping itu intensitas cahaya matahari mempengaruhi kulit bunga, Intensitas cahaya yang kurang mengakibatkan warna bunga tidak secerah bunga yang cukup cahaya matahari. Tekstur atau ketebalan bunga tidak seberapa sehingga bunga mudah sekali layu dan cepat gugur.

Dalam proses *fotosintesis*, cahaya berpengaruh melalui intensitas, kualitas dan lamanya penyinaran, tetapi yang terpenting adalah intensitasnya. Intensitas cahaya berpengaruh besar pada pembesaran dan *differensiasi* sel.

Sehubungan dengan laju *fotosintesis*, intensitas cahaya yang semakin tinggi mengakibatkan laju *fotosintesis* semakin tidak bertambah lagi walaupun intensitas cahaya terus bertambah. Batas ini disebut titik saturasi cahaya atau titik jenuh cahaya (*light saturation point*). Pada keadaan ini cahaya bukan sebagai sumber energi maupun sebagai bentuk energi, tetapi sebagai perusak pada tanaman (*photodestruktif*). Intensitas cahaya yang tinggi mengakibatkan temperatur daun meningkat sebagai akibat menutupnya stomata, sehingga sebagian klorofil menjadi pecah dan rusak.

Sedangkan pada intensitas cahaya yang semakin menurun pada sampai batas tertentu jumlah O₂ yang dikeluarkan oleh proses fotosintesis sama dengan jumlah O₂ yang diperlukan oleh proses respirasi. Batas ini disebut titik kompensasi cahaya (*light compensation point*). Tanaman anggrek dapat dilihat pada Gambar 1.[2]



Gambar 1. Anggrek

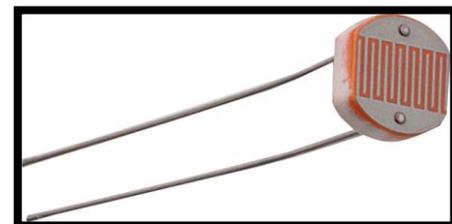
Kebutuhan jenis anggrek terhadap sinar matahari berbeda-beda tergantung jenisnya, Dan secara garis besar dibedakan kreteria penyinaran cahaya matahari kedalam 3 kelompok seperti terlihat pada Tabel 1. [3]

Tabel 1. Kriteria Intensitas Cahaya Tanaman Anggrek

Light Intensity	Criteria	Luxmeter
heavy shade	low light intensity	<35 lux
open shade	medium light intensity	35 - 70 lux
open shade	hight light intensity	>70 lux

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 resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi *LDR* pada tempat yang gelap biasanya mencapai 10 M Ω , dan ditempat terang *LDR* mempunyai resistansi yang turun menjadi 150 Ω . Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan *LDR* dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa.[4] Bentuk fisik sensor cahaya *LDR* dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Sensor Cahaya *LDR*

C. Continuous Rotation Servo Motor

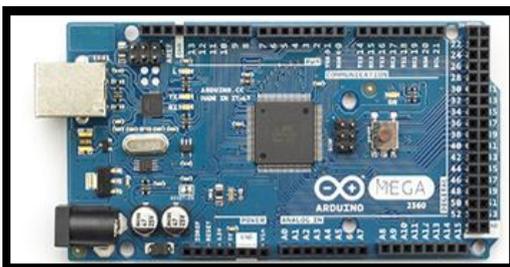
Berbeda dari Motor Servo Standar *Continuous Rotation Servo Motor* adalah motor servo yang mampu berputar melebihi sudut 180° . Servo ini mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) sebesar 360° . Dimana arah dan kecepatan pergerakan dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.[5] Gambar 3. menunjukkan gambar fisik *Continuous Rotation Servo Motor*.



Gambar 3. *Continuous Rotation Servo Motor*

D. Mikrokontroler Arduino Mega

Arduino Mega adalah board mikrokontroler berbasis ATmega 168/328. Memiliki 53 pin *input* dari *output* digital dimana 15 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 16 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board Arduino Mega* ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC. Berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur *Atmega8U2* yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip *FTDI driver USB-to-serial*.[5] Gambar 4 menunjukkan bentuk fisik *Arduino Mega*.



Gambar 4. *Arduino Mega*

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*.

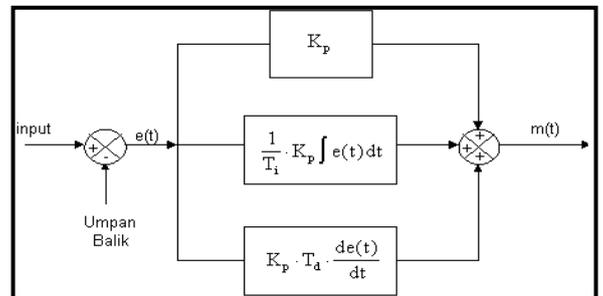
Persamaan kontroler *PID* ini dapat dinyatakan dalam persamaan (1) di bawah ini:

$$m(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{K_p}{T_i} \cdot e(t)dt + K_p \cdot T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Dalam *transformasi Laplace* dinyatakan dalam persamaan (2) berikut :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot s} + T_d \cdot s \right) \quad (2)$$

T_i adalah waktu *integral* dan T_d adalah waktu *derivatif*.[1] Gambar 5 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 pengendali intensitas cahaya dan perancangan rangkaian elektris. Sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi pembuatan program pada Arduino ERW 1.0.6.

A. Perancangan Alat Pengendali Intensitas Cahaya

Konstruksi alat pengendali intensitas cahaya dapat dilihat dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



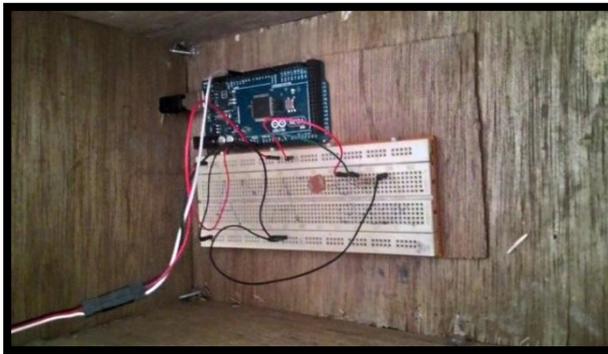
Gambar 6. Skema Konstruksi Alat Pengendali Intensitas Cahaya Tampak Atas



Gambar 7. Skema Konstruksi Alat Pengendali Intensitas Cahaya Tampak Samping

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

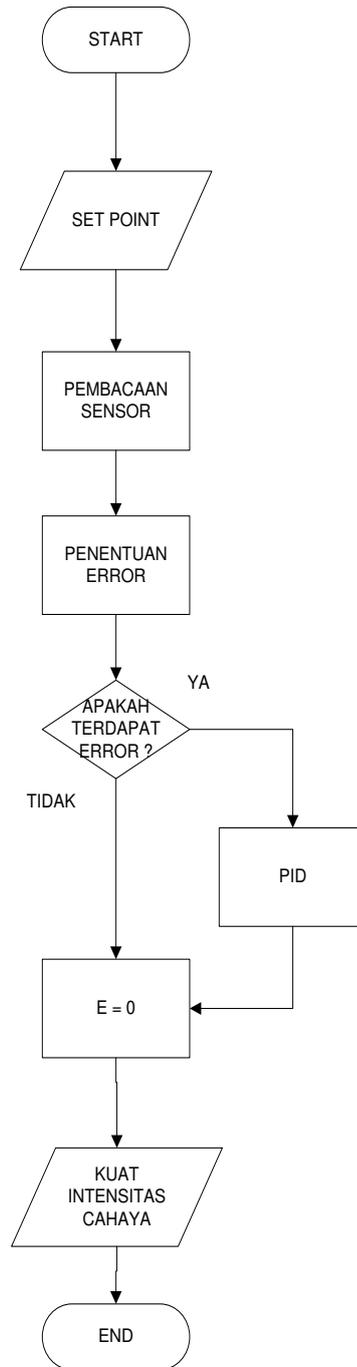
Perancangan sensor cahaya yaitu dengan cara memasang sensor *LDR* dengan resistor 10 K Ω membentuk suatu *voltage divider* (pembagi tegangan), maka kita bisa mengukur tegangan pada titik yang ditandai tersebut sebagai suatu *input* sensor cahaya. Nilai tegangan ini akan tergantung pada nilai hambatan dari *LDR*, yang mana hal ini tergantung pada cahaya yang masuk. Rangkaian sensor cahaya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rancangan sensor *LDR*

C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, perancangan perangkat lunak menggunakan program Arduino ERW 1.0.6 dengan pencarian *PID* menggunakan metode *trial and error*. Yaitu dengan cara melihat respon motor servo saat sensor *LDR* disinari cahaya matahari dan motor servo bergerak terbuka apabila pembacaan sensor *LDR* kurang dari setpoint dan tertutup apabila lebih dari setpoint. Setelah dilakukan 15 kali pengujian maka didapatkan parameter *PID* yang paling baik yaitu $K_p = 5,5$; $K_i = 1,2$; dan $K_d = 0$. Kerangka perangkat lunak yang dibuat sesuai dengan *flowchart* dalam Gambar 9.



Gambar 9. *Flowchart* Perancangan Perangkat Lunak

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

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

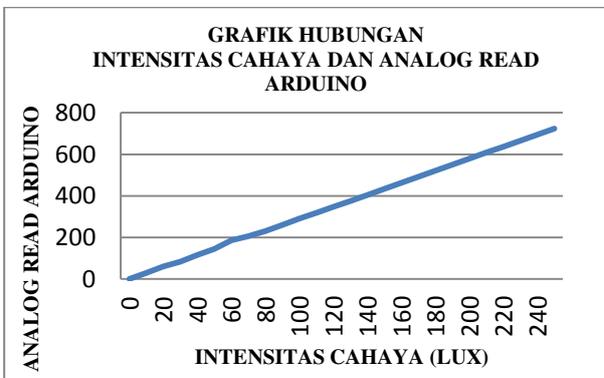
A. Pengujian Sensor *Light Dependent Resistor*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan atau kinerja dari sensor *light dependent resistor* terhadap perubahan kuat cahaya.

Tabel 2. Hasil Pengujian LDR

NO.	LUXMETER (LUX)	ANALOG READ ARDUINO
1	0	0
2	10	28,75
3	20	60,25
4	30	83,5
5	40	116,25
6	50	144,75
7	60	186,5
8	70	204,25
9	80	230,25
10	90	260,5
11	100	290,75
12	110	317,25
13	120	346
14	130	375,25
15	140	405
16	150	433,5
17	160	461,5
18	170	491,25
19	180	521,75
20	190	550
21	200	578
22	210	607,5
23	220	635,75
24	230	664
25	240	694,5
26	250	722,25

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor LDR memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pembacaan perubahan kuat cahaya(Tabel 2). Pada grafik Gambar 10 di bawah juga terlihat bahwa Lux dengan Analog Read pada Arduino sebanding.



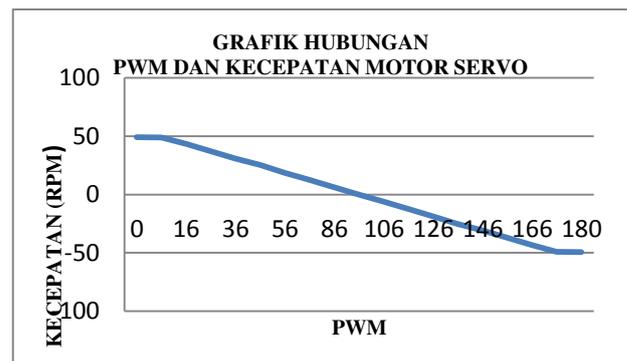
Gambar 10. Grafik Respon Sistem

B. Pengujian Motor Servo

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan pulsa PWM terhadap arah putaran dan kecepatan putaran pada motor servo. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sudut Motor Servo

NO	PWM INPUT ARDUINO	ARAH PUTARAN	KECEPATAN(RPM)
1	0	Clockwise	49,275
2	6	Clockwise	48,925
3	16	Clockwise	43,5
4	26	Clockwise	37,05
5	36	Clockwise	30,8
6	46	Clockwise	25,3
7	56	Clockwise	18,6
8	76	Clockwise	12,55
9	86	Clockwise	6,125
10	96	Neutral	0
11	106	Counter-clockwise	-6,225
12	116	Counter-clockwise	-12,4
13	126	Counter-clockwise	-18,675
14	136	Counter-clockwise	-25,45
15	146	Counter-clockwise	-30,725
16	156	Counter-clockwise	-37,25
17	166	Counter-clockwise	-43,475
18	176	Counter-clockwise	-49,05
19	180	Counter-clockwise	-49,6

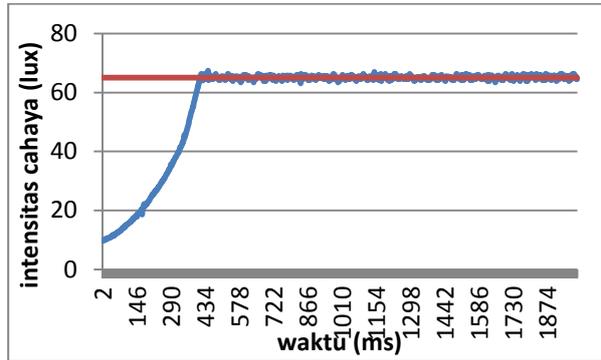


Gambar 11. Grafik Hubungan PWM terhadap kecepatan dan arah Motor Servo

Berdasarkan grafik dalam Tabel 3 dan Gambar 11, terlihat bahwa jika lebar pulsa PWM di bawah 96 maka arah putaran servo searah jarum jam (CW). Jika lebar pulsa PWM di atas 96 maka arah putaran servo berlawanan jarum jam (CCW). Berdasarkan tabel di atas juga terlihat bahwa jika lebar pulsa mendekati 96 maka kecepatan motor servo akan berkurang, dan jika lebar pulsa menjauh 96 maka kecepatan motor servo akan bertambah.

C. Pengujian Sistem Keseluruhan

Respon sistem terbaik didapat dengan pemberian nilai $K_p = 5,5$; $K_i = 1,2$; $K_d = 0$. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 12.

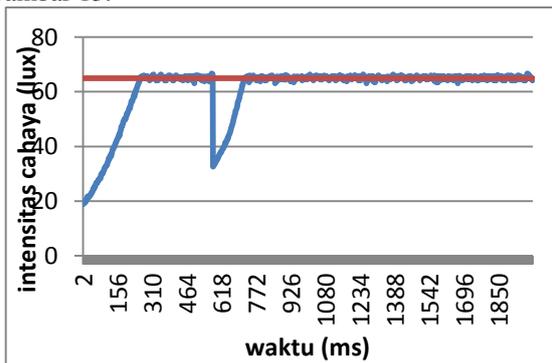


Gambar 12. Grafik Respon Sistem Keseluruhan dengan $K_p = 5,5$; $K_i = 1,2$; $K_d = 0$

Error steady state dapat diketahui dengan cara:

$$\begin{aligned} \% \text{Ess} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N \frac{|PV - SP|}{SP} \times 100\% \\ &= \frac{1}{794} \times 666,8615 \% \\ &= 0,839876 \% \end{aligned}$$

Dari beberapa kali pengujian diperoleh hasil terbaik yaitu saat pemberian nilai $K_p = 5,5$; $K_i = 1,2$; $K_d = 0$, karena sistem memiliki *error steady state* paling kecil yaitu 0,839876 dan memiliki *settling time* paling cepat yaitu 414 ms. Sehingga pengujian selanjutnya dilakukan dengan memberikan *disturbance* pada sistem, yakni dengan cara memberi penutup pada atas alat. Sehingga didapatkan grafik respon sistem seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Respon Sistem dengan $K_p = 5,5$ $K_i = 1,2$ $K_d = 0$ dengan *Disturbance*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada penelitian sistem pengendalian kecepatan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data respon sistem yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan metode Hand Tuning, maka parameter kontroler PID dapat ditentukan dengan gain $K_p = 5,5$; $K_i = 1,2$; dan $K_d = 0$.
2. Hasil pengujian terhadap sistem pengendalian intensitas cahaya pada tanaman anggrek menunjukkan bahwa respon sistem memiliki error steady state sebesar 0,839876% dan mengalami settling time selama 414 ms. Sedangkan hasil pengujian terhadap sistem pengendalian intensitas cahaya pada tanaman anggrek ketika diberikan gangguan menunjukkan sistem mampu kembali pada keadaan steady dengan waktu 140 ms.

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 jumlah sensor agar intensitas cahaya dapat terbaca dengan lebih optimal. Dapat pula ditambahkan pengontrolan suhu dan kelembaban dalam penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Iswanto, Hadi. 2002. *Petunjuk perawatan anggrek*. Jakarta : Agromedia Pustaka,
- [3] Lestari DA, Santoso W 2011. *Inventory and habitat study of orchids species in Lamedai Nature Reserve Kolaka, Southeast Sulawesi*. Volume 12, Number 1, January 2011 Pages: 28-33 Purwodadi, Purwodadi Botanic Garden-Indonesian Institute of Sciences (LIPI),
- [4] Muhaimin. 2001. *Teknologi Pencerahan*. Bandung : Refika Aditama.
- [5] Curtis D., Dohnson. 1997. *Process Control Instrumentation Technology Fifth Edition*. New York: Prentice-Hall, Inc.