



**DESAIN OPTIMALISASI SISTEM PENCAHAYAAN
SOLATUBE DAN LAMPU DENGAN KONTROLLER
GA-PID**

TESIS

Oleh

SETYA DWI KOERNIAWAN

55420120001

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2023

ABSTRAK

Solatube adalah tabung yang digunakan untuk mengarahkan sinar matahari dari atap sebuah bangunan menuju ke ruangan yang tertutup. Pemanfaatan sumber daya alam terbarukan seperti cahaya matahari, saat ini sedang ramai dibicarakan. Keuntungan menggunakan Solatube adalah dapat menghindari cahaya terarah yang berlebihan dan penghematan energi listrik yang dihasilkan dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Kendala yang ditemukan adalah jumlah intensitas sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan melalui Solatube belum ada pengaturannya. Dengan menambahkan pengaturan kontrol, intensitas cahaya matahari yang masuk dapat disesuaikan untuk meningkatkan kenyamanan visual dan penghematan energi listrik. Tujuan yang ingin dicapai adalah menghasilkan intensitas cahaya yang lebih stabil pada 350 lux. Dengan cara mengontrol buka tutup katup yang mengatur intensitas cahaya yang dihasilkan oleh Solatube dan mengatur cahaya lampu dengan dimmer. Oleh karena itu, perlu dirancang system optimalisasi pencahayaannya, dengan menggunakan metode desain eksperimen, diawali dengan metode Ziegler Nichols dan di optimasi dengan metode Genetic Algoritma (GA), didapatkan hasil terbaik dengan metode Genetic Algoritma (GA) dengan jumlah populasi 50, dengan nilai $K_p = 0.105210$, $K_i = 0.052901$, dan $K_d = 0.046443$, dengan waktu tuning selama 94 detik. Nilai penghematan dalam pemakaian energi listrik selama 1 tahun sebesar 22.07 %.

Kata Kunci : Solatube, Lampu Penerangan; PID (*Proporsional, Integral, Derivative*); Genetic Algoritma (GA); Penghematan Energi

ABSTRACT

Solatube is a tube used to direct sunlight from the roof of a building to a closed room. Utilization of renewable natural resources such as sunlight, is currently being widely discussed. The advantage of using Solatube is that it avoids excessive directional light and saves electricity generated from non-renewable natural resources. The obstacle found is that the amount of sunlight entering the room through Solatube has not been regulated. By adding control settings, the intensity of incoming sunlight can be adjusted to increase visual comfort and save electricity. The goal to be achieved is to produce a more stable light intensity at 350 lux. By controlling the opening and closing of the valve that regulates the intensity of light produced by Solatube and adjusting the light with a dimmer. Therefore, it is necessary to design a lighting optimization system, using the experimental design method, starting with the Ziegler Nichols method and optimizing it with the Genetic Algorithm (GA) method. The best results are obtained with the Genetic Algorithm (GA) method with a population of 50, with a value of $K_p = 0.105210$, $K_i = 0.052901$, and $K_d = 0.046443$, with a tuning time of 94 seconds. The saving value in the use of electrical energy for 1 year is 22.07%.

Keywords: Solatube, Lighting; PID (Proportional, Integral, Derivative); Genetic Algorithm (GA); Energy Saving

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa semua pernyataan dalam tesis ini :

Judul : DESAIN OPTIMALISASI SISTEM PENCAHAYAAN SOLATUBE
DAN LAMPU DENGAN KONTROLLER GA-PID

Nama : SETYA DWI KOERNIAWAN

NIM : 55420120001

Program : Magister Teknik Elektro

Merupakan hasil pustaka, penelitian lapangan, dan karya penulis sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputuan Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 14 Februari 2023



SETYA DWI KOERNIAWAN

PENGESAHAN TESIS

Judul : DESAIN OPTIMALISASI SISTEM PENCAHAYAAN
SOLATUBE DAN LAMPU DENGAN KONTROLLER
GA-PID.

Nama : SETYA DWI KOERNIAWAN

NIM : 55420120001

Program Studi : Teknik Elektro / Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Tanggal : 18 Februari 2023

Mengesahkan Pembimbing

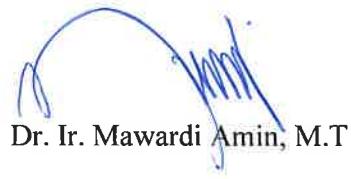


Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T



Dr. Umai Sarolli S,ST

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Setya Dwi Koerniawan

NIM : 55420120001

Program Studi : Teknik Elektro / Magister Teknik Elektro

Dengan judul “DESAIN OPTIMALISASI SISTEM PENCAHAYAAN SOLATUBE DAN LAMPU DENGAN KONTROLLER GA-PID” telah dilakukan pengecekan similarity dengan system Turnitin pada tanggal 18 Februari 2023 didapatkan nilai persentase sebesar 16 %.

Jakarta, 18 Februari 2023



Miyono, S. Kom

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puja dan puji saya panjatkan kehadirat Allah SWT dan juga rasa syukur karena atas berkat dan rahmat-Nya, disertai dengan doa restu dari keluarga dan teman-teman, penulis dapat menyelesaikan laporan Tesis ini. Penulis bersyukur dengan segala upaya dan kerja keras dapat menyelesaikan laporan Tesis ini yang dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister pada Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, mulai dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan laporan Tesis ini, pada akhirnya penulis berhasil menyelesaikan laporan Tesis dengan judul “DESAIN OPTIMALISASI SISTEM PENCAHAYAAN SOLATUBE DAN LAMPU DENGAN KONTROLLER GA-PID”. Oleh karenanya, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. PYM Ayahanda HSS Prof. Dr. Kadirun Yahya Muhammad Amin, M.Sc, PYM Bapanda HSS Der Moga Barita Raja Muhammad Syukur, PYM Ayahanda SS Alib Abdul Muthalib, SH, M.Kn.
2. Rektor Universitas Mercu Buana, Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan.
3. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T sebagai Dekan Fakultas Teknik memberikan kesempatan kepada penulis untuk menjadi mahasiswa Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
4. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan masukan dan dorongan dalam meyusun laporan Tesis ini.
5. Ibu Dr. Umai Saroh S,ST Selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro.

6. Seluruh dosen dan staff tata usaha pasca sarjana program Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
7. Istri tercinta Nany Budiani dan anak-anak tersayang Agun Andrian Wahab dan Firman Iskandar Zulkarnain yang sangat mendukung penulis hingga dapat menyelesaikan Tesis ini.
8. Alm. Bapak H. Soemadi, Ibu Hj. Juni Ismukarti, selaku orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan moril maupun materil hingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.
9. Rekan – rekan mahasiswa MTE angkatan 28 Universitas Mercu Buana yang memberikan arahan serta transfer ilmu sebagai bahan penyusun tesis ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tesis ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penggerjaannya dikarenakan keterbatasan dan hambatan yang penulis hadapi, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik yang bersifat membangun, demi mendapatkan hasil yang lebih baik, dapat dikirimkan ke alamat email : aydwikurniawan@yahoo.com.

Penulis berharap Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis serta bagi pihak-pihak lain yang membutuhkannya. Semoga Allah SWT memberikan balasan dan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaiannya Tesis ini.

Jakarta, 18 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN	iii
PENGESAHAN TESIS.....	iv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Metode dan Batasan Penelitian	5
1.5 Kontribusi Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Solatube	10

2.2.1 Capture Zone	11
2.2.2 Transfer Zone	12
2.2.3 Delivery Zone.....	12
2.3 Standar Pencahayaan.....	13
2.4 Sistem Pencahayaan	14
2.5 Jenis-jenis Sensor Cahaya dan Aplikasinya	16
2.5.1 Fotodioda.....	17
2.5.2 Fototransistor.....	17
2.6 Mikrokontroller Arduino	18
2.7 Rangkaian Dimmer	19
2.8 Motor Stepper DC	21
2.9 Metode PID	24
2.9.1 Pendekatan Konvensional - Metode Ziegler-Nichols	27
2.9.2 Algoritma Genetika untuk Optimasi	28
2.9.3 Populasi Awal	33
2.9.4 Crossover.....	34
2.9.5 Mutasi.....	35
2.9.6 Seleksi	35
2.9.7 Fitness.....	35
2.9.8 Terminasi Program.....	36
2.10 Energi listrik.....	36
2.11 Lampu LED dan Lampu Pijar	37
2.11.1 Lampu LED.....	37
2.11.2 Lampu Pijar	39
BAB III.....	41

METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Metode Penelitian.....	41
3.1.1 Tahapan Penelitian	42
3.2 Langkah Pengumpulan Data	45
3.3 Spesifikasi Perancangan System	45
3.4 Diagram blok system.....	46
3.5 Perangkat yang digunakan	46
3.6 Fungsi dan cara kerja.....	47
3.7 Perancangan model dan realisasi perangkat keras	49
3.7.1 Pembuatan model perangkat keras	49
3.7.2 Modul Arduino UNO R3.....	52
3.7.3 Wiring Diagram Arduino Uno	53
3.7.4 Motor stepper 5V 28BYJ-48 dengan driver motor ULN2003	54
3.7.5 Modul dimmer lampu 220V AC 16A input PWM 5V	55
3.7.6 Modul sensor cahaya GY-302 BH1750	57
3.8 Perancangan dan Realisasi perangkat lunak.....	58
3.8.1 Kontroller PID	58
3.8.2 Pemrograman pada Arduino UNO	61
3.8.3 Matlab.....	62
3.9 Komputer.....	65
3.10 Alat ukur Daya Listrik & Lampu Pijar.....	66
BAB IV	67
PEMBAHASAN	67
4.1 Hasil Simulasi	67
4.2 Perbandingan pengukuran penghematan energi jika menggunakan	

lampa selama 24 jam nonstop dan dengan Solatube.....	82
BAB V.....	86
PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Celah Riset	8
Gambar 2. 2 Diagram blok system.....	10
Gambar 2. 3 Konstruksi solatube	11
Gambar 2. 4 Capture Zone, Transfer Zone dan Delivery Zone Solatube	11
Gambar 2. 5 Contoh Diffuser untuk menyalurkan cahaya dalam ruangan	12
Gambar 2. 6 Katup pengatur solatube dan control penggerak katup	13
Gambar 2. 7 Arah pergerakan sinar di dalam tabung solatube yang dilengkapi katup	13
Gambar 2. 8 Sensor Cahaya BH1750 (GY-302).....	18
Gambar 2. 9 Mikrokontroller Arduino Uno	19
Gambar 2. 10 AC Light Dimmer RobotDyn.....	19
Gambar 2. 11 Diagram rangkaian dimmer.....	20
Gambar 2. 12 Skema kumparan Motor Stepper.....	22
Gambar 2. 13 Driver Motor Stepper ULN2003	23
Gambar 2. 14 Sistem open loop	24
Gambar 2. 15 Sistem open loop dengan gangguan	24
Gambar 2. 16 Sistem close loop dengan umpan balik	24
Gambar 2. 17 Sistem close loop dengan umpan balik sensor dan gangguan.....	25
Gambar 2. 18 Diagram alir G.A.....	29
Gambar 2. 19 Bagan Algoritma Genetika.....	33
Gambar 2. 20 Ilustrasi Proses Crossover dari Dua Induk Menghasilkan Dua Anak	34
Gambar 2. 21 Mutasi Sebuah Kromosom	35
Gambar 2. 22 Lampu LED	37
Gambar 2. 23 Lampu Pijar	39
Gambar 3. 1 Flow Chart diagram alir penelitian.....	42
Gambar 3. 2 Blok diagram System Solatube dan Control System	46
Gambar 3. 3 Flow Chart System Control Pencahayaan	48

Gambar 3. 4 Ukuran P x L x T, model ruang yang digunakan	49
Gambar 3. 5 Tampak depan, foto keterangan model solatube system & ruangan.	50
Gambar 3. 6 Tampak belakang, foto ukuran model tabung solatube system	50
Gambar 3. 7 Tampak atas, foto model katup solatube system.....	51
Gambar 3. 8 Tampak samping, foto model solatube system & ruangan	51
Gambar 3. 9 Modul Arduino UNO R3.....	52
Gambar 3. 10 Rangkaian hardware Arduino Uno.....	54
Gambar 3. 11 Motor stepper 5V 28BYJ-48 dan driver motor ULN2003	54
Gambar 3. 12 Modul dimmer lampu 220V AC 16A input PWM 5V	56
Gambar 3. 13 Modul sensor cahaya GY-302 BH1750	57
Gambar 3. 14 Coding program dalam Arduino IDE.....	61
Gambar 3. 15 Menentukan type board Arduino uno yang digunakan	62
Gambar 3. 16 Menentukan Comm Port yang digunakan.....	62
Gambar 3. 17 Coding program dalam Matlab	64
Gambar 3. 18 Desain View	64
Gambar 3. 19 GUI control Solatube System.....	65
Gambar 3. 20 Watt Meter & Lampu Pijar.....	66
Gambar 4. 1 Grafik hasil temuan frekuensi	69
Gambar 4. 2 Grafik hasil temuan nilai lux dan nilai Kp, Ki, Kd metode Ziegler Nichols	70
Gambar 4. 3 Nilai set point, Ku, Kp, Ki dan Kd Ziegler Nichols, lux aktual dan Frekuensi	71
Gambar 4. 4 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 10.....	72
Gambar 4. 5 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 10 populasi	73
Gambar 4. 6 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 20.....	74
Gambar 4. 7 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 20 populasi	74
Gambar 4. 8 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 30.....	75
Gambar 4. 9 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 30 populasi	75
Gambar 4. 10 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 40.....	76
Gambar 4. 11 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 40 populasi	76
Gambar 4. 12 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 50.....	77

Gambar 4. 13 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 50 populasi	77
Gambar 4. 14 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 100.....	78
Gambar 4. 15 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 100 populasi	78
Gambar 4. 16 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 200.....	79
Gambar 4. 17 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 200 populasi	79
Gambar 4. 18 Gambar grafik metode GA dengan jumlah populasi 300.....	80
Gambar 4. 19 Nilai Kp, Ki, Kd, hasil simulasi GA dengan 300 populasi	80
Gambar 4. 20 Grafik intensitas cahaya (lux) vs waktu	83
Gambar 4. 21 Grafik daya dimmer lampu (watt) vs waktu.....	83
Gambar 4. 22 Grafik persentase power lampu (%) vs waktu	84
Gambar 4. 23 Tarif Listrik per Kwh PT PZ.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Jurnal.....	9
Tabel 2. 2 Standar pencahayaan menurut SNI	14
Tabel 2. 3 Urutan Rotasi Motor Stepper DC pada putaran CW.....	22
Tabel 4. 1 Tabel nilai ‘Ku’ beserta hasil nilai tengah set point dan nilai frekuensi	68
Tabel 4. 2 Hasil Nilai Kp, Ki dan Kd dengan jumlah populasi yang berbeda	71
Tabel 4. 3 Lama waktu auto tuning dengan jumlah populasi yang berbeda	72
Tabel 4. 4 Hasil eksperimen auto tuning sebanyak 3 kali dalam setiap jumlah populasi	81
Tabel 4. 5 Hasil sampling pengukuran intensitas cahaya (lux) dan daya dimmer (watt)	82