

**OTOMATISASI LAMPU BELAJAR SESUAI PROSEDUR
KESEHATAN MATA DAN KECERAHAN RUANGAN BERBASIS
MIKROKONTROLER**

LAPORAN TUGAS AKHIR TEKNIK KOMPUTER



UNIVERSITAS ANDALAS
MUHAMMAD DIMAS SYAFPUTRA

1811513010

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2023

**OTOMATISASI LAMPU BELAJAR SESUAI PROSEDUR
KESEHATAN MATA DAN KECERAHAN RUANGAN BERBASIS
MIKROKONTROLER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Sarjana Pada Departemen

Teknik Komputer Universitas Andalas



**DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

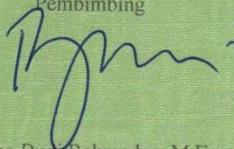
Nama : Muhammad Dimas Syafputra
No.BP : 1811513010
Judul Tugas Akhir : Otomatisasi Lampu Belajar Sesuai Prosedur Kesehatan Mata dan Kecerahan Ruangan Berbasis Mikrokontroler

Tugas Akhir ini disetujui oleh Dosen Pembimbing dan disahkan oleh Ketua Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.

Demikianlah lembaran pengesahan ini dibuat untuk diketahui bersama.

Padang, 23 Agustus 2023

Pembimbing



Dr. Eng Budi Rahmadya, M.Eng

NIP. 198112222008121004

Mengetahui :

Ketua Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Andalas
Padang, 23 Agustus 2023



Dr. Eng Fundefidian, M.T
NIP. 1986091620144041001

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Muhammad Dimas Syafputra
No.BP : 1811513010
Judul Tugas Akhir : Otomatisasi Lampu Belajar Sesuai Prosedur Kesehatan Mata dan Kecerahan Ruangan Berbasis Mikrokontroler.

Telah diujikan dan telah disetujui Seminar Hasil Tugas Akhirnya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) melalui Sidang Tugas Akhir yang diadakan pada tanggal 2 Agustus 2023 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

Padang, 23 Agustus 2023

Penguji 1



Dr. Eng. Tati Erlina, MT
NIP. 197804142002122003

Penguji 2



Nefy Puteri Novani, MT.
NIP. 199111192018032001

Mengetahui :

Ketua Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Andalas

Padang, 23 Agustus 2023



Dr. Eng. Nuran Ferdian, M.T
NIP. 1986091620144041001

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

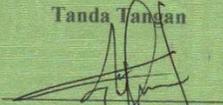
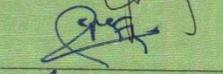
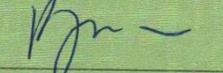
Tim Penguji Tugas Akhir Mahasiswa Departemen Teknik Komputer, menyatakan bahwa :

Nama : Muhammad Dimas Syafputra
No.BP : 1811513010
Judul Tugas Akhir : Otomatisasi Lampu Belajar Sesuai Prosedur Kesehatan Mata dan Kecerahan Ruangan Berbasis Mikrokontroler.

Telah diujikan dan telah disetujui Seminar Hasil Tugas Akhirnya pada seminar hasil untuk dilanjutkan pada tahap berikutnya.

Demikianlah lembaran pengesahan ini dibuat untuk diketahui bersama.

Padang, 23 Agustus 2023

	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Dr.Eng. Tati Erlina, MIT	
Penguji II	: Nefy Puteri Novani M.T	
Pembimbing	: Dr. Eng. Budi Rahmadya, M.Eng	

Mengetahui :
Ketua Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Andalas
Padang, 23 Agustus 2023



PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul "Otomatisasi Lampu Belajar Sesuai Prosedur Kesehatan Mata dan Kecerahan Ruangan Berbasis Mikrokontroler" adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana, Magister, dan Doktor), baik di Universitas Andalas maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Tugas Akhir ini murni gagasan dan rancangan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali bantuan dan arahan dari tim pembimbing.
3. Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam tulisan saya dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan lain yang berlaku.

Demikianlah surat ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 23 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Dimas Syafputra
No.BP 1811513010

HALAMAN PERSEMBAHAN

حَمْدٌ لِلَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin.

Segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan rahmat serta karunia-nya sehingga setiap perjalanan di hidupku dapat kulewati dengan mendapatkan banyak pelajaran serta pengalaman berharga yang selalu diingat. Tak lupa bersyukur diucapkan atas segala kemudahan yang diberikan kepadaku hingga aku bisa menyelesaikan Tugas Akhir. Terimakasih Tuhan untuk segala kekuatan yang diberikan dalam perjuangan ini. Shalawat beserta salam dihaturkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan umat manusia dengan melafazkan kalimat Allahumma shali'ala Muhammad wa'ala aali Muhammad.

Halaman persembahan ini penulis persembahkan untuk orang-orang yang berpengaruh dan berperan selama penulis berprogres.

Keluarga

Sebuah karya sederhana Dimas persembahkan untuk *Ayah* dan *Umi* yang tersenyum disana. Terima kasih banyak atas semua pelajaran serta ilmu yang diberikan sebelumnya. Dan tak lupa diucapkan terimakasih Kepada *Mbak Ayi*, orang yang mensupport di setiap keadaan, di saat sepi maupun ramai, walaupun bukan berupa materi yang diberikan namun ia memberikan waktu untuk sering mendengarkanku bercerita. Terimakasih aku ucapkan kepada Niyun dan Uni Novi yang sering memberikan motivasi untuk terus bertahan dan kuat menjalani proses ini. Terimakasih Dimas ucapkan kepada Ayen yang sudah memberikan masukan serta menemani proses penelitian ini hingga laporan ini selesai dibuatkan. Serta Terimakasih untuk Keluargaku dari Bengkulu, Pasaman, Pauh Kamba yang selalu support dari jauh dan menjadikan alasan untuk bisa segera pulang dan bertemu.

Dosen Teknik Komputer

Tiada kata yang mampu diucapkan, selain ucapan terimakasih kepada Ibu **Desta Yolanda, MT** selaku Pembimbing Akademik (PA) yang sudah membantu Dimas dengan memberikan masukan terkait perkuliahan tiap semesternya mulai dari awal perkuliahan sampai hari ini Dimas menyandang gelar sarjana. Terimakasih kepada dosen pembimbing Dimas mulai dari seminar proposal hingga sidang tugas akhir, Bapak **Dr. Eng Budi Rahmadya, M.Eng** dengan kesediaan waktu bapak untuk memberikan bimbingan baik berupa masukan, saran maupun motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Terimakasih kepada Ibu **Dr. Eng. Tati Erlina, MIT** dan Ibu **Nefy Puteri Novani, MT** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan serta apresiasi hingga lulus menjadi seorang sarjana. Terimakasih juga kepada seluruh **Dosen Teknik komputer** atas ilmunya yang sangat berharga serta **Staff FTI** atas pelayanan terbaik yang diberikan. Semoga mendapatkah berkah selalu.

GPS 18

Teruntuk teman teman Teknik Komputer 18 GPS (*Generation Power Of Siskom*) yang menjadi bagian berproses Dimas selama berkuliah. Terimakasih atas telah menjadi teman baik sedari maba, dimulai dari proses pembinaan yang sangat berarti membentuk kekompakkan kita, hingga Dimas diberi kesempatan menjadi Koordinator di salah satu kepanitiaan, pengalaman tak terlupakan yang membentuk Dimas hingga di hari ini. Semoga teman-teman semua dimanapun berada sukses dan bahagia ya!

Preman Tahun Akhir dan PKM FTI

Teruntuk teman-temanku Preman Tahun akhir : *Yusni, Faisal, Reha, Juni, Reza* yang sama-sama berjuang di Ruang TA, hingga kesan makan bareng yang tak terlupakan. Mahal di momen bareng mereka. *Julio, Rafki, amaik* yang masih berjuang untuk menyelesaikan TA, terimakasih atas bantuannya selama proses Dimas hingga sidang kemarin. Sahabatku *Dion*, yang menjadi motivasi untuk cepat menyelesaikan TA

karena beliau, walaupun sering nge-roasting yang diam-diam dalam berprogres. Namun beliau menemaniku berjuang dan support ketika membuat alat dan laporan di Ruang TA. Serta abang-abangku di PKM FTI, *Bang Luthfi, Bang Alvin, Da Ghel, Da Fauzan, Bg Ajo Arif, Bang Geraldi, Bang Adam, Bang Jaka, Kak Farah, dll.* Yang membuat cerita tahun akhirku berkesan disaat aku pernah merasa sepi, karena merasa sendiri di tahun-tahun akhir ini. Terimakasih atas bantuannya dalam berdiskusi untuk menyelesaikan Skripsi ini, semoga sukses selalu Kak, Bang!

Teman berjuang organisasiku

Teruntuk teman berjuang organisasiku, yang bermula dari *Keluarga Hingga Syurga, Berani Memulai, Melayani dengan hati bergerak menebar inspirasi* hingga mengakhirinya *untuk Bersinergi Mengabdikan Untuk Negeri*. Sengaja tidak kusebut organisasinya, karena bagiku filosofi adalah nomor satu. Terimakasih telah menjadikan Dimas sebagai pemimpin yang dikenal orang, Semua hal itu berkat mereka. Karena Dimas memiliki tim yang sangat luar biasa dan mereka yang hebat, sehingga organisasi-organisasi itu bisa dikenal pada masanya dan berdampak. Banyak terimakasih karena telah menjadikan kisah selama perkuliahan tidak hambar, selalu ada alasan untuk pulang, selalu ada rumah untuk singgah walau sejenak. Dimanapun kalian berada, sukses untuk semuanya ya!

Sosmas Fams

Dari sekian banyaknya organisasi yang Dimas ikuti, Sosmasfams yang paling berkesan. Kementrian terbaik KM Unand dan Tersolid Versi BEM. Terimakasih telah menjadi rumah singgah ternyaman yang pernah ada. Dihuni dengan orang-orang bermacam karakter yang seru dan asyik. Bahkan banyak dari mereka jadi orang penting saat ini. Manusia-manusia yang tak pernah lelah dalam menebar kebaikan, yang menjadikan cerita hangat yang selalu kuingat di 2022. Terimakasih kuucapkan untuk Cantika, Dean, Yusuf, Icaa Nurul, Lyza, Daffa, Iim, Trina, Ica Khair, Fikri, Riska, Iin, Tegar, Rafil, Agip, Alif. 17 Orang-orang hebat yang siap berkiprah untuk masyarakat. Semangat berproses selalu kabete-ku!

2022

Tahun yang diluar dugaanku, memperjalankanku dan memberikan kesan terbaik di hidupku. Tuhan menunda waktu wisudaku di tahun itu untuk memberikan kejutan terbaiknya. Melewati banyak tempat, mulai dari *Sijunjung, Dubai, Istanbul, Bursa, Kajai, Pasaman Barat, Pariangan, Bengkulu, Bandung, Mentawai, Solok, Bali, Surabaya, Ulakan, Bogor hingga Jakarta*. Tak pernah terbayangkan bisa naik pesawat pertama kalinya, di 2022 aku berulang kali naik pesawat melihat megahnya Indonesia. Serta dibersamai oleh orang-orang luar biasa dari *MRI-ACT, Fidea IYS, Sosmas Fams, Ekspedisi Sejarah Indonesia, Keluargaku di Kajai, Ekspedisi Andalas, Famas, Akatsuki, Andalas Mention, Mukernas Ikopin, Rapimnas IPB dan Fornassosmas*, terimakasih banyak pelajaran kudapat dari teman-teman semuanya agar menjadi pribadi yang lebih baik.

Serta, beberapa *perempuan* yang aku temui di tahun akhir perkuliahanku. Terimakasih telah mengajarkanku tentang *kemandirian, meminimalisir permasalahan, ketangguhan, jangan pernah lelah berbuat baik, tentang empati dan peduli, deeptalk banyak hal random, people come and go, senyuman ikhlas, keramahan* serta banyak pelajaran hadir dari mereka yang datang beberapa waktu untuk memberi pelajaran berharga itu. Terimakasih teman-teman terbaikku. Berkat kata-kata itu, aku banyak belajar tentang kehidupan dan kedewasaan. Dimanapun kalian berada, sukses selalu ya!

“Terkadang orang lain hadir kepada kita untuk memberikan pesan dan pengalaman untuk kita dan menjadi salah satu bentuk bertumbuh yang paling utuh. Namun teman terbaik itu adalah dirimu sendiri. Dia takkan pernah meninggalkanmu sedikitpun, kamu sedih dia pun sedih begitu sebaliknya kamu bahagia dia pun bahagia. So, jadilah versi terbaik dari dirimu sendiri ya!

Aku tau perjuangan sampai kesini tidak mudah, banyak tekanan, cacian, ditinggalkan bahkan kesepian. Namun kamu berhasil membuat sepi menjadi ramai berkat dirimu sendiri. Selamat, selamat melanjutkan perjalanan hebat selanjutnya...

Semangat Berproses yaa!

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, rahmat serta shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Otomatisasi Lampu Belajar Sesuai Prosedur Kesehatan Mata dan Kecerahan Ruang Berbasis Mikrokontroler”** dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam proses pembuatan laporan ini, penulis banyak mendapat dukungan dan bantuan dari banyak pihak, baik lahiriah maupun batiniah. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada:

1. Kedua orang tua, serta anggota keluarga besar penulis yang selalu memberi support menjadi sumber semangat dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Budi Rahmadya, M.Eng selaku pembimbing yang sudah memberikan bimbingan, masukan serta arahan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Eng. Tati Erlina, MIT dan Ibu Nefy Puteri Novani, MT selaku penguji yang memberi masukan serta saran dalam tugas akhir.
4. Ibu Desta Yolanda, MT selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) selama perkuliahan dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng Rian Ferdian, M.T selaku Ketua Departemen Teknik Komputer serta seluruh Dosen dan Staff Departemen Teknik Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.
6. Teman-teman Preman Tahun Akhir serta PKM FTI yang sudah memberi dukungan dan bantuan selama masa perkuliahan sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Generation Power of Siskom (GPS) angkatan 18 Teknik Komputer yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam segala hal perkuliahan dari awal hingga menyelesaikan tugas akhir
8. Teman-teman Kementrian Sosial Masyarakat BEM KM Universitas Andalas yang menjadi teman seperjuangan di akhir masa perkuliahan..

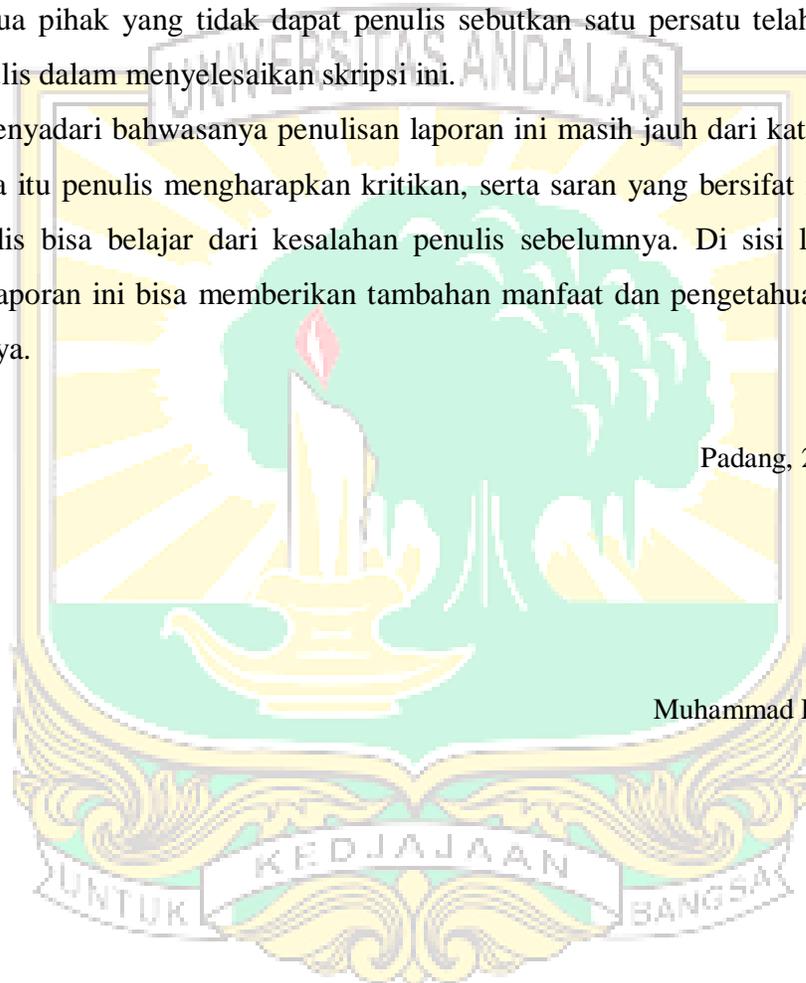
9. Seluruh keluarga besar FSI ALFATIH Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.
10. Seluruh keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Komputer Universitas Andalas
11. Seluruh keluarga besar BEM KM Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwasanya penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan, serta saran yang bersifat membangun agar penulis bisa belajar dari kesalahan penulis sebelumnya. Di sisi lain, penulis berharap laporan ini bisa memberikan tambahan manfaat dan pengetahuan bagi para pembacanya.

Padang, 27 Agustus 2023

Penulis

Muhammad Dimas Syafputra

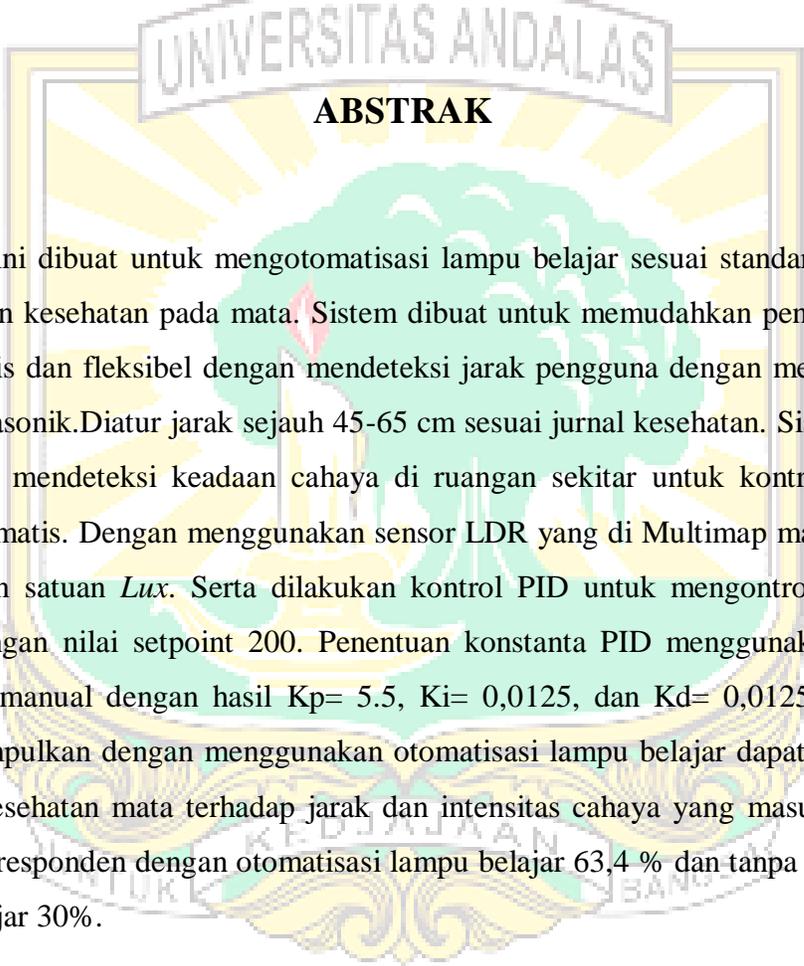


OTOMATISASI LAMPU BELAJAR SESUAI PROSEDUR KESEHATAN MATA DAN KECERAHAN RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER

Muhammad Dimas Syafputra¹, Dr.Eng. Budi Rahmadya, M.Eng²,

¹Mahasiswa Teknik Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas

²Dosen Teknik Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas



ABSTRAK

Penelitian ini dibuat untuk mengotomatisasi lampu belajar sesuai standar kecerahan ruangan dan kesehatan pada mata. Sistem dibuat untuk memudahkan pengguna agar lebih praktis dan fleksibel dengan mendeteksi jarak pengguna dengan menggunakan sensor ultrasonik. Diatur jarak sejauh 45-65 cm sesuai jurnal kesehatan. Sistem dibuat juga untuk mendeteksi keadaan cahaya di ruangan sekitar untuk kontrol intensitas cahaya otomatis. Dengan menggunakan sensor LDR yang di Multimap manual untuk menentukan satuan *Lux*. Serta dilakukan kontrol PID untuk mengontrol intensitas cahaya dengan nilai setpoint 200. Penentuan konstanta PID menggunakan metode percobaan manual dengan hasil $K_p= 5.5$, $K_i= 0,0125$, dan $K_d= 0,0125$. Sehingga dapat disimpulkan dengan menggunakan otomatisasi lampu belajar dapat membantu menjaga kesehatan mata terhadap jarak dan intensitas cahaya yang masuk. Dimana persentase responden dengan otomatisasi lampu belajar 63,4 % dan tanpa otomatisasi lampu belajar 30%.

Kata kunci: *Otomatisasi Lampu belajar*, Ultrasonik, Multimap, LDR, Arduino Uno, Kontrol PID

AUTOMATION OF STUDY LIGHTS ACCORDING TO EYE HEALTH PROCEDURE AND ROOM BRIGHTNESS BASED ON MICROCONTROLLER

Muhammad Dimas Syafputra¹, Dr.Eng. Budi Rahmadya, M.Eng²

*¹Undergraduate Student, Computer Engineering Major, Information Technology Faculty,
Andalas University*

²Lecturer, Computer Engineering, Information Technology Faculty, Andalas University

ABSTRACT

The purpose of this research was made to automate study lamps according to room brightness standards and eye health. The system is made to make it easier for users to be more practical and flexible by detecting the user's distance using an ultrasonic sensor. Set a distance of 45-65 cm according to the medical journal. The system is also made to detect the state of light in the surrounding room to control the light intensity automatically. By using the LDR sensor in the manual Multimap to determine Lux units. As well as PID control to control light intensity with a setpoint value of 200. Determination of the PID constant using the manual experimental method with the results $K_p = 5.5$, $K_i = 0.0125$, and $K_d = 0.0125$. So it can be concluded that using learning lamp automation can help maintain eye health regarding the distance and intensity of incoming light. Where is the percentage of respondents with automatic learning lights 63,4 % and without automatic learning lights 30%.

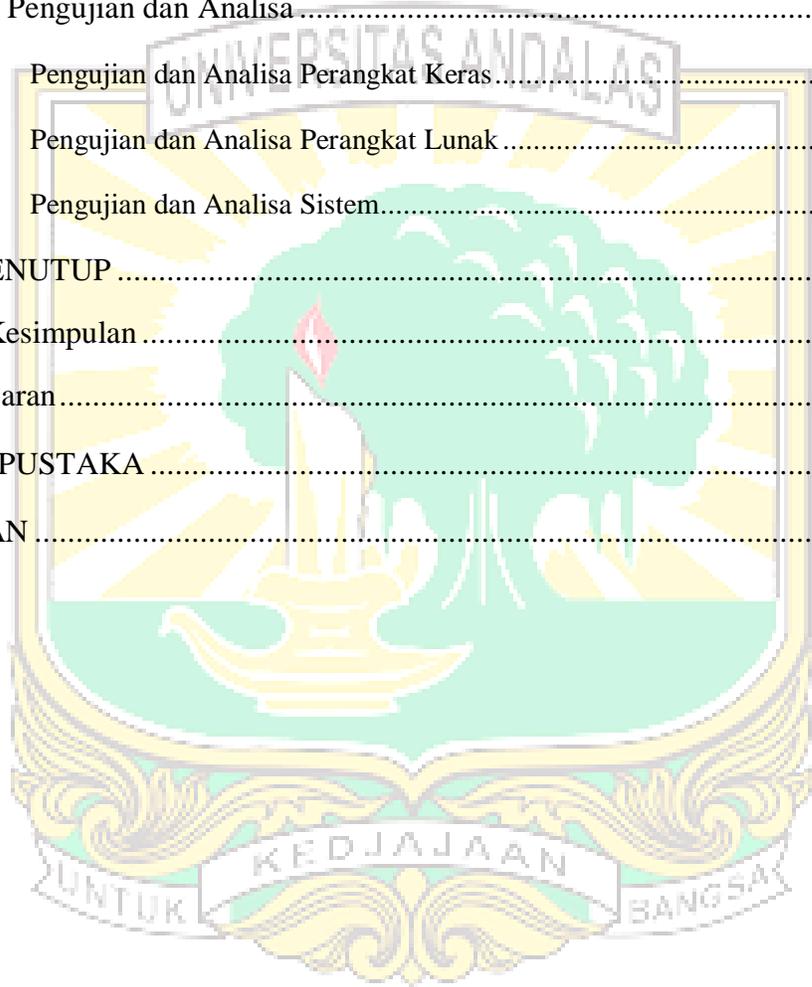
Keywords: Learning Lamp Automation, Ultrasonic, Multimap, LDR, Arduino Uno, PID Control

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Jenis dan Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Arduino Uno	9
2.2 Modul Mosfet	10

2.3 Sensor LDR.....	10
2.4 Sensor Ultrasonik	11
2.5 Baterai.....	12
2.6 Lampu LED	13
2.7 LCD	14
2.8 Arduino IDE.....	14
2.9 I2C.....	15
2.10 PID.....	15
2.11 PWM.....	16
2.12 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	20
3.1 Analisa Kebutuhan Sistem	20
3.1.1 Kebutuhan Fungsional Sistem.....	20
3.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional Sistem.....	20
3.1.3 Kebutuhan Perangkat Lunak	20
3.1.4 Kebutuhan Perangkat Keras	21
3.2 Rancangan Umum Sistem	21
3.3 Rancangan Proses	23
3.4 Rancangan Detail Komponen Sistem.....	23
3.4.1 Rancangan Perangkat Keras	23
3.4.2 Rancangan Perangkat Lunak	25
3.5 Rencana Pengujian	29
3.5.1 Rencana Pengujian Perangkat Keras.....	29
3.5.2 Rencana Pengujian Perangkat Lunak.....	30
3.5.3 Rencana Pengujian Fungsional Sistem.....	30
3.6 Analisa Kebutuhan Penelitian	31

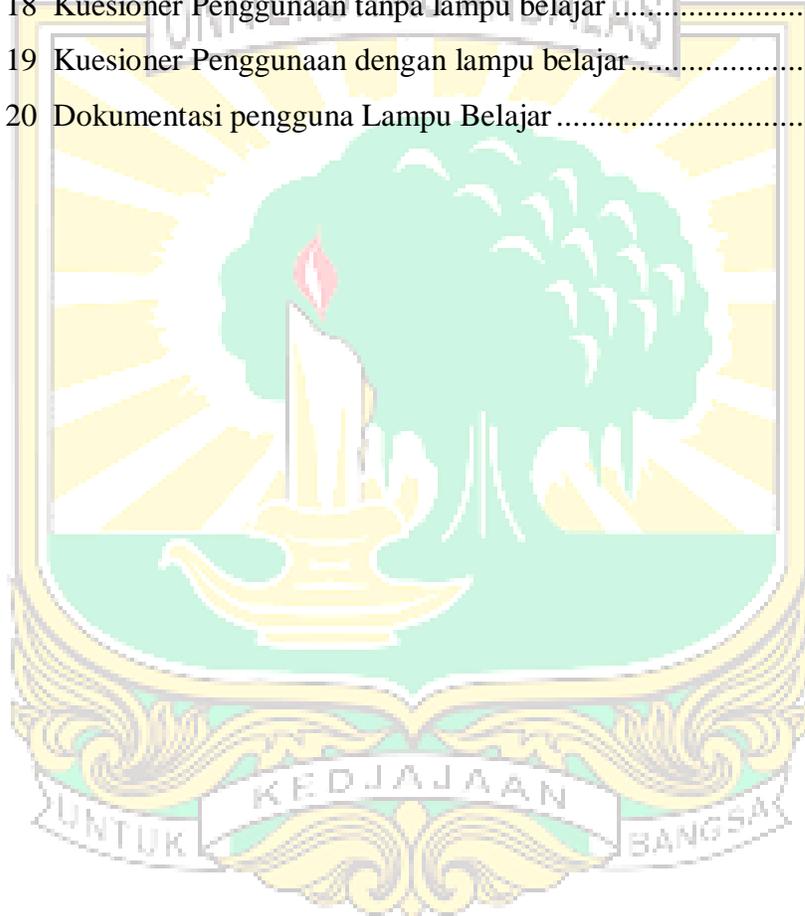
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	32
4.1 Implementasi.....	32
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras	32
4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak.....	34
4.1.3 Implementasi Sistem	39
4.2 Pengujian dan Analisa	39
4.2.1 Pengujian dan Analisa Perangkat Keras.....	40
4.2.2 Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak.....	44
4.2.3 Pengujian dan Analisa Sistem.....	49
BAB V PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63



DAFTAR GAMBAR

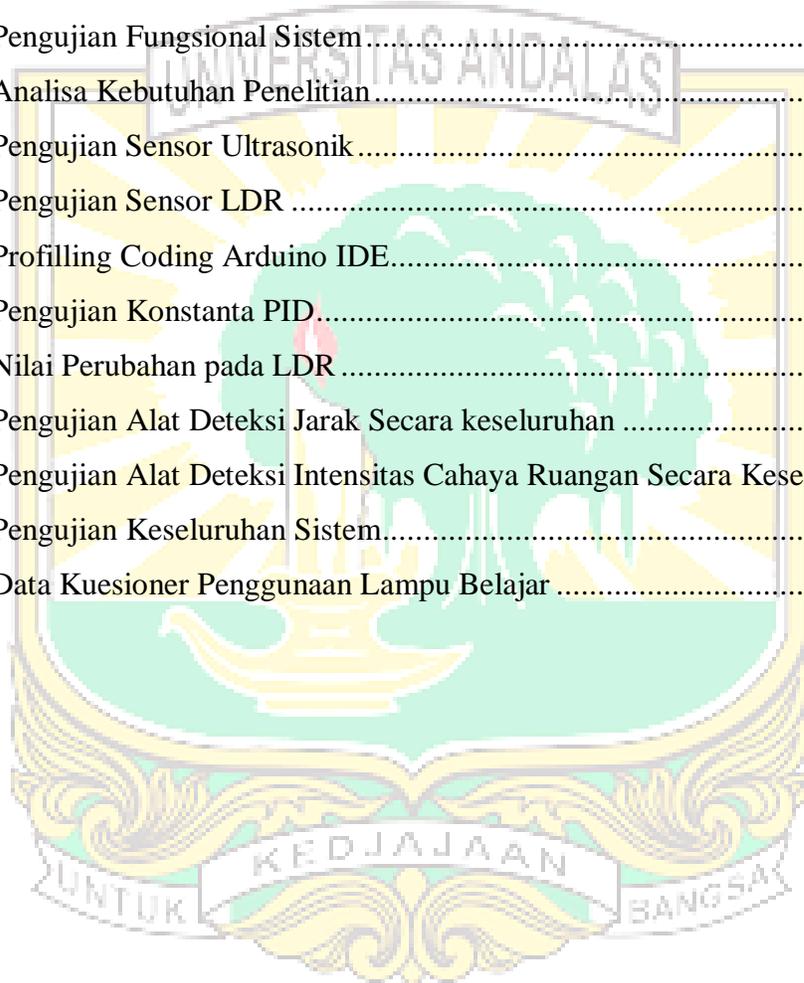
Gambar 1. 1 Diagram Perancangan Sistem.....	9
Gambar 2. 1 Arduino Uno 'Atmega328' [6].....	10
Gambar 2. 2 Modul Mosfet [8].....	10
Gambar 2. 3 Sensor LDR [9].....	11
Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik [10].....	12
Gambar 2. 5 Baterai [11].....	13
Gambar 2. 6 Lampu [12].....	13
Gambar 2. 7 LCD [13].....	14
Gambar 2. 8 Tampilan Arduino IDE [14].....	15
Gambar 2. 9 I2C [15].....	15
Gambar 2. 10 Blok Diagram PID [16].....	16
Gambar 3. 1 Rancangan Umum Sistem.....	22
Gambar 3. 2 Skematik Sistem.....	22
Gambar 3. 3 Rancangan Perangkat Keras.....	24
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Utama Sistem.....	25
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Deteksi Jarak.....	26
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Deteksi Intensitas Cahaya.....	27
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Metode PID.....	28
Gambar 4. 1 Lampu Belajar Tampak Depan.....	32
Gambar 4. 2 Lampu Belajar Tampak Dalam.....	33
Gambar 4. 3 Lampu Belajar Tampak Atas.....	33
Gambar 4. 4 Deteksi Jarak 1.....	34
Gambar 4. 5 Deteksi Jarak 2.....	35
Gambar 4. 6 Deteksi Jarak 3.....	35
Gambar 4. 7 Deteksi Cahaya LDR.....	36
Gambar 4. 8 Multimap Pada Sensor LDR.....	37
Gambar 4. 9 Konstanta PID.....	37
Gambar 4. 10 Konfigurasi PID.....	38

Gambar 4. 11	Pembacaan Mosfet dan LCD.....	38
Gambar 4. 12	Pembacaan Sensor Ultrasonik	41
Gambar 4. 13	Pembacaan Sensor LDR.....	43
Gambar 4. 14	Tampilan Program saat dijalankan	44
Gambar 4. 15	Tampilan proses <i>compile</i> program pada serial monitor	44
Gambar 4. 16	Tampilan Penghitungan waktu dalam <i>upload</i> program.....	45
Gambar 4. 17	Tampilan LCD sistem keseluruhan.....	54
Gambar 4. 18	Kuesioner Penggunaan tanpa lampu belajar	56
Gambar 4. 19	Kuesioner Penggunaan dengan lampu belajar.....	56
Gambar 4. 20	Dokumentasi pengguna Lampu Belajar	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Atmega 328	9
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 3.1 Pengujian Perangkat Keras	29
Tabel 3.2 Pengujian Perangkat Lunak	30
Tabel 3.3 Pengujian Fungsional Sistem.....	30
Tabel 3.4 Analisa Kebutuhan Penelitian.....	31
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	40
Tabel 4.2 Pengujian Sensor LDR	42
Tabel 4.3 Profiling Coding Arduino IDE.....	45
Tabel 4.4 Pengujian Konstanta PID.....	46
Tabel 4.5 Nilai Perubahan pada LDR	48
Tabel 4.6 Pengujian Alat Deteksi Jarak Secara keseluruhan	50
Tabel 4.7 Pengujian Alat Deteksi Intensitas Cahaya Ruang Secara Keseluruhan..	51
Tabel 4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	53
Tabel 4.9 Data Kuesioner Penggunaan Lampu Belajar	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lampu belajar ialah suatu wadah penerangan tambahan di ruangan belajar. Dengan adanya lampu belajar dapat membantu pengguna dalam menulis, membaca atau bekerja di ruangan. Jika intensitas cahaya yang kurang atau terlalu terang dapat mempengaruhi kenyamanan dan efektivitas belajar. Cahaya yang kurang dapat menyebabkan mata cepat lelah dan mengganggu konsentrasi, sedangkan cahaya yang terlalu terang dapat menyilaukan dan merusak mata.

Kebutuhan lampu belajar yang tersedia sekarang kebanyakan hanya bersifat *flat on* berarti, lampu akan tetap menyala hingga pengguna mematikannya atau lampu mati [1]. Bahkan ada pengguna yang terlupa mematikan lampunya sehingga menghabiskan daya listrik. Lampu belajar yang tak efisien dapat mengonsumsi energi listrik yang cukup besar. Hal ini tentu tidak ramah lingkungan dan bisa menambah biaya listrik.

Lampu belajar idealnya fleksibel, bisa disesuaikan posisinya dan arah cahayanya sesuai kebutuhan. Jika lampu tersebut tidak bisa disesuaikan, bisa mengganggu aktivitas belajar. Maka dari itu diperlukan fitur untuk mengatur intensitas cahaya sesuai keadaan di ruangan dan fleksibel dalam penggunaan.

Pencahayaan terlalu terang pada lampu juga sering menjadi keluhan, dimana disebabkan oleh jarak serta intensitas cahaya yang tidak tepat. Menurut *Occupational Safety Health Association* dengan intensitas cahaya $< 100 \text{ lux}$ dan $> 300 \text{ lux}$ dan jarak $< 46 \text{ cm}$ adalah standarisasi normalnya [2]. Pencahayaan pada suatu ruangan, perlu disesuaikan juga kecerahannya. Standar pencahayaan ruang kelas di Indonesia ialah $250 - 300 \text{ lux}$ [3]. Oleh sebab itu, dalam penggunaan lampu belajar perlu

memperhatikan jarak minimal antara pengguna dengan lampu yakni 46 cm serta bila menggunakan intensitas cahaya yang baik yakni 100-300 *lux*.

Sistem kendali rumah pintar memungkinkan orang mengendalikan lampu dengan perintah gerak tanpa harus berpindah tempat. Sistem ini akan bekerja ketika sensor gerak menerima masukan gerak yaitu gerakan manusia dan kemudian diakumulasikan pada Arduino [4]. Namun pada sistem tersebut hanya instruksi gerak manusia dengan sensor PIR untuk kontrol lampu serta sensitivitas dalam ruang belajar tidak terdeteksi dengan baik.

Sistem kontrol diterapkan untuk kontrol otomatis lampu dengan sensor cahaya. Sistem ini, sistem penerangan otomatis hanya dapat mengontrol lampu berdasarkan pengukuran intensitas cahaya yang dilakukan oleh sensor yang ditempatkan di sekitar lampu[5]. Namun, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mencapai efisiensi yang lebih. Pada sistem tersebut hanya menggunakan sensor LDR dan kerja lampunya kurang optimal karena hanya dengan satu sensor.

Sistem *stand* laptop multifungsi dapat memberi tahu pengguna untuk mengatur jarak minimal 46 cm dari laptop melalui sensor ultrasonik. Sistem ini mampu mengukur serta memenuhi kebutuhan cahaya saat menggunakan komputer laptop dengan sensor BH1750, kontrol PID untuk mengontrol suhu dan intensitas cahaya[10]. Namun pada sistem ini belum bisa menjalankan LED secara otomatis.

Berdasarkan beberapa uraian diatas, Tugas Akhir ini dibuat agar nantinya dapat mengotomatisasi lampu belajar sesuai standar kecerahan ruangan dan kesehatan pada mata. Sistem dibuat untuk memudahkan pengguna agar lebih praktis dan fleksibel dengan mendeteksi jarak penggunaan untuk implementasinya. Sistem dibuat juga untuk mendeteksi keadaan cahaya di ruangan sekitar, serta sebagai aktuator untuk kontrol intensitas cahaya sesuai keadaan di ruangan. Kebutuhan yang digunakan pada sistem yaitu Arduino Uno Atmega 328 dan beberapa sensor pendukung seperti Ultrasonik dan LDR. Kecerahan pada sistem dikontrol dengan metode PID, dimana memungkinkan kontrol yang sangat presisi dari variabel dan dapat menyesuaikan

seara otomatis pada fluktuasi sistem. Sistem juga dapat menampilkan hasil *output* di LCD, berupa jarak deteksi dan nilai kecerahan cahaya yang masuk dan dikeluarkan pada lampu LED.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini :

1. Bagaimana sistem bisa mendeteksi jarak yang disesuaikan untuk nyala lampu.
2. Bagaimana sistem dapat mendeteksi cahaya di sekitar ruangan.
3. Bagaimana sistem dapat berjalan sebagai aktuator untuk intensitas kecerahan cahaya yang diukur.
4. Bagaimana sistem dapat dijalankan sesuai standar kecerahan ruangan dan kesehatan pada mata.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir penelitian ini, beberapa aspek masalah yang menjadi batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan baterai lithium 12 V yang diprediksi akan bertahan 17 jam sebelum di *Recharge* ulang.
2. Sistem dapat bekerja di dalam ruangan dan tak memperhitungkan luas ruangan tersebut.
3. Sistem bisa bekerja dengan baik pada saat diletakkan sejajar di hadapan pengguna.
4. Sistem ini belum memperhitungkan pengguna yang memiliki gangguan pada mata.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya proyek akhir ini yaitu:

1. Sistem bisa mendeteksi jarak yang telah ditentukan dengan menggunakan sensor ultrasonik.
2. Sistem dapat mendeteksi intensitas cahaya ruangan dengan menggunakan sensor LDR

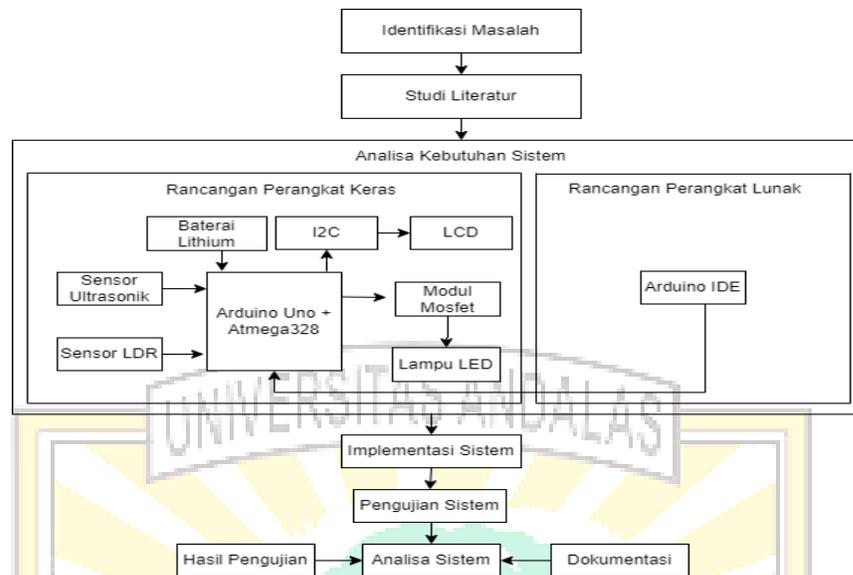
3. Sistem dapat dijalankan sebagai aktuator untuk intensitas kecerahan cahaya dengan metode kontrol PID
4. Sistem dapat dijalankan dengan standar kecerahan ruangan dan kesehatan mata sesuai jurnal *Occupationally Safety Health Association*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari tugas akhir penelitian ini didasarkan pada sistem yang dirancang yaitu sebagai media penerangan tambahan otomatis dalam pembelajaran dan dapat mengontrol intensitas kecerahan sesuai standar ruangan dan kesehatan, agar dapat meningkatkan kenyamanan, konsentrasi serta memelihara kesehatan mata. Selain itu manfaatnya sebagai lampu belajar portabel sederhana dalam memudahkan masyarakat mengotomatisasi lampu belajar dengan mudah tanpa harus menekan tombol *on/off*.

1.6 Jenis dan Metodologi Penelitian

Penelitian Tugas Akhir dengan metode penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Penelitian eksperimen adalah dilakukan atas dasar pengaruh suatu peristiwa serta perilaku terhadap objek penelitian. Penelitian eksperimental ini bertujuan dalam mempelajari suatu parameter masukan yang akan menghasilkan keluaran yang berbeda tergantung pada parameter yang ditentukan. Penelitian ini dilakukan dengan menghubungkan beberapa komponen yang akan saling berhubungan satu sama lain, seperti pada Pada penelitian ini terdapat beberapa komponen seperti dilihat pada Gambar 1.1:



Gambar 1. 1 Diagram Perancangan Sistem

Dari diagram perancangan studi pada gambar di atas, langkah-langkah perancangan sistem :

A. Identifikasi Masalah

Pada saat ini akan diidentifikasi permasalahan yang akan menjadi bahan penelitian untuk tugas akhir. Menelusuri masalah yang muncul membantu proses identifikasi yang terjadi di masyarakat yaitu pencahayaan tambahan pada saat pembelajaran di ruang belajar yang menjadi kebutuhan serta penggunaan daya listriknya. Pencahayaan yang tepat merupakan suatu hal yang harus dipenuhi guna meningkatkan kenyamanan, konsentrasi dan kepuasan pengguna yang sesuai dengan prosedur kesehatan pada mata dan kecerahan ruangan. Lalu dari permasalahan tersebut dirancang suatu sistem dalam memecahkan permasalahan tersebut.

B. Studi Literatur

Dalam penelitian literatur, penting untuk menemukan dan mensintesis opini-opini penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini mempelajari teori yang terkait dalam pembuatan tugas akhir. Teori yang dipelajari meliputi perangkat keras,

perangkat lunak, serta pengoperasian sistem.

C. Perancangan Sistem

Ada dua jenis desain sistem yaitu desain perangkat keras dan desain perangkat lunak.

1. Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perancangan perangkat keras diperlukan agar sistem yang dirancang bisa berfungsi sesuai tujuan yang diharapkan. Perangkat keras yang digunakan pada sistem ini yakni Arduino Uno Atmega 328 sebagai mikro kontroler atau pusat kendali yang memproses masukan dari sensor. Sensor ultrasonik, sensor LDR sebagai sensor yang diinputkan agar sistem dapat dijalankan. Modul Mosfet sebagai *switch*/saklar otomatis pada sistem yang digunakan sebagai penghubung dan pemutus arus listrik pada lampu yang nantinya dapat mengatur intensitas kecerahan pada LED dan LCD sebagai notifikasi keluaran pada sistem.

2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, sebuah program dibuat kendali pada Arduino IDE, berfungsi sebagai media penulisan dan kompilasi program. Arduino IDE sebagai pengontrol komponen perangkat keras pada system yang akan dirancang. Pemrograman mikrokontroler pada proses kontrol intensitas cahaya menggunakan Kontrol PID (Proporsional, Integral, dan Derivatif)

D. Implementasi Sistem

Sistem kendali yang sudah dirancang pada bentuk perangkat keras serta perangkat lunak akan diimplementasikan kedalam alat agar dapat digunakan sesuai fungsinya.

E. Pengujian Sistem

Sejumlah pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem selama tahap pengujian sistem, termasuk menentukan komponen mana yang digunakan dan memiliki fungsionalitas yang diperlukan, serta memastikan bahwa perangkat lunak berfungsi.

F. Hasil Pengujian

Setelah sistem bisa melewati tahap pengujian sistem, maka hasil yang diperoleh diamati dan dianalisis untuk melihat apakah sesuai dengan yang diinginkan. Hasil dari sistem ini nyala lampu belajar dengan intensitas cahaya sesuai prosedural dan notifikasi pada LCD berupa keterangan jarak deteksi dan intensitas cahaya diterima dan dikeluarkan.

G. Analisa Hasil

Setelah sistem bisa melewati tahap pengujian sistem, maka hasil yang diperoleh diamati dan dianalisis untuk melihat apakah sesuai dengan yang diinginkan. kebutuhan dan system dapat mengirimkan notifikasi jarak deteksi dan nilai kecerahan cahaya yang ditangkap dan dikeluarkan pada lampu LED.

H. Dokumentasi

Fase dokumentasi sangat penting dalam keseluruhan proses penelitian. Dokumentasi digunakan menandakan kebutuhan dan menunjukkan bahwasanya sistem yang sudah dibuat bisa berfungsi sesuai kebutuhan. Dokumentasi mencakup semua aktivitas proses yang dilakukan selama desain, produksi, pengujian, analisis, dan hasil sistem. Fase dokumentasi yang bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan dan studi lanjutan sistem sudah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini ditulis dalam beberapa bab, yakni :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi landasan teori dasar yang mendukung pembahasan penelitian yang diperoleh dari sumber yang terkait serta berhubungan dengan penelitian.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

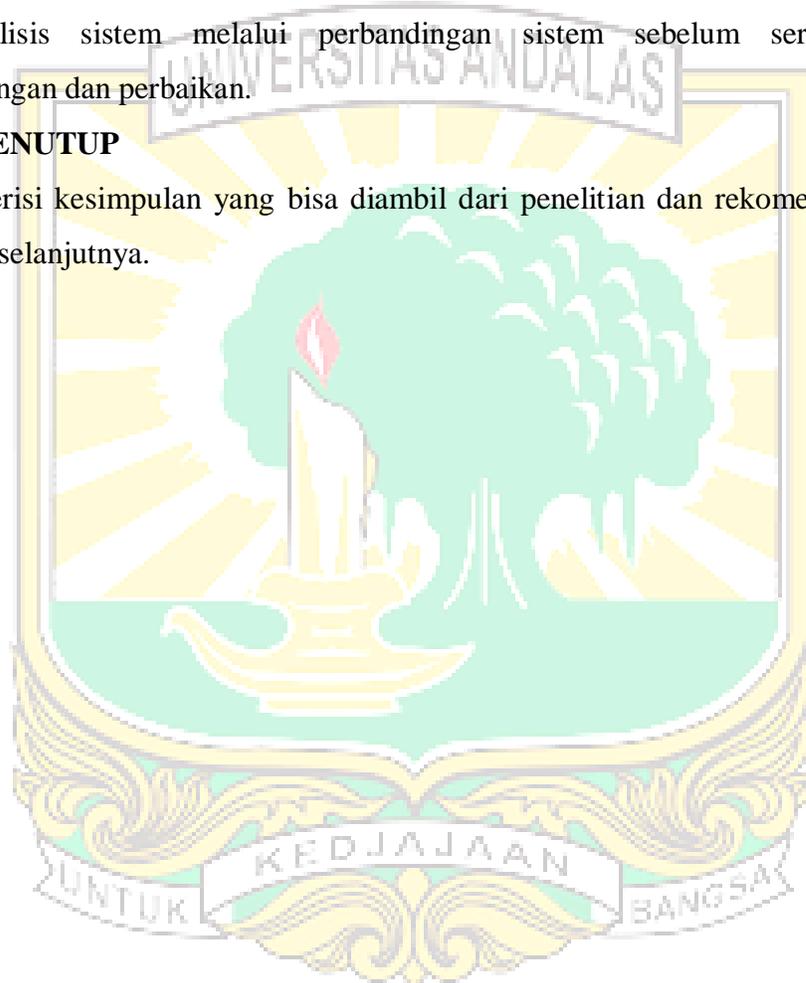
Bab ini membahas mengenai rancangan terhadap sistem yang dibuat, analisa kebutuhan sistem, rancangan umum sistem, rancangan proses, rencana pengujian, serta analisa kebutuhan penelitian.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini menyatakan hasil perancangan sistem data dari penelitian yang dilakukan serta analisis sistem melalui perbandingan sistem sebelum serta sesudah pengembangan dan perbaikan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Arduino Uno

Arduino uno ialah suatu varian dari produk *board* mikrokontroller keluaran Arduino. Arduino uno ialah *board* Arduino terkecil berbasis ATmega 328 (*datasheet*). Arduino uno terdapat 14 pin input-output digital, 6 di antaranya bisa digunakan sebagai output PLC dan 6 pin input analog, osilator kristal 16MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset [6]. Agar mikrokontroller bisa digunakan, perlu dihubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan kabel USB atau sumber listrik dengan adaptor AC ke DC atau baterai agar dapat berfungsi. Arduino uno berbeda dari semua papan sebelumnya karena tidak menggunakan chip pengontrol FTDI USB ke Serial. ATmega 328 ialah mikrokontroller keluaran Atmel yang menampilkan arsitektur komputer set instruksi yang dikurangi dimana setiap proses mengeksekusi data lebih cepat daripada arsitektur komputer set instruksi lengkap.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Atmega 328

Spesifikasi	Keterangan
Chip mikrokontroler	ATMega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
Analog input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3,3V	50 mA
Memori flash	32 KB, 0,5 KB telah digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 MHz
Dimensi	68,6 mm x 53,4 mm
Berat	25 gr



Gambar 2. 1 Arduino Uno 'Atmega328' [6]

2.2 Modul Mosfet

Modul Mosfet IRF520 ini dirancang agar mengkonversi beban tegangan DC dari pin digital mikrokontroler. Tujuan utama modul ialah untuk menyediakan metode pengendalian motor DC yang murah dalam aplikasi robotik. Namun modul bisa digunakan mengontrol beban tegangan DC misalnya penggerak LED, pompa kecil, serta katup solenoid. Modul ini mencakup terminal sekrup pada antar muka untuk beban dan daya eksternal, serta indikator LED yang memberikan indikasi visual saat beban dialihkan.



Gambar 2. 2 Modul Mosfet [8]

2.3 Sensor LDR

LDR ialah sejenis resistor yang nilai resistansi atau nilai resistansinya bergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. LDR disebut *Photoresistor*, *Photoconduction* serta *Photocell* [9]. LDR ialah komponen resistif yang nilai resistansinya akan berubah tergantung dari intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR. Komponen elektronika peka cahaya ini banyak digunakan menjadi sensor pada lampu jalan, lampu kamar tidur, alarm dan sejenisnya.

Prinsip kerja LDR menghantarkan arus jika menerima intensitas cahaya tertentu (kondisi terang) serta menghambat aliran arus pada kondisi gelap. Listrik dapat diputus dan disambungkan kembali ke rangkaian berbasis cahaya apabila LDR dipasang pada berbagai jenis rangkaian elektronik. Nilai resistansi akan berkurang jika semakin banyak cahaya yang mengenai LDR, dan sebaliknya nilai resistansi akan meningkat jika semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR.

Multimap ialah konsep dalam pemrograman digunakan untuk memetakan beberapa nilai ke satu kunci atau *input*. Dalam konteks mikrokontroler multimap biasanya digunakan untuk kalibrasi sensor atau untuk membuat perubahan nonlinear pada suatu output berdasarkan suatu *input*.

Dengan multimap, dapat di definisikan pasangan nilai input-output. Misalnya, pembacaan sensor 0, 200, 400, 600, 800, dan 1023 menjadi level kecerahan 0, 50, 100, 150, 200, dan 255. Fungsi multimap akan melakukan interpolasi untuk nilai input di antara. Sensor cahaya yang memberikan pembacaan analog antara 0 dan 1023, dan nilai diubah pembacaan menjadi beberapa level kecerahan lampu atau bentuk digital/PWM (misalnya 0, 50, 100, 150, dan 200).



Gambar 2. 3 Sensor LDR [9]

2.4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik ialah sensor berguna mendeteksi jarak. Berbeda dengan sensor jeda yang menggunakan sinar infra merah, sensor HY-SR04 bekerja pada gelombang suara. Awalnya, Gelombang suara dipantulkan oleh bagian pemancar yang disebut *trigger*. Kemudian gelombang suara yang dipantulkan tersebut akan ditangkap oleh alat penerima yang disebut *echo*. Waktu yang diperlukan untuk mengirim dan menerima gelombang suara bisa digunakan untuk menghitung jarak antara benda yang memancarkan pantulan suara.[10].

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dihasilkan melalui alat piezoelektrik dengan frekuensi tertentu (biasanya 40 kHz) ketika osilator diterapkan pada objek. Biasanya alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik ke sasarannya. Ketika gelombang mengenai permukaan target, target akan memantulkan gelombang tersebut. Gelombang yang dipantulkan dari sasaran akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor akan menghitung selisih waktu pengiriman gelombang dengan waktu diterima.



Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik [10]

2.5 Baterai

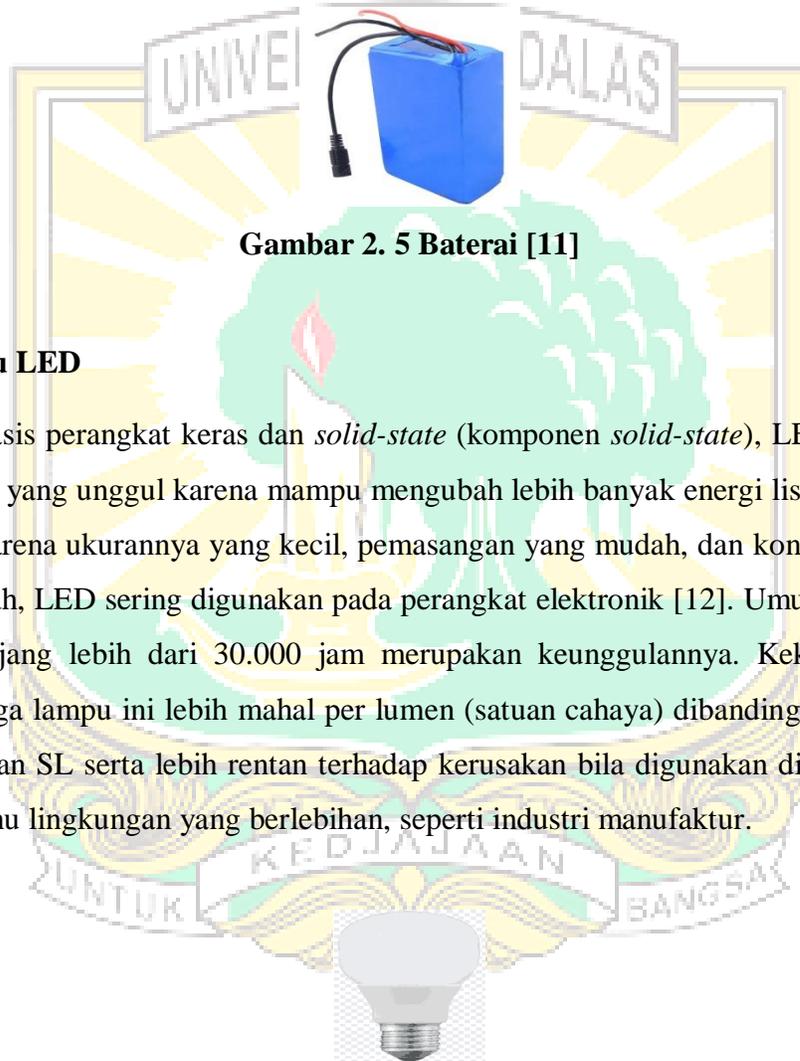
Baterai ialah sumber energi yang mempunyai kapasitas untuk mengubah energi kimia yakni disimpannya menjadi energi listrik, yang digunakan dalam elektronik. Baterai hampir selalu digunakan sebagai sumber listrik untuk perangkat elektronik portabel seperti mainan *remote control*, laptop, dan ponsel. Perangkat elektronik kita bisa dengan mudah dibawa kemana saja karena tidak perlu menyambungkan kabel listrik pada terminal untuk mengaktifkannya saat menggunakan baterai.

Elektrolit yang bertindak sebagai konduktor dan terminal positif dan negatif, masing-masing disebut sebagai katoda dan anoda, merupakan komponen dari setiap baterai. Baterai mengeluarkan arus listrik searah, disebut juga arus DC (*Direct Current*). Baterai dapat dibagi menjadi dua kategori utama: baterai primer sekali pakai dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang.

Jenis-Jenis Baterai Li-Ion yaitu [11] :

- Baterai Li-ion yang menggunakan senyawa kimia LiCoO_2 (*Lithium Cobalt Oxide*) LCO
- Baterai Li-ion yang menggunakan senyawa kimia *Lithium Manganese Oxide* (LiMn_2O_4) LMO.

- Baterai Li-ion yang menggunakan senyawa kimia *Lithium Iron Phosphate* (LiFePO_4) LFP.
- Baterai Li-ion yang menggunakan senyawa kimia *Lithium Nickel CobaltAluminum Oxide* (LiNiCoAlO_2) NCA.
- Baterai Li-ion yang menggunakan senyawa kimia *Lithium Titanate* ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) LTO



Gambar 2. 5 Baterai [11]

2.6 Lampu LED

LED berbasis perangkat keras dan *solid-state* (komponen *solid-state*), LED memiliki daya tahan yang unggul karena mampu mengubah lebih banyak energi listrik menjadi cahaya. Karena ukurannya yang kecil, pemasangan yang mudah, dan konsumsi listrik yang rendah, LED sering digunakan pada perangkat elektronik [12]. Umur LED yang relatif panjang lebih dari 30.000 jam merupakan keunggulannya. Kekurangannya adalah harga lampu ini lebih mahal per lumen (satuan cahaya) dibanding lampu pijar jenis TL dan SL serta lebih rentan terhadap kerusakan bila digunakan di lingkungan dengan suhu lingkungan yang berlebihan, seperti industri manufaktur.

Gambar 2. 6 Lampu [12]

2.7 LCD

LCD ialah jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) dalam menghasilkan gambar [13]. Layar LCD banyak digunakan pada produk-produk seperti layar laptop, layar ponsel, monitor komputer, tampilan jam digital, tampilan multimeter, monitor komputer, televisi, monitor permainan seluler, tampilan termometer digita serta produk elektronik lain.

LCD merupakan jenis display elektronik yang diproduksi menggunakan teknologi logika CMOS yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan dengan memantulkan cahaya sekitar ke depan atau mentransmisikan cahaya dari lampu latar. Layar LCD 16x2 berfungsi sebagai penampil karakter yang dimasukkan melalui keyboard. Layar LCD yang digunakan pada alat ini memiliki lebar tampilan 2 baris dan 16 kolom yang disebut LCD.



Gambar 2. 7 LCD [13]

2.8 Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) secara bahasa artinya Lingkungan terpadu yang digunakan untuk pembangunan. Arduino menggunakan bahasa pemrogramannya sendiri mirip dengan C. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan pustaka C/C++ yang biasa disebut *Wiring*, yang mendukung operasi input dan output. Arduino IDE ini telah berevolusi dari perangkat lunak prosesor yang direkayasa ulang menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino dan ESP32.[14].



Gambar 2. 8 Tampilan Arduino IDE [14]

2.9 I2C

Inter Integrated Circuit I2C ialah Standar yang ditetapkan untuk komunikasi serial dua arah yang mengirim dan menerima data melalui dua saluran berbeda. Saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) dalam sistem I2C mentransfer data antara I2C dan pengontrol. Perangkat yang terhubung ke bus I2C dapat berfungsi sebagai komponen master dan slave[15]. Saat mentransfer data melalui bus I2C, kita harus mengikuti prosedur yang sudah ditetapkan.

Pengiriman data hanya bisa dilakukan pada saat bus sedang tidak sibuk. Pada saat transmisi data, status data pada SDA harus stabil selama SCL dalam kondisi high. Perubahan status “1” atau “0” menjadi SDA hanya bisa dilakukan pada saat SCL *low*. Jika terjadi perubahan status SDA pada saat SCL dalam keadaan *high*, maka perubahan tersebut dianggap sebagai sinyal *start* atau *stop*.



Gambar 2. 9 I2C [15]

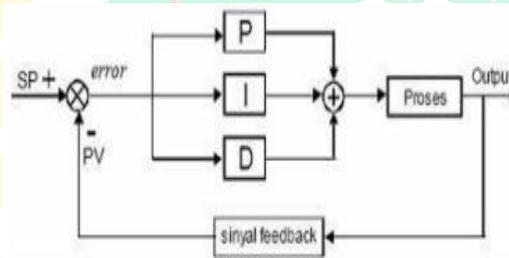
2.10 PID

Kontroler PID merupakan pengontrol untuk mengetahui keakuratan sistem instrumentasi dengan karakteristik sistem *feedback*/umpan balik. Sistem kendali bisa dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu sistem kendali hidup/mati dan sistem kendali otomatis. Sistem kendali otomatis memiliki tiga aksi kendali, antara

lain pengontrol proporsional (P), pengontrol terintegrasi (I) dan pengontrol derivatif (D) [16]. Operasi kendali PID bertujuan untuk menggabungkan keunggulan masing-masing komponen dasar PID:

1. Kontrol Proporsional : untuk mempercepat respon
2. Kontrol Integral : untuk menghilangkan *error steady*
3. Kontrol Derivatif : untuk memperbaiki sekaligus mempercepat respon transien.

PID ideal dibagi menjadi bentuk *dependent* dan *independent*. Bentuk *dependent* tidak bergantung pada nilai konstanta laju (K_p), sedangkan *independent* bergantung pada nilai K_p . Jadi ketika K_p diubah tidak akan mempengaruhi konstanta parameter lainnya. Keluaran pengontrol PID ialah penjumlahan keluaran pengontrol proporsional integral serta derivatif.



Gambar 2. 10 Blok Diagram PID [16]

2.11 PWM

PWM (*Pulse Wide Modulation*) ialah teknik modulasi yang memvariasikan lebar pulsa dengan nilai amplitudo dan frekuensi tetap. PWM menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital (contohnya dari mikrokontroler). Sakelar elektronik yang digunakan pada rangkaian ini biasanya merupakan komponen elektronika daya seperti MOSFET, IGBT, TRIAC, dll. Untuk mengontrol sakelar daya elektronik jenis ini, digunakan sinyal yang disebut sinyal modulasi lebar pulsa. Selain itu, sinyal PLC juga biasa digunakan untuk mengontrol motor servo dan juga digunakan untuk mengerjakan tugas sederhana lainnya seperti mengontrol kecerahan LED.

Sinyal PLC akan tetap menyala selama jangka waktu tertentu dan kemudian diblokir atau dimatikan selama sisa waktu tersebut. Persentase waktu dimana sinyal PWM

tetap tinggi (waktu *ON*) disebut “*duty cycle*”. Kondisi dimana sinyal selalu on disebut dengan *duty cycle* 100%, sedangkan kondisi dimana sinyal selalu mati disebut dengan *duty cycle* 0%. [25].

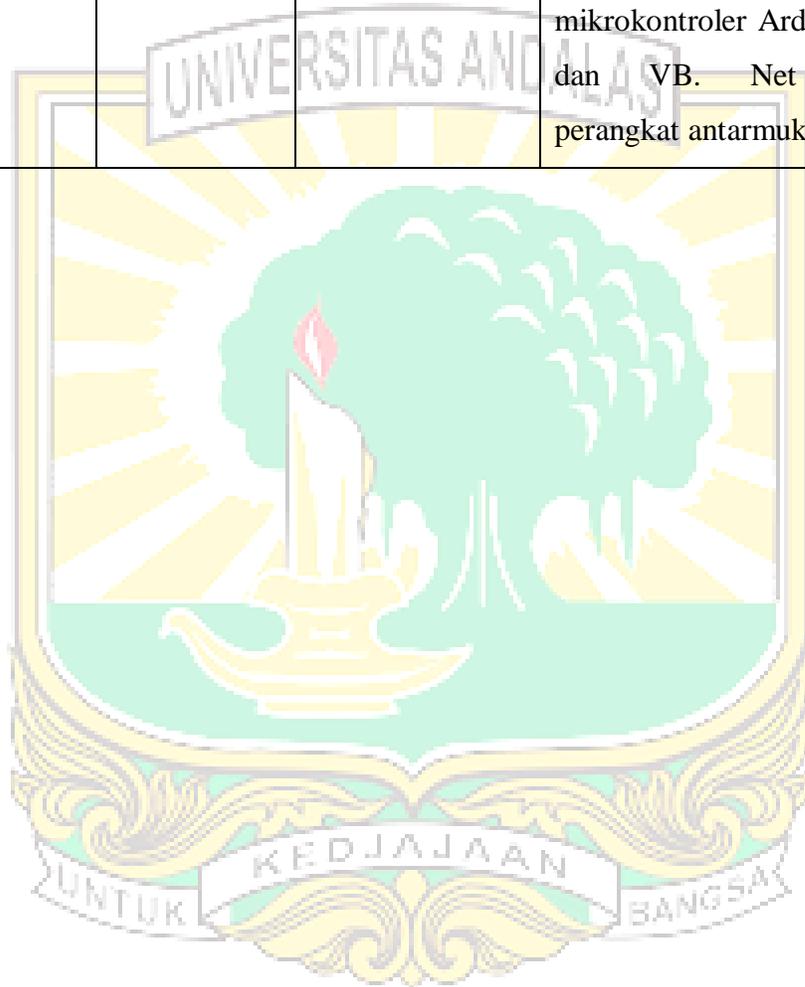
2.12 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Referensi	Nama Peneliti	Bentuk Publikasi	Kesimpulan
1.	[1]	Hendra Jaya, Muklis Ramadan	2018. Jurnal STMIK Triguna Darma	Sistem memberikan peringatan terhadap pengguna menghentikan proses pembelajaran karena sudah digunakan cukup lama untuk menjaga kesehatan mata. Perlunya lampu belajar menyala dan mati secara otomatis sesuai waktu pembelajaran.
2	[4]	Iqbal	2019. Pada Skripsi Universitas Muhammadiyah Makassar	Sistem kendali rumah pintar mengontrol peralatan listrik di rumah menggunakan perintah gerak tanpa harus berpindah dari satu tempat ke tempat lain untuk menghidupkan atau mematikan perangkat. Sistem akan bekerja ketika sensor gerak (PIR) menerima masukan gerak.
3.	[10]	Azkha,	2022. Skripsi	<i>Stand</i> laptop multifungsi

		Naila.	Teknik Komputer. Universitas Andalas	dapat memberi tahu pengguna untuk mengatur jarak dari laptop dan memenuhi kebutuhan pencahayaan dengan sensor BH1750 dan kontrol PID untuk mengontrol intensitas cahaya, menggunakan kipas dc dengan sensor suhu DHT22.
4.	[17]	Rugun Gladys Sianipar	2017. Skripsi Universitas Sumatera Utara	Pencahayaan otomatis untuk mengontrol cahaya berdasarkan pengukuran intensitas cahaya oleh sensor di sekitar lampu, yang kemudian diubah menjadi nilai ADC. Lampu akan menyala secara otomatis.
5.	[18]	Zulkifli Girsang, Win syahputra Ritonga	2018. Jurnal Universitas Negeri Medan	Rancang bangun sistem kendali pencahayaan otomatis menggunakan Arduino uno R3 pada smartphone dengan tujuan menciptakan suatu alat yang mampu mengendalikan nyala, mati serta intensitas lampu.
6.	[19]	Trisiani Dewi	2016. Jurnal Politeknik	Saklar lampu dan monitor suhu dalam ruangan bisa

		Hendrawati, Indra Lesmana.	Sukabumi	dirancang menggunakan Arduino, relay, sensor suhu LM35, sensor LDR dan VB. Net sebagai aplikasi kontrol. Sistem ini dirancang menggunakan modul mikrokontroler Arduino Uno dan VB. Net adalah perangkat antarmuka.
--	--	----------------------------------	----------	--



BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisa Kebutuhan Sistem

Dalam melaksanakan rancangan terhadap sistem yang dibuat maka analisa terhadap kebutuhan sistem untuk mendapatkan gambaran bagaimana sistem dapat bekerja sepenuhnya. Ada empat kategori diantaranya: kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan fungsi onalitis serta kebutuhan non-fungsionalitas.

3.1.1 Kebutuhan Fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional ialah kebutuhan sangat berfungsi dalam terlaksananya sistem dengan baik, agar proses yang dirancang dapat berjalan seperti :

1. Sistem bisa mendeteksi jarak terhadap objek.
2. Sistem bisa mendeteksi keadaan cahaya di ruangan sekitar
3. Sistem bisa mengatur intensitas sesuai cahaya yang diterima.
4. Sistem bisa menampilkan notifikasi melalui LCD.

3.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional Sistem

Persyaratan non-fungsional ialah persyaratan sistem yang berada di luar persyaratan fungsional namun tetap mempengaruhi pengoperasian sistem. Persyaratan non-fungsional harus dipenuhi agar sistem dapat berfungsi sesuai tujuan penelitian, yakni:

1. Adanya pengisian baterai lithium sebagai *power supply* ketika kehabisan daya pada listrik.
2. Pada sistem ini, alat didesain bersifat *portable* dan fleksibel, sehingga dapat digunakan pada ruangan yang memerlukan cahaya tambahan.

3.1.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Arduino IDE

Arduino IDE digunakan membuat serta mengupload program yang akan

dijalankan pada mikrokontroler.

2. Kontrol PID

Kontrol PID digunakan mengetahui keakuratan sistem instrumentasi dengan karakteristik respon sistem.

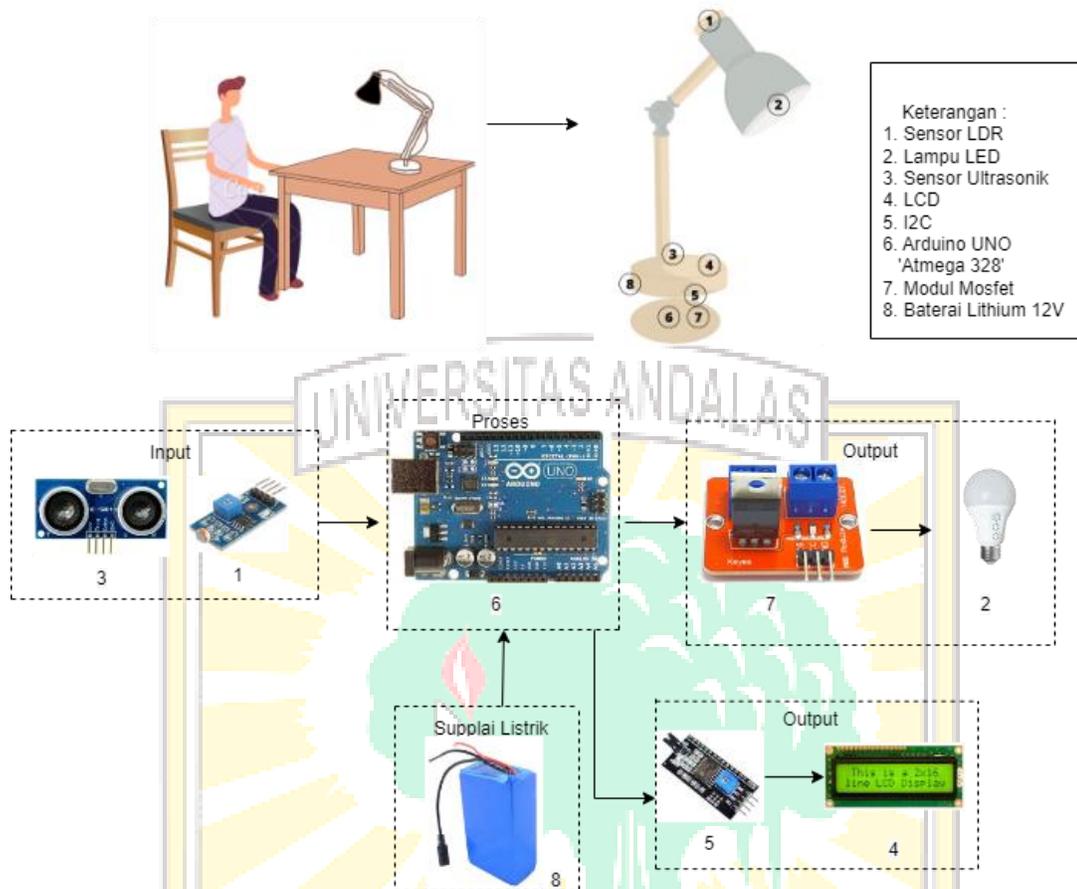
3.1.4 Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam membangun sistem ini, ada beberapa komponen perangkat keras yang dibutuhkan agar bisa mencapai tujuan yang telah ditentukan yaitu:

1. Arduino Uno Atmega328, berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengendalikan inputan masuk dan pemrosesan pada sistem.
2. Sensor LDR, berfungsi sebagai sensor cahaya untuk mendeteksi cahaya ruangan sekitar sistem untuk mengontrol intensitas kecerahan lampu.
3. Sensor Ultrasonik, berfungsi sebagai sensor jarak untuk mengukur jarak deteksi pada sistem.
4. Lampu LED DC, berfungsi sebagai sumber pencahayaan pada sistem otomatisasi.
5. LCD, berfungsi sebagai notifikasi tampilan pada sistem berupa keterangan nyala lampu dan tingkat kecerahan.
6. Baterai lithium 12V, berfungsi sebagai sumber energi listrik ke sistem otomatisasi.
7. Modul Mosfet, berfungsi sebagai *switch*/saklar otomatis yang digunakan untuk aktuator kecerahan pada lampu.
8. I2C, berfungsi sebagai media komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang dirancang khusus untuk mengirim dan menerima data pada Arduino dan LCD.

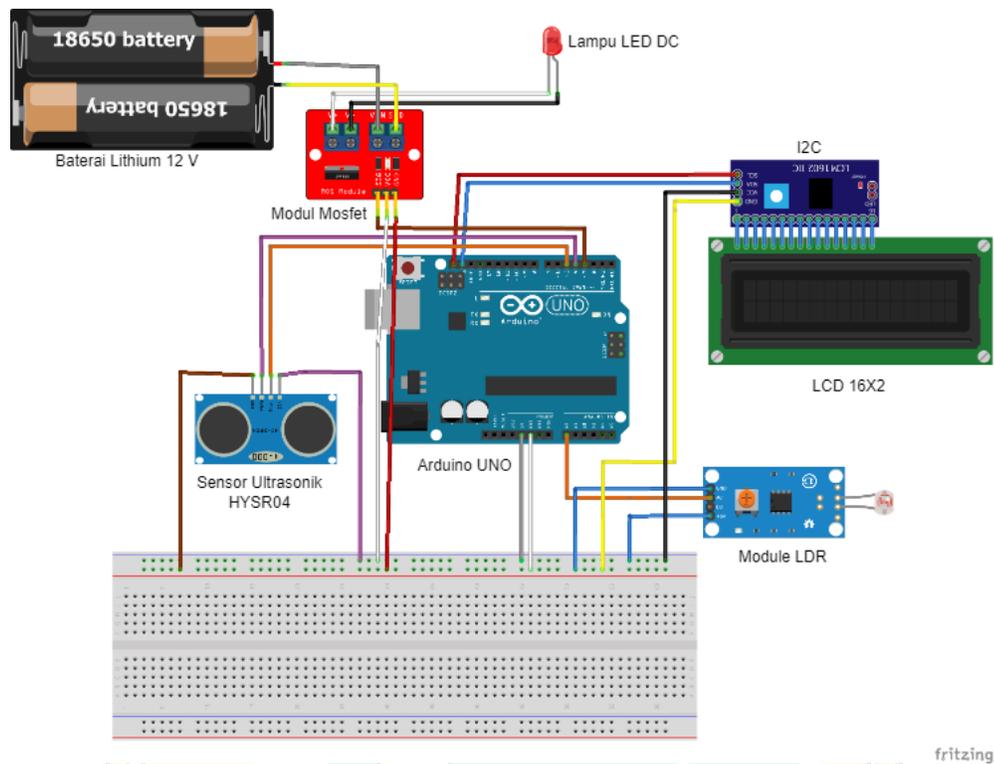
3.2 Rancangan Umum Sistem

Dalam mencapai tujuan, perancangan sistem memenuhi persyaratan fungsional dan non-fungsional. Sistem digambarkan dari beberapa komponen yang saling berhubungan seperti berikut :



Gambar 3.1 Rancangan Umum Sistem

Berdasarkan Gambar 3.1 Sensor Ultrasonik diletakkan di hadapan objek, agar dapat mendeteksi keberadaan objek dan mendeteksi jarak pada sistem terhadap objek untuk menghidupkan lampu. Sensor LDR diletakkan di bagian belakang lampu belajar untuk mendeteksi cahaya ruangan, guna mengatur intensitas kecerahan lampu. Modul mosfet diletakkan dibagian bawah yang menjadi saklar otomatis untuk aktuator lampu yang menerima pemrosesan sensor dari arduino, komponen pemrosesan yaitu arduino diletakkan dibagian bawah beserta sumber arus listrik yang digunakan yaitu baterai lithium dan LCD sebagai *output* dari sistem untuk menuliskan notifikasi. Untuk lebih jelasnya pin-pin komponen yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.2 skematik sistem :



Gambar 3.2 Skematik Sistem

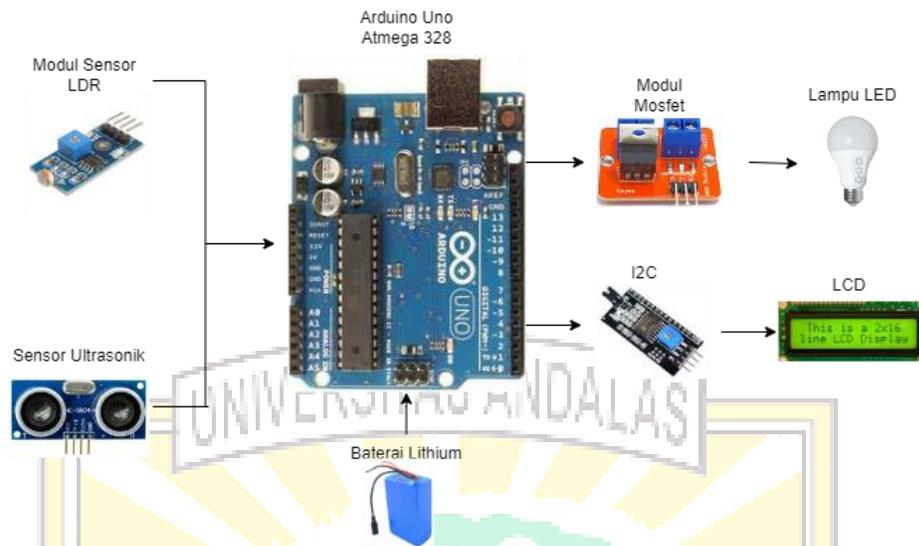
3.3 Rancangan Proses

Pada perancangan umum proses dijelaskan bagaimana hubungan seluruh sistem mampu bekerja dengan baik yang diimplementasikan pada otomatisasi lampu belajar dengan mudah, dalam implementasi sensor ultrasonik dan LDR untuk pendeteksian seperti jarak dan cahaya. Dengan suplai energi listrik yang diteruskan ke pemrosesan Arduino setelah memproses sensor pendukung hingga dialiri ke modul mosfet sebagai *switch*/saklar otomatis untuk menghidupkan nyala lampu, serta LCD sebagai notifikasi pada sistem.

3.4 Rancangan Detail Komponen Sistem

3.4.1 Rancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras bagaimana seluruh hubungan komponen yang akan diimplementasikan pada sistem otomatisasi lampu belajar. Berikut merupakan bentuk rancangan perangkat keras yang akan dibutuhkan pada sistem.



Gambar 3.3 Rancangan Perangkat Keras

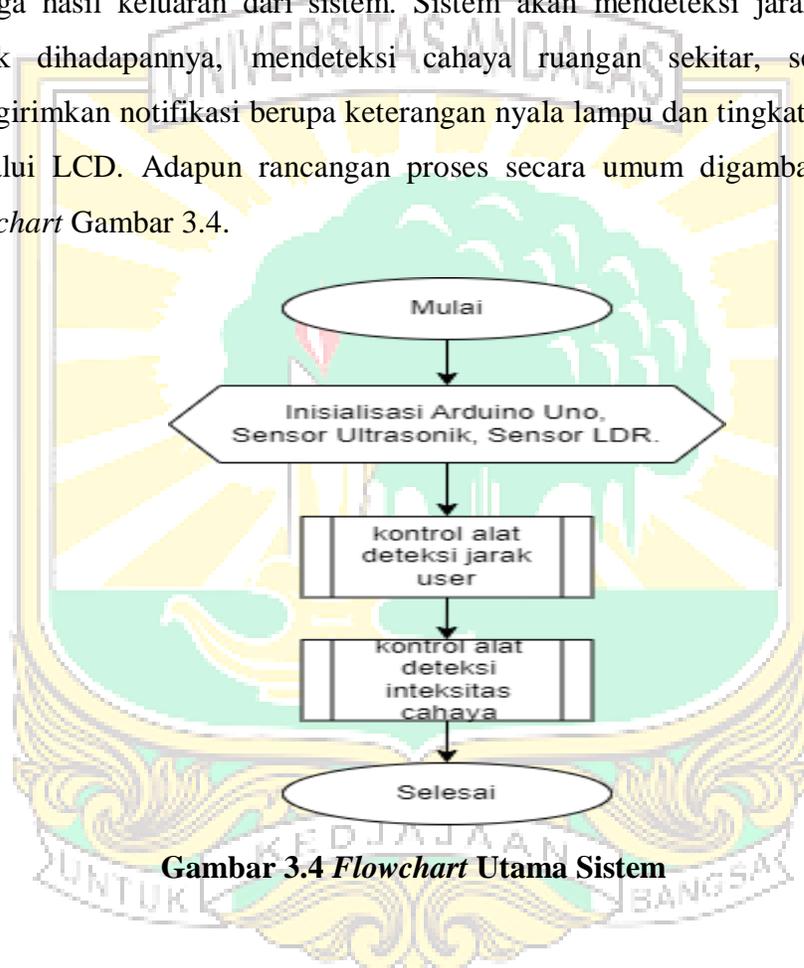
Berdasarkan Gambar 3.3, fungsi dari setiap komponen yang digunakan pada rancangan perangkat keras adalah sebagai berikut.

1. Sensor LDR, digunakan untuk mendeteksi cahaya sekitar sistem untuk menyalakan lampu pada ruangan dengan cahaya redup.
2. Sensor Ultrasonik, digunakan untuk mendeteksi keberadaan serta jarak pada sistem terhadap objek.
3. Arduino Uno ATmega328, digunakan sebagai mikrokontroler untuk menerima inputan sensor dan pemrosesannya untuk dikirimkan ke output. Sistem diberikan program untuk menjalankannya.
4. Modul Mosfet, digunakan sebagai aktuator untuk mengendalikan dan mengalirkan arus listrik ke sistem.
5. Lampu LED DC, digunakan sebagai sumber pencahayaan yang dibutuhkan untuk menghidupkan sistem tersebut.
6. LCD, digunakan untuk menampilkan notifikasi sistem berupa keterangan menyalakan lampu atau tingkat kecerahannya.
7. Baterai Lithium 12V, digunakan sebagai sumber energi listrik ke sistem otomatisasi
8. I2C, digunakan untuk media komunikasi dua arah menggunakan dua

saluran yang dirancang khusus mengirim serta menerima data pada Arduino dan LCD.

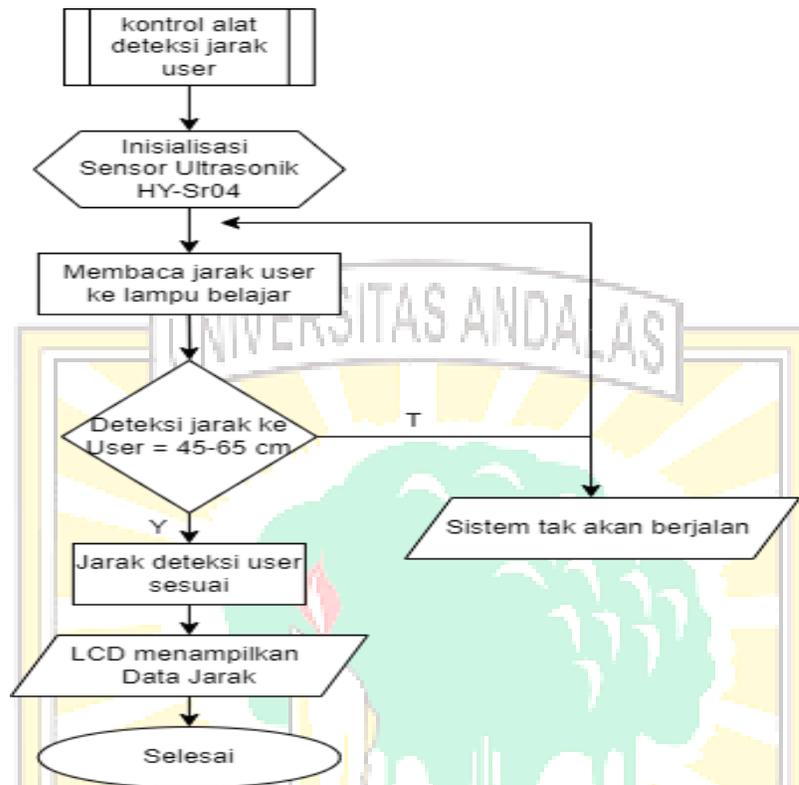
3.4.2 Rancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak akan menjelaskan rancangan dari program yang akan bekerja sebagaimana mestinya, dilanjutkan dengan pemrosesan data, hingga hasil keluaran dari sistem. Sistem akan mendeteksi jarak terhadap objek dihadapannya, mendeteksi cahaya ruangan sekitar, serta dapat mengirimkan notifikasi berupa keterangan nyala lampu dan tingkat kecerahan melalui LCD. Adapun rancangan proses secara umum digambarkan pada *flowchart* Gambar 3.4.



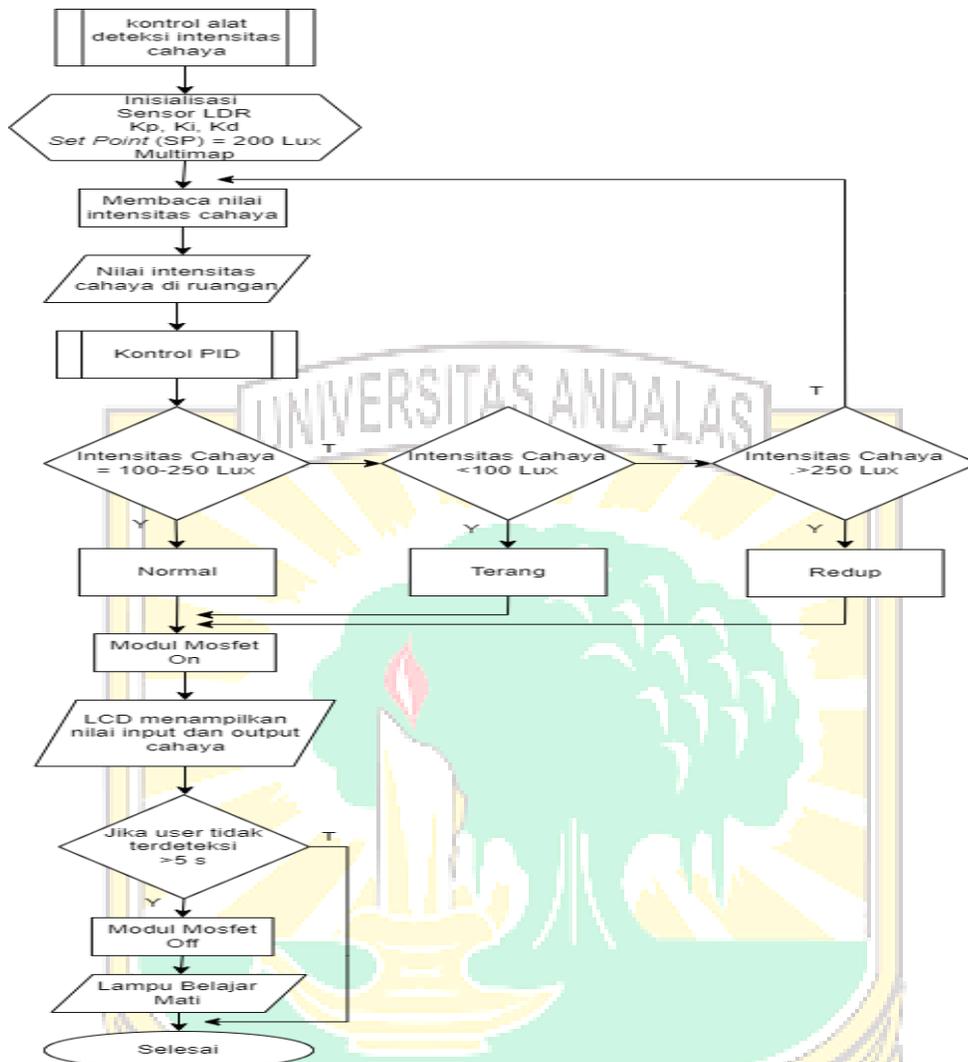
Gambar 3.4 Flowchart Utama Sistem

Pada Gambar 3.4 menjelaskan alur utama sistem secara keseluruhan, dimana proses diawali dengan pembacaan sensor ultrasonik, dan sensor LDR. Selanjutnya sistem akan bekerja ketika sensor ultrasonik mendeteksi jarak pengguna di hadapan lampu belajar. Lalu dilanjutkan dengan mendeteksi cahaya ruangan di sekitar sistem untuk proses kontrol kecerahan lampu LED, sehingga alat akan bekerja sesuai dengan instruksi.



Gambar 3.5 Flowchart Deteksi Jarak

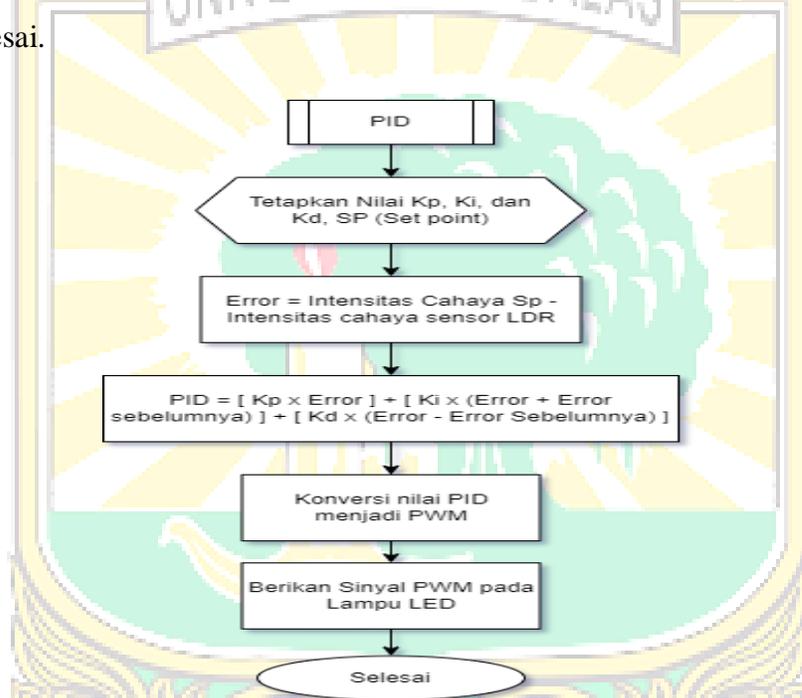
Pada Gambar 3.5 merupakan proses bagaimana alur program untuk deteksi jarak pengguna terhadap sistem. Langkah awal yaitu akan dilakukan inialisasi sensor ultrasonik kemudian sensor akan mendeteksi jarak pengguna dengan sistem apakah dalam jarak yang sesuai pengaturan yaitu 45-65 cm. Selanjutnya nilai jarak pengguna menjadi *input* pada proses pengkondisian. Jika jarak *user* dengan sistem \neq 45-65 cm sistem akan kembali mendeteksi jarak pengguna, namun jika jarak sudah sesuai maka LCD akan menampilkan nilai jarak dan proses dilanjutkan.



Gambar 3.6 Flowchart Deteksi Intensitas Cahaya

Pada Gambar 3.6 ialah proses pendeteksian intensitas cahaya yang akan dilakukan oleh sensor LDR. Langkah awal yang dilakukan yaitu menetapkan nilai *setpoint* intensitas cahaya yaitu 200 lux. Kemudian sensor LDR akan mendeteksi intensitas cahaya di ruangan sekitar sistem. Dengan menggunakan metode PID, intensitas cahaya akan terbaca dan di proses. Nilai LDR yang masuk akan diintegrasikan ke nilai multimap, dimana multimap berfungsi sebagai penyamarataan nilai antara sensor LDR dengan nilai *Lightmeter* agar dapat terbaca pada satuan yang mendekati nilai lux.

Ada beberapa kondisi cahaya yang terjadi pada sistem. Jika intensitas cahaya = 100-250 lux, akan diatur menyala 200 lux. Jika intensitas cahaya <100 lux, akan diatur menyala 250 lux. Jika Intensitas cahaya >250 lux, akan diatur menyala 100 lux. Jika intensitas cahaya sudah diperoleh, kecerahan yang dihasilkan sudah sesuai, maka Modul mosfet *ON* dan mengalirkan arus listrik sehingga Lampu LED akan menyala sesuai nilai deteksi kecerahannya. Kemudian LCD akan menampilkan jarak terdeteksi dan nilai cahaya pada sistem. Setelah itu terdapat pengkondisian. Jika pengguna tidak terdeteksi > 5s, maka modul mosfet *OFF* dan lampu akan mati dan proses selesai.



Gambar 3.7 Flowchart Metode PID

Pada Gambar 3.7 ialah rancangan kontrol PID yang akan dibuat, yaitu sebagai berikut:

1. Nilai Kp, Ki, dan Kd ditentukan untuk pemberian nilai pada PID. Nilai PID diberikan konstanta untuk setiap elemen PID yaitu Kp (kontrol proporsional), Ki (kontrol integral) serta Kd (kendali derivatif).
2. *Setpoint* intensitas cahaya, diberikan nilai 200 lux untuk menghasilkan intensitas cahaya ideal dalam penggunaan lampu belajar.

3. Menentukan nilai PID. Nilai PID terdiri dari 3 nilai, yaitu : **Penguatan proporsional** dengan rumus $K_p \times$ nilai error saat ini, **Penguatan Integral** dengan rumus $K_i \times$ penjumlahan nilai error, **Penguatan derivatif** dengan rumus $K_d \times$ perubahan nilai *error*.
4. Nilai PID *Output* di konversi, dari PID dijadikan PWM.
5. Mengirim sinyal PWM ke elemen lampu LED. Sinyal PWM yang didapat dari hasil konversi PID dikirimkan ke elemen lampu LED agar dapat mengatur intensitas cahaya sesuai dengan *setpoint* intensitas cahaya.

3.5 Rencana Pengujian

Rencana pengujian dilakukan untuk menguji kebutuhan sistem serta data yang didapatkan perangkat keras dan perangkat lunak serta keseluruhan sistem untuk mencapai tujuan produksi. Adapun rencana pengujian sistem pada penelitian ini meliputi :

3.5.1 Rencana Pengujian Perangkat Keras

Rencana pengujian perangkat keras secara keseluruhan bisa dilihat dari Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengujian Perangkat Keras

No.	Komponen	Rencana Pengujian	Tujuan
1.	Sensor LDR	Menguji adanya cahaya di ruangan sekitar sistem	Untuk dapat mendeteksi cahaya ruangan di sekitar guna intensitas kecerahan.
2.	Sensor Ultrasonik	Menguji jarak pada sistem terhadap objek	Untuk dapat mengatur jarak pada sistem terhadap objek
3.	Aktuator kecerahan LED	Menguji aktuator kecerahan pada sistem dengan menggunakan metoda kontrol PID	Untuk dapat digunakan sebagai aktuator kecerahan lampu LED

3.5.2 Rencana Pengujian Perangkat Lunak

Secara keseluruhan rencana pengujian perangkat lunak dapat dilihat dari Tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Pengujian Perangkat Lunak

No.	Komponen	Rencana Pengujian	Tujuan
1.	Arduino IDE	Menguji berapa lama proses dapat dijalankan.	Dapat menjalankan instruksi diberi guna keluaran yang diharapkan
2.	Kontrol PID	Menguji nilai konstanta PID (K_p , K_d , K_i) untuk sistem sesuai <i>setpoint</i> yang dihitung secara matematis	Mendapatkan nilai konstanta PID yang tepat, sehingga sistem sesuai dengan <i>set point</i>

3.5.3 Rencana Pengujian Fungsional Sistem

Berikut merupakan rencana pengujian fungsional sistem secara keseluruhan pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Pengujian Fungsional Sistem

No.	Rencana Pengujian	Target Pengujian
1.	Menguji sistem agar bisa mendeteksi cahaya disekitar ruangan.	Sistem dapat mendeteksi keadaan cahaya di ruangan sekitar sistem. Guna mengatur intensitas kecerahan pada lampu.
2.	Menguji sistem agar dapat mendeteksi jarak pengguna terhadap sistem yang telah ditentukan.	Sistem dapat mendeteksi jarak pengguna terhadap sistem yang telah ditentukan.

3.	Menguji sistem apakah dapat mengirimkan notifikasi menggunakan LCD.	Sistem dapat mengirimkan notifikasi berupa keterangan pada LCD.
----	---	---

3.6 Analisa Kebutuhan Penelitian

Berikut merupakan Analisa Kebutuhan Penelitian pada sistem tertera pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Analisa Kebutuhan Penelitian

No.	Perangkat Keras	Perangkat Lunak
1.	Arduino Uno 'Atmega 328'	Arduino IDE
2.	Sensor Ultrasonik	
3.	Sensor LDR	
4.	Modul Mosfet	
5.	LCD	
6.	I2C	
7.	Lampu LED DC	
8.	Baterai Lithium 12V	

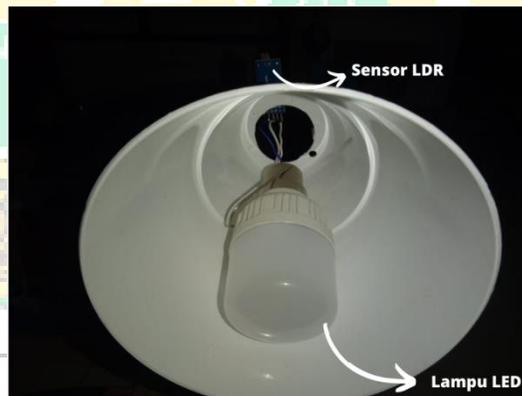
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

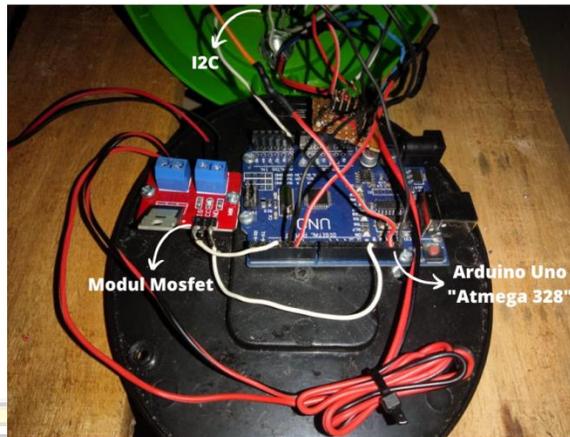
Implementasi sistem dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah sistem yang telah dirancang sudah bekerja dan berfungsi dengan baik, serta mengetahui berapa persen tingkat keberhasilan dari sistem. Sistem pendeteksi jarak pengguna, keadaan intensitas cahaya sekitar, mengontrol kecerahan lampu diimplementasikan sesuai rancangan pada BAB III diperancangan sistem. Pada tahap implementasi sistem ini terdiri atas tahap implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak serta implementasi sistem secara keseluruhan.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

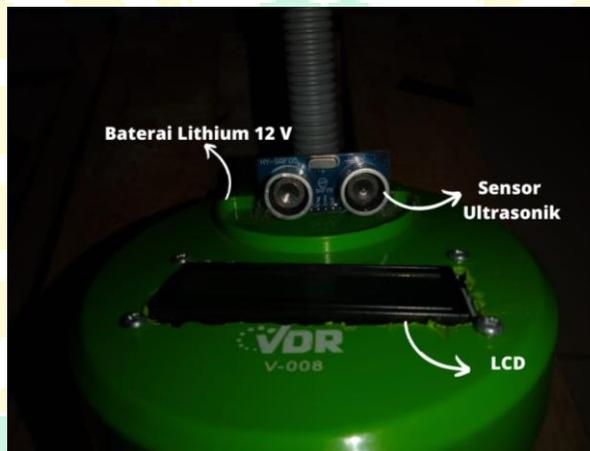
Perangkat keras yang dipakai sistem terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno, sensor Ultrasonik, sensor LDR, Lampu LED DC, Mosfet, Baterai Lithium 12V, LCD, I2C dan komponen pendukung lainnya. Implementasi perangkat keras pada sistem ini diperlihatkan Gambar 4.1, 4.2, serta 4.3.



Gambar 4.1 Lampu Belajar Tampak Depan



Gambar 4.2 Lampu Belajar Tampak Dalam



Gambar 4.3 Lampu Belajar Tampak Atas

Berikut Penjelasan pada gambar berikut :

- a. Arduino Uno, digunakan sebagai mikrokontroler yang memproses seluruh kerja dari sistem otomatisasi lampu belajar.
- b. Sensor Ultrasonik, digunakan untuk mendeteksi jarak terhadap pengguna.
- c. Sensor LDR, digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya sekitar ruangan.
- d. Modul Mosfet, digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan pada lampu LED DC.
- e. Baterai Lithium 12V, digunakan sebagai suplai energi listrik ke sistem.

- f. Lampu LED DC, digunakan sebagai media lampu pada sistem.
- g. LCD, digunakan untuk menampilkan informasi terhadap sistem otomatisasi.
- h. I2C, sebagai *connector* pada LCD untuk dihubungkan ke arduino guna menimalisir pin yang terpakai.

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi Perangkat lunak yaitu program terhadap masing-masing perangkat keras yaitu Sensor Ultrasonik, Sensor LDR, Mosfet, dan LCD.

1. Implementasi perangkat lunak menggunakan Arduino IDE memrogram perintah akan dijalankan mikrokontroler agar bisa melaksanakan pembacaan pada Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi jarak terhadap objek pengguna.

```
//Baca jarak deteksi objek
void bacaJarak() {
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig, LOW);
  t = pulseIn(echo, HIGH);
  if ((t * 0.034 / 2) < 200) {
    jarak = t * 0.034 / 2;
  }
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("jarak: ");
  lcd.setCursor(7, 0);
  lcd.print(jarak);
  lcd.print(" cm ");
  Serial.println("jarak = " + String(jarak) + "cm");
}
```

Gambar 4.4 Deteksi Jarak 1

Pada Gambar 4.4 merupakan baris program untuk fungsi membaca jarak deteksi objek pengguna dengan lampu belajar menggunakan sensor ultrasonik. *Trigger* pada ultrasonik akan mengirimkan sinyal ke permukaan, kemudian *echo* pada sensor ultrasonik akan menerima hasil pantulan sinyal. Dari pantulan sinyal akan dikonversikan nilai jarak terhadap sensor dengan permukaan dengan menggunakan rumus hingga didapatkan nilainya dengan satuan sentimeter.

```

int jarak = 45;
long t, told;
long tterakhir;
boolean deteksiorang = 0, deteksiorangsebelumnya = 0, kondisilampu;
int LUXinput;

void loop() {
  if (millis() - told > 50) {
    told = millis();
    bacajarak();
  }
  if ((jarak < 65) && (jarak > 45)) {
    deteksiorang = true;
    Serial.print("DALAM deteksiorang=" + String(deteksiorang) + " deteksiorangsebelumnya=" + String(deteksiorangsebelumnya));
  }
}

```

Gambar 4.5 Deteksi Jarak 2

Pada Gambar 4.5 merupakan baris program untuk mengatur jarak ideal yang akan di deteksi pada sensor. Dengan nilai minimum sebesar 45 cm dan nilai maksimum 65 cm. Sensor akan mendeteksi objek dengan jarak > 45 cm dan < 65 cm dengan perintah *if* ((jarak < 65) && (jarak > 45)). Maka sistem akan otomatis memberikan notifikasi pada serial monitor bahwa ada terdeteksi orang. Dengan nilai jarak yang disebutkan. Apabila di luar rentang tersebut, hanya ditampilkan berupa jarak deteksi, tidak ada keterangan terdeteksi orang. Serta proses tidak dapat dilanjutkan apabila di luar rentang nilai.

```

deteksiorangsebelumnya=deteksiorang;
} else if (jarak > 65) {
  deteksiorang = false;
  // Serial.println("LUAR deteksiorang=" + String(deteksiorang) + " deteksiorangsebelumnya=" + String(deteksiorangsebelumnya));
}

if(deteksiorang!=deteksiorangsebelumnya){
  if(deteksiorang==false){
    tterakhir=millis();
    kondisilampu=false;
  }
  deteksiorangsebelumnya=deteksiorang;
}

if ((millis() - tterakhir > 5000) && (kondisilampu == false)) {
  kondisilampu=true;
  // Serial.println("selisih waktu dari terdeteksi terakhir: " + String(millis() - tterakhir));
  analogWrite(3, 0);
}
delay (1000);

```

Gambar 4.6 Deteksi Jarak 3

Pada Gambar 4.6 merupakan baris program untuk mengatur jarak maksimum dan waktu pendeteksian sistem jika tidak ada objek di sekitar. Dengan menggunakan perintah *if* (jarak > 65), maka sistem

akan menghentikan proses jika diluar rentang nilai. Serta diberikan waktu pendeteksian selama 5 detik. Jika tidak terdeteksi objek didepannya, maka sistem akan menghentikan proses. Dan lampu akan mati.

2. Implementasi perangkat lunak memakai Arduino IDE untuk memrogram perintah yang akan dijalankan mikrokontroler agar bisa melaksanakan pembacaan pada sensor LDR serta kontrol intensitas cahaya LED DC dengan Kontrol PID.

```
//Baca nilai kecerahan
input = bacaNilaiKecerahan();
input = map(input,0, 1023, 0, 255);
//if(input>255) input=255;
LUXinput = multiMap(input, in, out, 13);
```

Gambar 4.7 Deteksi Cahaya LDR

Pada Gambar 4.7 merupakan baris program untuk membaca nilai kecerahan di ruangan sekitar. Dengan memberikan inputan nilai berupa analog. Lalu memberikan perintah *input lux* agar didapatkan nilai konversi berupa *lux* setelah dilakukan kalibrasi melalui *multimap*. Dengan memberikan nilai input dan output sejumlah 13 angka untuk dikalibrasikan.

```
// Variabel MULTIMAP
// note: the in array should have increasing values
int in [] = {74, 134, 142, 145, 171, 187, 202, 213, 225, 233, 236, 240, 243};
int out [] = {1100, 930, 716, 510, 305, 160, 100, 56, 32, 13, 10, 5, 0};
```

```

int multiMap(int val, int* _in, int* _out, uint8_t size){
    // take care the value is within range
    // val = constrain(val, _in[0], _in[size-1]);
    if (val <= _in[0]) return _out[0];
    if (val >= _in[size-1]) return _out[size-1];

    // search right interval
    uint8_t pos = 1; // _in[0] already tested
    while(val > _in[pos]) pos++;

    // this will handle all exact "points" in the _in array
    if (val == _in[pos]) return _out[pos];

    // interpolate in the right segment for the rest
    return (val - _in[pos-1]) * (_out[pos] - _out[pos-1]) / (_in[pos] - _in[pos-1]) + _out[pos-1];
}

```

Gambar 4.8 Multimap Pada Sensor LDR

Pada Gambar 4.8 merupakan baris program multimap pada sensor LDR. Digunakan untuk mengkalibrasi nilai sensor LDR menjadi nilai satuan *lux*. Dilakukan secara manual untuk mendapatkan nilai di cahaya masing-masingnya. Nilai *input* berupa sensor LDR yang ditangkap, dengan nilai terendah ke yang terbesar. Sedangkan Nilai *output* berupa *Lux Meter* yang ditangkap, dengan nilai terbesar ke terendah. Hal tersebut dilakukan untuk menyamakan nilai satuan *lux*.

```

// Konstanta PID
double kp = 5.5; // Konstanta proporsional
double ki = 0.0125; // Konstanta integral
double kd = 0.0125; // Konstanta derivatif
double setpoint = 200;
double input, output;
PID pid(&input, &output, &setpoint, kp, ki, kd, DIRECT);

```

Gambar 4.9 Konstanta PID

Pada Gambar 4.9 merupakan baris program konstanta PID. Digunakan untuk menentukan nilai P,I,D dalam metode kontrol PID. Ditambah dengan penentuan nilai *setpoint* pada program. Dilakukan dengan mengkalibrasi keseluruhan nilai tersebut dengan melihat grafik, penyamarataan nilai idealnya. Nilai PID didapatkan secara manual dengan perhitungan matematis agar dapat disesuaikan dengan sistem yang akan dijalankan.

```

// Konfigurasi PID
pid.SetMode(AUTOMATIC); // Mengatur mode PID ke otomatis
pid.SetOutputLimits(0, 255); // Batasan output PWM (0-255)
lcd.init();
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("jarak : ");

```

Gambar 4.10 Konfigurasi PID

Pada Gambar 4.10 merupakan baris program konfigurasi pada sistem PID. Dimana PID diatur konfigurasi terhadap sistem agar dapat terbaca pada nilai PWM. Lalu dibuatkan batasan output berupa nilai PWM digital bernilai 0-255.

3. Implementasi perangkat lunak memakai Arduino IDE untuk memprogram perintah yang akan dijalankan mikrokontroler agar dapat melakukan pembacaan pada mosfet dan menampilkan nilai di LCD.

```

// Mengaktifkan MOSFET dengan sinyal PWM
analogWrite(gatePin, output);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("in:");
lcd.print(String(int(input)));
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print("out:");
lcd.print(String(int(output)));
lcd.print(" ");
kondisilampu=true;
deteksiorangsebelumnya=deteksiorang;
} else if (jarak > 65) {
deteksiorang = false;
// Serial.println("LUAR deteksiorang=" + String(deteksiorang) + " deteksiorangsebelumnya=" + String(deteksiorangsebelumnya));
}

```

Gambar 4.11 Pembacaan Mosfet dan LCD

Pada Gambar 4.11 merupakan baris program pembacaan mosfet dan LCD. Mosfet digunakan sebagai aktuator untuk mengendalikan dan mengalirkan arus listrik ke sistem melalui sinyal PWM. Sedangkan LCD diatur untuk mengirimkan berupa notifikasi sebagai bentuk berjalannya sistem tersebut. LCD akan menampilkan berupa nilai jarak dan *input output* cahaya lampu kalibrasi. Sedangkan di *serial monitor*

akan ditampilkan Dalam deteksi orang = 1 yang berarti terdeteksi penggunaan disana. Serta deteksi orang sebelumnya adalah data sebelumnya. Apabila tidak terdeteksi, maka nilai hanya membaca jarak saja. Tanpa menjelaskan cahaya yang diterima atau dikeluarkan.

4.1.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem untuk menguji sistem apakah sudah sesuai dengan yang dirancang. Pertama menguji sistem agar bisa berjalan sesuai deteksi lampu belajar dengan pengguna. Fungsi utama dari sistem ini adalah dapat mendeteksi jarak pengguna apakah sudah sesuai dengan batasan yang ditentukan pada jurnal kesehatan. Sehingga lampu hanya hidup ketika berada di rentang tertentu, dengan jarak 45-65 cm. Kemudian menguji sistem untuk menangkap nilai cahaya dari sensor LDR pada cahaya ruangan sekitar. Kemudian dilakukan kalibrasi nilai multimap *lux* LDR, disamakan satuannya. Didapatkan nilai input dan output pada sistem. Fungsi sistem dalam mengukur nilai sensor LDR berupa keadaan intensitas cahaya sekitar dan penggunaan metode PID untuk mencapai *setpoint* yang telah ditentukan. Kemudian menguji sistem dapat berjalan dengan nilai output yang didapatkan, dengan keadaan cahaya sekitar yang diterimanya. Lalu ditampilkan notifikasi pada sistem berupa keterangan jarak dan nilai *input output* kecerahan cahaya multimap *lux* LDR.

4.2 Pengujian dan Analisa

Pengujian serta Analisa pada penelitian ini dilaksanakan pada 3 tahap yakni pengujian terhadap perangkat keras, pengujian perangkat lunak serta pengujian terhadap sistem secara keseluruhan berdasarkan fungsionalitas dan non-fungsionalitas sistem.

4.2.1 Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

Pengujian dan Analisa perangkat keras dilaksanakan dalam memastikan setiap perangkat keras yang dipakai bisa bekerja dengan baik sesuai tujuan sistem. Pengujian perangkat keras terdiri pengujian sensor Ultrasonik, Pengujian sensor LDR serta Pengujian Jarak dan intensitas ruangan terhadap nyala lampu.

4.2.1.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilaksanakan melihat keakuratan dari sensor ultrasonik dengan membandingkan tingkat akurasi dari pengukuran dengan menggunakan alat ukur penggaris berdasarkan deteksi objek didepannya dengan batasan jarak yang dibuat yaitu 45 - 65 cm, diuji keakuratannya sesuai dengan Tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Percobaan Ke-	Penggaris (cm)	Ultrasonik(cm)	Selisih	Error %
1	40	40	0	0
2		40	0	0
3		40	0	0
4		40	0	0
5		40	0	0
6	50	50	0	0
7		50	0	0
8		50	0	0
9		50	0	0
10		50	0	0
11	60	60	0	0
12		60	0	0
13		60	0	0
14		60	0	0
15		60	0	0
16	65	65	0	0
17		65	0	0
18		65	0	0

19	70	66	1	1.5
20		65	0	0
21		70	0	0
22		70	0	0
23		69	1	1.4
24		70	0	0
25		71	1	1.4
Rata- Rata <i>Error</i>				0,172%

$$\begin{aligned}
 \text{Persentasi error rata - rata} &= \frac{\sum(\text{error})}{(\text{Jumlah Data})} \\
 &= \frac{4,3 \%}{(25)} \\
 &= 0,172\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.1, dari percobaan yang dilakukan pada sensor ultrasonik. Hanya sedikit hasilnya yang tak sebanding antara hasil ukur manual dengan hasil data dari sensor ultrasonik pada program. Maka dapat disimpulkan bahwa tingkat keakuratan sensor ultrasonik dalam mengukur jarak terhadap objek di depan sensor sebesar 99, 828% dengan *error* 0,172%. Hasil dari pembacaan sensor ultrasonik tertera pada Gambar 4.12 :

```

COM9
23:48:42.836 -> jarak = 51cm
23:48:43.071 -> jarak = 51cm
23:48:43.246 -> jarak = 52cm
23:48:43.437 -> jarak = 51cm
23:48:43.671 -> jarak = 51cm
23:48:43.859 -> jarak = 52cm
23:48:44.046 -> jarak = 51cm
23:48:44.280 -> jarak = 51cm
23:48:44.468 -> jarak = 52cm
23:48:44.655 -> jarak = 52cm
23:48:44.843 -> jarak = 52cm
23:48:45.077 -> jarak = 51cm
23:48:45.265 -> jarak = 52cm
23:48:45.452 -> jarak = 51cm
23:48:45.687 -> jarak = 52cm
Autoscroll Show timestamp Newline 9600 baud Clear output

```

Gambar 4.12 Pembacaan Sensor Ultrasonik

Berdasarkan Gambar 4.12, *Serial monitor* menampilkan jarak deteksi antara sistem dengan pengguna. Dimana hasil jarak yang terdeteksi digunakan untuk nyala lampu pada sistem.

4.2.1.2 Pengujian Sensor LDR

Pengujian ini dilaksanakan melihat keakuratan dari sensor LDR dalam membaca intensitas cahaya ruangan dan mengirimkan data menuju mosfet untuk kontrol intensitas pada lampu belajar. Diuji keakuratannya sesuai dengan Tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengujian Sensor LDR

Percobaan Ke-	Light Meter (lux)	LDR (Multimap)	Range	Pemetaan
1	100 lx	207	207-209	
2		208		
3		208		
4		209		
5		208		
6	125 lx	212	212-213	
7		212		
8		213		
9		212		
10		213		
11	150 lx	216	216-218	
12		216		
13		217		
14		218		
15		218		

16	175 lx	221	220-221	
17		222		
18		222		
19		220		
20		221		
21	200 lx	224	223-224	
22		224		
23		223		
24		224		
25		223		
26		224		
<i>Range (Selisih)</i>				2-3 (nilai)

Berdasarkan Tabel 4.2, dari percobaan yang dilakukan pada sensor LDR dapat mengukur intensitas cahaya ruangan dengan tingkat *range* (selisih) nilai sejumlah 2-3 perhitungan terhadap integrasi penyamaan nilai sensor LDR dan *LightMeter* dengan metode multimap LDR. Hasil dari pembacaan sensor LDR tertera di Gambar 4.13 :

```

deteksiorangsebelumnya=1 input 164.00 output 197.88
deteksiorangsebelumnya=1 input 165.00 output 195.42
deteksiorangsebelumnya=1 input 168.00 output 178.71
deteksiorangsebelumnya=1 input 168.00 output 179.13
deteksiorangsebelumnya=1 input 169.00 output 173.54
deteksiorangsebelumnya=1 input 169.00 output 173.70
deteksiorangsebelumnya=1 input 90.00 output 255.00
deteksiorangsebelumnya=1 input 86.00 output 255.00

```

Gambar 4.13 Pembacaan Sensor LDR

Berdasarkan Gambar 4.13, *Serial monitor* menampilkan nilai cahaya yang terdeteksi pada sistem, dengan nilai *input* sebagai nilai cahaya yang ditangkap

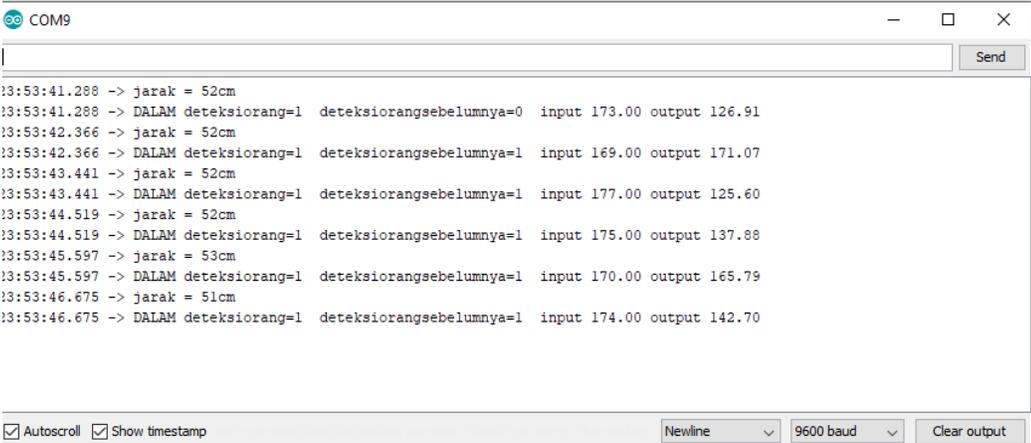
pada sensor LDR yang telah di *multimap* dan nilai *output* sebagai nilai cahaya yang dikeluarkan pada lampu LED.

4.2.2 Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Dalam proses ini, pengujian perangkat lunak dilakukan dengan tujuan melihat apakah perangkat lunak yang digunakan bisa bekerja dengan baik, dan melihat berapa lama waktu eksekusi dan kebutuhan memori yang diperlukan sistem.

4.2.2.1 Pengujian dan Analisa Program Arduino

Perangkat lunak yang dipakai ialah Arduino IDE. Proses ini akan menampilkan nilai jarak, intensitas cahaya dan menampilkan notifikasi sistem di LCD.



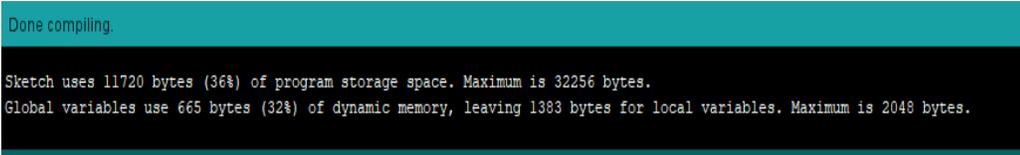
The screenshot shows a serial monitor window titled 'COM9'. The output text is as follows:

```
13:53:41.288 -> jarak = 52cm
13:53:41.288 -> DALAM deteksiorang=1 deteksiorangsebelumnya=0 input 173.00 output 126.91
13:53:42.366 -> jarak = 52cm
13:53:42.366 -> DALAM deteksiorang=1 deteksiorangsebelumnya=1 input 169.00 output 171.07
13:53:43.441 -> jarak = 52cm
13:53:43.441 -> DALAM deteksiorang=1 deteksiorangsebelumnya=1 input 177.00 output 125.60
13:53:44.519 -> jarak = 52cm
13:53:44.519 -> DALAM deteksiorang=1 deteksiorangsebelumnya=1 input 175.00 output 137.88
13:53:45.597 -> jarak = 53cm
13:53:45.597 -> DALAM deteksiorang=1 deteksiorangsebelumnya=1 input 170.00 output 165.79
13:53:46.675 -> jarak = 51cm
13:53:46.675 -> DALAM deteksiorang=1 deteksiorangsebelumnya=1 input 174.00 output 142.70
```

At the bottom of the window, there are checkboxes for 'Autoscroll' and 'Show timestamp', both of which are checked. There are also dropdown menus for 'Newline' and '9600 baud', and a 'Clear output' button.

Gambar 4.14 Tampilan Program saat dijalankan

Dari Gambar 4.14 bisa dilihat bahwasanya hasil pengukuran jarak, intensitas cahaya masuk (*input*), dan cahaya yang dikeluarkan lampu (*output*) setelah di kalibrasikan dengan *multimap lux* dapat ditampilkan pada program. Program ini dijalankan secara *loop* sehingga data terupdate secara otomatis.

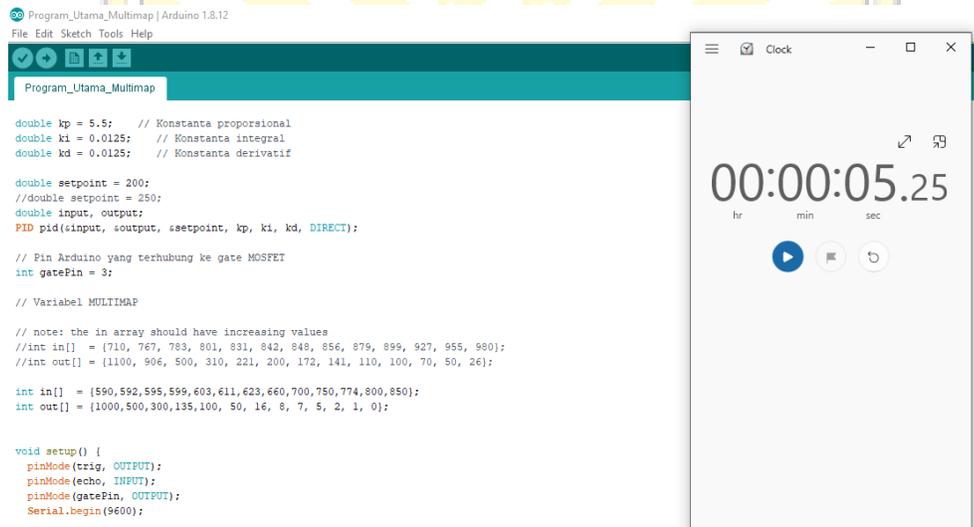


The screenshot shows a serial monitor window with a teal header that says 'Done compiling.' Below the header, the following text is displayed:

```
Sketch uses 11720 bytes (36%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 665 bytes (32%) of dynamic memory, leaving 1383 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Gambar 4.15 Tampilan proses *compile* program pada serial monitor

Gambar 4.15 merupakan tampilan proses *compile* dari program pada aplikasi Arduino IDE. Dari hasil *compile* didapatkan bahwa program ini menggunakan 11720 *bytes* atau 36% ruang penyimpanan program dengan maksimal ruang penyimpanannya yaitu 32256 *bytes*. Ruang penyimpanan program berfungsi sebagai lokasi penyimpanan sketsa arduino. Sedangkan memori dinamis pada program digunakan sebanyak 665 *bytes* atau 32 % untuk variabel global. Tersisa 1383 *bytes* untuk variabel lokal dengan nilai maksimumnya 2048 *bytes*. Berdasarkan pemakaian memori ini dapat disimpulkan bahwa program berjalan dengan baik karena mencapai batas maksimum memori.



Gambar 4.16 Tampilan Penghitungan waktu dalam *upload* program

Gambar 4.16 merupakan hasil perhitungan waktu dalam proses *upload* program ke mikrokontroler Arduino Uno. Waktu yang dibutuhkan untuk *upload* program adalah 5,25 detik. Lamanya waktu proses *upload* program ke mikrokontroler dipengaruhi oleh ukuran memori dan jumlah baris suatu program.

a. Analisa Profilling

Tabel 4.3 Profilling Coding Arduino IDE

Program	Waktu	File Size	Memory Usage
Sensor Jarak	5.59 s	7314bytes	480bytes
Sensor Cahaya	4 s	2312bytes	266bytes

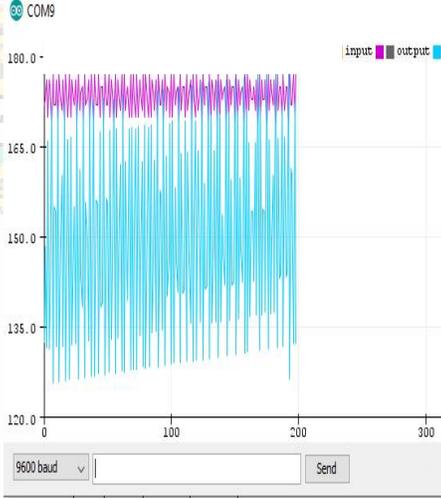
Kontrol Intensitas & PID	4.3 s	3472 bytes	81 bytes
--------------------------	-------	------------	----------

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa kecepatan waktu, ukuran file dan memori terpakai. Tergantung banyak baris suatu program dan ukuran memori. Dalam hal tersebut sensor jarak memiliki intensitas kebutuhan yang lebih besar dari yang lainnya.

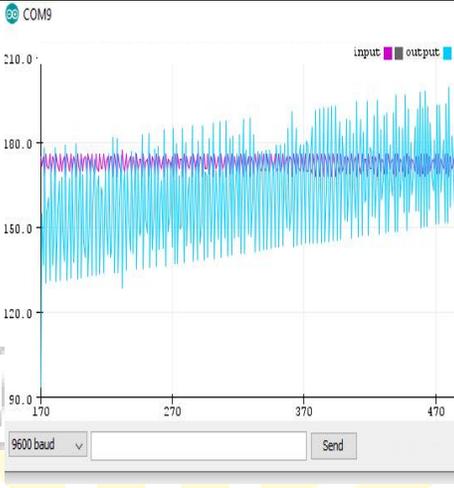
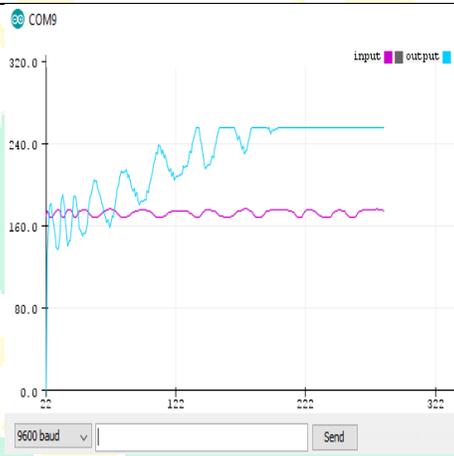
4.2.2.2 Pengujian dan Analisa PID

Pada kontrol PID diuji, pengaruh nilai bobot yang diberikan pada setiap kontrol akan diperiksa dalam kaitannya dengan efek proporsional, integral, dan turunannya. Sebelumnya dilakukan pengujian bertahap sebelum memberikan nilai PID. Tahap pertama yaitu melihat pembacaan sensor LDR. Setelah pengujian sensor LDR. Kemudian dilaksanakan pengujian dalam pemberian nilai kontrol PID pada lampu LED DC. Pada pengujian PID akan dilihat pengaruh nilai yang diberikan pada setiap konstanta. Pengujian konstanta PID tertera pada Tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Pengujian Konstanta PID

No	Nilai Konstanta PID			Grafik	Keterangan
	KP	KI	KD		
1	5.5	0.0125	0.0125		Grafik menunjukkan kondisi stabil, namun belum mencapai setpoint, dengan nilai 175 lux

2	5	1	1.5		<p>Grafik menunjukkan kondisi perubahan hingga mencapai stabil, namun melebihi setpoint, dengan nilai 250 lux</p>
3	5	1	1		<p>Grafik menunjukkan kondisi perubahan singkat hingga mencapai stabil, namun melebihi setpoint, dengan nilai 250 lux</p>
4	5	0.1	0.1		<p>Grafik menunjukkan kondisi mendekati stabil namun tidak konstan karena terjadi peningkatan, dengan nilai setpoint 210 lux.</p>

5	5.5	0.025	0.025		Grafik menunjukkan kondisi belum stabil dan mendekati setpoint dengan nilai 190 lux
6	5.5	0.25	0.2		Grafik menunjukkan kondisi tidak stabil dan melebihi setpoint dengan nilai 240 lux

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat hasil pemberian nilai konstanta yang stabil dan mencapai setpoint yaitu nilai K_p (Kontrol Proporsional) = 5, nilai K_i (Kontrol Integral) = 0.0125, dan nilai K_d (Kontrol Derivatif) = 0.0125. Dengan jarak yang diukur yaitu 47 cm dan nilai *setpoint* 200 lux. Dari pemberian nilai K_p , K_d , dan K_i dapat dilihat perubahan nilai ADC/PWM di kalibrasi ke satuan lux untuk intensitas cahaya LED pada Tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Nilai Perubahan pada LDR

ADC/ LDR	LDR Multimap (Lux)	Light Meter (Lux)	P Control	I Control	D Control	Setpoint
135	216	150	5	0.0125	0.0125	200
163	215	145	5	0.0125	0.0125	200

139	217	155	5	0.0125	0.0125	200
87	219	160	5.5	0.1	0.2	200
81	220	165	5.5	0.1	0.2	200
92	220	170	5.5	0.1	0.2	200
93	222	176	5.25	0.12	0.5	200
85	221	180	5.25	0.12	0.5	200
79	223	184	5.25	0.12	0.5	200
88	226	200	5.25	0.12	0.5	200

Pada Tabel 4.5, dapat dilihat perubahan nilai dari sensor LDR. Dengan nilai digital/PWM lalu di konversikan ke *multimap*. Terjadi beberapa perubahan dan perbedaan. Dimana nilai *multimap*, bertujuan untuk mencari nilai terdekat dengan satuan lux. Dengan penyamarataan nilai Sensor LDR dengan *Light Meter* sebagai alat ukur. Perubahan nilai PID yang didapat untuk mengatur intensitas cahaya LED.

4.2.3 Pengujian dan Analisa Sistem

Pengujian yang dilaksanakan untuk menguji apakah lampu belajar dapat mendeteksi jarak terhadap objek didepannya, menguji apakah lampu belajar dapat menangkap nilai kecerahan cahaya ruangan, menguji apakah dapat mengontrol kecerahan ruangan melalui mosfet sebagai naik turun tegangan, dan menguji apakah dapat menampilkan informasi melalui LCD.

1. Pengujian Alat Deteksi Jarak Secara Keseluruhan

Pada Pengujian dilakukan pendeteksian jarak pengguna yang berada di hadapan lampu belajar dan mengirimkan data pemrosesan selanjutnya untuk nyala lampu. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah sistem dapat menyala pada rentang jarak 45-65 cm. Sistem tidak dapat mendeteksi jika objek berada di samping sensor deteksi jarak. Pengujian deteksi jarak secara keseluruhan tertera di Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Pengujian Alat Deteksi Jarak Secara keseluruhan

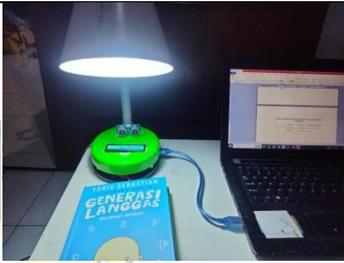
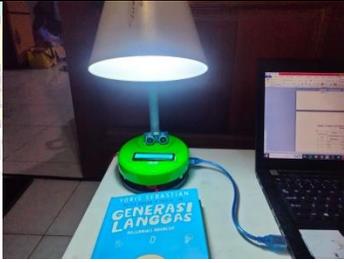
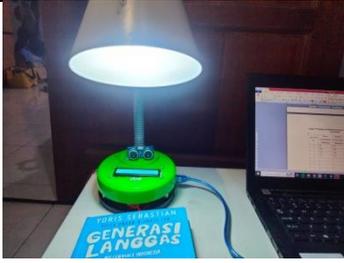
Percobaan Ke-	Jarak Terdeteksi (cm)	Nyala Lampu
1	35	Mati
2	40	Mati
3	43	Mati
4	45	Hidup
5	47	Hidup
6	50	Hidup
7	53	Hidup
8	55	Hidup
9	57	Hidup
10	60	Hidup
11	62	Hidup
12	65	Hidup
13	70	Mati
14	75	Mati
15	80	Mati

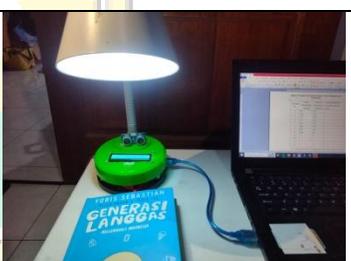
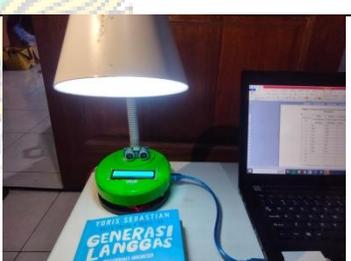
Pada tabel 4.6 disimpulkan bahwa otomatisasi lampu belajar akan menyalakan lampu jika jarak deteksi dengan pengguna sudah ideal yaitu minimal pada jarak 45-65 cm, sedangkan diluar jarak tersebut otomatisasi lampu belajar tidak akan menyala dan mengirimkan notifikasi data di LCD. Sehingga dapat dilihat dari hasil pengujian tersebut sistem mampu mencapai tingkat keberhasilan 100%.

2. Pengujian Alat Deteksi Intensitas Cahaya Secara Keseluruhan

Pada Pengujian dilakukan pendeteksian intensitas cahaya sekitar ruangan untuk di kontrol cahaya lampu yang dikeluarkan dan dikonversikan dengan multimap *lux* pada sensor LDR dengan setpoint yang telah ditentukan. Pengujian sistem ini secara menyeluruh tertera pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Pengujian Alat Deteksi Intensitas Cahaya Ruangan Secara Keseluruhan

Percobaan Ke-	Cahaya terdeteksi (Multimap)	Keluaran Lampu (Multimap)	Light Meter (Lux)	Gambar Dokumentasi sesuai nilai input dan output
1	89	255	20	
2	166	204	40	
3	170	186	46	
4	177	156	52	
5	183	125	60	

6	188	103	72	
7	192	89	85	
8	196	69	98	
9	199	60	110	
10	203	44	122	

11	206	25	133	
12	245	0	256	

Berdasarkan Tabel 4.7 disimpulkan bahwa Lampu LED akan aktif ketika cahaya sekitar yang diukur oleh sensor kurang dari *setpoint* yaitu 200 lux dan LED tidak aktif ketika cahaya sekitar lebih dari *setpoint* seperti pada percobaan ke 12 Tabel 4.7. LED mencapai *setpoint* dan menyala stabil, sehingga dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa kontrol intensitas cahaya LED dengan metode kontrol PID mencapai tingkat keberhasilan 100%

3. Pengujian Sistem Otomatisasi Lampu belajar secara keseluruhan

Pada pengujian ini dilakukan secara keseluruhan yaitu dengan mendeteksi jarak terhadap objek, pendeteksian intensitas cahaya ruangan dan *output* pada lampu belajar sesuai dengan nilai kontrol yang telah diatur. Pengujian sistem ini secara keseluruhan tertera pada Tabel 4.8:

Tabel 4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Percobaan Ke-	Jarak Terdeteksi (cm)	Cahaya ruangan terdeteksi/input (Multimap)	Cahaya lampu belajar/output (Multimap)	Keterangan lampu
1	40	-	-	Mati
2	42	-	-	Mati
3	45	116	255	Hidup
4	48	99	255	Hidup
5	52	90	255	Hidup

6	55	164	235	Hidup
7	58	176	200	Hidup
8	62	181	174	Hidup
9	66	-	-	Mati
10	70	-	-	Mati

Berdasarkan Tabel 4.8 disimpulkan bahwa Lampu LED akan hidup ketika berada pada jarak 45-62 cm pada gambar. Di luar rentang itu lampu akan mati dan jarak kecerahan yang dikeluarkan disesuaikan dengan nilai input yang masuk. Semakin besar nilai input pada multimap LDR masuk, maka akan semakin turun nilai multimap pada outputnya. Lampu akan terang ketika berada di angka 255 nilai multimap *lux* LDR dan akan mati ketika berada di angka 0.



Gambar 4.17 Tampilan LCD sistem keseluruhan

Berdasarkan Gambar 4.17 disimpulkan bahwa LCD dapat mengeluarkan notifikasi ketika jarak sesuai dengan yang telah diatur. Maka akan disertakan nilai input dan output cahaya pada lampu dalam nilai multimap *lux* LDR. Apabila jarak tidak sesuai, maka hanya angka jarak yang ditampilkan. Nilai *input* dan *output* cahaya tidak bisa ditampilkan.

4. Pengujian Sistem Dalam meminimalisir lelah mata

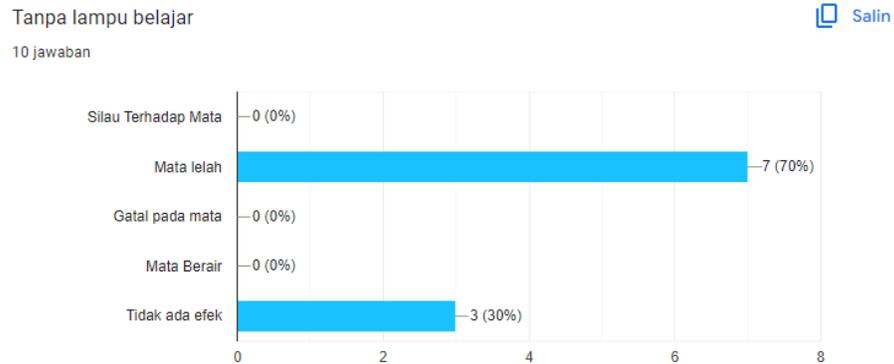
Pengujian ini untuk mengetahui bagaimana pendapat pengguna mengenai manfaat dari penggunaan sistem apakah dapat meminimalisir kelehan pada mata. Pengujian ini dilakukan selama 1 hari dengan memberikan kuesioner untuk diisi pengguna. Pengujian sistem ini secara keseluruhan tertera pada Tabel 4.9:

Tabel 4.9 Data Kuesioner Penggunaan Lampu Belajar

No	Nama & NIM	Waktu Penggunaan	Durasi Penggunaan	Dengan Lampu Belajar	Tanpa Lampu Belajar
1	Mahmuda Areha (1811512002)	Pagi	10 Menit	Gatal Pada Mata	Mata Lelah
2	Abdi Hafizh (1911512026)	Pagi	5 Menit	Tidak Ada Efek	Mata Lelah
3	Fauzi Akbar (1611512011)	Pagi	6 Menit	Tidak Ada Efek	Mata Lelah
4	Alvin Rizal (1711512015)	Siang	7 Menit	Tidak Ada Efek	Mata Lelah
5	Aldi Novrista (1611512025)	Siang	5 Menit	Tidak Ada Efek	Mata Lelah
6	Dion Arnanda Ilham (1811511024)	Siang	5 Menit	Silau terhadap Mata	Tak ada Efek
7	M Riskli Valdi (1810532021)	Malam	4 Menit	Silau Terhadap Mata	Mata Lelah
8	Feby Eka Putra (1710233021)	Malam	3 Menit	Tidak ada Efek	Mata Lelah
9	Rachmat Ismawan (1810112063)	Malam	4 Menit	Tidak ada Efek	Tidak ada Efek
10	Gilang Oktaviano (1610113255)	Malam	4 Menit	Silau Terhadap Mata	Tidak ada Efek

Dari Tabel 4.9 dapat dilihat respon dari penggunaan otomatisasi lampu belajar berdasarkan dampaknya. Ada beberapa pertanda keluhan pada mata yang dilampirkan pada form yaitu silau terhadap mata, lelah pada mata, gatal ada mata, mata berair dan tidak ada efek. Dari data responden diperoleh grafik seperti dibawah ini:

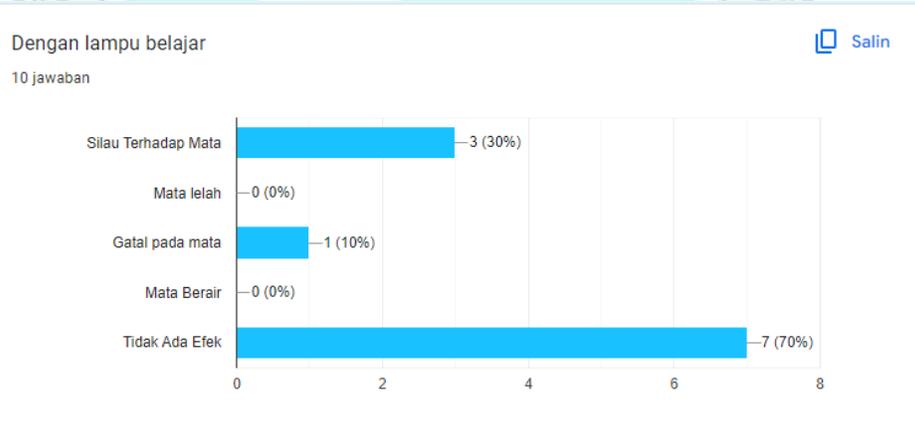
a. Grafik yang diperoleh dari responden ketika penggunaan tanpa lampu belajar ketika membaca



Gambar 4.18 Kuesioner Penggunaan tanpa lampu belajar

pada Gambar 4.18 bisa disimpulkan bahwasanya jarak dan pencahayaan yang tidak baik saat menggunakan lampu belajar mempengaruhi beberapa hal untuk kesehatan dan kenyamanan mata pengguna, terlihat jelas dari persentase yang diperoleh yaitu Silau terhadap mata 0%, mata lelah 70% , Gatal pada mata 0% , Mata Berair 0% , Tidak ada Efek 30%.

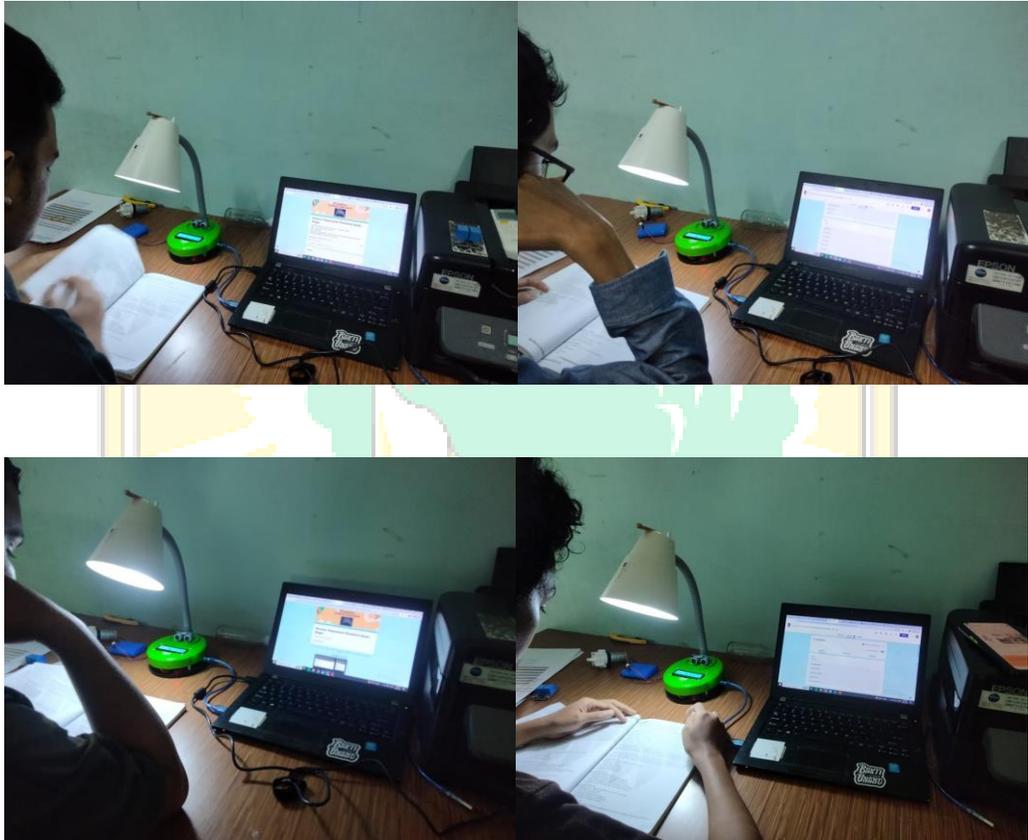
b. Grafik yang diperoleh dari responden ketika menggunakan lampu belajar.



Gambar 4.19 Kuesioner Penggunaan dengan lampu belajar

Dari Gambar 4.19 dapat disimpulkan bahwa jarak dan pencahayaan yang mengalami perubahan ketika menggunakan lampu belajar mempengaruhi beberapa hal untuk kesehatan dan kenyamanan mata pengguna, terlihat jelas dari persentase yang diperoleh yaitu Silau terhadap mata 30%, Mata lelah 0% , Gatal pada mata 10% , Mata Berair 0% , Tidak ada Efek 70%.

c. Responden ketika penggunaan lampu belajar ketika membaca



Gambar 4.20 Dokumentasi pengguna Lampu Belajar

Berdasarkan Gambar 4.20, beberapa contoh pengguna ketika sedang menggunakan otomatisasi lampu belajar. Setelah penggunaan, diberikan kuesioner untuk mengetahui dampak dari lampu tersebut. Disimpulkan bahwa dengan menggunakan otomatisasi lampu belajar dapat membantu menjaga kesehatan mata terhadap jarak dan intensitas cahaya yang masuk. Dimana persentase dengan otomatisasi lampu belajar 63,4% dan tanpa otomatisasi lampu belajar 30%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem otomatisasi lampu belajar sesuai prosedur kesehatan mata dan kecerahan ruangan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem deteksi jarak berhasil dibuat menggunakan sensor ultrasonik HYSR04 dengan persentase keberhasilan 99,828% dan berhasil memberikan notifikasi di LCD dengan persentase keberhasilan 100%
2. Sistem deteksi intensitas cahaya ruangan sekitar berhasil dibuat dengan menggunakan sensor LDR dengan pemetaan nilai LDR dan multimap pada *Light Meter* dengan *range* (selisih) sejumlah 2-3 (nilai).
3. Sistem berhasil melakukan pengontrolan intensitas cahaya pada output lampu LED mencapai *setpoint* dengan menggunakan metode kontrol PID. Dengan nilai parameter PID berikut : K_p (Kontrol Proporsional) = 5.5, K_i (Kontrol Integral) = 0.0125 , K_d (Kontrol Derivatif) = 0.0125.
4. Sistem berhasil mengubah nilai PWM/ADC dengan multimap *lux* LDR dengan persentase keberhasilan 100%. Sebagai bentuk output nilai satuan pada Lampu Belajar.
5. Dari data responden yang didapatkan disimpulkan bahwa dengan menggunakan otomatisasi lampu belajar dapat membantu menjaga kesehatan mata terhadap jarak dan intensitas cahaya yang masuk. Dimana persentase dengan otomatisasi lampu belajar 63,4% dan tanpa otomatisasi lampu belajar 30%.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian sistem otomatisasi lampu belajar sesuai prosedur kesehatan mata dan kecerahan ruangan, ada beberapa saran untuk pengembangan sistem ini sehingga mampu mengurangi kesalahan dan memperoleh data lebih akurat, yaitu :

1. Dapat dilakukan penambahan pada komponen tertentu seperti sensor cahaya BH1750 yang dapat mengeluarkan satuan *lux* secara langsung.
2. Dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan metode suara dalam pemrosesan nyala lampu.
3. Dapat dilakukan inovasi dengan penambahan fitur berupa music, alarm, dan kelebihan lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jaya, Hendra. Ramadhan, Mukhlis. 2018. Rancang Bangun Lampu Belajar Otomatis Dengan Menggunakan Sensor *Ultrasonic* Berbasis Arduino. Program Studi Teknik Komputer, STMIK Triguna Dharma
- [2] S. Zulaiha, Irwandi Rachman, Rara Marisdayana. 2018. Pencehayaan, Jarak Monitor, dan Paparan Monitor sebagai Faktor Keluhan Subjektif Computer Vision Syndrome (CVS). *Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat*. Volume 12, Issue 1, March 2018, pp. 38 ~ 44 ISSN: 1978 – 0575
- [3] Idrus, Irnawaty. Hamzah, Baharuddin. Mulyadi, Rosadi. 2016. Intensitas Pencehayaan Alami Ruang Kelas Sekolah Dasar di Kota Makassar. Program Doktor Ilmu Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin Makassar.
- [4] Iqbal. 2019. Sistem Kontrol Nyala Lampu Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Gerak Pada Ruang Belajar Berbasis Arduino. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [5] Kurniawan, Eddi. Suhery, Cucu. Triyanto, Dedi. 2013. Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroller. Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura.
- [6] R. Pradana. 2017. Arduino Uno dan Pengaplikasiannya. https://eprints.utdi.ac.id/4940/3/3_143310018_BAB_II.pdf Diakses 1 Februari 2023.
- [7] Toyib, R. 2019. Penggunaan Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) Untuk Mendeteksi Gerak Berbasis *Short Message Service Gateway*. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu
- [8] Setiaji, F Dalu. Purnomo, Diestha Djati Purnomo. Susilo, Deddy. 2010. Modul Lampu LED yang Dicu oleh Sel Surya. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Satya Wacana.
- [9] Supatmi Sri. 2011. Pengaruh Sensor LDR Terhadap Pengontrolan Lampu. Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia.

- [10] Azkha, Naila. 2022. Rancang Bangun *Stand* Laptop Multifungsi dalam meminimalisir Kelelahan dan Kerusakan Mata Pengguna. Skripsi. Jurusan Teknik Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.
- [11] Pujiyanto. Surya Wardhana, Aseptia. Sahrin, Alfin. Kusuma Dewi, Astrie. 2021. Rancang Bangun Penyimpanan Energi Listrik Pada *Photovoltaic* Menggunakan Baterai Lithium Untuk Aplikasi DC House. Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas.
- [12] Suhardi, Diding. 2014. Prototipe *Controller* Lampu Penerangan LED (*Light Emitting Diode*) Independent Bertenaga Surya. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang.
- [13] Anwar, Satrio. Hasan, Hisnawati. Roni Wibowo, Nanang. Fauziah. 2020. Rancang Bangun Pembelajaran Praktik Sensor Suhu dan Cahaya. Politeknik Bosowa.
- [14] D. Ardiansyah. 2019. Arduino IDE dan Implementasinya. Jurnal Skripsi Polsri. <http://eprints.polsri.ac.id/10162/3/BAB%20II.pdf>
Diakses 1 Februari 2023
- [15] Jurnal Skripsi UTDI. 2021. I2C dan pengaplikasiannya. https://eprints.utdi.ac.id/8946/3/3_173310020_BAB_II.pdf
Diakses 1 Februari 2023.
- [16] Setiawan, Iwan. Kontrol PID Untuk Proses Industri. 2008. Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit PT Elex Media Komputindo. Dengan ISBN: 978-979-27-4100-1.
- [17] Sianipar, Rugun Gladys. 2017. Rancang Bangun Lampu Otomatis Menggunakan IC LM741 Menggunakan Sensor Cahaya Tipe Fotokonduktif. Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Departemen Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara
- [18] Girsang, Zulkifli. Ritonga, Winsyahputra. 2018 Rancang Bangun Sistem Pengontrol Lampu Otomatis Berbasis Arduino Uno R3 dan

Smartphone. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan.

- [19] Dewi Hendrawati, Trisiani. Lesmana, Indra. 2016. Rancang Bangun Saklar Lampu Otomatis dan Monitoring Suhu Rumah Menggunakan VB. Net dan Arduino. Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Sukabumi Jl. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Indonesia
- [20] Abdullah, Sri Handayani. 2018. Intensitas Pencahayaan dan Tingkat Kelelahan Belajar Siswi Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Air Madidi Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal .Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado Indonesia.
- [21] Amin, Muhammad. Winiarti, Winti. Panzillion. 2019. Hubungan Pencahayaan Dengan Kelelahan Mata. Jurnal Kesmas. Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
- [22] Sutono. 2014 Perancangan Sistem Aplikasi Otomatisasi Lampu Penerangan Menggunakan Sensor Gerak dan Sensor cahaya Berbasis Arduino Atmega 328. Program Studi Teknik Komputer - Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.
- [23] Sari, Naning Noorhidayah. 2019. Hubungan Intensitas Pencahayaan dengan Kelelahan Mata Pada Pegawai Sekditjen Pembangunan dan Pemberdayaan masyarakat Desa di Kemendesa Jakarta Selatan. Universitas Binawan Jakarta.
- [24] Sjah, Lamtari Andreas. Syaifurrahman. Dedi Suryadi. 2021 Rancang Bangun Penerangan Otomatis Berdasarkan Gerak Tubuh Manusia. Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.
- [25] Hersyah, M., Firdaus, F, & Nesya, H. 2018. Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatisasi Pengereman Elektromagnetik Berbalsis Mikrokontroller Dengan Kontrol PID. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*.
- [26]. SNI 16-7062-2004. Pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja. Jurnal. Badan Standarisasi Nasional.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Source Code Program

```
#include <PID_v1.h>
#include<Wire.h>
#include<LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#define trig 5
#define echo 4

// Konstanta PID
double kp = 5.5; // Konstanta proporsional
double ki = 0.0125; // Konstanta integral
double kd = 0.0125; // Konstanta derivatif
double setpoint = 200;
double input, output;
PID pid(&input, &output, &setpoint, kp, ki, kd, DIRECT);

// Pin Arduino yang terhubung ke gate MOSFET
int gatePin = 3;

// Variabel MULTIMAP
// note: the in array should have increasing values
int in [] = {74, 134, 142, 145, 171, 187, 202, 213, 225, 233, 236, 240, 243};
int out [] = {1100, 930, 716, 510, 305, 160, 100, 56, 32, 13, 10, 5, 0};

void setup() {
pinMode(trig, OUTPUT);
pinMode(echo, INPUT);
pinMode(gatePin, OUTPUT);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
    // Konfigurasi PID
```

```
pid.SetMode(AUTOMATIC); // Mengatur mode PID ke otomatis
```

```
pid.SetOutputLimits(0, 255); // Batasan output PWM (0-255)
```

```
lcd.init();
```

```
lcd.init();
```

```
lcd.backlight();
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print("jarak : ");
```

```
}
```

```
int jarak = 45;
```

```
long t, told;
```

```
long tterakhir;
```

```
boolean deteksiorang = 0, deteksiorangsebelumnya = 0, kondisilampu;
```

```
int LUXinput;
```

```
void loop() {
```

```
if (millis() - told > 50) {
```

```
told = millis();
```

```
  bacajarak();
```

```
}
```

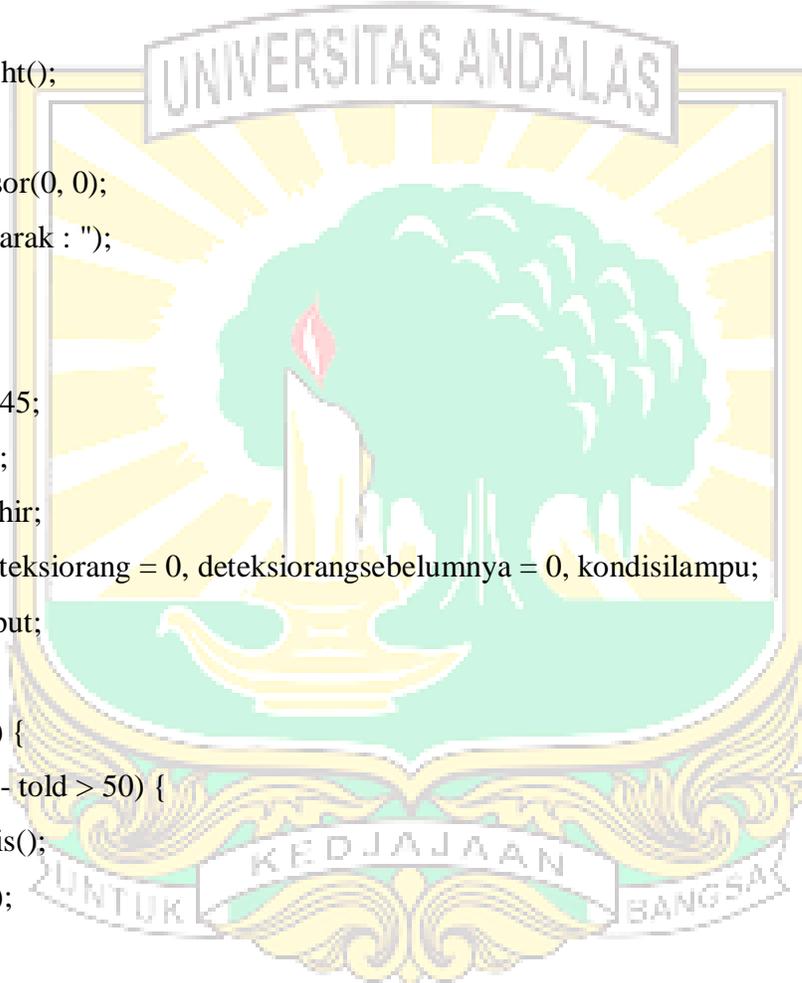
```
if ((jarak < 65) && (jarak > 45)) {
```

```
  deteksiorang = true;
```

```
  Serial.print("DALAM deteksiorang=" + String(deteksiorang) + "
```

```
  deteksiorangsebelumnya=" + String(deteksiorangsebelumnya));
```

```
    //Baca nilai kecerahan
```



```

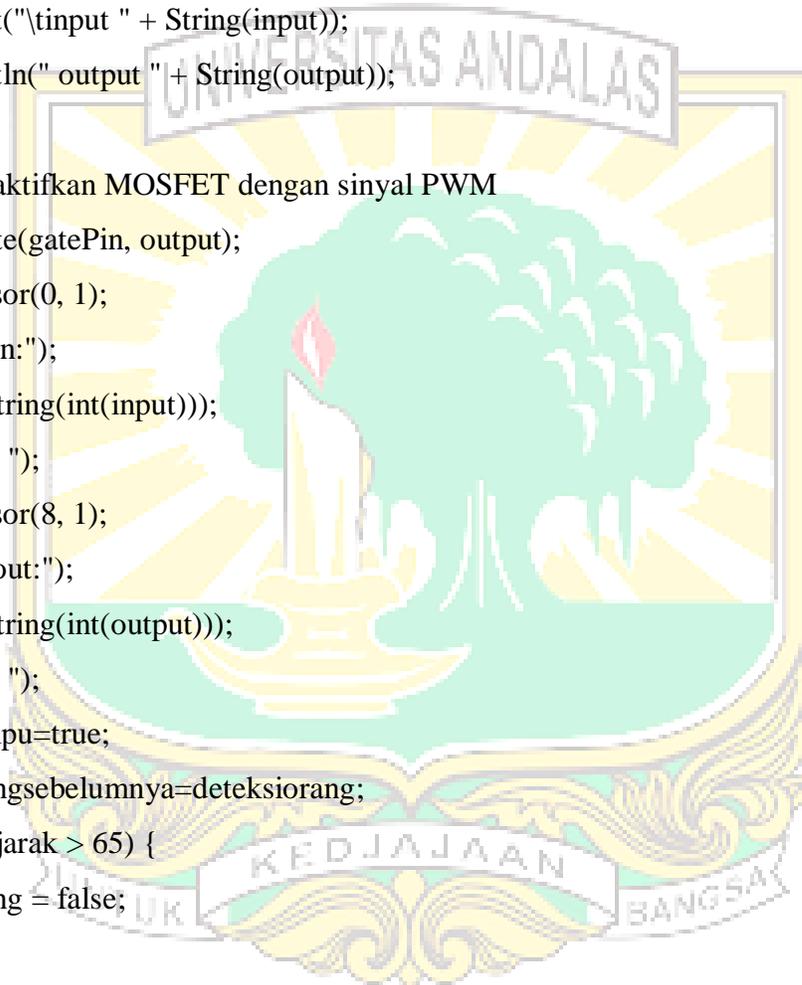
input = bacaNilaiKecerahan();
input = map(input,0, 1023, 0, 255);
    LUXinput = multiMap(input, in, out, 13);

    // Menghitung nilai PWM menggunakan kontrol PID
pid.Compute();
Serial.print("\tinput " + String(input));
Serial.println(" output " + String(output));

    // Mengaktifkan MOSFET dengan sinyal PWM
analogWrite(gatePin, output);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("in:");
lcd.print(String(int(input)));
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print("out:");
lcd.print(String(int(output)));
lcd.print(" ");
kondisilampu=true;
deteksiorangsebelumnya=deteksiorang;
    } else if (jarak > 65) {
deteksiorang = false;
    }

if(deteksiorang!=deteksiorangsebelumnya){
if(deteksiorang==false){
tterakhir=millis();
kondisilampu=false;
    }

```



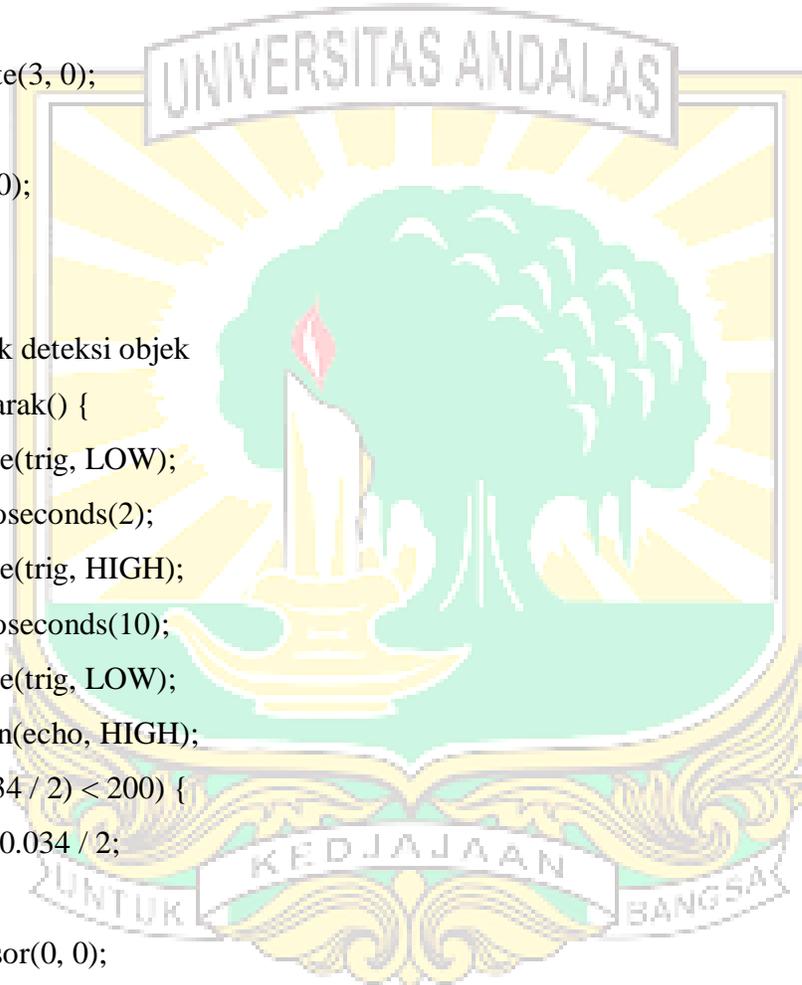
```

deteksiorangsebelumnya=deteksiorang;
}

if ((millis() - tterakhir > 5000) && (kondisilampu == false)) {
kondisilampu=true;
// Serial.println("selisih waktu dari terdeteksi terakhir: " + String(millis() -
tterakhir));
analogWrite(3, 0);
}
delay (1000);
}

//Baca jarak deteksi objek
void bacajarak() {
digitalWrite(trig, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trig, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trig, LOW);
t = pulseIn(echo, HIGH);
if ((t * 0.034 / 2) < 200) {
jarak = t * 0.034 / 2;
}
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("jarak: ");
lcd.setCursor(7, 0);
lcd.print(jarak);
lcd.print(" cm ");
Serial.println("jarak = " + String(jarak) + "cm");
}

```



```

//Baca nilai kecerahan
double bacaNilaiKecerahan() {
double dataout = analogRead(A0);//map(analogRead(A0), 0, 513, 255, 0);
dataout = 1023-dataout;
return dataout;

}

int multiMap(int val, int* _in, int* _out, uint8_t size){
// take care the value is within range
// val = constrain(val, _in[0], _in[size-1]);
if (val <= _in[0]) return _out[0];
if (val >= _in[size-1]) return _out[size-1];

// search right interval
uint8_t pos = 1; // _in[0] allready tested
while(val > _in[pos]) pos++;

// this will handle all exact "points" in the _in array
if (val == _in[pos]) return _out[pos];

// interpolate in the right segment for the rest
return (val - _in[pos-1]) * (_out[pos] - _out[pos-1]) / (_in[pos] - _in[pos-1]) +
_out[pos-1];
}

```

SURAT PERNYATAAN TURNITIN

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Dimas Syafputra

Nim : 1811513010

Jurusan : Teknik Komputer

Menyatakan bahwa telah melakukan pemeriksaan *similarity* dengan Turnitin dengan *similarity index* $\leq 25\%$. Hal ini dapat dilihat pada lampiran yang saya sertakan bersama dengan surat ini. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar digunakan sebaik-baiknya.

Padang, 27 Agustus 2023

Yang bertanda tangan



Muhammad Dimas Syafputra

No BP 1811513010



BUKTI TURNITIN

LaporanTugasAkhir_M Dimas Syafputra-

ORIGINALITY REPORT

23%	23%	6%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	scholar.unand.ac.id Internet Source	7%
2	repo.unand.ac.id Internet Source	2%
3	playground.arduino.cc Internet Source	1%
4	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	1%
5	repositori.usu.ac.id Internet Source	1%
6	docplayer.info Internet Source	1%
7	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
8	repository.its.ac.id Internet Source	1%
9	teknikelektronika.com Internet Source	1%