

**SISTEM PENCAHAYAAN UNTUK PENGAMBILAN  
GAMBAR MATA PADA ALAT IDENTIFIKASI  
MATURITAS KATARAK**

**SKRIPSI**



**Disusun oleh:  
Katon Bagus Setiawan  
NIM 2112018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2025**

**SISTEM PENCAHAYAAN UNTUK PENGAMBILAN  
GAMBAR MATA PADA ALAT IDENTIFIKASI  
MATURITAS KATARAK**

**SKRIPSI**

**Katon Bagus Setiawan  
NIM 2112018**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi Teknik Elektro  
Peminatan Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
Institut Teknologi Nasional Malang

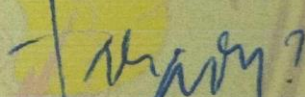
Diperiksa dan Disetujui:

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Eng. I Komrang S., ST., MT.**  
NIP. P. 1030100361

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.**  
NIP. P. 1030000365

Mengetahui:

**Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**



**Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.**  
NIP. P. 1030000365

MALANG  
Februari, 2025



PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Kiri 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Katon Bagus Sctiawan  
NIM : 2112018  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
Masa Bimbingan : Ganjil 2024/2025  
Judul Skripsi : Sistem Pencahayaan Untuk Pengambilan Gambar  
Mata Pada Alat Identifikasi Maturitas Katarak  
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu  
(S-1) pada:  
Hari : Senin  
Tanggal : 10 Februari 2025  
Nilai : *85,92*

Majelis Penguji

Ketua

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361

Anggota Penguji

Penguji I

Dr. F. Yudi Limprapto, ST., MT.  
NIP. Y. 1039500274

Penguji II

Prof. Dr. Eng. Arjuanto Soetedjo, ST., MT.  
NIP. Y. 1030800417

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Katon Bagus Setiawan  
NIM : 2112018  
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
ID KTP / Paspor : 3506151602030002  
Alamat : Dsn. Pujomarto, Ds. Ketawang, Kec. Purwoasri, Kab. Kediri  
Judul Skripsi : Sistem Pencahayaan Untuk Pengambilan Gambar Mata Pada Alat Identifikasi Maturitas Katarak

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 26 Maret.....2025

Yang membuat pernyataan



Katon Bagus Setiawan

2112018

## ABSTRAK

### SISTEM PENCAHAYAAN UNTUK PENGAMBILAN GAMBAR MATA PADA ALAT IDENTIFIKASI MATURITAS KATARAK

KATON BAGUS SETIAWAN, NIM: 2112018

Dosen Pembimbing I: Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai inovasi telah dilakukan untuk membantu diagnosis dan pengobatan katarak. Dalam konteks deteksi katarak, metode berbasis kecerdasan buatan seperti *Convolution Neural Network* (CNN) terbukti sangat efektif dalam mendeteksi katarak. CNN dapat mengklasifikasi mata dengan akurasi hingga 87%. Selain teknik pengolahan gambar seperti CNN, kualitas gambar yang dihasilkan sangat bergantung pada sistem pencahayaan yang digunakan saat pengambilan gambar mata. Penelitian ini mengharapkan sistem pencahayaan dapat dirancang untuk mengatur intensitas cahaya secara fleksibel. Fitur ini memungkinkan mengatur kecerahan sesuai kebutuhan, memastikan hasil gambar berkualitas tinggi tanpa membahayakan kesehatan mata. Dari penelitian ini didapatkan hasil pengujian gambar menunjukkan kualitas bagus direntang dutycycle 23.53% sampai 62.75% dengan intensitas cahaya 30-84 lux. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya di level menengah memberikan hasil gambar dengan indikator bagus, meskipun kondisi intensitas cahaya di level menengah mulai bervariasi terhadap kenyamanan visual dan masih bisa ditoleransi oleh sebagian besar pengguna. Pada pengujian akhir dilakukan percobaan dengan melibatkan responden dan analisis gambar menggunakan pengolahan citra. Dari percobaan tersebut, responden sudah merasa nyaman dengan intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh LED. Pada bagian pengolahan gambar, rata-rata pengambilan gambar untuk mendapatkan indikator bagus sebanyak 3 kali. Dengan sistem pencahayaan yang terstruktur, maka bisa dipastikan akan mendapatkan hasil gambar bagus dan pasien akan merasa nyaman dengan intensitas cahaya yang dipakai.

**Kata kunci:** Mata Katarak, Pencahayaan LED, PWM, OpenCV, Pengolahan Citra.

## ABSTRACT

### SISTEM PENCAHAYAAN UNTUK PENGAMBILAN GAMBAR MATA PADA ALAT IDENTIFIKASI MATURITAS KATARAK

KATON BAGUS SETIAWAN, NIM: 2112018

Supervisor I: Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

Supervisor II: Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

As technology evolves, various innovations have been made to aid cataract diagnosis and treatment. In the context of cataract detection, artificial intelligence-based methods such as Convolutional Neural Networks (CNNs) have proven to be very effective in detecting cataracts. CNN can classify eyes with an accuracy of up to 87%. In addition to image processing techniques such as CNN, the quality of the resulting image is highly dependent on the lighting system used during eye image capture. This research expects the lighting system to be designed to adjust the light intensity flexibly. This feature allows adjusting the brightness as needed, ensuring high-quality image results without jeopardizing eye health. From this research, the image test results show good quality in the duty cycle range of 23.53% to 62.75% with a light intensity of 30-84 lux. This shows that light intensity at the medium level provides image results with good indicators, although light intensity conditions at the medium level begin to vary on visual comfort and can still be tolerated by most users. In the final test, experiments were conducted involving respondents and image analysis using image processing. From the experiment, respondents were comfortable with the light intensity emitted by the LEDs. In the image processing section, the average number of times a picture is taken to get a good indicator is 3 times. With a structured lighting system, it is certain that good images will be obtained and patients will feel comfortable with the light intensity used.

**Keyword:** Cataract Eye, LED Lighting, PWM, OpenCV, Image Processing.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, kemurahan kasih setia yang besar, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan hingga terselesaikannya penulisan skripsi, diantaranya:

1. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku dosen pembimbing satu skripsi.
2. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku dosen pembimbing dua skripsi dan Ketua Prodi Teknik Elektro S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Radimas Putra Muhammad Davi Labib. ST., MT. yang membantu pengarahan dalam pengerjaan skripsi.
4. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro S-1 yang memberikan ilmu dan senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro S-1 yang selalu mendukung satu sama lain.
6. Kedua orang tua, keluarga, sahabat, dan teman yang selalu mendukung dan membantu dengan segala doa yang diberikan.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penulisan ini memiliki keterbatasan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan tangan terbuka untuk menambah kesempurnaan penulisan skripsi sehingga bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan pembaca.

Malang,

2025

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Mata Katarak .....	9
2.3 Sistem Pencahayaan .....	9
2.4 LED .....	9
2.5 PWM .....	10
2.6 ESP32-CAM .....	10
2.7 Modul Kamera Ov2640 .....	11
2.8 Sensor TEMT6000 .....	12
2.9 Laptop .....	13
2.10 Modul Mosfet AOD4184A .....	13
2.11 Modul Step-Up MT3608 .....	14
2.12 Baterai Powerbank 5V .....	15
2.13 Aplikasi Lux Light Meter .....	15
2.14 Open CV .....	16
2.15 Parameter Pendukung Sebagai Indikator Penentuan Gambar Bagus .....	16
2.16 Citra Digital .....	16
2.16.1 Citra Biner .....	17
2.16.2 Citra 8-bit .....	17
2.16.3 Citra Berwarna 8 bit .....	17
2.16.4 Citra Berwarna 16 bit .....	18
2.16.5 Citra Berwarna 24 bit .....	18
2.16.6 Citra Grayscale .....	18
2.17 Konversi Citra RGB ke Gray .....	18



2.18	Kecerahan Citra .....	19
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1	Diagram Blok Perancangan .....	21
3.2	Perancangan Sistem Hardware .....	22
3.2.1	Kamera Ov2640 .....	22
3.2.2	Rancangan Switch.....	23
3.2.3	Rancangan TEMT6000 .....	24
3.2.4	Rancangan LED .....	24
3.2.5	Rancangan Baterai (Powerbank).....	25
3.2.6	Rancangan ESP32 .....	26
3.2.7	Rancangan Modul Step-Up MT3608.....	27
3.2.8	Rancangan Modul Mosfet AOD4184A .....	28
3.2.9	Rancangan Rangkaian Keseluruhan.....	29
3.3	Perancangan Software.....	30
3.3.1	Flowchart Sistem.....	30
3.3.2	Flowchart Proses Tingkat Kecerahan.....	32
3.3.3	Flowchart Proses Ketajaman.....	33
3.3.4	Flowchart Proses LED Spots .....	34
3.3.5	Source Code Pemrograman.....	35
3.3.5.1	Inisialisasi Hardware.....	35
3.3.5.2	Penentuan Parameter Duty cycle .....	36
3.3.5.3	Pembacaan Sensor TEMT6000.....	37
3.3.5.4	Ambil Gambar Dalam Bentuk Live Stream.....	38
3.3.5.5	Pemrosesan Nilai PWM yang akan dipakai LED dan Pembacaan Lux .....	39
3.3.5.6	Capture gambar secara real time format jpg .....	39
3.3.5.7	Pengolahan Gambar Untuk Menentukan Kualitas Terbaik (Kecerahan, Ketajaman, dan LED spots) ..	41
3.3.5.8	Hasil Gambar ditampilkan di layar .....	42
3.3.5.9	Mendapatkan Indikator Bagus .....	42
3.3.5.10	Simpan Gambar .....	43
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>45</b>
4.1	Pelaksanaan Pengujian.....	45
4.2	Pengujian Koneksi ESP32-CAM.....	45
4.3	Pengujian Nilai PWM dan Lux.....	46
4.4	Pengujian Kenyamanan Terhadap Pencahayaan .....	48
4.5	Pengujian Gambar Dengan Kualitas Bagus.....	54
4.6	Pengujian Hasil Gambar dan Respon pengguna Terhadap Kenyamanan Pencahayaan .....	58

<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>73</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> LED (Light Emitting Diode).....	10
<b>Gambar 2. 2</b> Nilai Dutycycle .....	10
<b>Gambar 2. 3</b> Mikrokontroler ESP32-Cam .....	11
<b>Gambar 2. 4</b> Modul Kamera Ov2640.....	12
<b>Gambar 2. 5</b> Sensor TEMT6000 .....	13
<b>Gambar 2. 6</b> Modul Mosfet AOD4184A .....	14
<b>Gambar 2. 7</b> Modul Step-Up MT3608.....	14
<b>Gambar 2. 8</b> Powerbank.....	15
<b>Gambar 2. 9</b> Aplikasi Lux Light Meter.....	16
<b>Gambar 2. 10</b> Citra digital Dalam Bentuk Matriks .....	17
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Blok Perancangan .....	21
<b>Gambar 3. 2</b> Modul Kamera Ov2640.....	23
<b>Gambar 3. 3</b> Skematik Rancangan Switch.....	24
<b>Gambar 3. 4</b> Skematik TEMT6000.....	24
<b>Gambar 3. 5</b> Skematik LED.....	25
<b>Gambar 3. 6</b> Skematik Baterai (Powerbank) .....	26
<b>Gambar 3. 7</b> Skematik ESP32.....	27
<b>Gambar 3. 8</b> Skematik Step-Up MT3608 .....	28
<b>Gambar 3. 9</b> Skematik Modul AOD4184A .....	28
<b>Gambar 3. 10</b> Skematik Penangkapan Gambar .....	29
<b>Gambar 3. 11</b> Skematik Pengolahan Citra .....	30
<b>Gambar 3. 12</b> Flowchart Sistem Pengolahan Data .....	31
<b>Gambar 3. 13</b> Flowchart Proses Tingkat Kecerahan.....	33
<b>Gambar 3. 14</b> Flowchart Proses Ketajaman.....	34
<b>Gambar 3. 15</b> Flowchart Proses LED Spots .....	35
<b>Gambar 3. 16</b> Koneksi Jaringan Wi-Fi dan Web Server.....	36
<b>Gambar 3. 17</b> Pembacaan Sensor TEMT6000 dan Pengaturan PWM.....	36
<b>Gambar 3. 18</b> Pengaturan Kecerahan LED Menggunakan PWM .....	37
<b>Gambar 3. 19</b> Konversi Nilai ADC ke lux.....	37
<b>Gambar 3. 20</b> Resolusi Kamera .....	38
<b>Gambar 3. 21</b> Permintaan Gambar dari WebServer .....	38

<b>Gambar 3. 22</b> Pengontrolan Intensitas Cahaya LED Berdasarkan Nilai PWM.....	39
<b>Gambar 3. 23</b> Mengakses Gambar dari URL.....	40
<b>Gambar 3. 24</b> Screenshot Gambar dari Stream Video .....	40
<b>Gambar 3. 25</b> Menganalisis tingkat kecerahan, Ketajaman, dan Titik LED.....	41
<b>Gambar 3. 26</b> Menampilkan Gambar Terbaik .....	42
<b>Gambar 3. 27</b> Evaluasi Gambar .....	42
<b>Gambar 3. 28</b> Simpan Gambar.....	43
<b>Gambar 4. 1</b> Konfigurasi Alamat IP .....	45
<b>Gambar 4. 2</b> Streaming Kamera.....	45
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Perbandingan Nilai PWM dan Lux.....	47
<b>Gambar 4. 4</b> Nilai Duty-cycle Maksimal pada Osiloskop .....	47
<b>Gambar 4. 5</b> Nilai Duty-cycle Menengah pada Osiloskop.....	48
<b>Gambar 4. 6</b> Hasil Gambar bagus .....	56
<b>Gambar 4. 7</b> Nilai RGB Untuk Analisis Gambar .....	57
<b>Gambar 4. 8</b> Hasil Pengolahan Citra Grayscale.....	57
<b>Gambar 4. 9</b> Perhitungan Nilai Kecerahan Rata-rata Gambar.....	58
<b>Gambar 4. 10</b> Analisa Hasil Gambar Bagus Untuk Responden Pertama .....	59
<b>Gambar 4. 11</b> Analisa Hasil Gambar Bagus Untuk Responden Kedua.....	61
<b>Gambar 4. 12</b> Analisa Hasil Gambar Bagus Untuk Responden Ketiga .....	62
<b>Gambar 4. 13</b> Analisa Hasil Gambar Bagus Untuk Responden Keempat.....	63
<b>Gambar 4. 14</b> Analisa Hasil Gambar Bagus Untuk Responden Kelima .....	64

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Spesifikasi ESP32-Cam .....	11
<b>Tabel 2. 2</b> Spesifikasi Modul Kamera Ov2640.....	12
<b>Tabel 2. 3</b> Spesifikasi Sensor TEMT6000 .....	13
<b>Tabel 2. 4</b> Spesifikasi Modul Mosfet AOD4184A .....	14
<b>Tabel 2. 5</b> Spesifikasi Modul MT3608 .....	15
<b>Tabel 3. 1</b> PIN I/O Modul Kamera Ov2640 .....	23
<b>Tabel 3. 2</b> PIN I/O Sensor TEMT6000.....	24
<b>Tabel 3. 3</b> PIN I/O LED .....	25
<b>Tabel 3. 4</b> PIN I/O Baterai .....	26
<b>Tabel 3. 5</b> PIN I/O ESP32-Cam.....	27
<b>Tabel 3. 6</b> PIN I/O MT3608.....	28
<b>Tabel 3. 7</b> PIN I/O AOD4184A .....	29
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Pengujian Nilai PWM dan Lux .....	46
<b>Tabel 4. 2</b> Umpan Balik Responden Pertama .....	48
<b>Tabel 4. 3</b> Umpan Balik Responden Kedua.....	49
<b>Tabel 4. 4</b> Umpan Balik Responden Ketiga .....	50
<b>Tabel 4. 5</b> Umpan Balik Responden Keempat.....	52
<b>Tabel 4. 6</b> Umpan Balik Responden Kelima .....	53
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Uji Gambar .....	55
<b>Tabel 4. 8</b> Kenyaman dan Hasil Gambar Responden Pertama .....	60
<b>Tabel 4. 9</b> Kenyaman dan Hasil Gambar Responden Kedua.....	61
<b>Tabel 4. 10</b> Kenyaman dan Hasil Gambar Responden Ketiga .....	62
<b>Tabel 4. 11</b> Kenyaman dan Hasil Gambar Responden Keempat.....	64
<b>Tabel 4. 12</b> Kenyaman dan Hasil Gambar Responden Kelima .....	65