



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
**POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**  
Jalan Teknik Kimia. Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telepon. (031)5947186, 5942887 FAX. (031)5942887  
Laman: [www.ppns.ac.id](http://www.ppns.ac.id) Email : [humas@ppns.ac.id](mailto:humas@ppns.ac.id)

Nomor : 0620/PL19/HM.03.01/2023  
Perihal : Permohonan Memperoleh Data.

7 Maret 2023

Kepada Yth :  
Direktur Rumah Sakit Mata Undaan  
Jl. Undaan Kulon No. 19, Peneleh, Kec. Genteng,  
Surabaya 60274

Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir mahasiswa Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan bantuan untuk penyelesaian Tugas Akhir.

Adapun data Mahasiswa sebagai berikut :

NO	Nama / Nrp	Judul TA	Data yang disurvei
1.	Zalfaa Farahdiva 0519040033	Diagnosis Dini Katarak dengan Pengolahan Citra Digital menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> pada Penyakit Akibat Kerja Pengelasan	Citra <i>digital</i> lensa <b>mata</b> katarak pasien stadium insipien, imatur, matur, dan hiper matur.

Atas perhatian dan kerjasamanya yang baik, kami ucapkan terimakasih.

Direktur,



Ir. Eko Julianto, M.Sc. FRINA  
NIP. 196501231991031002



**PPNS** POLITEKNIK  
PERKAPALAN  
NEGERI SURABAYA

**PROPOSAL TUGAS AKHIR (605502A)**

**DIAGNOSIS DINI KATARAK DENGAN PENGOLAHAN CITRA  
*DIGITAL* MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORKS* PADA PENYAKIT AKIBAT KERJA PENGELASAN**

**ZALFAA FARAHDIVA  
NRP. 0519040033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL  
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA  
SURABAYA  
2023**





**PPNS** POLITEKNIK  
PERKAPALAN  
NEGERI SURABAYA

**PROPOSAL TUGAS AKHIR (605502A)**

**DIAGNOSIS DINI KATARAK DENGAN PENGOLAHAN CITRA  
DIGITAL MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORKS* PADA PENYAKIT AKIBAT KERJA PENGELASAN**

ZALFAA FARAHDIVA  
NRP. 0519040033

PROGRAM STUDI TEKNIK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL  
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA  
SURABAYA  
2023

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*



**PPNS** POLITEKNIK  
PERKAPALAN  
NEGERI SURABAYA

***FINAL PROJECT PROPOSAL (605502A)***

***EARLY DIAGNOSIS OF CATARACT WITH DIGITAL IMAGE  
PROCESSING USING THE CONVOLUTIONAL NEURONAL  
NETWORKS METHOD IN OCCUPATIONAL ILLNESS DUE TO  
WELDING***

ZALFAA FARAHDIVA  
NRP. 0519040033

***STUDY PROGRAM OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ENGINEERING  
MARINE ENGINEERING DEPARTMENT  
SHIPBUILDING INSTITUTE OF POLYTECHNIC SURABAYA  
SURABAYA  
2023***



\*halaman ini sengaja dikosongkan\*



## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Tugas Akhir : Diagnosis Dini Katarak dengan Pengolahan Citra *Digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* pada Penyakit Akibat Kerja Pengelasan
2. Bidang Tugas Akhir : Sistem Informasi
3. Bidang Keahlian : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
4. Pengusul
  - a. Nama Lengkap : Zalfaa Farahdiva
  - b. NRP : 0519040033
  - c. Program Studi : Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja
  - d. Jurusan : Teknik Permesinan Kapal
  - e. Alamat Rumah : Pabean Asri Blok O-1, Sidoarjo
  - f. No. Telp./HP : 088217525966
  - g. Alamat Email : zalfaafarahdiva@student.ppns.ac.id
5. Usulan Dosen Pembimbing
  - Dosen Pembimbing I
    - a. Nama Lengkap dan Gelar : dr. Am Maisarah Disrinama, M. Kes.
    - b. NIP : 198405272015042002
  - Dosen Pembimbing II
    - a. Nama Lengkap dan Gelar : Adianto, S.T., M.T.
    - b. NIP : 197707022010121001
6. Jangka Waktu Pelaksanaan : 6 Bulan

Menyetujui,  
Ketua Jurusan

Surabaya, 17 Januari 2023  
Pengusul,

Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T.  
NIP. 197708192005011001

Zalfaa Farahdiva  
NRP. 0519040033

Koordinator Tugas Akhir,

Mochamad Yusuf Santoso, S.T., M.T.  
NIP. 199011272015041002

Calon Dosen Pembimbing I,

Calon Dosen Pembimbing II,

dr. Am Maisarah Disrinama, M. Kes.  
NIP. 198405272015042002

Adianto, S.T., M.T.  
NIP. 197707022010121001

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkat dan karunia-Nya sehingga peneliti mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Diagnosis Dini Katarak dengan Pengolahan Citra *Digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* pada Penyakit Akibat Kerja Pengelasan” sebagai salah satu persyaratan untuk peneliti menyelesaikan Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat banyak kesulitan dan kekurangan, namun atas bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberi kemudahan dan petunjuk kepada peneliti untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan restunya kepada peneliti dalam segala hal. Tak lupa kakak yang selalu memberikan doa, kasih sayangnya dan support kepada peneliti.
3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc.,FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal.
5. Bapak Arief Subekti, S.T., M.MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
6. Bapak Mochamad Yusuf Santoso, S.T.,M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
7. Ibu dr. Am Maisarah Disrinama, M. Kes. selaku calon dosen pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu untuk diskusi dan memberikan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Bapak Adianto, S.T., M.T. selaku calon dosen pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan pemahaman terkait pemrograman dan memberikan semangat optimis dalam penyelesaian tugas akhir ini.

9. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu serta pengalaman dari awal hingga akhir perkuliahan berlangsung.
10. Keluarga Mahasiswa Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Lens Hanin Herda Zhafirah, S. Ked. sebagai saudara yang senantiasa memberikan pengetahuan terkait ilmu kesehatan.
12. Evita Dwi Octaviani Putri selaku sahabat yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan pemahaman materi pemrograman.
13. Labiba Safaalma Maheswari selaku sahabat yang senantiasa memberikan semangat dan solusi yang saya butuhkan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh peneliti.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Peneliti menyadari bahwa dalam penelitian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, kritik dan saran sangat peneliti harapkan sebagai pembelajaran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik.

Surabaya, 17 Januari 2022

Peneliti

**DIAGNOSIS DINI KATARAK DENGAN PENGOLAHAN CITRA  
DIGITAL MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORKS* PADA PENYAKIT AKIBAT KERJA PENGELASAN**

Nama : Zalfaa Farahdiva  
NRP : 0519040033  
Calon Dosen Pembimbing I : dr. Am Maisarah Disrinama, M. Kes.  
Calon Dosen Pembimbing II : Adianto, S.T., M.T.

**RINGKASAN**

Pengelasan merupakan salah satu proses kerja pada sektor industri dengan risiko bahaya tinggi. Sinar UV menjadi sumber potensi paling berbahaya, karena terserap oleh lensa dan terjadi reaksi fotokimia yang merubah struktur protein lensa sehingga membentuk katarak. Katarak menyebabkan penurunan produktivitas hingga terjadi kecelakaan kerja. Untuk meminimalisir hal tersebut, dilakukan upaya identifikasi bahaya dengan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) dan *medical check up* berupa pemeriksaan *slit lamp*. Namun kenyataannya masih minim dilakukan pemeriksaan karena fasilitas kesehatan yang mahal, tidak *moveable*, dan memerlukan keterampilan khusus. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui identifikasi bahaya pengelasan dengan Metode HIRARC, mampu mendiagnosis dini katarak dengan pengolahan citra *digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* (CNN) pada penyakit akibat kerja pengelasan dan mengetahui hasil uji efektivitasnya. Metode CNN bekerja dengan mengekstraksi pola citra *digital* yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan karakteristik supaya mampu mengenali citra mata katarak dan normal. Citra *digital* digunakan untuk mengetahui kelas stadium katarak, sedangkan data diri berupa usia, pekerjaan, dan riwayat penyakit digunakan untuk klasifikasi jenis katarak. *Output* yang dihasilkan berupa citra *digital* mata normal atau katarak dengan klasifikasi jenis dan stadium katarak, persentase nilai akurasi, dan rekomendasi.

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Batasan Masalah .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Pengelasan.....	7
2.2. Penyakit Akibat Kerja.....	9
2.3. Mata .....	11
2.4. Katarak.....	12
2.4.1. Faktor Penyebab Katarak .....	13
2.4.2. Stadium Tingkat Kekeruhan Katarak .....	14
2.4.3. Klasifikasi Katarak .....	18
2.5. Metode <i>Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control</i> .....	19
2.6. Citra <i>Digital</i> .....	24
2.7. Metode <i>Convolutional Neural Networks</i> .....	24
2.8. <i>Website</i> .....	27
2.9. <i>Expert Judgement</i> .....	27
2.10. Penelitian Terdahulu .....	28
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>

3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	31
3.2.	Identifikasi Awal .....	32
3.3.	Studi Literatur.....	33
3.4.	Studi Lapangan .....	33
3.5.	Pengumpulan Data.....	33
3.6.	Identifikasi Bahaya dengan Metode <i>Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control</i> .....	34
3.7.	Perancangan Program dengan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> .	35
3.8.	<i>Training</i> .....	37
3.9.	<i>Testing</i> .....	38
3.10.	Analisis Data .....	38
3.11.	Diagram Alir <i>Admin</i> .....	40
3.12.	Diagram Alir <i>User</i> .....	41
3.13.	Hasil dan Pembahasan .....	41
3.14.	Kesimpulan dan Saran .....	42
3.15.	Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	42
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>43</b>
	<b>Lampiran 1. Daftar Wawancara <i>Efektivitas Diagnosis</i> .....</b>	<b>51</b>
	<b>Lampiran 2. Surat Pernyataan.....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Stadium Katarak.....	14
Tabel 2. 2 Formulir HIRARC.....	20
Tabel 2. 3 Skala <i>Likelihood</i> .....	21
Tabel 2. 4 Skala <i>Severity</i> .....	22
Tabel 2. 5 Skala <i>Risk Rating</i> .....	23
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	42

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi mata manusia .....	11
Gambar 2. 2 Mata Katarak .....	12
Gambar 2. 3 Katarak Insipien.....	15
Gambar 2. 4 Katarak Imatur .....	16
Gambar 2. 5 Katarak Matur.....	16
Gambar 2. 6 Katarak Hiper matur .....	17
Gambar 2. 7 Tahapan Metode <i>Convolutional Neural Networks</i> .....	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pemodelan CNN .....	35
Gambar 3. 3 Diagram Alir Proses <i>Training</i> Sistem Pemrograman .....	37
Gambar 3. 4 Diagram Alir Proses Analisis .....	38
Gambar 3. 5 Diagram Alir <i>Admin</i> .....	40
Gambar 3. 6 Diagram Alir <i>User</i> .....	41

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pengelasan merupakan salah satu proses kerja pada sektor industri yang memiliki tingkat risiko bahaya cukup tinggi. Proses pencairan logam dalam pengelasan melibatkan energi termal dan listrik, sinar tampak, inframerah serta ultraviolet (UV) yang berbahaya bagi kesehatan. Menurut data *Bureau of Labor Statistic* (2018), terdapat 20.000 lebih kasus penyakit akibat kerja khususnya kesehatan mata setiap tahunnya. Penyakit akibat kerja yang dialami mulai dari penurunan penglihatan hingga kebutaan. Sebanyak 1.790 kasus penyakit akibat kerja kelelahan mata dialami oleh pekerja las, solder, dan pemotong logam. Sekitar 1.390 kasus keluhan mata penyebab utamanya adalah paparan radiasi dari percikan api las (Putra et al., 2022).

Berdasarkan penelitian Pratiwi et al., (2015) diketahui dari 25 pekerja las listrik sebanyak 12 orang memiliki penglihatan kabur, sebanyak 25 orang mata merah, pedih dan berair, sebanyak 15 orang mengalami pembengkakan mata, sebanyak 24 orang merasa sakit pada mata, dan yang paling parah yaitu katarak pada 3 orang. Hal ini disebabkan oleh paparan sinar radiasi dan percikan api secara langsung karena pekerja tidak disiplin menggunakan APD. Penelitian Natatyas (2021) membuktikan dari 123 orang pekerja bengkel las mengalami keluhan mata berair sebanyak 83 responden. Mata berair menyebabkan *aqueous humour* pada lensa terganggu sehingga dapat terjadi denaturasi protein yang menjadi penyebab pembentukan katarak. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2021) sebanyak 27 pekerja las mengalami gangguan kelelahan mata yang disebabkan radiasi sinar UV.

Sinar UV menjadi radiasi sinar paling berbahaya yang menyebabkan katarak. Sinar UV mengakibatkan mata terasa seperti kemasukan benda asing dan setelah 48 jam rasa tersebut baru menghilang (Ni'mah, 2021). Sinar UV terserap oleh lensa hingga reaksi fotokimia terjadi. Reaksi ini menyebabkan perubahan struktur protein lensa dan lama kelamaan akan mengeruh (Yunaningsih et al., 2017). Katarak adalah gangguan penglihatan akibat

proses degeneratif dengan kekeruhan lensa sehingga kemampuan penglihatan menurun (Irawan *et al.*, 2022). Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit menyebutkan bahwa katarak adalah penyebab tertinggi kebutaan. Hal ini didasari oleh data (Kemenkes RI, 2020) terdapat 8 juta orang mengalami gangguan penglihatan dengan penyebab utama katarak, sebanyak 81,2% diperkirakan sekitar 1,3 juta penderita buta disebabkan katarak.

Katarak memiliki gejala awal seperti kerabunan yaitu turunnya kualitas penglihatan. Kerabunan dapat menjadi masalah besar yang berdampak pada hasil kerja, produktivitas pekerja, dan berpotensi terjadi kecelakaan di tempat kerja. Seperti kasus kecelakaan yang dikutip Warsono (2019) pada situs tempo.co, seorang pekerja tewas tergiling mesin pencacah limbah plastik yang disebabkan oleh mata pekerja yang rabun. Hal ini membuktikan bahwa kerabunan menjadi salah satu indikasi penyebab terjadinya kecelakaan kerja.

Untuk meminimalisir risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, dapat dilakukan dua upaya yaitu identifikasi potensi bahaya dan *screening* berupa *Medical Check Up* (MCU) sesuai Permenakertrans No. 02 Tahun 1980. Pada upaya identifikasi bahaya terdapat banyak metode yang menjadi pilihan untuk digunakan sesuai dengan kebutuhan. Namun salah satu metode yang efektif dan mudah untuk dipahami dalam meminimalisir terjadinya potensi bahaya pada proses pengelasan dengan memberikan rekomendasi secara tepat yaitu *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) (Ramadhan, 2017). HIRARC adalah metode yang mengacu pada sumber bahaya, area kerja dan aktivitas yang dilakukan selanjutnya ditindaklanjuti dengan penilaian risiko guna mengetahui tingkat risiko bahaya yang diidentifikasi serta pemberian rekomendasi (Wijanarko, 2017).

Kemudian pada upaya MCU, salah satu pemeriksaan untuk mendeteksi katarak yaitu pemeriksaan *slit lamp* dengan memberikan sinar bertekanan tinggi pada mata, dengan hasil tampilan berupa citra *digital* (Hudaiva, 2020). Namun kenyataannya di industri masih minim dilakukan pemeriksaan katarak karena beberapa keterbatasan, seperti fasilitas kesehatan yang mahal, tidak *moveable* serta perlu keterampilan khusus dalam pengoperasiannya.

Citra *digital* dari pemeriksaan *slit lamp*, dianalisis oleh dokter spesialis mata untuk menentukan diagnosis. Proses ini memakan waktu yang cukup lama, karena dokter perlu mengecek detail karakteristik citra *digital* (Rohman & Pamungkas, 2020). Oleh karena itu, perkembangan teknologi informasi harus dimanfaatkan dalam proses analisis agar didapatkan hasil yang lebih cepat dan *valid*. Saat ini mulai bermunculan inovasi menggunakan *artificial intelligence* (AI) untuk membantu proses diagnosis beberapa penyakit yang dapat diidentifikasi menggunakan citra *digital*, sebagai contoh diagnosis penyakit malaria menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan klasifikasi citra *digital* sel darah (Yohannes et al., 2020).

Metode AI yang dianggap sebagai model algoritma terbaik dalam permasalahan pengklasifikasian, deteksi, dan rekognisi suatu objek adalah Metode CNN. Metode ini bekerja dengan proses ekstraksi ciri yang diperoleh karakteristik tertentu menjadi informasi dari citra *digital* sehingga dapat dibedakan, dikelompokkan dan/ atau dikenali. Informasi dari citra *digital* tersebut menjadi parameter katarak (Bu'ulölö et al., 2021). Pada penelitian Weni et al., (2021) dan Firdaus et al., (2022) terkait implementasi CNN untuk deteksi citra *digital* retina mata katarak dan normal memiliki tingkat akurasi sebesar 88% dan 93.33%. Dari kedua penelitian tersebut diketahui bahwa pengolahan citra yang digunakan untuk diagnosis katarak yaitu citra retina mata dengan klasifikasi hanya 2 kelas meliputi mata katarak dan normal.

Berdasarkan pemaparan yang telah dijabarkan, peneliti menggunakan metode HIRARC sebagai metode yang dianggap efektif untuk mengetahui potensi bahaya pada proses pengelasan yang menyebabkan pembentukan katarak. Selanjutnya peneliti menganalisis citra *digital* lensa mata sebagai diagnosis dini katarak menggunakan Metode CNN dengan mengembangkan *output* berupa klasifikasi jenis dan stadium katarak, persentase nilai akurasi, dan rekomendasi. Pengolahan data ini lebih praktis sebagai upaya diagnosis dini katarak agar segera ditindaklanjuti dan mengurangi tingkat kebutaan yang disebabkan katarak. Penggunaan Metode CNN memudahkan proses pemeriksaan, dengan tidak memerlukan dokter spesialis mata untuk mendiagnosis katarak karena hasil citra *digital* akan otomatis terbaca.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil identifikasi bahaya pada proses kerja pengelasan menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*.
2. Bagaimana diagnosis dini katarak dengan pengolahan citra *digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* pada penyakit akibat kerja pengelasan.
3. Bagaimana hasil uji efektivitas diagnosis dini katarak dengan pengolahan citra *digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* pada penyakit akibat kerja pengelasan.

## **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Mampu mengetahui hasil identifikasi bahaya pada proses kerja pengelasan menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*.
2. Mampu mendiagnosis dini katarak dengan pengolahan citra *digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* pada penyakit akibat kerja pengelasan.
3. Mampu mengetahui hasil uji efektivitas diagnosis dini katarak dengan pengolahan citra *digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* pada penyakit akibat kerja pengelasan.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, penelitian ini bermanfaat untuk memperdalam pengetahuan mengenai penyakit katarak, pengolahan citra *digital* dengan

Metode *Convolutional Neural Networks*, dan mengembangkan ilmu pengetahuan mengenai potensi bahaya pada pengelasan.

2. Bagi PPNS, penelitian ini digunakan sebagai aset penelitian yang dapat diarsipkan sebagai referensi.
3. Bagi perusahaan, penelitian ini bermanfaat pada *Medical Check Up* untuk mendiagnosis dini katarak pada pekerja tanpa dokter spesialis mata.
4. Bagi Masyarakat, penelitian ini bermanfaat untuk diagnosis dini katarak secara praktis dan dapat dilakukan dimana saja, sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya untuk pemeriksaan katarak.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menganalisis potensi bahaya pada proses kerja pengelasan di Bengkel Las PPNS.
2. Formulir HIRARC yang digunakan dengan standar *Department of Occupational Safety and Health* (DOSH) 2008, dan penilaian skala risiko digunakan standar AS/NZS 4360 Tahun 2004
3. Pengambilan data set mata normal dan katarak didapat dari dokter spesialis mata atau rumah sakit dan *website Kaggle*.
4. Pengolahan data citra *digital* dengan *python* dan Metode CNN.
5. Penelitian ini hanya mendeteksi citra *digital* mata normal, mata katarak dengan klasifikasi jenis dan tingkat stadium keparahan, persentase nilai akurasi, serta pemberian rekomendasi sebagai tindak lanjut.

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu jenis proses kerja yang menyambungkan logam besi dan sebagainya dengan metode pelelehan melalui pemanasan untuk membentuk suatu sambungan, sehingga menghasilkan percikan api dari logam yang dipanaskan (Bakhori, 2017). Berikut merupakan tahapan kerja pengelasan (Rizal et al., 2020):

1. Tahap Persiapan
  - a. Melakukan pengecekan kelengkapan alat kerja
  - b. Memakai alat pelindung diri
  - c. Memeriksa kondisi mesin las dan material kerja
  - d. Memanaskan material kerja serta elektroda yang akan digunakan
  - e. Menyalakan mesin las dan menghubungkan *grounding* ke material
2. Tahap Pelaksanaan
  - a. Mulai melakukan proses pengelasan
  - b. Membersihkan gram hasil las dengan palu terak dan sikat kawat
3. Tahap *Finishing*
  - a. Memeriksa hasil las telah sesuai dengan instruksi kerja
  - b. Mematikan mesin las
  - c. Membersihkan peralatan dan area kerja

Dari proses kerja diatas, diketahui pengelasan adalah pekerjaan yang berisiko tinggi dan mengakibatkan gangguan kesehatan. Hal ini disebabkan oleh beberapa potensi bahaya yang dihasilkan, yaitu (Husaini *et al.*, 2017):

#### 1. Radiasi Sinar

Selama proses pengelasan timbul sinar yang bersifat radiasi dan mampu membahayakan pekerja las. Sinar tersebut meliputi sinar tampak, sinar ultraviolet, dan sinar inframerah. Radiasi adalah transmisi energi yang terpancar dari atom melalui emisi cahaya (Kemenkes RI, 2017).

## 2. Sinar Tampak

Sinar ionisasi yang ditimbulkan radiasi dengan panjang gelombang 400-760 nm. Energi radiasi dapat terletak di rentang sinar tampak, tetapi dapat juga lebih besar atau lebih kecil dibandingkan sinar tampak. Apabila sinar yang masuk terlalu terang dan lama, mata akan mudah menjadi lelah dan sakit yang bersifat sementara, sehingga mengakibatkan akomodasi mata mengalami penurunan. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya katarak pada penglihatan pekerja (Sandra, 2021).

## 3. Sinar Ultraviolet (UV)

Sinar UV mempunyai panjang gelombang antara 10-380 nm dan menjadi sinar dengan radiasi paling merusak, karena memiliki kapasitas melepas elektron yang menyebabkan ionisasi. Radiasi tersebut menyebabkan kematian sel dengan merusak ikatan pasangan basa molekul genetik. Dampak terburuk yang dapat terjadi yaitu timbulnya kanker akibat hilangnya kontrol genetik atas pembelahan sel molekul dan oksidatif pada kulit. Selain itu, dapat menimbulkan sensasi terbakar pada kulit, terkena eritema, elastisitas kulit menurun, hingga menimbulkan katarak (Subagiada et al., 2021). Radiasi sinar UV menembus kornea, lensa, hingga retina sesuai panjang gelombang cahaya. Retina menyerap sinar UV dan diubah menjadi panas yang menyebabkan kerusakan permanen karena fungsi fokusing lensa rusak (Hadi et al., 2017).

## 4. Sinar Inframerah

Sinar inframerah adalah sinar yang menghasilkan sumber panas yang memancarkan gelombang elektromagnetis. Sinar ini dihasilkan dari busur api pengelasan. Sinar ini tidak dirasakan secara langsung oleh mata, tetapi lama kelamaan akan menghasilkan rasa panas pada mata yang selanjutnya menimbulkan pembengkakan kelopak mata, ulkus kornea, presbiopia dan terjadinya kerabunan hingga katarak (Astna *et al.*, 2018).

## 5. Arus Listrik

Menurut Sappa & Sihotang (2021) Pengelasan adalah pekerjaan dengan bantuan arus listrik untuk pemanasan logam. Hal ini menghasilkan

energi panas dan kejut dari busur listrik akibat lelehnya logam. Berikut tingkatan kejut berdasarkan besarnya arus (Nurhidayah, 2019):

- a. Arus 1 mA akan menimbulkan kejutan kecil.
- b. Arus 5 mA akan memberikan stimulasi tinggi pada otot.
- c. Arus 10 mA akan menimbulkan rasa sakit pada beberapa bagian tubuh.
- d. Arus 20 mA akan menimbulkan pengerutan otot sehingga orang tersebut tidak dapat melepaskan dirinya tanpa bantuan orang lain.
- e. Arus 50-100 mA sangat berbahaya hingga mengakibatkan kematian.

#### 6. Debu dan Gas dalam Asap Las

Kadar debu dalam asap las berkisar 0,5  $\mu\text{m}$  hingga lebih apabila terhirup akan tertahan oleh hidung dalam proses pernapasan. Dalam pengelasan busur listrik tanpa gas, mengandung Oksida Magnesium. Gas-gas yang terjadi ketika pengelasan adalah gas Karbon Monoksida, Karbon Dioksida, Ozon dan gas Nitrogen Dioksida. Debu asap yang tertinggal pada paru-paru akan melekat pada kantong udara sehingga menimbulkan sesak napas, asma dan lain sebagainya (Nurgazali, 2016).

#### 7. Percikan dan Terak Las

Percikan dan terak hasil pengelasan dapat masuk mengenai mata sehingga menimbulkan pembengkakan. Pembengkakan mata ini berakibat pada berkurangnya fungsi transparansi lensa sehingga penglihatan menjadi kabur. Selain itu, percikan las juga bisa mengenai kulit yang menyebabkan luka bakar dan timbul kemerahan hingga pembengkakan.

#### 8. Bahaya kebakaran dan Jatuh

Kebakaran dapat terjadi karena kabel las yang panas akibat kabel yang tidak sesuai atau adanya kebocoran listrik karena isolasi yang rusak. Pengelasan yang dilakukan di tempat yang tinggi memiliki potensi bahaya terjatuh dari ketinggian dan kejatuhan benda atau terak hasil pengelasan.

## 2.2. Penyakit Akibat Kerja

Penyakit akibat kerja (PAK) menjadi perhatian penting dalam K3, karena frekuensi munculnya PAK dalam jangka waktu panjang setelah proses kerja berlangsung, sehingga sering dijumpai pekerja yang acuh dengan risiko

kerja yang dapat menimbulkan PAK (Patradhiani et al., 2019). Berdasarkan Perpres No. 7 Tahun 2019 PAK adalah penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan dan/atau lingkungan kerja. Sedangkan Menurut Bahri & Mulyadi (2021) PAK adalah penyakit yang ditimbulkan oleh pekerjaan, alat dan/atau mesin kerja, bahan, proses maupun lingkungan kerja itu sendiri. Menurut Imanda (2020) Terdapat 5 penyebab PAK secara *general* di tempat kerja:

1. Golongan Fisik

PAK yang termasuk dalam golongan fisik ialah kebisingan yang menyebabkan ketulian, radiasi sinar elektromagnetik infra merah yang menyebabkan katarak, kenaikan suhu yang menyebabkan *heat cramps*, tekanan udara tinggi yang menyebabkan *coison disease*, getaran yang tinggi menyebabkan *hand arm vibration syndrome*, dan pencahayaan yang minim menyebabkan gangguan penglihatan.

2. Golongan Kimiawi

PAK yang disebabkan oleh bahan kimia berbahaya dalam bentuk cair, padat, gas, debu, uap dan partikel. Bahan kimia masuk ke dalam tubuh dapat melalui saluran pernafasan, pencernaan, kulit dan mukosa. Dampak yang dapat dihasilkan berupa iritasi, alergi, kanker, dan lain sebagainya.

3. Golongan Biologi

PAK yang disebabkan oleh makhluk hidup dari golongan tumbuhan maupun hewan, dari yang paling sederhana bersel tunggal sampai dengan yang paling tinggi tingkatannya. Fungal Diseases seperti TBC dan Tetanus. *Parasitic Diseases* seperti *Ancylostomiasis* dan *Schistosomiasis*.

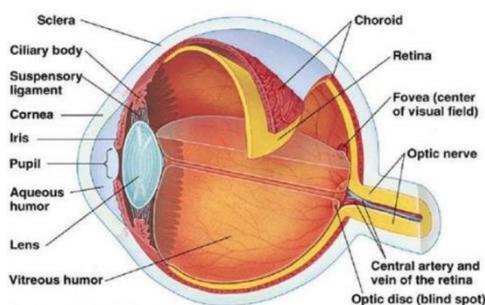
4. Golongan Fisiologi

PAK yang disebabkan oleh kesalahan-kesalahan konstruksi mesin, sikap badan yang kurang baik, salah metode melakukan pekerjaan, dan aktivitas lain yang dapat menimbulkan kelelahan fisik, bahkan dalam jangka panjang dapat terjadi perubahan fisik pada tubuh pekerja.

5. Golongan Psikososial

PAK yang disebabkan suatu sistem organisasi kerja yang mencakup tipe kepemimpinan, hubungan kerja, komunikasi, keamanan, tipe kerja (monoton, berulang-ulang, kerja berlebihan, kerja kurang, dan *shift* kerja).

### 2.3. Mata



Gambar 2. 1 Anatomi mata manusia (Septadina, 2015)

Dari gambar 2.1 diketahui mata memiliki beberapa bagian. Anatomi mata dibagi menjadi 3 bagian yaitu luar, tengah dan dalam. Bagian dalam mata meliputi kornea, iris, pupil, sklera, dan konjungtiva. Bagian tengah mata meliputi lensa dan rongga vitreous. Bagian belakang mata meliputi retina, makula, dan saraf optik. Mata adalah organ sensorik untuk mengirimkan informasi visual ke otak dari rangsangan berkas cahaya yang diterima. Pada katarak, bagian yang diserang adalah lensa. Lensa penderita katarak akan mengeruh yang lama kelamaan menjadi putih dan menghalangi penglihatan karena terhidrasi dan proses denaturasi protein (Sudrajat et al., 2021).

Lensa adalah bagian mata yang terletak di belakang pupil dengan fungsi menjaga kejernihan, merefraksikan cahaya, dan menghasilkan akomodasi. Bentuk menyerupai lempeng cakram bikonveks, transparan dan avaskuler. Tidak memiliki pembuluh darah atau sistem saraf, sehingga secara keseluruhan metabolisme lensa bergantung pada *aqueous humour*. Lensa mempunyai tebal sekitar 4 mm dengan diameter 9 mm (Zahro, 2020).

Pada pengelasan, katarak dihasilkan dari paparan sinar tampak, sinar UV, dan sinar inframerah. Namun sinar yang sangat berpengaruh pada katarak yaitu sinar UV. Paparan sinar UV menembus lapisan protein lensa berupa asam amino aromatik, yaitu triptofan, fenil alanin dan tirosin yang mengakibatkan reaksi fotokimia, sehingga radikal bebas spesies oksigen reaktif terbentuk. Reaksi oksidatif menyebabkan adanya *cross link* antar dan

intra protein, serta peningkatan jumlah *high molecular weight* protein. Maka terjadi agregasi protein yang membuat lensa mengeruh (Nazira *et al.*, 2015).

#### 2.4. Katarak

Katarak berasal dari bahasa Yunani, yaitu *katarassein*, terdiri dari dua kata yaitu *kata* artinya “turun” dan *arassein* artinya “serangan air”. *Katarassein* bermakna sesuatu yang turun seperti air terjun menghalangi indra penglihatan. Namun dalam bahasa Latin menjadi *cataracta* yang artinya *waterfall*, dimana penglihatan menjadi kabur disebabkan oleh aliran cairan keruh yang turun dan terisi di depan lensa, orang yang mengalami gejala seperti itu melihat bagaikan dari balik air terjun (Hutauruk & Siregar, 2017). Menurut Al-Hasan (2021) Katarak diartikan sebagai suatu penyakit yang menyerang indra penglihatan dengan hilangnya transparansi pada lensa sehingga penderita mengalami penurunan kualitas penglihatan.



Gambar 2. 2 Mata Katarak (Yolivia, 2022)

Berdasarkan gambar 2.2 terlihat pada lensa mata katarak terdapat kekeruhan seperti awan putih di tengah dan bagian pinggir secara lembut. Kekeruhan tersebut menyebabkan penglihatan samar dan kabur. Tidak semua penderita katarak merasakan gejala yang muncul, karena pada beberapa jenis katarak tidak terjadi perubahan pada penglihatan secara signifikan. Berikut ini gejala yang dialami oleh penderita katarak (Kemenkes RI, 2016):

1. Mengeruhnya penglihatan ketika mata melihat suatu objek
2. Meningkatnya sensitivitas terhadap cahaya atau sinar
3. Objek yang dilihat seperti ganda.

4. Sukar melihat objek pada malam hari.
5. Timbul lingkaran cahaya pada penglihatan.

#### **2.4.1. Faktor Penyebab Katarak**

Menurut Karira (2018) terdapat 2 faktor penyebab terjadinya penyakit katarak, yaitu sebagai berikut:

##### **1. Faktor Internal**

###### **a. Umur**

Dengan meningkatnya umur, ukuran lensa akan bertambah dengan timbulnya serat-serat lensa yang baru dan menipisnya transparansi lensa.

###### **b. Jenis Kelamin**

Katarak pada perempuan cenderung lebih tinggi rentan terkena katarak karena ketika pasca *menopause* akan terjadi penurunan kadar estrogen (Fernanda et al., 2020).

###### **c. Riwayat Diabetes Melitus**

Diabetes melitus sebagai gangguan metabolisme dengan multi etiologi ditandai dengan tingginya kadar gula darah yang menyebabkan pembengkakan lensa (Subekti, 2016).

###### **d. Status Gizi**

Energi protein dan lemak berkaitan dengan penyakit katarak, karena protein diperlukan untuk pembentukan lamel-lamel lensa yang merupakan protein fungsional untuk menstabilkan kejernihan lensa.

###### **e. Diare Kronis**

Diare sangat berpengaruh dengan terjadinya dehidrasi, dimana perubahan keseimbangan elektrolit menimbulkan kerusakan lensa sehingga terjadi kekeruhan pada lensa mata.

##### **2. Faktor Eksternal**

###### **a. Merokok**

Stres oksidatif akibat merokok dapat menimbulkan protein lensa kehilangan *sulphydryl* dan terjadi oksidasi

metionin pada inti lensa, sehingga ikatan antar protein membentuk agregasi molekul yang sukar larut (Leisan, 2016).

b. Konsumsi Alkohol

Mengonsumsi minuman beralkohol secara berlebihan dapat meningkatkan proses kerusakan membran mata sehingga dapat memicu katarak.

c. Pekerjaan

Ketika proses pengelasan berlangsung, sinar yang dihasilkan adalah sinar tampak, sinar UV dan sinar inframerah. Ketiga sinar ini mempunyai dampak yang cukup buruk untuk kesehatan mata. Sinar tampak dapat menurunkan kualitas penglihatan. Sinar UV membuat mata terasa sakit dan tidak nyaman. Sedangkan sinar inframerah dapat menyebabkan pembengkakan kelopak mata dan presbiopi.

**2.4.2. Stadium Tingkat Kekeruhan Katarak**

Tingkat keparahan seseorang terkena katarak dapat ditinjau dari stadium kekeruhan lensa mata. Stadium dalam katarak diklasifikasikan menjadi 4 tingkatan. Berikut ini merupakan tingkat kekeruhan katarak berdasarkan stadiumnya:

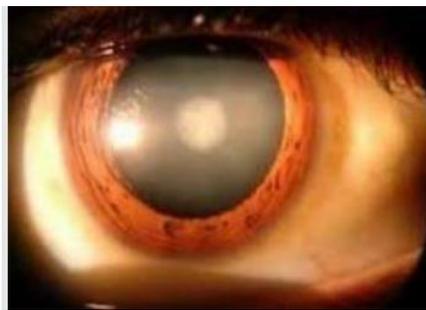
Tabel 2. 1 Stadium Katarak

<b>Parameter</b>	<b>Insipien</b>	<b>Imatur</b>	<b>Matur</b>	<b>Hipermatur</b>
<b>Kekeruhan</b>	Ringan	Sebagian	Seluruh	Masif
<b>Cairan lensa</b>	Normal	Bertambah (air masuk)	Normal	Berkurang (air + massa lensa keluar)
<b>Iris</b>	Normal	Terorong	Normal	Tremulans
<b>Bilik mata depan</b>	Normal	Dangkal	Normal	Dalam
<b>Sudut bilik mata</b>	Normal	Sempit	Normal	Terbuka
<b>Shadow test</b>	Negatif	Positif	Negatif	Pseudopos
<b>Visus</b>	>6/60	5/60-1/60	1/300	0
<b>Penyulit</b>	-	Glaukoma	-	Uveitis + Glaukoma

Sumber: Ilyas and Yulianti, 2012

Sesuai dengan tabel 2.1 diketahui bahwa stadium kekeruhan lensa mata katarak memiliki beberapa parameter pendukung yaitu kekeruhan, cairan lensa, iris, bilik mata depan, sudut bilik mata, *shadow test*, visus, dan penyulit dengan kondisi yang berbeda-beda setiap stadiumnya. Berikut ini merupakan deskripsi terkait masing-masing stadium katarak (Astari, 2018):

#### 1. Katarak Insipien

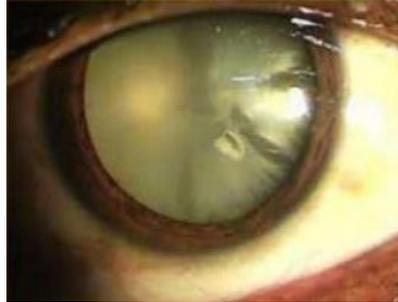


Gambar 2. 3 Katarak Insipien (Yolivia, 2022)

Berdasarkan gambar 2.3 dapat dilihat bahwa katarak insipien memiliki ciri adanya bercak berbentuk jeruji mulai dari tepi ekuator menuju korteks anterior dan posterior mata. Kemudian pada bagian tengah lensa mulai mengalami kekeruhan secara lembut. Katarak stadium awal memiliki kekeruhan lensa yang masih minim hingga sukar terlihat bila tidak menggunakan alat bantu periksa. Terdapat keluhan poliopia akibat indeks refraksi yang berbeda pada lensa. Pada bagian cairan lensa, iris, bilik mata depan dan sudutnya akan normal serta bila dilakukan *shadow test* hasilnya akan negatif dengan visus lebih dari 6/60.

Rekomendasi yang dapat diberikan pada penderita katarak insipien yaitu dengan pemakaian kacamata refraktif untuk menunjang aktivitas yang dilakukan sehari-hari atau pemberian 2,5% *phenylephrine* namun dapat menyebabkan efek samping seperti tremor dan berkeringat (Anom *et al.*, 2022).

## 2. Katarak Imatur



Gambar 2. 4 Katarak Imatur (Yolivia, 2022)

Berdasarkan gambar 2.4 Katarak imatur memiliki ciri bagian tengah lensa terselimuti awan putih secara menyeluruh dengan bayangan iris yang mengeruh. Namun belum menyebar ke tepi lensa. Pada stadium dua terjadi hidrasi korteks yang membuat lensa bertambah cembung. Hal ini mengakibatkan iris terdorong kedepan dan bilik mata lebih sempit dan dangkal. Pada bagian cairan lensa akan bertambah, bila dilakukan *shadow test* hasilnya akan positif dengan visus menurun menjadi 5/60-1/60.

Rekomendasi yang diberikan untuk katarak stadium imatur yaitu dengan terapi obat tetes mata *catarlent eye drop* dengan intensitas penggunaan 1 tetes diberikan 5 kali sehari guna menghambat pengembangan kekeruhan lensa (Amindyta, 2013).

## 3. Katarak Matur

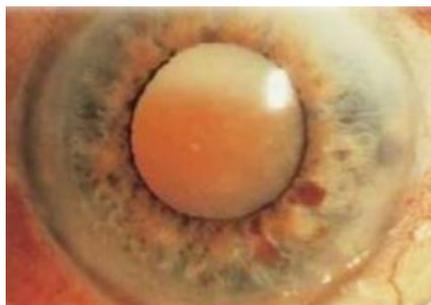


Gambar 2. 5 Katarak Matur (Yolivia, 2022)

Berdasarkan gambar 2.5 katarak matur memiliki ciri pada bagian tengah lensa telah terselimuti oleh awan putih secara menyeluruh dan tepi lensa mulai mengeruh secara lembut serta pupil terlihat mengecil. Kekeruhannya telah mengenai seluruh massa lensa, akibat deposit ion Ca yang menyeluruh. Apabila dibiarkan saja akan menjadi katarak dengan kandungan air berlebih, yang dapat memblok pupil dan menyebabkan tekanan pada bola mata meningkat. Pada katarak matur, lensa, iris dan bilik mata tetap dalam kondisi, bila dilakukan *shadow test* hasilnya akan positif dengan visus menurun drastis menjadi 1/300 atau hanya dapat melihat lambaian tangan dalam jarak 1 meter.

Rekomendasi yang dapat dilakukan berupa tindakan operasi seperti *Extracapsular cataract extraction* (ECCE) yaitu diambilnya inti lensa dengan cara membuka bagian depan lensa namun bagian belakang masih dapat dipertahankan. Selain itu, dapat dilakukan pula *Phaco-emulsification* yaitu operasi dengan sistem aspirasi-irigasi dengan mengambil jaringan korteks dan fragmen nukleus (Anom *et al.*, 2022).

#### 4. Katarak Hiper matur



Gambar 2. 6 Katarak Hiper matur (Yolivia, 2022)

Berdasarkan gambar 2.6 katarak hiper matur memiliki ciri keseluruhan bagian lensa telah terselimuti oleh awan putih secara utuh, sehingga terjadi perubahan pada selaput depan lensa. Pada bagian tepi lensa mengalami kekeruhan secara lembut. Katarak

stadium akhir dengan kekeruhan mengenai seluruh massa lensa dan mengalami proses degenerasi lanjut, dapat menjadi lembek dan mencair. Pada tahap ini penglihatan masuk dalam fase kebutaan. Pada katarak hiper matur, cairan lensa berkurang, iris menjadi tremulans dan sudut bilik mata terbuka, bila dilakukan *shadow test* hasilnya pseudopos dengan visus mencapai 0.

Rekomendasi penanganan yang dapat dilakukan yaitu tindakan operasi *Intracapsular cataract extraction* (ICCE) berupa pengangkatan lensa secara utuh beserta kapsulnya dikeluarkan (Anom *et al.*, 2022).

### **2.4.3. Klasifikasi Katarak**

Menurut Budiono *et al.*, (2013) katarak berdasarkan penyebab terjadinya dapat dibagi menjadi 4, yaitu:

#### **1. Katarak Kongenital**

Katarak yang umumnya dialami oleh bayi baru lahir dan bayi yang berumur kurang dari satu tahun dengan terlihatnya bercak putih pada pupil (Eriskan & Amiruddin, 2021). Pada ibu hamil dengan riwayat penyakit diabetes melitus, toksoplasmosis, galaktosemia, rubela adalah salah satu penyebab katarak kongenital pada bayi. Cara preventif yang dapat dilakukan yaitu pemeriksaan prenatal, mengonsumsi vitamin selama kehamilan, dan pemeriksaan adanya infeksi pada kandungan.

#### **2. Katarak Senilis**

Katarak yang disebabkan oleh proses degeneratif. Umumnya diderita oleh orang berusia diatas 40 tahun. Lensa mengeruh dan menebal, serta menurunnya daya akomodasi.

#### **3. Katarak Traumatika**

Katarak yang disebabkan oleh luka memar/ trauma tumpul maupun tajam yang menimbulkan cedera pada lensa mata. Penyebab dari trauma ini pada umumnya yaitu radiasi sinar X, infra merah, ultra violet, radioaktif, paparan bahan kimia dan

terkena benda asing. Perforasi pada trauma lensa dapat menimbulkan suatu gambaran khusus *perforation rossete* kekeruhan kemerahan dengan bentuk menyerupai bintang pada subkapsular posterior. Trauma menembus kapsul lensa secara dan menyebabkan opasitas kortikal (Lubis, 2013).

#### 4. Katarak Komplikata

Katarak yang disebabkan karena kapsul lensa mengalami penebalan akibat permeabilitas membran yang mengalami perubahan. Katarak komplikata disebabkan oleh kelainan kongenital dan herediter, miopia, distrofi vitreoretinal, serta sindrom tertentu seperti kelainan kulit, tulang, dan kromosom (Ilyas & Yulianti, 2012). Namun sering disebabkan oleh uveitis anterior, kondisi ini dilandasi oleh intensitas infeksi okular. Gejala yang dialami yaitu mata menjadi merah, berair, gatal, nyeri, dan terjadi pembengkakan (Risnasari et al., 2020).

### 2.5. Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*

*Hazard identification, risk assessment and risk control* (HIRARC) merupakan suatu metode identifikasi yang digunakan untuk meninjau *hazard* suatu proses kerja secara sistematis, teliti dan terstruktur yang dapat menimbulkan risiko merugikan bagi manusia, fasilitas, lingkungan, atau sistem yang ada di sekitarnya serta menanggulangi risiko tersebut (Fathimahhayati et al., 2019). Terdapat banyak kelebihan dari Metode HIRARC, namun tidak menutup kemungkinan terdapat pula kekurangannya. Berikut merupakan kekurangan dan kelebihan dari Metode HIRARC:

1. Implementasi hasil metode ini hanya berupa tabel, tidak digambarkan dengan jelas untuk runtutan penyebab terjadinya suatu kecelakaan.
2. Dapat mengidentifikasi potensi-potensi bahaya yang ada di area kerja.
3. Dapat mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi di area kerja.
4. Dapat mengevaluasi risiko yang terjadi melalui penilaian risiko dengan menggunakan matriks penilaian.

5. Dapat memberikan upaya pengendalian untuk meminimalisir hingga mencegah terjadinya kecelakaan

Pada penelitian ini menggunakan formulir HIRARC yang dikeluarkan oleh Department of Occupational Safety and Health (2008) yang ditampilkan pada tabel 2.2:

Tabel 2. 2 Formulir HIRARC

<b>HIRA RC FORM</b>			
<i>Company :</i>		<i>Conducted by :</i>	
<i>Process / Location :</i>		<i>(Name designation)</i>	
<i>Approved by : (Name, designation)</i>		<i>Date: (from...to...)</i>	
<i>Date :</i>		<i>Review date :</i>	<i>Next Review Date</i>

<b>1. Hazard Identification</b>				<b>2. Risk Analysis</b>			<b>3. Risk Control</b>		
No	Work Activity	Hazard	Which can cause / effect	Existing Risk Control (if any)	Likelihood	Severity	Risk Rating	Recommended Control Measures	PIC (due date / status)

Sumber: Department of Occupational Safety and Health, 2008

Berdasarkan tabel 2.2 diketahui bahwa formulir HIRARC berisikan tiga tahapan dengan deskripsi sebagai berikut:

1. Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

Observasi dan mengenali potensi bahaya yang ada pada tahapan proses pengelasan dan lingkungan kerja.

2. Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Penilaian risiko bertujuan untuk mengevaluasi seberapa besarnya tingkat risiko kecelakaan dan mempertimbangkan kemungkinan efek apa saja yang akan terjadi. Dalam metode HIRARC, untuk penilaian risiko menggunakan 2 parameter yaitu *likelihood* dan *severity*. Apabila nilai kedua parameter tersebut telah ditentukan untuk tiap tahapan pengelasan, akan didapatkan nilai *risk rating* yang akan menggambarkan besar risiko kecelakaan pada tiap tahapan kerja.

a) *Likelihood*

Kemungkinan terjadinya konsekuensi dengan sistem pengaman yang tersedia. Kriteria *likelihood* yang digunakan adalah frekuensi dimana dalam perhitungannya secara kuantitatif berdasarkan data atau riwayat kecelakaan perusahaan dalam kurun waktu tertentu (Nadhila, 2018). Dalam standar AS/NZS 4360: 2004 *likelihood* diberi rentang dari risiko yang jarang terjadi hingga yang terjadi setiap saat. *Skala likelihood* dapat dilihat pada tabel 2.3:

Tabel 2. 3 Skala *Likelihood*

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi
1	<i>Almost certain</i>	Terjadi $\geq$ 1 kejadian setiap minggu
2	<i>Likely</i>	Terjadi $\geq$ 1 kejadian setiap bulan
3	<i>Moderate</i>	Terjadi $\geq$ 1 kejadian setiap 6 bulan
4	<i>Unlikely</i>	Terjadi $\geq$ 1 kejadian setiap tahun
5	<i>Rare</i>	Terjadi $\geq$ 1 kejadian setiap 5 tahun

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Berdasarkan tabel 2.3 diketahui matriks penilaian *likelihood* dibagi menjadi 5 tingkatan. Penilaian *likelihood* berdasarkan frekuensi peluang terjadinya potensi bahaya atau kecelakaan. Semakin besar nilai *likelihood* menunjukkan kejadian dapat terjadi

satu kali setiap minggu. Sedangkan, semakin rendah nilai *likelihood* menunjukkan kejadian terjadi satu kali dalam lima tahun.

b) *Severity*

Penilaian terhadap parahnya kecelakaan atau kerugian yang ditimbulkan dari proses pengelasan. *Severity* dapat ditentukan dari seberapa besar kerugian yang ditimbulkan dengan adanya kegagalan proses kerja dalam hal perawatan dan operasional suatu perusahaan (Andiyanto et al., 2017). Dalam standar AS/NZS 4360: 2004 *severity* diberi rentang dari risiko yang jarang terjadi hingga yang terjadi setiap saat. *Skala likelihood* dapat dilihat pada tabel 2.4:

Tabel 2. 4 Skala *Severity*

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi
5	<i>Catastrophe</i>	Menyebabkan kematian, kerugian materi sangat besar ( $\geq$ Rp50.000.001)
4	<i>Major</i>	Cidera yang mengakibatkan cacat (hilangnya fungsi tubuh) secara total, terhentinya proses produksi, serta kerugian materi besar (Rp20.000.001–50.000.000)
3	<i>Moderate</i>	Memerlukan perawatan medis dan mengakibatkan hilangnya hari kerja/fungsi anggota tubuh untuk sementara, serta kerugian materi cukup besar (Rp5.000.001– 20.000.000)
2	<i>Minor</i>	Memerlukan perawatan P3K, kerugian materi sedang (Rp1.000.001–5.000.000)
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada cedera dan kerugian materi sangat kecil ( $\leq$ Rp. 1.000.000)

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Berdasarkan tabel 2.4 diketahui bahwa matriks penilaian *severity* dibagi menjadi 5 tingkatan. Penilaian *severity* didasarkan pada tingkat keparahan yang meningkat terhadap kesehatan individu, lingkungan, atau properti. Semakin besar nilai *severity* menunjukkan bahwa dampak yang ditimbulkan dari kejadian adalah kematian dan kerugian materi yang sangat besar. Sedangkan, semakin rendah nilai *severity* maka menunjukkan bahwa dampak yang ditimbulkan dari kejadian adalah tidak adanya cedera dan kerugian materi yang sangat sedikit.

c) *Risk Rating*

Setelah mengetahui dari masing-masing nilai *likelihood* dan *severity*, maka dilakukan perhitungan *risk rating*. Tujuan *risk rating* adalah untuk menentukan skala prioritas risiko untuk selanjutnya menentukan pengendalian yang dapat meminimalisir dampaknya jika terjadi (Tasha & Widiawan, 2022). *Risk rating* dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.1:

$$Risk\ Rating = Likelihood \times Severity \quad (2.1)$$

Dengan

*Likelihood* = Besar kemungkinan potensi bahaya terjadi

*Severity* = Besar dampak yang diakibatkan jika potensi bahaya terjadi

Skala *risk rating* dapat dilihat pada tabel 2.5:

Tabel 2. 5 Skala *Risk Rating*

<i>Risk Matrix</i>		<i>Severity</i>				
		1	2	3	4	5
<i>Likelihood</i>	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Keterangan:

-  : Memiliki tingkat risiko *extreme* (kriteria penilaian 20-25)
-  : Memiliki tingkat risiko *high* (kriteria penilaian 10-19)
-  : Memiliki tingkat risiko *medium* (kriteria penilaian 5-9)
-  : Memiliki tingkat risiko *low* (kriteria penilaian 1-4)

Berdasarkan tabel 2.5 diketahui bahwa matriks penilaian *severity* dibagi menjadi 4 tingkatan. Hasil *risk rating* didapatkan dari perkalian antara nilai *likelihood* dan *severity*. Tingkatan yang paling rendah yaitu dengan hasil *risk rating* sebesar 1-4 berwarna hijau

yang memiliki arti tingkatan dengan risiko kecelakaan rendah. Sedangkan tingkatan yang paling tinggi yaitu dengan hasil risk rating sebesar 20-25 berwarna merah tua yang memiliki arti tingkatan dengan risiko kecelakaan ekstrim.

### 3. Pengendalian Risiko (Risk Control)

Pengendalian risiko dilakukan untuk keseluruhan bahaya yang telah ditemukan selama proses identifikasi bahaya. Dalam memberikan pengendalian risiko, dapat mengacu pada hierarki pengendalian untuk meminimalisir hingga menghilangkan risiko kecelakaan kerja.

## 2.6. Citra Digital

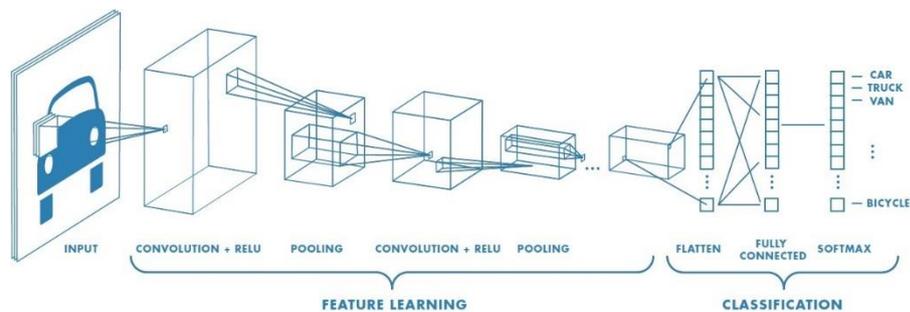
Citra adalah visual dari objek dua dimensi. Sedangkan *digital* adalah pengolahan citra secara sistematis dengan bantuan komputer (Rena, 2019). Menurut Golan (2018) Citra *digital* merupakan representasi fungsi intensitas objek dan divisualisasikan pada bidang dua dimensi. Citra yang digunakan dalam pengolahan data yaitu citra lensa mata katarak dan normal. Agar citra *digital* mata memiliki kualitas yang tinggi untuk diinterpretasikan, perlu dilakukan pengolahan citra. Pengolahan citra adalah teknik yang digunakan untuk pengkajian citra dengan algoritma matematika, dalam beraneka bidang seperti teknologi, sistem informasi, sains, dan lain-lain (Ningsih, 2021).

## 2.7. Metode Convolutional Neural Networks

Metode *Convolutional Neural Networks* (CNN) merupakan salah satu metode *deep learning* yang paling sering digunakan dengan *machine learning* yang model pembelajarannya spesifik untuk mendeteksi dan mengenali suatu objek media seperti *citra digital* (Nurolan, 2020). Metode CNN memiliki kelebihan dalam mengekstraksi pola citra *digital* yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan karakteristik dari citra tersebut, sehingga dapat mengenali citra dari mata katarak dan mata normal. Menurut Yu & Shi (2018) Metode CNN memiliki keunggulan dan kekurangan, yaitu diantaranya:

1. Secara otomatis melakukan ekstraksi karakteristik penting dari setiap citra *digital* yang *diinput* tanpa bantuan manusia. Hal ini dapat membantu representasi citra mata katarak dan mata normal selama pengolahan data.
2. Memiliki peningkatan komputasi tinggi, sehingga mengefisiensi penyimpanan dan kompleksitas karakteristik. Hal ini mendukung proses deteksi karakteristik citra mata katarak yang kompleks.
3. Didukung oleh *end to end training*. Hal ini diartikan pengguna tidak harus memiliki pengetahuan domain atau indeks karakteristik dari citra.
4. Membutuhkan banyak data untuk dilatih atau *training*. Hal ini menyebabkan pengguna memerlukan banyak data citra mata katarak dan mata normal untuk dijadikan data set.
5. Proses *training* dapat memakan waktu dan menyebabkan *overfitting*. *Overfitting* dapat terjadi karena terlalu banyak data yang dilatih.

Pada dasarnya Metode CNN menggunakan sistem seperti citra *digital* yang dilatih sehingga mendapatkan akurasi karakteristik tinggi dengan beberapa tahapan. Berikut ini tahapan arsitektur pada Metode CNN:



Gambar 2. 7 Tahapan Metode *Convolutional Neural Networks* (Nurhikmat, 2018)

Berdasarkan gambar 2.7 diketahui secara garis besar Metode CNN terdiri dari 2 tahapan yaitu *feature learning* dan *classification*. Namun dari kedua tahapan tersebut diuraikan menjadi beberapa tahapan dengan fungsi yang berbeda namun berkesinambungan, sebagai berikut:

#### 1. *Convolutional Layer*

Lapisan inti proses komputasi pada metode CNN. Tahapan ini berfungsi untuk ekstraksi ciri citra mata katarak dan normal yang *diinput*.

*Convolutional layer* terdiri dari struktur dengan sejumlah *filter* ukuran sama agar fungsi kompleks diaplikasikan pada citra. Dilakukan proses mekanisme pembagian nilai berat dengan menggeser *filter* di atas citra dengan bobot dan nilai bias yang sama untuk memberikan kemampuan dalam mewakili ciri yang dimiliki seluruh citra *digital* (Firmansyah, 2021).

## 2. Re-LU (*Rectified Linear Unit*)

Suatu fungsi aktivasi yang digunakan untuk membantu meminimalisir jumlah perhitungan fitur atau karakteristik pada citra *digital* yang telah di *input* pada proses *training* dan meningkatkan kinerja sistem pemrograman secara signifikan.

## 3. *Pooling*

Lapisan yang digunakan untuk pengurangan dimensi citra *digital* (*down sampling*) dengan tujuan mempermudah proses komputasi karena mengurangi jumlah parameter dan perhitungan di jaringan dan mengendalikan *overfitting* (Wibi et al., 2020). Ada 2 jenis *pooling* yaitu *average pooling* (nilai rata-rata) dan *max pooling* (nilai maksimal).

## 4. *Flatten*

*Feature map* hasil *pooling* berupa *multi dimensional array*. *Multidimensional array* merupakan variabel yang memiliki beberapa indeks untuk menyimpan sejumlah data dengan tipe yang sama, sehingga perlu dilakukan tahapan *flatten* untuk mengubah *feature map* dalam bentuk vektor. Hal ini dilakukan supaya vektor tersebut dapat digunakan sebagai masukan dari *fully connected layer* (Mubarok, 2019).

## 5. *Fully Connected Layer*

Lapisan yang menghubungkan seluruh *neuron* aktivasi dari lapisan sebelumnya dengan lapisan selanjutnya untuk proses klasifikasi secara linear menggunakan *neural network*. Seluruh karakteristik penting dari citra *digital* sebelumnya yang telah terekstraksi akan mampu mendeteksi karakteristik dari citra yang akan diinput (Nurhikmat, 2018).

## 6. *Softmax Classifier*

*Generalisasi* pada fungsi logistik yang bertujuan untuk menghasilkan probabilitas dari prediksi klasifikasi citra *digital* dengan

nilai antara 0 dan 1. *Output* yang dihasilkan *softmax classifier* secara otomatis terhimpun dalam klasifikasi mata katarak atau normal. *Output* tersebut bersifat lebih intuitif dengan interpretasi probabilistik yang lebih baik daripada metode algoritma klasifikasi lain (Nurhikmat, 2018).

Dalam pengolahan citra *digital* mata katarak dan normal menggunakan Metode CNN, digunakan bantuan *python* yang merupakan bahasa pemrograman interpretatif multiguna yang mudah dibaca dan dipahami, bahasa *python* lebih menekankan pada keterbacaan kode agar lebih memudahkan untuk menulis kode yang jelas dan logis dalam proyek skala kecil dan besar (Kadarina & Hajar, 2019). *Software* untuk *coding environment* pengolahan citra disini menggunakan *visual studio code*. Pada *software* ini tidak memerlukan sambungan internet untuk akses data dengan fitur yang lengkap dan performa yang cepat.

## **2.8. Website**

Menurut Trimarsiah & Arafat (2017) *Website* didefinisikan sebagai suatu media yang dapat membagikan informasi dan dapat diakses melalui internet. *Website* berisikan gabungan dari beberapa halaman situs yang umumnya terhimpun dalam sebuah *domain* atau *subdomain*, yang berada dalam *World Wide Web* (WWW). Halaman *web* berisikan dokumen dengan format penulisan *Hyper Text Markup Language* (HTML). *Website* disini bertujuan sebagai *platform* yang mempermudah akses apabila seseorang ingin mengecek kondisi mata untuk diagnosis dini katarak.

## **2.9. Expert Judgement**

*Expert judgement* adalah pendapat seorang ahli atau seseorang yang berpengalaman di bidangnya. Proses pemilihan *expert judgement* harus mempertimbangkan kriteria khusus, sehingga informasi, pendapat, penilaian, dan saran dari *expert judgement* dapat dipertanggung jawabkan. Berikut beberapa kriteria dalam pemilihan *expert judgement* (Rofiq & Azhar, 2022):

- a. Berpengalaman dalam melakukan penilaian dan membuat suatu keputusan.

- b. Memiliki reputasi yang baik.
- c. Mampu dan bersedia berpartisipasi menjadi *experts*.
- d. Memiliki imparialitas serta kualitas yang melekat seperti kemampuan adaptasi yang baik dan kepercayaan diri yang kuat.

*Expert judgement* yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokter spesialis mata dan dosen keselamatan dan kesehatan kerja. Dokter spesialis mata berperan sebagai validator hasil diagnosis yang diproses oleh sistem pemrograman telah sesuai dengan teori ilmu kedokteran. Kemudian *supervisor welder* dan HSE/ Dosen K3 sebagai validator hasil identifikasi bahaya pada proses pengelasan menggunakan Metode HIRARC.

## 2.10. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu, sehingga perlu kajian penelitian sejenis mengenai teori dan metode untuk mengetahui hasil dan kesimpulan dari penelitian sebelumnya. Kajian dari penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.6:

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Firdaus, D. H., Imran, B., Bakti, L. D., & Suryadi, E.	2022	Klasifikasi Penyakit Katarak Berdasarkan Citra Menggunakan Metode CNN Berbasis Web	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplikasi berbasis <i>web</i>. Hasil pengujian menggunakan 60 data uji mendapatkan akurasi sebesar 93,33%.</li> <li>2. Data set sebanyak 512 citra <i>digital</i> retina dengan 2 kelas katarak dan normal.</li> </ol>
2.	Simanjuntak, R. B. J., Fu'adah, Y., Magdalena, R., Saidah, S., Wiratama, A. B., & Ubaidah, I. D. W. S.	2022	<i>Cataract Classification Based on Fundus Images Using Convolutional Neural Network</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klasifikasi katarak berdasarkan fundus dengan membandingkan beberapa arsitektur CNN, yaitu <i>GoogLeNet</i>, <i>MobileLeNet</i> dan <i>ResNet</i>.</li> <li>2. Kelas katarak terdeteksi menjadi 4, yaitu Normal, <i>Immature</i>, <i>Mature</i>, dan <i>Hypermaturation</i>. Nilai akurasi terbaik sebesar 92%.</li> </ol>
3.	Bu'ulolo, G. J., Jacobus, A., & Kambey, F. D.	2021	Identifikasi Citra Penyakit Mata Katarak Menggunakan CNN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Output</i> berupa prediksi citra retina mata katarak dan normal, dengan persentase nilai konfidensi citra. Hasil akurasi terbesar yaitu 92,93%.</li> </ol>

				2. Dari pengujian berbasis <i>web</i> , berhasil mengidentifikasi citra mata katarak normal dengan data uji sebanyak 30% dari data pelatihan.
--	--	--	--	---

Berdasarkan tabel 2.6 diketahui dari ketiga penelitian, citra *digital* yang digunakan yaitu fundus, sedangkan katarak menyerang bagian lensa mata. Maka, peneliti melakukan pengembangan dengan citra *digital* lensa dan klasifikasi 5 kelas yaitu mata normal, insipien, imatur, matur, dan hiper matur. Penambahan klasifikasi jenis katarak yang diderita berdasarkan usia, pekerjaan, dan riwayat penyakit. Selanjutnya, sebagai penunjang dari hasil diagnosis diberikan deskripsi rekomendasi sebagai tindak lanjut penanganan.

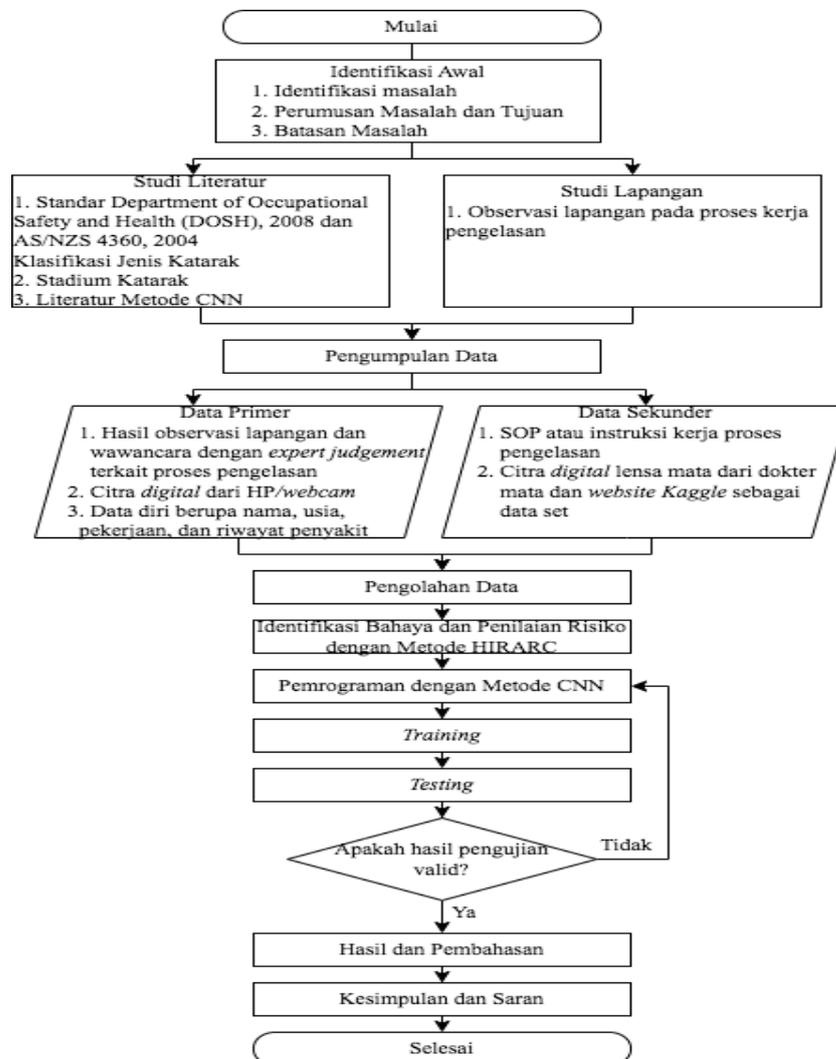
\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## BAB 3 METODE PENELITIAN

Pengerjaan tugas akhir memerlukan proses penelitian yang terstruktur dengan langkah-langkah yang sistematis. Metode penelitian adalah proses yang berisi tahapan saling berkaitan agar proses penelitian dapat dipahami oleh pihak lain dan mendapat hasil yang *valid*.

### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini diagram alir penelitian yang ditampilkan pada gambar 3.1:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2. Identifikasi Awal

Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan tinjauan permasalahan terhadap K3 yang sering terjadi pada industri, dimana dalam proses kerja pengelasan ditemukan potensi bahaya yang dapat menimbulkan penyakit akibat kerja katarak. Namun, industri masih jarang atau tidak pernah melakukan *medical check up* berupa pemeriksaan katarak kepada pekerja. Tahap ini digunakan untuk menentukan rumusan masalah serta tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini.

#### 1. Identifikasi Masalah

Dilakukan identifikasi terkait pengelasan yang menimbulkan potensi bahaya berupa paparan radiasi sinar tampak, sinar ultraviolet, sinar inframerah, arus listrik, debu dan gas dalam asap las, percikan serta terak las yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja khususnya katarak. Minimnya pemeriksaan katarak karena fasilitas kesehatan yang mahal, tidak *moveable* serta memerlukan keterampilan khusus dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu, perkembangan teknologi informasi harus dimanfaatkan proses analisis agar didapatkan hasil yang lebih cepat dan *valid*.

#### 2. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Tahap ini merupakan pengembangan dari identifikasi masalah, dimana peneliti menentukan rumusan masalah, menetapkan tujuan yang ingin dicapai dan manfaat penelitian, manfaat bagi peneliti, perusahaan, dan masyarakat. *Output* yang diharapkan dari penelitian ini adalah identifikasi bahaya pada proses pengelasan menggunakan Metode HIRARC, pengolahan data dengan pemrograman CNN dengan hasil berupa klasifikasi jenis dan tingkat stadium katarak yang diderita, persentase nilai akurasi, dan rekomendasi upaya yang dapat dilakukan oleh penderita sesuai dengan tingkatan stadium katarak.

#### 3. Batasan Masalah

Bertujuan untuk memfokuskan proses pembuatan alat agar tidak meluas. Tahapan ini membantu peneliti untuk proses pengerjaan dan

sebagai pengingat bahwa pemrograman yang akan dibuat sesuai dengan spesifikasi yang sudah direncanakan.

### **3.3. Studi Literatur**

Tahapan pencarian referensi yang relevan dengan pengolahan data yang bertujuan untuk memudahkan proses analisis dalam menyelesaikan permasalahan yang didapat. Studi literatur yang akan digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan *Standar Department of Occupational Safety and Health (DOSH)*, 2008 dan *AS/NZS 4360*, 2004 sebagai acuan pengisian formulir HIRARC. Stadium tingkat kekeruhan lensa mata katarak dan jenisnya, serta literatur terkait pengolahan citra dengan Metode *Convolutional Neural Networks (CNN)*.

### **3.4. Studi Lapangan**

Tahapan bertujuan untuk mengetahui kondisi nyata bagaimana proses kerja pengelasan. Tahapan ini membantu peneliti dalam melakukan proses identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada proses kerja pengelasan di Bengkel Las PPNS.

### **3.5. Pengumpulan Data**

Tahapan yang digunakan untuk mengumpulkan data-data baik secara primer maupun sekunder yang berkaitan dengan permasalahan yang dijadikan penelitian.

#### **1. Data Primer**

Data primer meliputi hasil observasi lapangan dan wawancara dengan *expert judgement* terkait uraian proses kerja pengelasan, sehingga akan didapatkan gambaran secara detail proses kerja dan potensi bahayanya. Kemudian, untuk pemrograman digunakan citra *digital* responden yang dihasilkan berdasarkan *visible light* dengan kamera umum seperti kamera *mobile phone* atau *webcam* dengan kondisi mata menghadap lurus ke arah kamera dan ukuran citra *digital* minimal 500 kb. Citra *digital* hasil pengujian tersebut diolah menggunakan Metode CNN

sehingga memiliki karakteristik yang menunjukkan bahwa lensa mata responden tersebut termasuk dalam mata normal atau katarak dengan tingkatan kekeruhan lensa sesuai stadium. Selain itu, terdapat data terkait umur, jenis pekerjaan, dan riwayat penyakit akan menjadi penentu klasifikasi jenis katarak yang diderita.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder berupa SOP atau instruksi kerja proses pengelasan dan citra *digital* dari pemeriksaan lensa mata oleh rumah sakit atau dokter spesialis mata, dan *website Kaggle*. Selanjutnya citra *digital* dijadikan data set sebagai parameter penentu responden tergolong mata normal atau katarak dengan tingkatan kekeruhan lensa sesuai stadium dan sebagian lainnya dijadikan data *training* untuk pengujian efektivitas pemrograman.

### **3.6. Identifikasi Bahaya dengan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control***

Identifikasi bahaya dan penilaian risiko dilakukan menggunakan Metode HIRARC dengan tahapan sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

Dalam tahapan ini hal yang dapat dilakukan yaitu dengan observasi dan mengenali potensi bahaya yang ada pada tahapan proses kerja pengelasan serta kondisi lingkungan kerja.

#### 2. Penilaian Risiko (Risk Assessment)

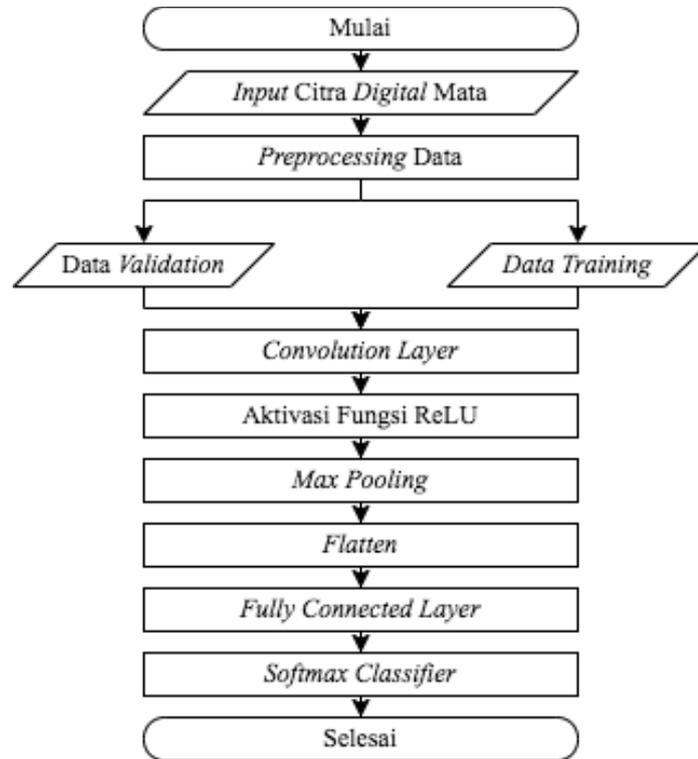
Setelah melakukan identifikasi bahaya, selanjutnya dilakukan penilaian risiko. Penilaian risiko disini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa besarnya tingkat risiko kecelakaan dan mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan efek apa saja yang akan terjadi. Penilaian risiko menggunakan standar AS/NZS 4360 tahun 2004.

#### 3. Pengendalian Risiko (Risk Control)

Pengendalian risiko dilakukan untuk keseluruhan bahaya yang telah ditemukan selama proses identifikasi bahaya. Dalam memberikan pengendalian risiko, dapat mengacu pada hierarki pengendalian untuk meminimalisir hingga menghilangkan risiko kecelakaan kerja.

### 3.7. Perancangan Program dengan Metode *Convolutional Neural Network*

Berikut ini merupakan diagram alir dari tahapan pengolahan data yang berisikan rancangan sistem dengan Metode CNN menggunakan bahasa pemrograman *python* yang ditampilkan pada gambar 3.2:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Pemodelan CNN

Berdasarkan gambar 3.2 diketahui bahwa sistem pemrograman menggunakan pemodelan Metode *Convolutional Neural Networks* memiliki beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

1. *Preprocessing* Data mencakup tahapan pengumpulan data, pelabelan data, dan augmentasi data.

- a. Pengumpulan Data

Data citra *digital* terdiri dari 5 klasifikasi jenis yaitu mata normal, katarak insipien, katarak imatur, katarak matur, dan katarak hiper matur yang didapatkan dari *website Kaggle* dan data pemeriksaan rumah sakit atau dokter spesialis mata.

b. Pelabelan Data

Pembuatan 2 *folder* yaitu *folder train* sebagai tempat data yang akan diproses untuk proses *training* dan *folder validation* sebagai tempat validasi data pada proses *training*. Perbandingan jumlah data pada *folder train* sebanyak 80% dan *folder validation* sebanyak 20%.

c. Augmentasi Data

Tahap augmentasi berguna untuk proses *training* sebagai pengurangan dimensi citra *digital* untuk mempermudah proses komputasi karena dapat meningkatkan jumlah parameter dan perhitungan di jaringan untuk mengendalikan *overfitting*.

2. Pemodelan CNN

a. *Convolutional layer* sebagai ekstraksi karakteristik atau ciri citra *digital* lensa mata katarak dan normal dan menghasilkan sebuah *output* berupa neuron atau yang biasa disebut dengan *feature map*.

b. ReLU sebagai fungsi aktivasi meningkatkan kinerja ekstraksi karakteristik dan membantu mengurangi jumlah perhitungan selama proses *training*.

c. *Max Pooling* sebagai pengambil ekstraksi karakteristik pada citra *digital* dengan nilai aktivasi tertinggi dan mengirim nilai tersebut ke proses selanjutnya. Proses ini menghasilkan citra *digital* dengan ukuran 50% lebih kecil untuk mempermudah proses komputasi dan mengendalikan *overfitting*.

d. *Flatten* digunakan untuk mengubah bentuk *feature map* pada ekstraksi citra *digital* berupa *multi dimensional array* menjadi dalam bentuk dimensi vektor. Vektor merupakan bentuk yang digunakan sebagai nilai *input* pada *fully-connected layer*.

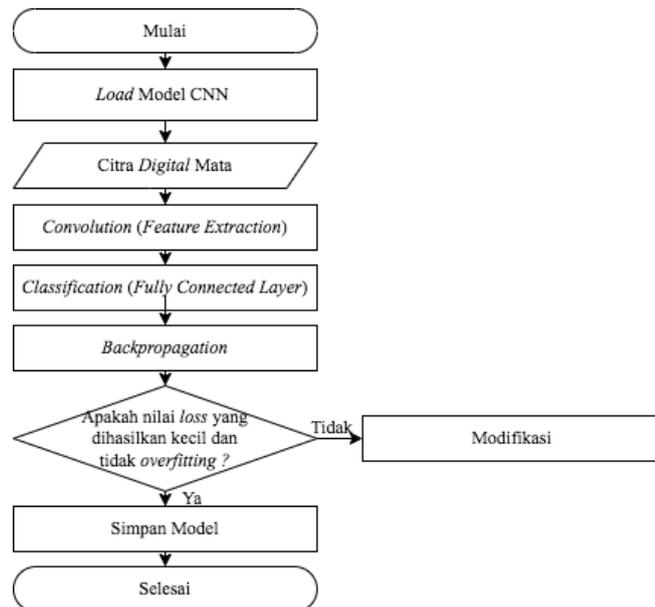
e. *Fully Connected Layer* sebagai penghubung seluruh ekstraksi karakteristik aktivasi pada citra *digital* dari lapisan sebelumnya dengan lapisan selanjutnya untuk proses klasifikasi secara linear menggunakan *neural network*.

f. *Softmax Classifier* digunakan untuk menghasilkan probabilitas dari prediksi klasifikasi citra *digital* dengan nilai antara 0 dan 1. *Output*

yang dihasilkan *softmax classifier* akan secara otomatis terhimpun dalam klasifikasi stadium mata katarak atau mata normal.

### 3.8. Training

Tahapan yang bertujuan untuk melatih sistem agar mengerti pola atau karakteristik yang dapat mengetahui klasifikasi stadium mata normal dan stadium katarak.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Proses *Training* Sistem Pemrograman

Berdasarkan gambar 3.3 proses *training* dimulai dari memasukkan Model CNN yang telah dibuat, kemudian citra *digital* yang telah dikumpulkan di konvolusi untuk mengekstraksi karakteristik citra *digital* menggunakan *filter* yang menghasilkan *feature map* pada citra *digital* sebagai pengenalan pola pada citra *digital*. Selanjutnya hasil *feature map* akan diubah menjadi vektor untuk menghasilkan probabilitas dari prediksi klasifikasi citra *digital*. Kemudian tahapan *backpropagation* yaitu proses membarui bobot dan bias untuk mengendalikan nilai *loss* selama *training*. Apabila nilai *loss* yang dihasilkan kecil dan tidak terjadi *overfitting* maka model CNN disimpan dan dapat dilakukan *testing*. Namun apabila nilai *loss* yang dihasilkan pada

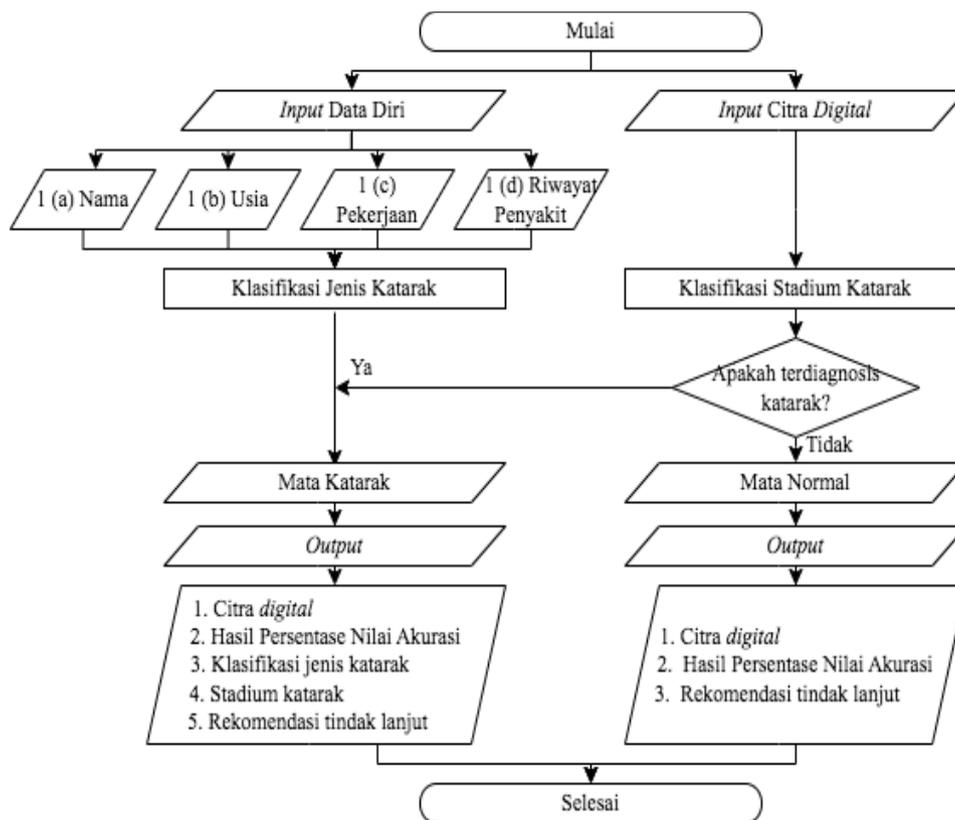
proses *training* cukup besar dan melebihi nilai akurasi maka perlu dilakukan modifikasi pada model CNN yang telah dibuat.

### 3.9. Testing

Tahapan menyimpulkan hasil belajar *Machine Learning* pada klasifikasi citra *digital* mata normal dan stadium katarak. Persentase *loss* dan akurasi sebagai parameter hasil pengujian program. *Loss* dan akurasi untuk mengetahui evaluasi kemampuan algoritma dalam memodelkan data.

### 3.10. Analisis Data

Proses analisis yang dilakukan dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Diagram Alir Proses Analisis

Berdasarkan gambar 3.4 diketahui terdapat beberapa tahapan pada proses analisis, yaitu sebagai berikut:

1. *Input Data*

- a. Nama berisikan nama lengkap responden.
- b. Usia berisikan 3 pilihan yaitu umur 0-1 tahun, 40 tahun atau lebih, dan tidak dari kedua pilihan tersebut.
- c. Pekerjaan berisikan 6 pilihan yaitu jenis pekerjaan yang terpapar radiasi sinar X, infra merah, ultra violet, radioaktif, paparan bahan kimia berbahaya, dan tidak dari semua pilihan tersebut.
- d. Riwayat Penyakit berisikan 5 pilihan yaitu uveitis anterior; kelainan herediter (sikloopia, koloboma, mikroftalmia, aniridia, pembuluh hialoid persisten, heterokromia iridis); degeneratif (miopia, distrofi vitreoretinal, retinitis pigmentosa, neoplasma); sindrom (kelainan kulit, tulang, kromosom); dan tidak dari semua pilihan tersebut.

2. Klasifikasi Jenis Katarak

Klasifikasi jenis katarak ditinjau berdasarkan *input* data usia, pekerjaan dan riwayat penyakit. Katarak kongenital terdeteksi apabila berusia 0-1 tahun. Katarak senilis terdeteksi apabila berusia 40 tahun atau lebih. Katarak traumatika terdeteksi apabila jenis pekerjaan terpapar oleh sinar radiasi dan bahan kimia berbahaya. Katarak komplikata terdeteksi apabila memiliki riwayat penyakit yang telah dicantumkan.

3. *Input Citra Digital*

Memasukkan citra *digital* mata dengan kondisi mata menghadap lurus ke kamera.

4. Klasifikasi Stadium Katarak

Klasifikasi stadium katarak akan terdeteksi secara langsung dengan pengolahan data menggunakan Metode CNN. Stadium dibedakan dari segmentasi tingkat kekeruhan pada lensa. Apabila tidak termasuk dalam stadium katarak, maka dinyatakan dalam klasifikasi mata normal.

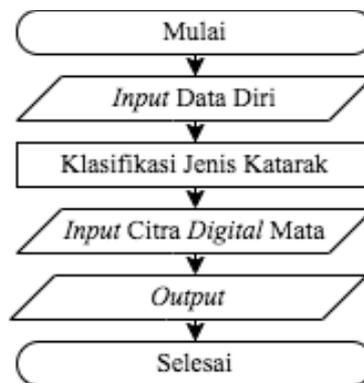
5. *Output*

*Output* yang dihasilkan apabila seseorang menderita katarak akan berupa citra *digital* mata dengan hasil persentase nilai akurasi, klasifikasi

jenis katarak yang diderita dan stadium sesuai keparahannya, serta rekomendasi tindak lanjut yang dapat dilakukan. Apabila seseorang memiliki mata yang normal, akan berupa citra *digital* mata dengan hasil persentase nilai akurasi dan rekomendasi untuk menjaga kesehatan mata.

### 3.11. Diagram Alir Admin

Berikut ini merupakan proses tahapan yang dapat dilakukan oleh *admin* yang dijelaskan dalam bentuk diagram alir:

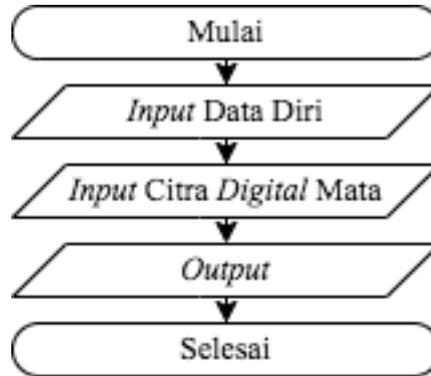


Gambar 3. 5 Diagram Alir Admin

Berdasarkan gambar 3.5 diketahui bahwa *admin* dapat mengakses data diri, kemudian melakukan proses klasifikasi jenis katarak yang bersumber dari *input* data diri, lalu *input* citra *digital* yang selanjutnya akan diklasifikasi stadium tingkat keparahan kataraknya atau termasuk mata normal. Selanjutnya *output* juga dapat diakses oleh *admin* untuk mengetahui kesesuaian data dan menyimpan respon tersebut.

### 3.12. Diagram Alir User

Berikut ini merupakan proses tahapan yang dapat dilakukan oleh *admin* yang dijelaskan dalam bentuk diagram alir:



Gambar 3. 6 Diagram Alir User

Berdasarkan gambar 3.6 diketahui bahwa *user* memulai dengan akses *input* data diri dan citra *digital* mata. Selanjutnya secara otomatis *user* akan menerima *output* yang menginformasikan terkait diagnosis dini yang diterima disesuaikan dengan data yang telah diinput.

### 3.13. Hasil dan Pembahasan

Tahapan ini dilakukan dengan evaluasi hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko proses kerja pengelasan dengan Metode HIRARC yang akan divalidasi oleh *expert judgement* yaitu *supervisor welder* dengan kriteria berpengalaman minimal 2 tahun di bidang pengelasan dan HSE/ Dosen K3 dengan kriteria berpengalaman di bidang Teknik identifikasi bahaya dan manajemen risiko. Selanjutnya evaluasi hasil citra *digital* responden yang telah diolah menggunakan Metode CNN. Hasil yang ditunjukkan berupa keseluruhan data pemeriksaan yang meliputi citra *digital* lensa mata responden beserta deskripsinya, klasifikasi lensa mata responden tergolong mata normal atau katarak sesuai dengan jenis dan tingkatan kekeruhan lensa sesuai stadium. Kemudian memberikan rekomendasi sebagai tindak lanjut. Dalam uji efektivitas hasil diagnosis, diperlukan dokter spesialis mata sebagai

*expert judgement* yang memvalidasi hasil diagnosis yang diproses oleh *sistem* pemrograman telah sesuai dengan teori ilmu kedokteran.

### 3.14. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis secara menyeluruh, dapat ditarik kesimpulan mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian ini. Pemberian saran untuk mencegah terjadinya kendala yang sama selama proses identifikasi bahaya pengelasan dan merancang pemrograman dalam pengolahan citra *digital* mata katarak dan normal.

### 3.15. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini merupakan jadwal pelaksanaan penelitian yang dapat dilihat pada tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1.	Penyusunan topik	■					
2.	Identifikasi awal	■					
3.	Studi Literatur	■	■				
4.	Pengumpulan Data						
	Data Primer				■	■	
	Data Sekunder		■	■			
5.	Penyusunan Bab 1-3	■	■				
6.	Identifikasi Bahaya dengan Metode HIRARC		■				
6.	Merancang Pemrograman			■	■	■	
7.	Konsultasi dengan Dosen Pembimbing		■	■	■	■	■
8.	Penyempurnaan Laporan Akhir						■

Berdasarkan tabel 3.1 jadwal pelaksanaan penelitian dilakukan selama 6 bulan dengan uraian kegiatan penyusunan topik, identifikasi awal, mencari studi literatur, mengumpulkan data primer dan sekunder, penyusunan Bab 1-3, mengidentifikasi bahaya proses kerja pengelasan, kegiatan merancang pemrograman, konsultasi dengan dosen pembimbing dan penyempurnaan laporan akhir dilakukan pada bulan 6.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hasan, A. (2021) *SISTEM DETEKSI KATARAK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS*. Universitas Islam Sultan Agung.
- Amindyta (2013) 'KATARAK SENILIS IMATUR PADA WANITA UMUR 84 TAHUN', *Medula*, 1(5).
- Andiyanto, S., Sutrisno, A. and Punuhsingon, C. (2017) 'PENERAPAN METODE FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) UNTUK KUANTIFIKASI DAN PENCEGAHAN RESIKO AKIBAT TERJADINYA LEAN WASTE', *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1).
- Anom, S.I.G.N. *et al.* (2022) 'LAPORAN KASUS: KATARAK SENILIS MATUR', *Ganesha Medicina Journal*, 2(2).
- AS/NZS 4360 (2004) *RISK MANAGEMENT GUIDELINES*. Australia: Standards Australia International Ltd.
- Astari, P. (2018) 'Katarak: Klasifikasi, Tatalaksana, dan Komplikasi Operasi', *CDK-269*, 45(10).
- Astna, A. *et al.* (2018) *Pemakaian Kacamata Las Menurunkan Visus Mata Pekerja Las*, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*.
- Bahri, S. and Mulyadi (2021) 'HUBUNGAN FAKTOR PERILAKU PEKERJA DENGAN KEJADIAN PENYAKIT AKIBAT KERJA', *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 21(1).
- Bakhori, A. (2017) *PERBAIKAN METODE PENGELASAN SMAW (SHIELD METAL ARC WELDING) PADA INDUSTRI KECIL DI KOTA MEDAN*, *Buletin Utama Teknik*. Online.
- Budiono, S. *et al.* (2013) *Buku ajar Ilmu Kesehatan Mata*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Bu'ulölö, G.J., Jacobus, A. and Kambey, F.D. (2021) 'Identification of Cataract Eye Disease Using Convolutional Neural Network', *Teknik Informatika*, 16(4).
- Department of Occupational Safety and Health (2008) *Guidelines for hazard identification, risk assessment and risk control (HIRARC)*. Malaysia: Ministry of Human Resources.

- Eriskan, A.L. and Amiruddin, P.O. (2021) ‘Karakteristik dan Penatalaksanaan Katarak Anak di Pusat Mata Nasional Rumah Sakit Mata Cicendo’, *Ophthalmol Ina*, 47(1), pp. 79–87.
- Fathimahhayati, L.D., Wardana, M.R. and Gumilar, N.A. (2019) ‘ANALISIS RISIKOK3 DENGAN METODE HIRARCPADA INDUSTRI TAHU DAN TEMPE KELURAHAN SELILI, SAMARINDA’, *Jurnal REKAVASI*, 7(1).
- Fernanda, F., Hayati, F. and Rizarullah (2020) ‘Hubungan Usia dan Jenis Kelamin dengan Angka Kejadian Penyakit Katarak di Poli Mata RSUD Meuraxa Banda Aceh Tahun 2018’, *Jurnal Aceh Medika*, 4(1). Available at: <http://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/acehmedika>.
- Firdaus, D.H. *et al.* (2022) ‘KLASIFIKASI PENYAKIT KATARAK PADA MATA MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BERBASIS WEB’, *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi (JKBTI)*, 1(3).
- Firmansyah, R. (2021) *IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI BUNGA*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Golan, N. (2018) *Pengenalan Pola Posisi Iris pada Sklera Mata dengan Metode Jaringan Saraf Konvolusional*. Universitas Brawijaya.
- Hadi, F.E., Maisarah, D.A. and Muallifatul, B. (2017) ‘Pengaruh Pemakaian Welding Shield dan Faktor Individu Terhadap Gangguan Refraksi Mata Pada Pekerja Pengelasan di PT. Pipa Baja’, in *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*.
- Hakim, B.N. (2021) ‘ANALISA KELELAHAN MATA DISEBABKAN RADIASI SINAR ULTRAVIOLET B (UV-B) PADA PEKERJA LAS DI PT. TRI KARYA ALAM, BATAM’, *Sigma Teknika*, 4(1).
- Hudaiva, R.A. (2020) *GAMBARAN PENGETAHUAN TENTANG KONJUNGTIVITIS PADA MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER*. UNIVERSITAS JEMBER.
- Husaini, R. *et al.* (2017) *FAKTOR PENYEBAB PENYAKIT AKIBAT KERJA PADA PEKERJA LAS, JURNAL MKMI*.
- Hutauruk, J.A. and Siregar, S.R. (2017) *Katarak: 101 Jawaban atas Pertanyaan Anda*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Imanda, I. (2020) 'HAL-HAL TERKAIT FAKTOR PENYEBAB PENYAKIT AKIBAT KERJA UNTUK TERCIPTANYA KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA PERAWAT', *OSF PREPRINTS* [Preprint].
- Irawan, W.K. *et al.* (2022) 'HUBUNGAN PEKERJAAN TERHADAP KATARAK', *Jurnal Medika Utama*, 03(04). Available at: <http://jurnalmedikahutama.com>.
- Kadarina, T.M. and Hajar, M.H.I. (2019) 'PENGENALAN BAHASA PEMROGRAMAN PYTHON MENGGUNAKAN APLIKASI GAMES UNTUK SISWA/I DI WILAYAH KEMBANGAN UTARA', *Jurnal Abdi Masyarakat*, 5(1). Available at: <https://codecombat.com/>.
- Karira, T.S. (2018) *HUBUNGAN UMUR, JENIS KELAMIN, RIWAYAT DIABETES MELITUS, STATUS GIZI, DAN MEROKOK PADA PASIEN KATARAK (Studi di Rumah Sakit Umum Daerah Mardi Waluyo Kota Blitar)*. Universitas Jember.
- Kemenkes RI (2016) *Katarak, Kenali Gejala Dininya*.
- Kemenkes RI (2017) *Radiasi dan Kesehatan*.
- Kemenkes RI (2020) *Katarak Penyebab Terbanyak Kebutaan*.
- Leisan, A.P. (2016) *HUBUNGAN MEROKOK DENGAN KEJADIAN PENYAKIT KATARAK PRESENILIS DI RUMAH SAKIT KHUSUS MATA PROVINSI SUMATERA SELATAN*. Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Ilyas, Sidarta. Prof. dr. H.S. and Yulianti, S. Rahayu. dr, S. (2012) *Edisi Keempat Ilmu Penyakit Mata*. 4th edn. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Lubis, R.R.Dr. dr. M.K. (Oph), Sp.M. (2013) *KATARAK TRAUMATIKA*. Universitas Sumatera Utara.
- Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi (1980) 'Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor Per-02/Men/1980 Pemeriksaan Kesehatan dan Keselamatan Tenaga Kerja dalam Penyelenggaraan Keselamatan Kerja'.
- Mubarok, H. (2019) *IDENTIFIKASI EKSPRESI WAJAH BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Nadhila, A.N. (2018) *Analisa Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Pembangunan Gedung Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya*. Malang.
- Natatyas, F.S. (2021) *HUBUNGAN PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) DENGAN GANGGUAN PENGLIHATAN PADA PEKERJA BENGKEL LAS DI JALAN SUTOMO UJUNG KECAMATAN MEDAN TIMUR, Skripsi PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA*. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI.
- Nazira, A. *et al.* (2015) *KATARAK SENILIS, RISIKO BAGI ORANG YANG BERUSIA LANJUT*. Universitas Airlangga.
- NI'MAH, U.N.L. (2021) *HUBUNGAN ANTARA PENGETAHUAN DAN PRAKTIK PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI DENGAN KEJADIAN KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJA BENGKEL LAS SEJAHTERA DI KABUPATEN MADIUN*.
- Ningsih, D.F. (2021) *KLASIFIKASI JENIS PENYAKIT DAUN KENTANG MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MODEL ARSITEKTUR GOOGLenet*. Universitas Yudharta Pasuruan.
- Nurgazali (2016) *GAMBARAN FAKTOR RISIKO SINDROM PHOTOKERATITIS PADA PEKERJA LAS DI PT. INDUSTRI KAPAL INDONESIA (Persero) KOTA MAKASSAR*. Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Nurhidayah, F. (2019) *IMPLEMENTASI JSA (Job Safety Analysis) DI BAGIAN WELDING PT REFINDO INTISELARAS INDONESIA*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
- Nurhikmat, T. (2018) *IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK IMAGE CLASSIFICATION MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA CITRA WAYANG GOLEK*. Universitas Islam Indonesia.
- Nurolan, A.T. (2020) *DETEKSI DAN KLASIFIKASI JENIS KENDARAAN BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*. Universitas Islam Indonesia.
- Patradhiani, R., Prastiono, A. and Palembang, M. (2019) *Identifikasi dan Pengendalian Risiko Penyebab Penyakit Akibat Kerja (PAK) Pada Industri Tahu Pong Goreng Palembang Identification and Mitigation of Risk in*

*Occupational Diseases in Tahu Pong Palembang Indutrys, Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri.*

Pratiwi, Y.S., Widada, W. and Eka Yulis, Z.A. (2015) *GANGGUAN KESEHATAN MATA PADA PEKERJA DI BENGKEL LAS LISTRIK DESA SEMPOLAN, KECAMATAN SILO, KABUPATEN JEMBER, THE INDONESIAN JOURNAL OF HEALTH SCIENCE.*

Presiden (2019) 'Peraturan Presiden No. 7 Tahun 2019 Tentang Penyakit Akibat Kerja'.

Putra, R.A., Kurniawati, E. and Parman, H. (2022) 'FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN MATA PADA PEKERJA BENGKEL LAS DI KECAMATAN JELUTUNG KOTA JAMBI TAHUN 2021', *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 5(1), pp. 2614–3151. Available at: <http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/makes>.

Ramadhan, F. (2017) 'Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)', in *Seminar Nasional Riset Terapan*.

Rena, P.N. (2019) *PENERAPAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA PENDETEKSI GAMBAR NOTASI BALOK*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Risnasari, Kusumawaty, S. and Anggara, A. (2020) 'UVEITIS ANTERIOR DENGAN KATARAK KOMPLIKATA', *Medical Profession (MedPro)*, 2(3).

Rizal, M., Hardiyono and Fuadi, Y. (2020) 'ANALISIS BAHAYA DENGAN MENGGUNAKAN JOB SAFETY ANALYSIS PADA PEKERJAAN PENGELASAN PT SARANA BERKAT SESAMI DI BALIKPAPAN', *Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Lingkungan*, 6(2). Available at: <http://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id>.

Rofiq, M.A. and Azhar, A. (2022) 'Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space Ship Reparation PT. X With Job Safety Analysis Method', *BERKALA SAINSTEK*, 10(4). Available at: <https://doi.org/10.19184/BST.V10I4.32669>.

Rohman, A.N. and Pamungkas, D.P. (2020) 'Identifikasi Kelainan Mata Katarak Pada Citra Digital Menggunakan Metode Deep Learning', in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*.

- Sandra, E. (2021) *FAKTOR RESIKO YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN PENGLIHATAN PADA PEKERJA BENGKEL LAS DI KELURAHAN LINGKAR BARAT KOTA BENGKULU PROGRAM STUDI DIII SANITASITAHUN 2021*. POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES BENGKULU.
- Sappa, A.M. and Sihotang, H. (2021) ‘Hubungan Kebiasaan Menggunakan Las Listrik dengan Penurunan Ketajaman Penglihatan pada Pekerja Bengkel Las di Toraja Utara Tahun 2021’, *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 1(7), pp. 784–792. Available at: <https://doi.org/10.36418/cerdika.v1i7.121>.
- Septadina, I.S. (2015) ‘Perubahan Anatomi Bola Mata pada Penderita Diabetes Mellitus’, *MKS*, 47(2).
- Simanjuntak, R.B.J. *et al.* (2022) ‘Cataract Classification Based on Fundus Images Using Convolutional Neural Network’, *Int. J. Inform. Visualization*, 6(1). Available at: [www.joiv.org/index.php/joiv](http://www.joiv.org/index.php/joiv).
- Subagiada, K., Natalisanto, A.I. and Muliana (2021) ‘PENGARUH RADIASI UV TERHADAP MATA, SIKU, DAN BETIS PADA PEKERJA PENGELASAN’, *Progressive Physics Journal*, 2(1).
- Subekti, R.M.P. (2016) *PERBEDAAN LOKASI KEKERUHAN KATARAK PADAPASIEN DIABETES MELLITUS DIBANDINGKAN DENGANPASIEN BUKAN DIABETES MELLITUS DI RSUD BENDANKOTAPEKALONGAN*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Available at: <http://lib.unimus.ac.id>.
- Sudrajat, A., Al-Munawir and Supangat (2021) ‘Pengaruh Faktor RisikoTerjadinya Katarak Terhadap Katarak Senil Pada Petani di Wilayah Kerja Puskesmas Tempurejo Kabupaten Jember’, *Multidisciplinary Journal*, 4(2), p. 2021.
- Tasha, M.S. and Widiawan, K. (2022) ‘Perancangan Dokumen HIRARC di Area Gudang dan Perkantoran PT. X’, *Jurnal Titra*, 10(2).
- Trimarsiah, Y. and Arafat, M. (2017) ‘ANALISIS DAN PERANCANGAN WEBSITE SEBAGAI SARANA INFORMASI PADA LEMBAGA BAHASA KEWIRAUSAHAAN DAN KOMPUTER AKMI BATURAJA’, *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 19(1).
- Warsono, A. (2019) *Pekerja Tewas Tergiling Mesin Limbah Plastik, Bunuh Diri?*
- Weni, I. *et al.* (2021) ‘Detection of Cataract Based on Image Features Using Convolutional Neural Networks’, *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 15(1), p. 75. Available at: <https://doi.org/10.22146/ijccs.61882>.

- Wibi Bagas N, H., Mailoa, E. and Purnomo, H.D. (2020) ‘Deteksi Buahuntuk Klasifikasi Berdasarkan Jenis dengan Algoritma CNN Berbasis YOLOv3’, *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4(3).
- Wijanarko, E. (2017) *ANALISIS RISIKO KESELAMATAN PENGUNJUNG TERMINAL PURABAYA MENGGUNAKAN METODE HIRARC (HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL)*. Surabaya.
- Yohannes, Devella, S. and Arianto, K. (2020) ‘Deteksi Penyakit Malaria Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Saliency (Detection of Malaria Using Convolutional Neural Network Based on Saliency)’, *Jurnal Informatika*, 8(1).
- Yolivia, R. (2022) *KLASIFIKASI STADIUM PENYAKIT KATARAK SENILIS MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Yu, R. and Shi, L. (2018) ‘A user-based taxonomy for deep learning visualization’, *Visual Informatics*. Elsevier B.V., pp. 147–154. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2018.09.001>.
- Yunaningsih, A., Sahrudin and Ibrahim, K. (2017) ‘ANALISIS FAKTOR RISIKO KEBIASAAN MEROKOK, PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET DAN KONSUMSI ANTIOKSIDAN TERHADAP KEJADIAN KATARAK DI POLI MATA RUMAH SAKIT UMUM BAHTERAMAS KENDARI PROVINSI SULAWESI TENGGARA TAHUN 2017’, *JURNAL ILMIAH MAHASISWA KESEHATAN MASYARAKAT*, 2(6).
- Zahro, N.S.R.I. (2020) *PENGARUH DERAJAT MEROKOK TERHADAP KEJADIAN KATARAK DI POLI MATA RUMAH SAKIT PETROKIMIA GRESIK DRIYOREJO*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Daftar Wawancara *Efektivitas Diagnosis*

Daftar wawancara ini dibuat untuk mengetahui efektivitas dari hasil diagnosis katarak menggunakan pemodelan *Convolutional Neural Network* dan ditujukan kepada dokter spesialis mata sebagai *expert judgement* penelitian ini.

DAFTAR WAWANCARA DIAGNOSIS KATARAK				
No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Deskripsi
1.	Apakah diagnosis stadium katarak yang dihasilkan oleh sistem pemrograman telah sesuai dengan teori ilmu kedokteran?			
2.	Apakah diagnosis jenis katarak yang dihasilkan oleh sistem pemrograman telah sesuai dengan teori ilmu kedokteran?			
3.	Apakah pemberian rekomendasi sebagai tindak lanjut penderita katarak telah sesuai dengan teori ilmu kedokteran?			
4.	Apakah diagnosis katarak menggunakan sistem pemrograman efektif dilakukan?			

Hasil wawancara ini hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian tugas akhir dan tidak ada sangkut paut dengan hasil pemeriksaan mata oleh dokter spesialis mata di rumah sakit.

Surabaya,.....2023

(Dokter Spesialis Mata)

\*halaman ini sengaja dikosongkan\*

## LAMPIRAN

### Lampiran 2. Surat Pernyataan

Surat pernyataan ini dibuat untuk mengetahui validitas dari pengisian identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko pada proses kerja pengelasan menggunakan Metode *Hazard identification, risk assessment and risk control* (HIRARC).

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

NIP :

Jabatan :

Menerangkan, bahwa Tugas Akhir:

Nama : Zalfaa Farahdiva

NRP : 0519040033

Judul : Diagnosis Dini Katarak dengan Pengolahan Citra *Digital* menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* pada Penyakit Akibat Kerja Pengelasan

Telah melaksanakan penelitian diantaranya observasi, wawancara (*expert judgement*), serta pengambilan data primer dan sekunder sebagai instrumen dalam penelitian tersebut dalam pengisian formulir *Hazard identification, risk assessment and risk control* (HIRARC) sebagai identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko pada proses kerja pengelasan.

Surabaya,.....2023

(.....)