

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS MINYAK  
TRANSFORMATOR DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL*  
*NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**ANDI PHILIP VALENTINO**

**20.812.0023**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/1/25

Access From ([repository.uma.ac.id](https://repository.uma.ac.id))2/1/25

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS MINYAK  
TRANSFORMATOR DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL*  
*NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh:

**Andi Philip Valentino**

**20.812.0023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Minyak  
Transformator Dengan Metode *Convolutional Neural Network*

Nama : Andi Philip Valentino

NPM : 20.812.0023

Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui,  
Komisi Pembimbing

  
Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng.


Pembimbing



Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T.

Dekan



  
Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng.

Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 19 September 2024

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 19 September 2024



Andi Philip Valentino  
NPM. 20.812.0023

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Philip Valentino  
NPM : 20.812.0023  
Program Studi : Teknik Elektro  
Falkultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**"Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Minyak Transformator Dengan Metode *Convolutional Neural Network*".**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 19 September 2024

Yang menyatakan



(Andi Philip Valentino)

## ABSTRAK

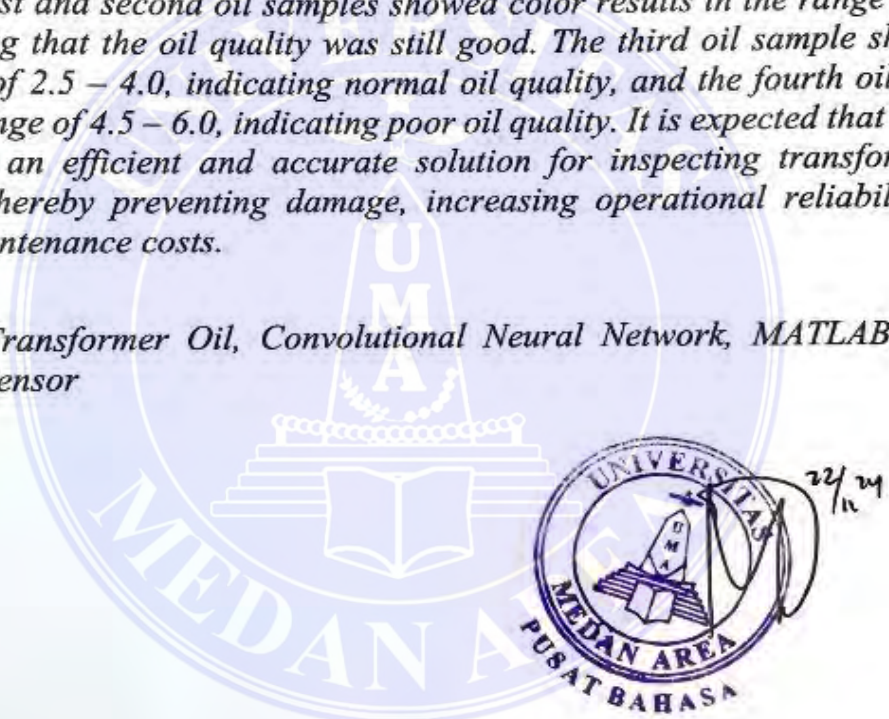
Kualitas minyak transformator merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kinerja dan umur transformator. Penurunan kualitas minyak dapat menyebabkan kerusakan dan kegagalan operasi transformator. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk merancang dan mengembangkan alat yang dapat mendeteksi kualitas minyak transformator dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) di MATLAB. Alat ini mengintegrasikan sensor optik untuk mendeteksi perubahan warna minyak transformator, yang kemudian dianalisis menggunakan model CNN untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kualitas minyak berdasarkan warna. Proses pengembangan melibatkan pengumpulan data gambar minyak transformator dengan berbagai tingkat kualitas, pelatihan model CNN, serta pengujian dan optimasi model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode CNN yang diimplementasikan di MATLAB mampu memberikan akurasi tinggi dalam pendeteksian kualitas minyak transformator berdasarkan analisis warna, dengan tingkat kesalahan yang rendah. Tingkatan warna yang digunakan adalah skala warna ASTM D-1500. Terdapat empat sampel minyak yang akan diukur kualitasnya melalui warnanya. Sampel minyak pertama dan kedua menunjukkan hasil warna berada di rentang 0.5 – 2.0, yang artinya kualitas minyak masih bagus. Sampel minyak ketiga menunjukkan warna berada di rentang 2.5 – 4.0, yang menandakan kualitas minyak normal, dan sampel minyak keempat berada di rentang 4.5 – 6.0, yang menandakan kualitas minyak buruk. Diharapkan alat ini akan memberikan solusi yang efisien dan akurat untuk memeriksa kondisi minyak transformator, sehingga dapat mencegah kerusakan, meningkatkan reliabilitas operasional, dan mengurangi biaya perawatan.

**Kata kunci:** Minyak Transformator, *Convolutional Neural Network*, MATLAB, Warna, Sensor

## ABSTRACT

*The quality of transformer oil is a critical factor that greatly affects the performance and lifespan of transformers. A decline in oil quality can lead to damage and operational failure of the transformer. The objective of this thesis is to design and develop a tool capable of detecting transformer oil quality using the Convolutional Neural Network (CNN) method in MATLAB. This tool integrates optical sensors to detect changes in the color of transformer oil, which is then analyzed using a CNN model to identify and classify the oil quality based on its color. The development process involved collecting image data of transformer oil with various quality levels, training the CNN model, and testing and optimizing the model. The research results showed that the CNN method implemented in MATLAB was able to provide high accuracy in detecting transformer oil quality based on color analysis, with a low error rate. The color levels used are based on the ASTM D-1500 color scale. There were four oil samples measured for quality through their color. The first and second oil samples showed color results in the range of 0.5 – 2.0, indicating that the oil quality was still good. The third oil sample showed a color range of 2.5 – 4.0, indicating normal oil quality, and the fourth oil sample was in the range of 4.5 – 6.0, indicating poor oil quality. It is expected that this tool will provide an efficient and accurate solution for inspecting transformer oil conditions, thereby preventing damage, increasing operational reliability, and reducing maintenance costs.*

**Keywords:** *Transformer Oil, Convolutional Neural Network, MATLAB, Color, Sensor*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dolok Marangir pada tanggal 15 Maret 2002 dari Bapak Suryadi Pulungan dan Ibu Syahriyanny. Penulis merupakan anak ke -2 dari 2 bersaudara. Pada Tahun 2020 Penulis lulus dari SMA SWASTA RK DELI MURNI BANDAR BARU dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tanggal 1 Agustus sampai 1 September tahun 2023 penulis melakukan kerja praktik ( KP) di PT. RAZZA PRIMA TRAFKO. Dan selama kuliah penulis aktif sebagai asisten Dosen pada energi terbarukan dan terlibat penelitian di energi terbarukan.





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkah dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian dengan judul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Minyak Transformator Dengan Metode *Convolutional Neural Network*".

Penulis juga mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak dalam penulisan skripsi ini, baik materi, moral, dan spiritual. Dengan cara yang sama, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa serta dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M. Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
5. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing I.
6. Semua dosen dan staff di Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Penulis sadar akan kekurangan skripsi ini dan mengharapkan kritik serta saran dari berbagai pihak yang membangun agar penulis dapat menjadi lebih baik lagi kedepannya. Penulis sangat berharap skripsi ini dapat berguna untuk pendidikan serta masyarakat terutama dalam hal berhubungan dengan minyak transformator. Pada akhir kata penulis ucapkan sekian dan terima kasih

Penulis,

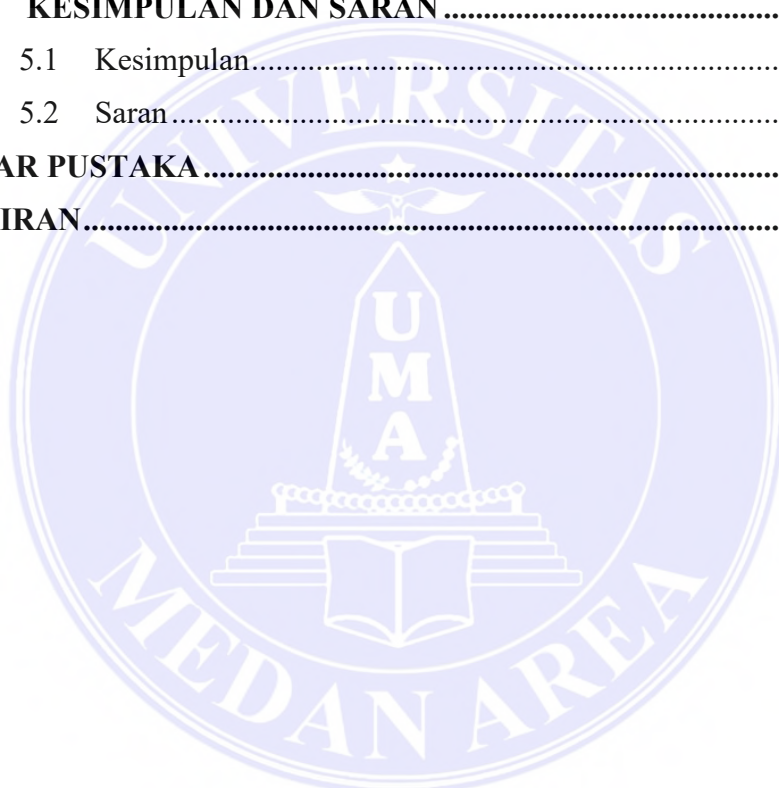


Andi Philip Valentino

## DAFTAR ISI

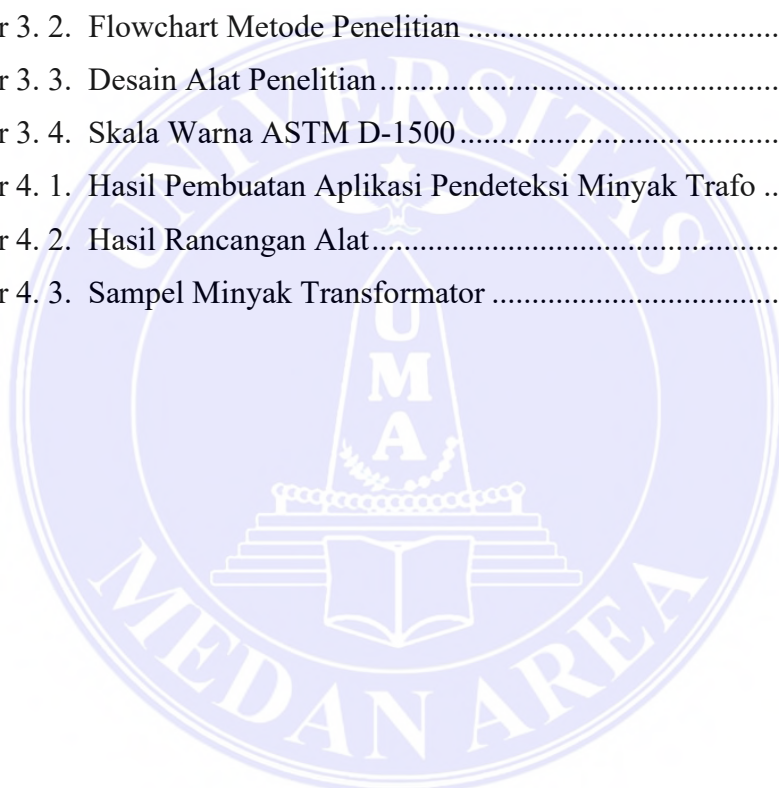
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematik Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Minyak Transformator.....	4
2.2 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) .....	5
2.3 Matlab ( <i>Matrix Laboratory</i> ).....	6
2.4 Arduino Uno.....	7
2.5 Sensor TCS 3200.....	7
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>9</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	9
3.2 Bahan dan Alat .....	9
3.3 Jenis Data.....	10
3.3.1 Data Primer .....	10
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	10
3.4.1 Observasi .....	10
3.4.2 Studi Dokumentasi.....	10
3.5 Teknik Analisa Data .....	10

3.6 Tahapan Penelitian .....	11
3.7 Metode Penelitian .....	12
3.8 Parameter yang Dianalisis .....	16
3.9 Pengukuran .....	16
3.10 Monitoring/ Pemantauan .....	16
3.11 Prosedur Kerja .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Hasil Pembuatan Alat Pendeteksi Kualitas Minyak Trafo .....	18
4.2 Hasil Pengukuran Alat Bekerja .....	20
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>23</b>
5.1 Kesimpulan .....	23
5.2 Saran .....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>24</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>24</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Minyak Transformator .....	4
Gambar 2. 2. <i>Convolutional Neural Network</i> .....	5
Gambar 2. 3. Logo Matlab .....	6
Gambar 2. 4. Arduino Uno.....	7
Gambar 2. 5. Sensor TCS 3200.....	8
Gambar 3. 1. Flowchart Kegiatan Penelitian .....	11
Gambar 3. 2. Flowchart Metode Penelitian .....	13
Gambar 3. 3. Desain Alat Penelitian.....	15
Gambar 3. 4. Skala Warna ASTM D-1500.....	16
Gambar 4. 1. Hasil Pembuatan Aplikasi Pendeteksi Minyak Trafo .....	18
Gambar 4. 2. Hasil Rancangan Alat.....	19
Gambar 4. 3. Sampel Minyak Transformator .....	20



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Waktu Penelitian .....	9
Tabel 3. 2. Bahan dan Alat.....	10
Tabel 4. 1. Hasil Pengukuran .....	20
Tabel 4. 2. Hasil Pembacaan LCD .....	21



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transformator atau trafo adalah salah satu perangkat penting dalam bidang teknik listrik. “Transformator atau lebih sering disebut trafo merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah arus listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lain tanpa mengubah sistem frekuensi melalui gandengan magnet. Fungsi kerja trafo ini menggunakan prinsip induksi elektromagnetik” (Alfendio Alif Faudisyah et al., 2023). Minyak isolasi yang digunakan dalam transformator berfungsi sebagai pendingin dan isolator listrik. Namun, seiring waktu, minyak ini dapat terkontaminasi oleh air, partikel, atau zat-zat terlarut lainnya yang dapat mengganggu kinerja transformator. Minyak transformator yang telah terkontaminasi memiliki warna yang keruh dan gelap. Semakin keruh warnanya menandakan semakin buruk kualitas dan kesehatan minyak trafo tersebut. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang bisa mendeteksi warna penuaan (aging) dan kualitas minyak transformator melalui perubahan warna yang terjadi pada minyak transformator.

Alat pendeteksi ini menggunakan *software* MATLAB (*Matrix Laboratory*) yang memanfaatkan teknologi dari salah satu metode *Pattern Recognition* yaitu metode *Convolutional Neural Network* (CNN). “*Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan metode yang tercakup di dalam kelas Feed Forward Neural Network yang terinspirasi dari visual cortex dari otak dan dikhususkan untuk memproses data yang memiliki struktur grid” (Yulius Harjoseputro, 2018). Metode ini didasarkan pada cara otak manusia memproses informasi visual dan sangat efektif dalam banyak hal, seperti pengenalan objek, klasifikasi gambar, dan segmentasi. Dalam hal pendeteksian minyak transformator, metode ini akan mendeteksi warna dari minyak trafo. Alat ini juga menggunakan Arduino UnoATMega328 sebagai mikrokontrolernya yang dilengkapi juga dengan sensor warna TCS3200. Prinsip kerjanya ialah sensor warna akan mendeteksi warna dari Minyak trafo yang diletakan di suatu wadah dan akan mengirimkan hasil deteksi warna ke program CNN di matlab. Saat warna sudah diinput ke program matlab

maka dengan metode *Convolutional Neural Network* warna tersebut akan diklasifikasikan ke tipe sehat ataupun tidak sehat. Dengan adanya alat ini, peneliti berharap proses pendeteksian kualitas minyak trafo dapat semakin mudah agar kinerja transformator tidak terganggu. “Selama ini pengujian terhadap minyak transformator selalu menggunakan pengujian secara kimia ataupun elektris. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pengolahan citra untuk menganalisa kondisi dari minyak transformator dari segi warna sebelum, selama atau setelah pemakaian untuk mengetahui kualitas dan kelayakan dari isolasi minyak transformator tersebut serta hubungannya dengan seberapa lama pemakaiannya“ (Rina Latuconsina, 2021).

## 1.2 Perumusan Masalah

Beberapa Perumusan masalah di dalam penelitian ini ialah:

1. Bagaimana pembuatan alat pendeteksi kualitas minyak transformator dengan *Convolutional Neural Network* menggunakan matlab.
2. Bagaimana pembuatan *Convolutional Neural Network* di matlab agar hasil pendeteksian warna minyak trafo menghasilkan data yang akurat.

## 1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah di dalam penelitian ini ialah:

1. Alat dirancang untuk mendeteksi tingkat kualitas minyak transformator dengan mendeteksi warna dari minyak transformator.
2. Alat ini akan diuji pada minyak trafo yang baru dan yang telah digunakan.
3. Pengukuran tingkatan warna pada minyak transformator menggunakan metode ASTM D-1500 atau IEC.
4. Mendesain alat pendeteksi kesehatan minyak trafo.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan di dalam penelitian ini ialah:

1. Membuat alat pendeteksi kualitas minyak transformator menggunakan metode CNN.
2. Menguji alat pendeteksi kualitas minyak transformator menggunakan metode CNN di software Matlab.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa Manfaat di dalam penelitian ini ialah:

1. Menciptakan inovasi baru dalam metode CNN untuk mengidentifikasi kualitas minyak transformator.
2. Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* untuk memberikan wawasan serta pengetahuan kepada penulis dan pembaca tentang cara memanfaatkan metode jaringan saraf tiruan dalam menentukan kualitas minyak transformator.
3. Menggunakan software Matlab untuk memberikan wawasan serta pengetahuan kepada penulis dan pembaca terutama tentang pemanfaatan Matlab dalam pendeteksian kualitas minyak transformator.

## 1.6 Sistematik Penulisan

Sistematik penulisan pada setiap bab adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN  
Mencangkup latar belakang, rumusan, batasan masalah, tujuan penelitian, keuntungan penelitian, dan proses penulisan sistematis dibahas dalam bab ini.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA  
Berisikan landasan teoriserita konsep tentang bagaimana cara membuat alat pendeteksi minyak transformator dan laporan skripsi.
3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN  
Berisikan tentang beberapa teori serta konsep dasar tentang cara membuat alat dan juga laporan.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHSAN  
Berisi tentang laporan hasil pengujian alat serta pembahasannya.
5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN  
Berisikan tentang Kesimpulan penelitian serta saran dari proses pembuatan alat.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Minyak Transformator

Tranformator merupakan perangkat listrik elektromagnetik statis yang memiliki kemampuan untuk memindahkan serta mengubah energi listrik dari rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya dengan frekuensi dan perbandingan transformasi yang sama. Fluks magnetik inti besi diubah oleh arus yang mengalir melalui kumparan primer ke sumber tegangan bolak-balik. Minyak transformator memiliki kemampuan untuk memisahkan dua atau lebih penghantar yang berdekatan. Kemampuan tersebut dapat mencegah terjadinya kebocoran arus dan dapat berfungsi sebagai pelindung mekanis dari karatan.



**Gambar 2. 1. Minyak Transformator**

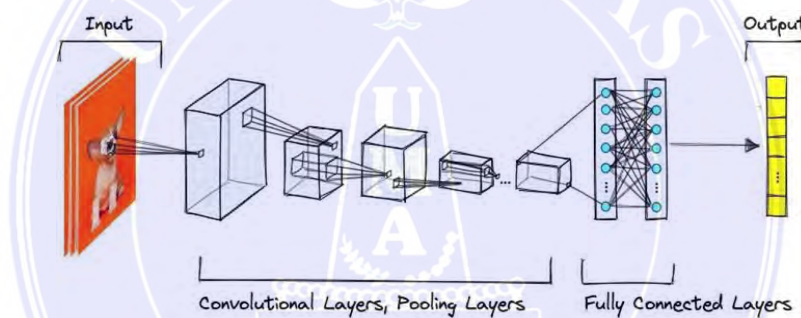
(Sumber: PT. Razza Prima Trafo)

Minyak Transformator berasal dari bahan organik seperti minyak *piranol* dan *silicon*. Minyak transformator juga digunakan sebagai pendingin dan isolasi. Sebagai isolasi, minyak transformator harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, dan berperan sebagai pendingin. Minyak transformator adalah cairan isolasi yang digunakan dalam transformator untuk berbagai tujuan utama, termasuk isolasi listrik, pendinginan, dan perlindungan terhadap kelembaban dan kontaminasi. Minyak ini sangat penting untuk mempertahankan kinerja dan umur pakai transformator. Minyak mineral, yang merupakan campuran hidrokarbon, biasanya digunakan sebagai isolator listrik untuk transformator, memungkinkannya bekerja pada tegangan tinggi tanpa arus bocor. Minyak ini juga membantu mengeluarkan panas yang dihasilkan oleh transformator selama operasi normalnya.

Untuk memastikan transformator tetap beroperasi dengan baik, pemantauan dan penggantian minyak secara berkala sangat penting. Ini dilakukan untuk menghindari kerusakan minyak, yang dapat mengganggu kinerja transformator dan mengakibatkan kegagalan dalam jangka panjang.

## 2.2 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan jaringan saraf buatan yang digunakan untuk mengolah data 2d dan umumnya digunakan pada data citra gambar. Jaringan ini termasuk ke dalam salah satu jenis *Deep Neural Network* dikarenakan cara kerjanya jaringannya yang tinggi. Karena arsitekturnya mirip dengan cara otak manusia memproses data visual, CNN dapat membagi serta mengklasifikasikan pola dalam gambar. CNN menggunakan operasi konvolusi dalam matriks dan hanya dapat digunakan pada data yang memiliki struktur data 2 dimensi.



**Gambar 2. 2. Convolutional Neural Network**

(Sumber: <https://www.pinecone.io>)

Secara sederhana, CNN bekerja dalam dua bagian utama: pembelajaran fitur dan klasifikasi fitur. Dua proses dilakukan dalam bagian pembelajaran fitur, yaitu :

1. Operasi konvolusi, yang merupakan proses utama dalam CNN. Tujuannya adalah untuk mendapatkan fitur dari gambar yang dimasukkan.
2. *Pooling*, fungsi yang digunakan untuk mengurangi jumlah parameter pada peta fitur yang tidak diperlukan dan mengambil informasi yang paling penting.

Pada bagian klasifikasi, terdapat tiga proses yang akan digunakan dalam proses pengklasifikasian gambar. Adapun ketiga prosesnya yaitu:

1. *Flatten*, lapisan ini mengubah output dari lapisan konvolusi menjadi satu kolom vektor fitur untuk digunakan pada lapisan terhubung secara penuh.
2. *Fully connected layer*, lapisan ini mirip dengan Artificial Neural Network (ANN) untuk lakukan klasifikasi.
3. *Softmax*, digunakan untuk mendapatkan nilai probabilitas untuk setiap kelas.

### 2.3 Matlab (*Matrix Laboratory*)

Matlab adalah perangkat lunak tingkat tinggi yang menggunakan dasar matriks. Bidang komputasi dan matematika pasti sangat terlibat dengan penggunaan Matlab yang identik dengan matriks. Matlab digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah matematika dan komputasi. Matlab memiliki bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan komputasi teknis, visualisasi, dan pemrograman. MATLAB, bahasa pemrograman berbasis kerangka kerja tingkat tinggi, sering digunakan dalam perancangan komputasi matematika untuk mengatasi masalah termasuk kisi, tugas numerik berdasarkan komponen, tebakan, dan pengembangan. Matlab digunakan secara luas dalam berbagai bidang, misalnya, pengembangan dan tampilan komputasi numerik dan komputasi, reproduksi, dan pengujian informasi prototipe, investigasi, dan persepsi serta pengembangan aplikasi perancangan. Skalar adalah bilangan tunggal, vektor adalah sekelompok bilangan yang tersusun 1 dimensi, yang biasanya disajikan sebagai vektor-baris atau vektor-kolom; dan matriks adalah sekelompok bilangan yang tersusun dalam segi empat 2 dimensi dalam MATLAB, matriks dapat didefinisikan dengan jumlah baris dan kolomnya.



**Gambar 2. 3. Logo Matlab**

(Sumber: <https://www.mathworks.com>)

## 2.4 Arduino Uno

Arduino uno merupakan mikrokontroler yang termasuk ke dalam keluarga Arduino. Arduino biasanya dipakai sebagai pengontrol suatu alat yang dapat deprogram menggunakan Bahasa C+. Arduino menggunakan ATmega328P dan memiliki 14 pin digital. Arduino bekerja pada tegangan 5V dan sudah dilengkapi dengan port USB yang digunakan untuk memprogram Arduino tersebut melalui perangkat lunak Arduino IDE. Dalam konteks penelitian ini Arduino akan digunakan sebagai pengontrol alat yang akan mengontrol lampu indikator LED serta sensor TCS 3200.



**Gambar 2. 4. Arduino Uno**

(Sumber: <https://lh3.googleusercontent.com>)

## 2.5 Sensor TCS 3200

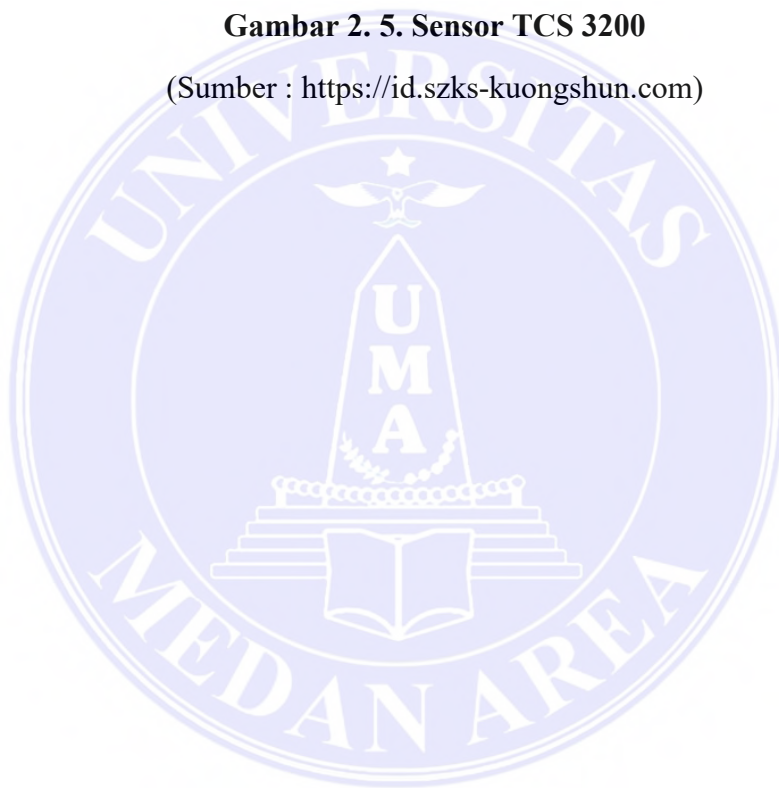
Sensor TCS 3200 terdiri dari 64 fotodiode untuk mengidentifikasi gaya cahaya pada bayangan benda. Selain itu, sensor ini memiliki filter frekuensi yang berfungsi sebagai transduser, mengubah arus menjadi frekuensi, dan lensa fokus yang mempertajam kemampuan fotodiode untuk mendeteksi intensitas cahaya. Jarak baca antara lensa IC dan lensa fokus adalah 2 mm. Sensor variasi TCS230 sering digunakan dalam aplikasi mikrokontroler untuk mengenali benda, objek, atau bayangan benda yang diamati. Selain itu, sensor ini dapat digunakan sebagai sensor gerak, yang mengenali perkembangan benda berdasarkan variasi perubahan yang diterimanya. Sensor warna TCS230 pada dasarnya ditempatkan dalam chip DIP 8-pin. Ia terdiri dari serangkaian fotodiode yang disusun dalam matriks array 8 x 8. Ada 16 konfigurasi fotodiode yang dapat digunakan sebagai filter warna

merah, 16 konfigurasi fotodiode yang dapat digunakan sebagai filter warna biru, dan 16 konfigurasi fotodiode yang tidak memiliki filter warna.



**Gambar 2. 5. Sensor TCS 3200**

(Sumber : <https://id.szks-kuongshun.com>)



## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Adapun tempat pengambilan data/riset/survey ditujukan ke :

Perusahaan : CV. ANGKASA MOBIE TECT

Alamat : Jln. Sultan Serdang, Desa Sena, Kec. Batang Kuis, Kab.

Deli Serdang, Sumatera Utara

Perkiraan lama kegiatan penelitian yang akan penulis lakukan pada penelitian ini adalah selama  $\pm$  1-3 bulan.

**Tabel 3. 1. Waktu Penelitian**

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		APRIL				MEI				JUNI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Persiapan Alat, Bahan												
3	Rancang Bangun Alat dan Software												
4	Pengambilan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

### 3.2 Bahan dan Alat

Dalam proses perancangan alat ini diperlukan beberapa alat dan bahan.

Adapun bahan dan alat yang akan digunakan antara lain :

**Tabel 3. 2. Bahan dan Alat**

No	Komponen/Alat	Keterangan	Satuan
1	Matlab	Software	1 unit
2	Arduino Uno	Pengontrol	1 unit
3	LCD 16x2	Interface	1 unit
4	Lampu LED	Lampu Indikator	3 unit
5	Sensor TCS 3200	Pendeteksi Warna	1 unit
6	Minyak Transformator	Sampel pengukuran	Secukupnya

### 3.3 Jenis Data

#### 3.3.1 Data Primer

Merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh penulis melalui penelitian tentang alat pendeteksi kualitas minyak transformator di lapangan.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

#### 3.4.1 Observasi

Teknik yang akan penulis lakukan dengan dengan cara mengamati cara kerja alat pendeteksi kualitas minyak transformator dan juga cara kerja software di matlab.

#### 3.4.2 Studi Dokumentasi

Teknik yang akan penulis lakukan dengan cara mencari data data melalui berbagai sumber seperti buku, jurnal, internet dan referensi lainnya.

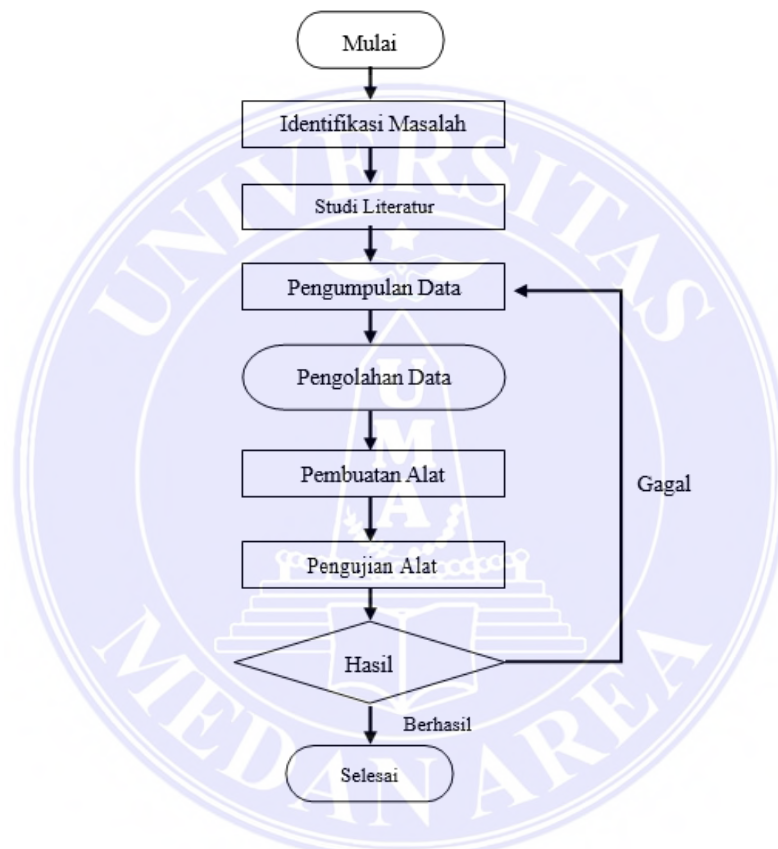
### 3.5 Teknik Analisa Data

Metode yang akan digunakan ialah dua metode yakni deskriptif dan kuantitatif.

1. Metode deskriptif adalah metode penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisa data yang bersifat deskriptif atau penggambaran yang jelas.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah metode penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisa data yang bersifat angka atau numerik.

### 3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian ini dilakukan seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



**Gambar 3. 1. Flowchart Kegiatan Penelitian**

Gambar diatas merupakan flowchart kegiatan penelitian yang telah direncanakan. Adapun keterangan flowchart kegiatan penelitian yang telah dirancang diatas ialah:

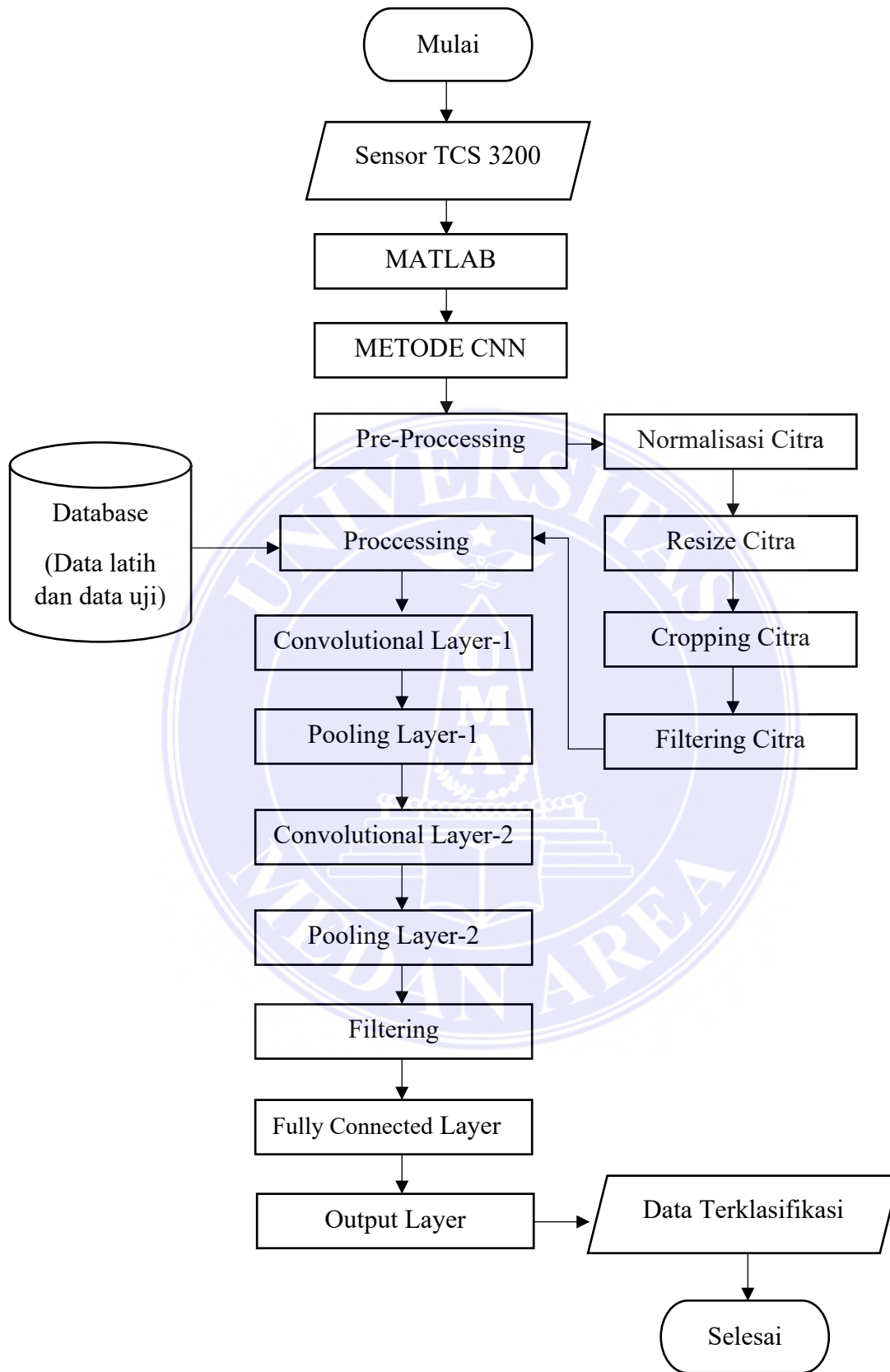
1. Identifikasi masalah yang mengidentifikasi minyak minyak trafo yang telah terkontaminasi dengan debu dikarenakan mengalami proses penuaan.



2. Pengumpulan data di dapat langsung dari minyak transformator yang telah lama dipakai.
3. Pengolahan data berhubungan dengan proses pendeteksian kualitas minyak transformator.
4. Studi literatur yang mencakup metode pengumpulan data yang digunakan dengan menggunakan beberapa referensi bagi penelitian ini.
5. Observasi metode pengumpulan data dengan cara mengambil sampel minyak transformator yang telah dipakai.
6. Pembuatan alat yang juga termasuk pembuatan Software Matlab untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian pendeteksian kualitas minyak transformator ini.
7. Pengujian alat serta software pendeteksi kualitas minyak transformator dengan melakukan pengujian pada alat serta software untuk memeriksa kualitas minyak transformator.
8. Hasil ialah alat yang bekerja mampu memberikan nilai kualitas minyak transformator dengan tingkat akurat yang baik.

### 3.7 Metode Penelitian

Metode penelitian yang penulis pakai dalam penelitian ini berupa Flowchart yang menjelaskan tentang cara kerja metode CNN di matlab yang berawal dari pembacaan data di matlab yang membaca warna minyak, maka melalui metode CNN dan database seperti data latih dan data uji yang telah dikumpulkan maka warna minyak tersebut dapat ditentukan. Sesuai dengan metode CNN gambar minyak akan melewati proses pre-processing dan juga processing. Adapun metode penelitian bisa dilihat pada gambar 3.2 yang berupa Flowchart atau alur metode penelitian penulis.



**Gambar 3. 2. Flowchart Metode Penelitian**

Gambar diatas merupakan tahapan metode penelitian yang akan dilaksanakan. Adapun keterangan serta penjelasan flowchart metode penelitian yang telah dirancang diatas ialah :

1. Sensor TCS 3200 akan mendeteksi warna minyak transformator
2. Data warna akan dikirimkan ke komputer dan Software Matlab
3. Matlab akan menjalankan metode Convolutional Neural Network (CNN)
4. CNN akan melakukan Pre-Processing atau persiapan pada data yang telah diinput. Tahap ini terbagi menjadi beberapa proses:

- a. Normalisasi Citra

Proses ini mengubah nilai piksel citra agar berada dalam rentang yang sama agar membuat data lebih konsisten dan mudah dipahami oleh model.

- b. *Resize* Citra

Proses ini akan mengubah ukuran citra karena model CNN biasanya memerlukan citra dengan ukuran tertentu. Misalnya, semua gambar harus berukuran 256 x 256 piksel.

- c. *Cropping* Citra

Proses ini memotong gambar menjadi bagian yang lebih kecil agar pemrosesan warna lebih mudah.

- d. *Filtering*

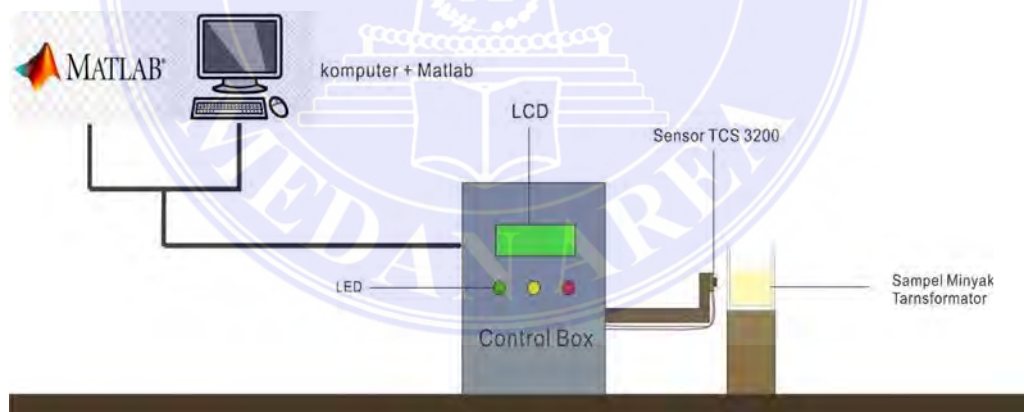
Proses ini membuat gambar lebih jelas dan mudah diinterpretasikan oleh model, meningkatkan akurasi prediksi.

- e. Hasil *Pre-processing* adalah hasil gambar warna yang sudah melewati tahap *pre-processing*.

- f. *Processing* adalah tahap dimana warna minyak transformator akan di proses sesuai dengan database (data latih dan data uji) yang telah dipersiapkan sesuai dengan skala warna ASTM D-1500. Tahap ini terbagi menjadi beberapa proses:

- 1) *Convolutional Layer 1*: Proses ini akan melakukan pendeteksian pola warna yang lebih cenderung tampak agar warna dapat diklasifikasikan.

- 2) *Pooling Layer 1*: Proses ini akan mengambil nilai maksimum dari setiap area kecil dalam gambar.
  - 3) *Convolutional Layer 2*: Proses ini sama seperti proses *Convolutional Layer 1* namun lebih kompleks
  - 4) *Pooling Layer 2*: Proses ini lanjutan dari proses sebelumnya.
  - 5) *Flattening*: Informasi-informasi tentang warna yang telah didapatkan dari proses sebelumnya akan dipertahankan pada tahap ini agar dapat diproses ke tahap selanjutnya.
  - 6) *Fully Connected Layer*: Proses ini akan menggabungkan keseluruhan informasi warna yang telah didapat dari tahap-tahap sebelumnya dan telah mendekati tahap Output.
  - 7) *Output Layer*: Hasil proses warna yang telah siap untuk diklasifikasikan sesuai dengan database.
- g. Hasil akhir kualitas warna akan ditampilkan pada LCD dan juga pada LED. Untuk LED hijau maka menandakan minyak masih baru, Led kuning menandakan minyak kondisi normal dan untuk LED merah menandakan minyak harus diganti.



**Gambar 3.3. Desain Alat Penelitian**

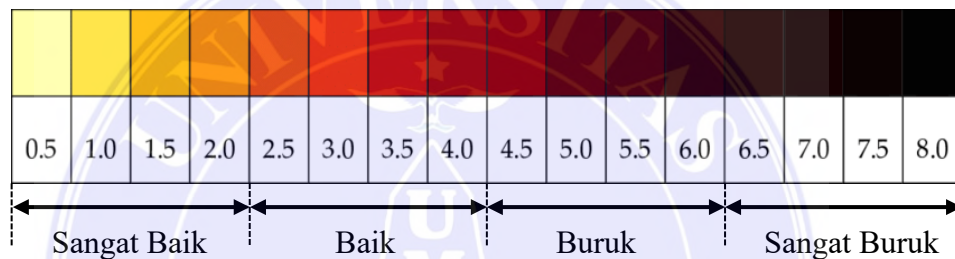
Gambar 3.3 merupakan desain dari alat yang akan dibuat untuk mendeteksi minyak transformator. Di desain gambar dapat dilihat bahwa minyak akan dideteksi oleh sensor TCS dengan mendeteksi warna nya dan setelah dideteksi maka LCD akan menunjukkan skala kualitas sesuai dengan skala warna ASTM D-1500 dan salah satu lampu led akan hidup menandakan seberapa baik kualitas minyak transformator tersebut.

### 3.8 Parameter yang Dianalisis

Parameter pada proposal yang berjudul Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Minyak Transformator Dengan Convolutional Neural Network ini ialah tingkatan warna minyak transformator menggunakan standar ASTM D-1500 yang telah ditetapkan. Warna dari minyak transformator akan dianalisis untuk menentukan kualitas minyak transformator tersebut dan warna tersebut akan diklasifikasikan sesuai dengan skala warna pada ASTM D-1500.

### 3.9 Pengukuran

Pengukuran yang dipakai ialah pengukuran tingkatan warna pada minyak transformator menggunakan skala warna ASTM D-1500.



**Gambar 3. 4. Skala Warna ASTM D-1500**

Pada gambar 3.4 dapat dilihat bahwa skala warna ASTM yang akan di pakai sebagai acuan dari pengukuran kualitas minyak transformator melalui warna minyak transformator tersebut. Dari nilai 0.5 – 2.0 menandakan kualitas minyak transformator masih sangat baik. Dari nilai 2.5 – 4.0 menandakan kualitas minyak transformator baik atau bisa dikatakan normal. Dari nilai 4.5 – 6.0 kualitas minyak transformator buruk dan sudah harus dilakukan penyaringan minyak. Dan untuk nilai 6.5 dan 8.0 kualitas minyak transformator dapat dikatakan sangat buruk dan harus segera dilakukan pergantian minyak.

### 3.10 Monitoring/ Pemantauan

Tujuan dari pemantauan adalah untuk mengawasi dan menemukan kesalahan atau ketidaksesuaian dalam pengoperasian suatu alat atau peralatan. Melalui pemantauan, kita dapat memantau pengukuran yang salah sehingga kita dapat segera mengambil tindakan korektif untuk memperbaiki kesalahan tersebut. Selain itu, pemantauan memungkinkan kita untuk memantau peralatan listrik yang tidak

sedang digunakan. Dengan demikian, pemantauan memungkinkan kita untuk memantau peralatan yang tidak sedang digunakan. Dalam hal ini Kesesuaian, keunggulan, konsistensi, dan kelayakan adalah dasar untuk melakukan pemantauan dan evaluasi rencana strategis.

### 3.11 Prosedur Kerja

Dalam proses perancangan alat diperlukan prosedur kerja agar proses perancangan alat dapat dilakukan secara benar. Beberapa prosedur kerja yang akan penulis lakukan ialah :

1. Perancangan alat pendeteksi kualitas minyak transformator dengan mengikuti gambar rangkaian
2. Melakukan pengujian alat serta software yang telah dirancang secara langsung maupun di matlab.
3. Pengetesan awal alat yang dilakukan sebelum ada beban agar mengetahui alat bekerja atau tidak.
4. Pengecekan melalui monitoring dan mengukur hasil yang ada di monitoring.
5. Mencatat data hasil pengukuran minyak transformator yang di ukur.
6. Pengecekan melalui monitoring dan mengukur hasil yang ada di monitoring.
7. Melakukan penginputan data yang telah di uji secara tekstual kedalam penelitian.
8. Membuat kesimpulan serta saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

- a. Alat pendeteksi kualitas minyak transformator dengan metode convolutional neural network telah dicoba dan dapat bekerja dengan baik. Dengan menggunakan metode CNN alat ini dapat mengklasifikasikan warna dari minyak transformator sehingga alat dapat menentukan nilai dari kualitas minyak tersebut.
- b. Pada aplikasi yang dirancang menggunakan Matlab melalui gambar beberapa sampel minyak yang telah digunakan dapat disimpulkan bahwa semakin lama digunakan maka warnanya akan semakin gelap. Begitu juga dengan kualitasnya yang mana jika warna minyak semakin gelap menandakan bahwa minyak memiliki kualitas yang buruk. Terdapat empat sampel minyak yang diukur kualitasnya melalui warnanya. Sampel minyak pertama dan kedua menunjukkan hasil warna berada di rentang 0.5 – 2.0, yang artinya kualitas minyak masih bagus. Sampel minyak ketiga menunjukkan warna berada di rentang 2.5 – 4.0, yang menandakan kualitas minyak normal, dan sampel minyak keempat berada di rentang 4.5 – 6.0, yang menandakan kualitas minyak buruk.

#### 5.2 Saran

- a. Alat ini perlu penyempurnaan pada bagian sensornya dimana sensor dapat membaca warna dengan baik sangat dipengaruhi oleh cahaya lingkungan sekitar.
- b. Pada aplikasinya diperlukan penyempurnaan saat proses pengklasifikasian warna agar dapat membedakan warna minyak yang hampir sama sehingga hasil lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Faudisyah, A. A., Hartomo, K. D., & Purnomo, H. D. (2023). Deteksi Cacat pada Isolasi Trafo Secara Visual menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal JTIC (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 7(4), 620–628. <https://doi.org/10.35870/jtik.v7i4.1067>
- Firdus, M. D., & Joko. (2019). Rancang bangun alat pendeteksi penuaan (aging) dan kualitas minyak transformator di pt. wismatata eltra perkasa. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(3), 515–522.
- Risma, P. (2012). Sensor Pemilih Warna. *Jurnal Teliska*, 4(September), 29–36. Ajib Susanto, Yupie Kusumawati, Ericsson Dhimas Niagara, & Christy Atika Sari. (2022). Convolutional Neural Network Dalam Sistem Deteksi Helm Pada Pengendara Motor. *Seminar Nasional Teknologi Dan Multidisiplin Ilmu (SEMNASTEKMU)*, 2(1), 91–99. <https://doi.org/10.51903/semnastekmu.v2i1.158>
- Harjoseputro, Y. (2018). Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Pengklasifikasian Aksara Jawa. *Buana Informatika*, 23.
- Hibatullah, A., & Maliki, I. (2019). Penerapan Metode Convolutional Neural Network Pada Pengenalan Pola Citra Sandi Rumput. *Journal of Informatics and Computer Science*, 1(02), 1–8.
- Effenberger, F., & Kiefer, G. (1967). Stereochemistry of the Cycloaddition of Sulfonyl Isocyanates and N-Sulfinylsulfonamides to Enol Ethers. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 6(11), 951–952. <https://doi.org/10.1002/anie.196709511>
- Satria, H., Syah, R., Silviana, N. A., & Syafii. (2023). Sensitivity of solar panel energy conversion at sunrise and sunset on three weather fluctuations in equatorial climate. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i3.pp2449-2458>
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno, S. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline



Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT. INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science. <https://doi.org/10.31539/intecom.v3i2.1861>

Mungkin, M., Satria, H., Bahri, Z., & Ridwan, A. (2020). Testing the Reliability of the Current Transformer System in Tackling the Illegal Use of Electrical Energy. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*. <https://doi.org/10.33019/jurnalecotipe.v7i2.1891>

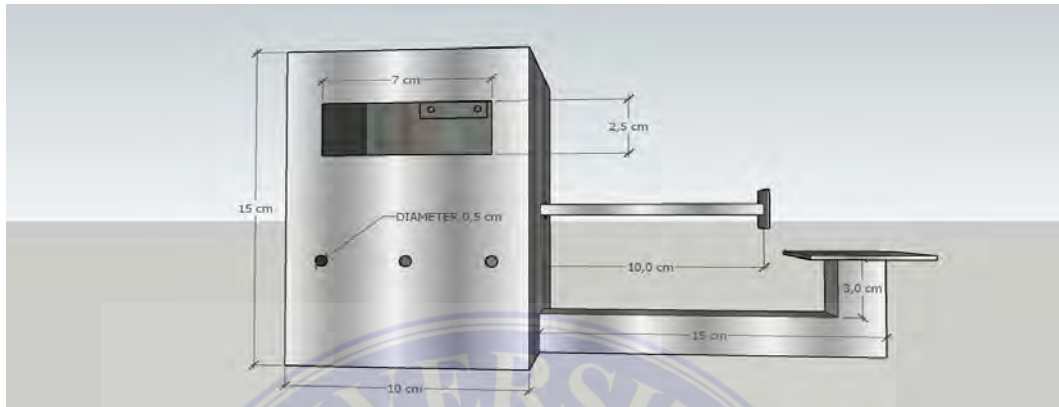
Satria, H., & Syafii, S. (2018). Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung ke Grid PLN. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. <https://doi.org/10.17529/jre.v14i2.11141>

Satria, H., Aldhi, M., Susilawati, S., Irwandi, P., & Ridha, A. E. (2023). Impact of Using Automatic Smart Control Technology Using UV Rays on Hydroponic Chili Plants. *Andalasian International Journal of Applied Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.25077/aijaset.v3i01.68>

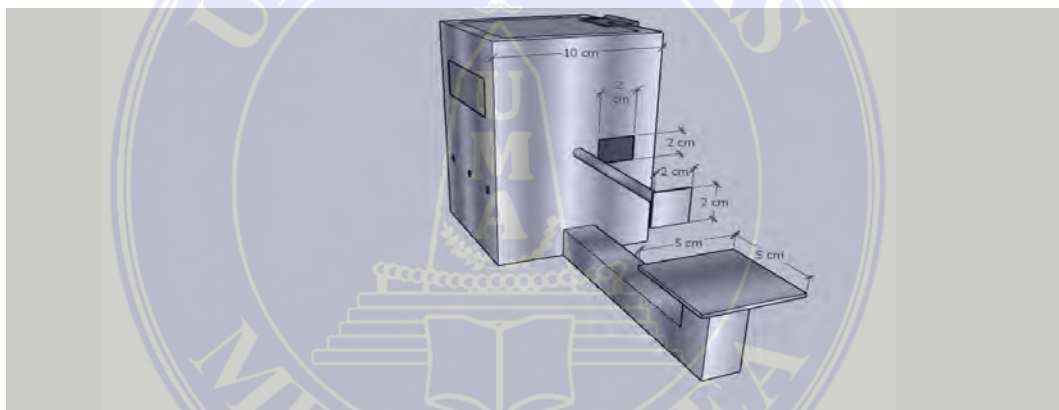
Latuconsina, R. (2021). Kualitas Minyak Transformator Ditentukan Dengan Pengolahan Citra Digital Pada Nilai Rgb (Red, Green Dan Blue). *Jurnal ELKO (Elektrikal Dan Komputer)*, 2(1), 71–78. <https://doi.org/10.54463/je.v2i1.9>

## LAMPIRAN

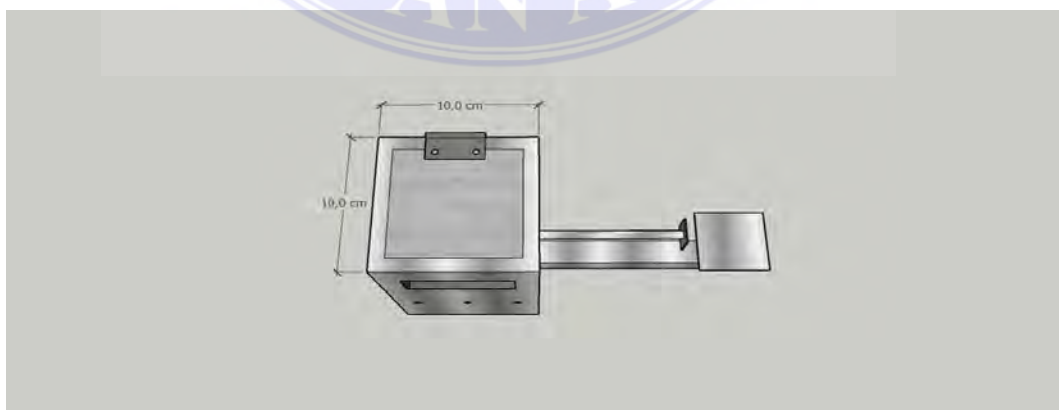
### Lampiran 1. Desain Alat



(a) Desain bagian depan alat



(b) Desain bagian samping alat



(c) Desain bagian atas alat

## Lampiran 2. Hasil Rancang Bangun Alat

