



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PENDETEKSI KERUSAKAN TALI BAJA ELEVATOR BERBASIS  
PENGOLAHAN CITRA DENGAN TEKNOLOGI DEEP  
LEARNING METODE INCEPTION V3

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat Magister  
Terapan dalam Bidang Rekayasa Kontrol Industri

POLITEKNIK  
NEGERI  
HERIYANTO  
2009511024  
JAKARTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO  
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
DEPOK  
AGUSTUS 2022



**© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta**

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN**

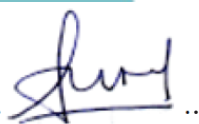
Tesis ini yang diajukan oleh:

Nama : Heriyanto  
 NIM : 2009511024  
 Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro  
 Judul : Pendeteksi Kerusakan Tali Baja *Elevator* Berbasis Pengolahan Citra dengan Teknologi *Deep Learning* Metode *Inception V3*


telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari **Selasa** tanggal **9 Agustus** tahun **2022** dan dinyatakan **LULUS** untuk memperoleh derajat gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Mera Kartika Delimayanti, S.Si, M.T., Ph.D (.....) 

Pembimbing II : Murie Dwiyaniti, S.T., M.T (.....) 

Penguji I : Nana Sutarna, Ph.D. (.....) 

Penguji II : Dr. Eng., Handri Santoso (.....) 

Penguji III : Britantyo Wicaksono, S.Si., M.Eng. (.....) 

Depok, 24 Agustus 2022

Disahkan oleh  
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Isdawimah, S.T., M.T.  
NIP. 196305051988112001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Heriyanto  
NIM : 2009511024  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 24 Agustus 2022



### © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis bisa menyelesaikan laporan tesis yang berjudul "Pendeteksi kerusakan Tali Baja *Elevator* Berbasis Pengolahan Citra dengan Teknologi *Deep Learning* Metode *Inception V3*." Dalam penyusunan laporan tesis ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga dapat menyelesaikan pembuatan laporan tesis ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T. selaku Kepala Program Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro.
3. Ibu Mera Kartika Delimayanti, S.Si, M.T., Ph.D selaku pembimbing tesis I.
4. Ibu Murie Dwiyaniti, S.T., M.T selaku pembimbing tesis II.
5. Kedua orangtua tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung dalam segala hal
6. Istri dan anak-anak tercinta yang selalu memberikan doa dan semangat
7. Rekan-rekan MTTE khususnya Angkatan 5.

Penulis menyadari bahwa penelitian tesis ini masih belum sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik senantiasa diharapkan demi perbaikan kedepannya. Penulis berharap semoga laporan tesis dapat memberikan banyak manfaat.

Depok, 24 Agustus 2022

Penulis



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

Halaman Sampul .....	1
Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas .....	iii
Halaman pengesahan.....	iv
Kata pengantar .....	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis untuk Kepentingan Akademik ..	vi
Abstrak .....	vii
Daftar isi.....	viii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran .....	xiv
Halaman Simbol dan Singkatan .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Batasan penelitian .....	4
1.5 Manfaat penelitian.....	5
1.5.1 Manfaat Teoritis .....	5
1.5.2 Manfaat Praktis.....	5
1.6 Sistematika Penyajian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Kajian Teoritis.....	7
2.1.1 Elevator .....	7
2.1.1.1 Tali Baja Elevator .....	8
2.1.1.2 Tipe Kerusakan Tali Baja Elevator.....	8
2.1.2 Citra .....	9
2.1.3 Artificial Intelligence, Machine Learning, dan Deep Learning .....	10



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.3.1	ANN.....	11
2.1.3.2	RNN.....	12
2.1.3.3	CNN.....	13
2.1.3.4	Arsitektur CNN : Inception V3.....	16
2.1.4	Transfer Learning.....	17
2.1.5	<i>Python, Google Colab, dan Spyder</i> .....	18
2.2	Kajian Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Ruang Lingkup Penelitian.....	21
3.2	Ancangan Penelitian.....	21
3.2.1	Persiapan Pembuatan Dataset.....	21
3.2.2	Persiapan Pembuatan Perangkat Lunak.....	22
3.2.3	Persiapan Pembuatan Modul Pengujian.....	22
3.3	Perancangan dan Cara Kerja.....	22
3.3.1	Perancangan Dataset.....	23
3.3.1.1	Pengumpulan Citra.....	23
3.3.1.2	Penyuntingan Citra.....	26
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	28
3.3.2.1	Perancangan Model <i>Deep Learning</i> .....	28
3.3.2.2	Perancangan Aplikasi Prototipe.....	33
3.3.3	Cara Kerja.....	33
3.4	Pengujian.....	33
3.5	Metode dan Teknik Analisis Data.....	34
3.6	Metode dan Teknik Penyajian Hasil.....	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Hasil Penelitian.....	35
4.1.1	Plot Akurasi Model.....	35
4.1.2	Plot <i>Loss</i> Model.....	38
4.1.3	<i>Confusion Matrix</i> .....	41
4.2	Pembahasan.....	45
4.2.1	Metrik Evaluasi.....	45
4.2.2	Keseimbangan Model.....	48



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

4.3	Pengujian Aplikasi Prototipe .....	48
4.4	Pengujian Tuning pada lapisan Convolution – 2x Inception Module C...	49
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....		51
5.1	Simpulan .....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....		52
LAMPIRAN.....		55



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran sederhana sistem <i>elevator</i> .....	7
Gambar 2.2	Tali baja 6- <i>Strand</i> dan 8- <i>Strand</i> .....	8
Gambar 2.3	Kerusakan pada Tali Baja Elevator .....	9
Gambar 2.4	Artificial Intelligence .....	10
Gambar 2.5	Perbedaan ML dan DL .....	11
Gambar 2.6	Struktur dasar dari ANN .....	12
Gambar 2.7	Perbedaan FNN (ki) & RNN (ka) .....	13
Gambar 2.8	Contoh arsitektur CNN pada klasifikasi citra .....	14
Gambar 2.9	Operasi <i>convolution</i> untuk <i>input grayscale4x4</i> dengan kernel2x2 ...	14
Gambar 2.10	Model Inception V3 .....	16
Gambar 2.11	Kinerja DL terhadap jumlah data .....	17
Gambar 2.12	Proses <i>Learning</i> dari <i>Transfer Learning</i> .....	18
Gambar 2.13	Penelitian <i>auto correlation</i> dengan <i>image processing</i> .....	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 3.2	Diagram alir perancangan dataset .....	24
Gambar 3.3	Cuplikan citra tali baja yang dikumpulkan .....	24
Gambar 3.4	Cuplikan citra tali baja tipe <i>broken</i> .....	25
Gambar 3.5	Citra kamera ( <i>ki</i> ), Citra hasil <i>cropping &amp; resizing</i> ( <i>ka</i> ) .....	26
Gambar 3.6	Tahapan menghilangkan latar belakang .....	27
Gambar 3.7	Cuplikan dataset untuk proses latih & uji .....	27
Gambar 3.8	Diagram Model <i>Deep Learning</i> .....	29
Gambar 3.9	Cuplikan citra kelas <i>broken</i> yang melalui proses augmentasi.....	32
Gambar 4.1	<i>Script Python</i> Plot Akurasi.....	36
Gambar 4.2	Plot Akurasi pada <i>Lr:0,0001; Bs:32; E:30</i> .....	36
Gambar 4.3	Plot Akurasi pada <i>Lr:0,0001; Bs:32; E:50</i> .....	36
Gambar 4.4	Plot Akurasi pada <i>Lr: 0,00001; Bs:32; E:30</i> .....	37
Gambar 4.5	Plot Akurasi pada <i>Lr: 0,00001; Bs:32; E:50</i> .....	37
Gambar 4.6	Plot Akurasi pada <i>Lr:0,00001; Bs:64; E:30</i> .....	38
Gambar 4.7	Plot Akurasi pada <i>Lr:0,00001; Bs: 64; E:50</i> .....	38
Gambar 4.8	<i>Script Python</i> Plot <i>Loss</i> .....	39
Gambar 4.9	Plot <i>Loss</i> pada <i>Lr:0,0001; Bs:32; E:30</i> .....	39
Gambar 4.10	Plot <i>Loss</i> pada <i>Lr:0,0001; Bs:32; E:50</i> .....	39
Gambar 4.11	Plot <i>Loss</i> pada <i>Lr:0,00001; Bs:32; E:30</i> .....	40
Gambar 4.12	Plot <i>Loss</i> pada <i>Lr:0,00001; Bs:32; E:50</i> .....	40
Gambar 4.13	Plot <i>Loss</i> pada <i>Lr:0,00001; Bs:64; E:30</i> .....	41
Gambar 4.14	Plot <i>Loss</i> pada <i>Lr:0,00001; Bs:64; E:50</i> .....	41
Gambar 4.15	<i>Script Python</i> untuk menampilkan <i>Confusion Matrix</i> .....	42
Gambar 4.16	<i>Confusion Matrix</i> pada <i>Lr: 0,0001; Bs:32; E:30</i> .....	42
Gambar 4.17	<i>Confusion Matrix</i> pada <i>Lr:0,0001; Bs:32; E:50</i> .....	43

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18 <i>Confusion Matrix</i> pada $Lr:0,00001$ ; $Bs:32$ ; $E:30$ .....	43
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> pada $Lr:0,00001$ ; $Bs:32$ ; $E:50$ .....	44
Gambar 4.20 <i>Confusion Matrix</i> pada $Lr:0,00001$ ; $Bs:64$ ; $E:30$ .....	44
Gambar 4.21 <i>Confusion Matrix</i> pada $Lr:0,00001$ ; $Bs:64$ ; $E:50$ .....	45
Gambar 4.22 Aplikasi mendeteksi kerusakan tipe “Broken” .....	49
Gambar 4.23 Plot untuk <i>tuning</i> lapisan <i>Convolution -2x Inception Module C</i> ...	50



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe AF yang digunakan pada arsitektur DL.....	16
Tabel 3.1 Cuplikan Hasil Model .....	30
Tabel 3.2 <i>Arguments</i> augmentasi citra yang digunakan.....	31
Tabel 3.3 <i>Hyperparameter</i> yang digunakan pada penelitian .....	32
Tabel 4.1 Metrik Evaluasi .....	46
Tabel 4.2 Metrik Evaluasi <i>tuning Convolution -2x Inception Module C</i> .....	50





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## ABSTRAK

*Elevator* menjadi alat transportasi utama untuk akses mobilitas pada gedung bertingkat. Beberapa kasus fatal pada *elevator* disebabkan putusnya tali baja. Tali baja yang sangat vital perannya sebagai komponen pada *elevator* hanya dilakukan pengecekan visual untuk mengetahui kerusakan. Penelitian ini untuk membuat sistem pendeteksi kerusakan tali baja pada *elevator*. Penelitian dimulai dengan permasalahan yaitu membuat sistem pendeteksi kerusakan tali baja *elevator*, mengolah citra menjadi dataset, dan mendapatkan model yang dapat menghasilkan nilai prediksi tinggi. Dataset diperoleh dengan mengumpulkan citra tali baja *elevator* berjumlah 2000 citra dan terbagi menjadi 4 kelas, yaitu normal, *broken*, *wear/fatigue*, dan *rust*. Penggunaan *deep learning* erat kaitannya dengan identifikasi citra yang mampu menghasilkan nilai akurasi lebih tinggi daripada *machine learning*. Model *Deep CNN Inception V3* menggunakan metoda *transfer learning* yang efektif dalam perhitungan untuk memprediksi citra. Hasil akurasi model yang didapatkan adalah sebesar 90% pada *learning rate* : 0,00001; *Batch size* : 32 ; *Epoch* : 50, dan aplikasi pendeteksi mampu mendeteksi saat kondisi normal juga kerusakan, seperti *broken*, *rust*, *wear* serta memberikan rekomendasi perbaikan (*prescriptive*).

Kata kunci : CNN, *Deep learning*, *Inception*, Kerusakan Tali Baja, Pengolahan Citra

Elevators are the main transportation for access to mobility in high-rise buildings. Several fatal cases in elevators are caused by broken steel ropes. The steel rope which is very vital in its role as a component in the elevator is only visually checked to find out the damage. This research is to make a steel rope damage detection system in elevators. The research begins with the problem of making a steel elevator rope damage detection system, processing images into datasets, and getting a model that can produce high predictive values. The dataset was obtained by collecting 2000 images of steel elevator ropes with a training and testing and divided into 4 classes: normal, broken, wear/fatigue, and rust. The use of deep learning is closely related to the identification of images that are able to get higher accuracy than machine learning. The Deep CNN Inception V3 model uses an effective transfer learning method in calculations to predict the image. The results of the model accuracy obtained are 90% at the learning rate: 0.00001; Batch size : 32 ; Epoch: 50, and the detection application able to detect when normal conditions also damaged, such as broken, rust, wear and provide recommendations for repair (*prescriptive*).

Keywords : CNN, Deep Learning, Inception, Steel Rope Damage, Image Processing



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Elevator* sebagai alat angkut orang pada gedung-gedung bertingkat menggunakan tali baja atau biasa dikenal sebagai *steel wire rope*. Peran tali baja ini sangat vital karena sebagai faktor utama keselamatan penumpang saat menggunakan *elevator*. Kecelakaan lift yang terjadi pada beberapa tahun silam di Jakarta, yaitu Lift Apartemen Kemayoran pada 30 September 2015, lift Tower B Gedung Nestle pada 10 Desember 2015, juga lift di Dealer Vespa Piaggio Bogor pada 24 Juni 2016 semuanya disebabkan oleh tali baja (*wire rope*) yang terputus [1]. Bahkan terdapat kasus di Hongkong pada 2 Maret 2013 juga mengalami hal serupa yaitu 4 tali baja yang menahan lift putus bersamaan [2]. Hal ini menjadikan tali baja pada *elevator* sangat vital, karena kerusakan yang terjadi akan berakibat fatal, *elevator* jatuh bebas dan timbul banyak korban jiwa.

Pada umumnya pengecekan hanya berdasarkan pengamatan visual dari teknisi yang intensitasnya hanya 1 atau 2 kali dalam setahun. Hal ini menyebabkan pemantauan terhadap kondisi dan keamanan tali baja ini kurang maksimal. Sehingga dibutuhkan suatu metoda yang dapat melakukan pengecekan dengan lebih efektif. Beberapa penelitian dilakukan untuk menemukan metoda pengecekan tali baja ini diantaranya dengan teknologi magnetik, salah satunya adalah teknologi *flux* magnetik yang mampu melakukan pengecekan baik luar maupun bagian dalam dari tali baja [3]. Selain itu teknik yang telah dilakukan dengan menggunakan gelombang elektromagnetik yang mampu mengetahui pengurangan besar diameter pada suatu tali baja [4]. Kemudian penelitian lainnya menggunakan pengolahan citra yang mampu mengukur diameter dan kekaratan pada tali baja [5]. *Digital image processing* dengan kombinasi gambar *flux* magnetik dan *infrared* digunakan sebagai metoda pengenalan kerusakan pada tali baja [6]. Sedangkan penelitian lain yang telah dilakukan adalah dengan Gelombang Ultrasonik yang digunakan untuk



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

mendeteksi kerusakan pada tali baja terutama pada kondisi tali baja yang panjang [7], [8].

Dari semua penelitian yang telah disebutkan memfokuskan kepada pendeteksian terjadinya kerusakan tali baja yang dikondisikan sesuai dengan penelitian yang dilakukan saat itu. Metoda dengan *infrared* hanya berdasarkan jumlah data yang sedikit sehingga kurang efektif dan ketidakakuratan muncul karena tidak mampu mendeteksi saat kecepatan tinggi, selain itu juga diperlukan banyak sensor karena berhubungan dengan elektromagnetik dan ultrasonik [9]. Penggunaan *computer vision* juga banyak dipilih dengan berbagai metoda dan algoritma, diantaranya *Support Vector Data Description (SVDD)* yang melakukan pengtesan dengan 200 gambar tali baja dan menghasilkan akurasi hingga 93% [10]. *Image processing* dengan menggunakan kamera juga digunakan dengan metoda *auto correlation* yang mengkonversi gambar yang ditangkap kamera menjadi sinyal gambar, perbedaan sinyal yang akan mendeteksi jika tali baja mengalami kerusakan [11].

Walaupun banyak dari metoda yang disebutkan sebelumnya mampu mendeteksi kerusakan pada tali baja, namun dibutuhkan suatu metoda yang juga mampu memprediksi dan memperhitungkan selain kerusakan total (*wire breakage*), seperti korosi (internal maupun eksternal), *wear* (keausan), dan *fatigue*. Metoda *machine learning* termasuk *deep learning* telah dipelajari secara aktif untuk tujuan mencapai kinerja yang lebih baik [12], [13]. Zhou dkk. menggunakan beberapa algoritma *machine learning* mendapatkan akurasi diagnostik sebesar 93.3% dengan metoda *Local Binary Pattern Support Vector Machine (LBPSVM)* [14]. Xinyuan dkk menggunakan metoda *Convolutional Neural Network (CNN)* yang mampu menghasilkan nilai F1 4 kali lebih besar dari metoda konvensional *machine learning* dan juga memiliki waktu proses yang lebih singkat [15]. Zhou dkk menggunakan *deep learning* berdasarkan *framework VPT* dengan skema *image preprocessing (IP)* dan *Deep Convolutional Neural Network (DCNN)* mampu menghasilkan deteksi akurasi hingga 95.55% [16]. Penelitian yang dilakukan oleh Afroze dkk menggunakan DCNN model *Inception V3* untuk mendeteksi penyakit

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Glaukoma yang dengan jumlah citra dataset sebanyak 5460 dapat menghasilkan prediksi melebihi dari model DenseNet dan ResNet50 [17].

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini akan menggunakan teknik *deep learning* dengan kombinasi metode *image processing* dan DCNN model *Inception V3* untuk memprediksi dan mendeteksi saat kondisi normal juga kerusakan, seperti *breakage*, *wear/fatigue*, dan korosi pada tali baja lift (*elevator*). Dasar dari penggunaan model *Inception* dianggap lebih tepat dengan jumlah citra dataset kerusakan tali baja yang diperoleh. Teknologi yang digunakan pada penelitian ini adalah *TensorFlow Framework* dengan bahasa *Python* [18]. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model kinerja tinggi dengan tingkat prediksi yang tinggi dan memberikan rekomendasi (*prescriptive*) untuk perbaikan ataupun hal-hal yang harus dilakukan [19].

## 1.2 Perumusan masalah

Rumusan masalah dan pertanyaan yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat sistem pendeteksi kerusakan tali baja *Elevator* berbasis pengolahan citra dengan *Deep Learning*.
2. Bagaimana mendapatkan citra tali baja yang cukup banyak dan relevan.
3. Bagaimana mengolah citra dari bermacam tipe kerusakan tali baja *Elevator* menjadi dataset.
4. Bagaimana mendapatkan model *Deep Learning* yang menghasilkan sistem dengan nilai prediksi tinggi dan memiliki performansi yang baik.
5. Bagaimana membuat aplikasi yang dapat mendeteksi kerusakan tali baja berbasis model yang telah dibuat.

## 1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, diantaranya.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Mengumpulkan citra yang relevan dengan tipe-tipe kerusakan pada tali baja *elevator*.
2. Mengolah citra yang dikumpulkan menjadi dataset.
3. Pengolahan citra yang terbagi menjadi 4 kelas dengan *Deep Learning* untuk mendeteksi kerusakan pada tali baja *elevator*.
4. Menuangkan metoda dan model yang dibuat ke dalam *Google Colab*.
5. Mendapatkan nilai akurasi dan metrik evaluasi dengan metoda dan model yang dibuat.
6. Membuat aplikasi untuk mendeteksi kerusakan.

**1.4 Batasan penelitian**

Batasan-batasan yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tali baja yang diteliti adalah tali baja dengan tipe *Steel Wire Core* (ukuran 11 dan 13mm) yang digunakan pada industri *elevator* untuk gedung *medium-high rise*.
2. Tipe kerusakan tali baja *elevator* yang akan dideteksi adalah *wire breakage (broken)*, *rust* dan *wear/fatigue* berdasarkan standar ISO 4344:2004 (E).
3. Pengolahan citra berbasis *Deep Learning* menggunakan model *Inception V3* dijalankan dengan *Google Colab*.
4. Dataset berjumlah 1800 citra latih dan 200 citra uji.
5. *Learning Rate*, *Batch Size*, dan *Epoch* digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan model.
6. Akurasi dan Metrik Evaluasi sebagai parameter untuk melihat kinerja model.
7. Aplikasi pendeteksi yang dibuat menggunakan kamera sebagai *input* citra kemudian menampilkan hasil berupa kerusakan tali baja, persentase, dan rekomendasi singkat.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.5 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini terbagi menjadi 2 (dua) hal, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis berkenaan bagi pengembangan ilmu. Manfaat praktis berkenaan dengan

### 1.5.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang rekayasa kontrol industri khususnya dengan pengolahan citra berbasis *deep learning*.
2. Untuk pengembangan wawasan mengenai *deep transfer learning* dan pemanfaatannya pada dunia industri.

### 1.5.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan menjadi sarana mengimplementasikan ilmu terkait rekayasa kontrol industry.
2. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi untuk pengembangan teori mengenai pengolahan citra, *deep transfer learning*, dan pendeteksi kerusakan tali baja.
3. Bagi dunia industri, penelitian ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan untuk dikembangkan menjadi sistem pendeteksi yang dapat diaplikasikan pada *elevator*.

## 1.6 Sistematika Penyajian

Sistematika penulisan laporan tesis ini secara garis besar terbagi menjadi 5 bagian, yaitu :

1. Bab I Pendahuluan





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini menjelaskan perihal latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penyajian.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang digunakan dalam penelitian dan kajian penelitian terdahulu.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini menjelaskan tentang ruang lingkup penelitian dan ancangan penelitian, perancangan dan cara kerja, pengujian, metode dan teknik analisis data serta metode dan teknis penyajian hasil.

4. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan tentang data yang diperoleh dari penelitian dan pembahasannya serta analisa dari data hasil penelitian.

5. Bab V Simpulan dan Saran

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan pemberian saran untuk penelitian lanjutan.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

*Learning rate* : 0,00001 ; *Batch size* : 32 ; *Epoch* : 50 adalah metoda pembelajaran yang didapat untuk model *deep learning* pendeteksi kerusakan tali baja. Metoda ini memiliki hasil akurasi dan metrik evaluasi yang tertinggi, yaitu masing-masing 0.90 atau 90%. Metoda ini juga memiliki model yang *balance fitting*. Aplikasi prototipe mampu memprediksi 3 tipe kerusakan dan kondisi normal pada tali baja *elevator*.

#### 5.2 Saran

Berikut saran untuk pengembangan penelitian ini :

1. Penerapan aplikasi pada *industrial PC* dengan *high resolution camera*.
2. Peningkatan akurasi dengan menggunakan model *deep transfer learning* lainnya.
3. Penerapan sistem pendeteksi pada *elevator (real site)* untuk menguji kesemua tipe kerusakan tali baja.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Nurjanah, '3 Kecelakaan Lift Fatal di Jakarta', *Kumparan*, Jan. 20, 2017. [Online]. Available: <https://kumparan.com/kumparannews/3-kecelakaan-lift-fatal-di-jakarta/full>
- [2] 'Technical Investigation Report on Lift Incident at 478-480 King's Road, North Point, Hongkong', Electrical and Mechanical Services Department, Hongkong, Jul. 2013. [Online]. Available: [https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_794/Report\\_North\\_Point\\_Incident.pdf](https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_794/Report_North_Point_Incident.pdf)
- [3] D. Zhang, E. Zhang, and X. Yan, 'Quantitative method for detecting internal and surface defects in wire rope', *NDT E Int.*, vol. 119, p. 102405, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.ndteint.2021.102405.
- [4] X. Yan, D. Zhang, S. Pan, E. Zhang, and W. Gao, 'Online nondestructive testing for fine steel wire rope in electromagnetic interference environment', *NDT E Int.*, vol. 92, pp. 75–81, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.ndteint.2017.07.017.
- [5] P. Zhou *et al.*, 'Health Monitoring for Balancing Tail Ropes of a Hoisting System Using a Convolutional Neural Network', *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 8, p. 1346, Aug. 2018, doi: 10.3390/app8081346.
- [6] P. Zheng and J. Zhang, 'Quantitative nondestructive testing of wire rope based on pseudo-color image enhancement technology', *Nondestruct. Test. Eval.*, vol. 34, no. 3, pp. 221–242, Jul. 2019, doi: 10.1080/10589759.2019.1590827.
- [7] P. W. Tse and J. Rostami, 'Advanced signal processing methods applied to guided waves for wire rope defect detection', Minneapolis, Minnesota, 2016, p. 030006. doi: 10.1063/1.4940478.
- [8] R. Raisutis, R. Kazys, L. Mazeika, V. Samaitis, and E. Zukauskas, 'Propagation of Ultrasonic Guided Waves in Composite Multi-Wire Ropes', *Materials*, vol. 9, no. 6, p. 451, Jun. 2016, doi: 10.3390/ma9060451.
- [9] P. Zhou, G. Zhou, Z. Zhu, Z. He, X. Ding, and C. Tang, 'A Review of Non-Destructive Damage Detection Methods for Steel Wire Ropes', *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 13, p. 2771, Jul. 2019, doi: 10.3390/app9132771.
- [10] Sun H., Zhang Y., and Luo F., 'Texture Defect Detection of Wire Rope Surface with Support Vector Data Description', in *2009 Chinese Conference on Pattern Recognition*, Nanjing, China, Nov. 2009, pp. 1–5. doi: 10.1109/CCPR.2009.5344000.
- [11] O. Yaman and M. Karakose, 'Auto correlation based elevator rope monitoring and fault detection approach with image processing', in *2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, Malatya, Sep. 2017, pp. 1–5. doi: 10.1109/IDAP.2017.8090176.
- [12] B. Purnama, M. Kartika, K. Robiatul, F. Indriani, M. Kubo, and K. Satou, 'The Enrichment of Texture Information to Improve Optical Flow for



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Silhouette Image’, *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 12, no. 2, 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0120253.
- [13] B. Purnama *et al.*, ‘On the Problem about Optical Flow Prediction for Silhouette Image’:, in *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies*, Prague, Czech Republic, 2019, pp. 289–293. doi: 10.5220/0007572302890293.
- [14] P. Zhou, G. Zhou, Z. He, C. Tang, Z. Zhu, and W. Li, ‘A novel texture-based damage detection method for wire ropes’, *Measurement*, vol. 148, p. 106954, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.measurement.2019.106954.
- [15] X. Huang, Z. Liu, X. Zhang, J. Kang, M. Zhang, and Y. Guo, ‘Surface damage detection for steel wire ropes using deep learning and computer vision techniques’, *Measurement*, vol. 161, p. 107843, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.measurement.2020.107843.
- [16] P. Zhou, G. Zhou, H. Wang, D. Wang, and Z. He, ‘Automatic Detection of Industrial Wire Rope Surface Damage Using Deep Learning-Based Visual Perception Technology’, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 70, pp. 1–11, 2021, doi: 10.1109/TIM.2020.3011762.
- [17] T. Afroze, S. Akther, M. A. Chowdhury, E. Hossain, M. S. Hossain, and K. Andersson, ‘Glaucoma Detection Using Inception Convolutional Neural Network V3’, in *Applied Intelligence and Informatics*, vol. 1435, M. Mahmud, M. S. Kaiser, N. Kasabov, K. Iftekharuddin, and N. Zhong, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 17–28. doi: 10.1007/978-3-030-82269-9\_2.
- [18] A. B. Mutiara, ‘Implementasi Deep Learning: Matlab dan Python-Keras-Tensorflow’, presented at the WEBINAR APTIKOM, 2020. [Online]. Available: [https://mooc.aptikom.or.id/pluginfile.php/3165/mod\\_resource/content/0/26%202020%20Implementasi%20Deep%20Learning%20webinar3.pdf](https://mooc.aptikom.or.id/pluginfile.php/3165/mod_resource/content/0/26%202020%20Implementasi%20Deep%20Learning%20webinar3.pdf)
- [19] F. Biebl *et al.*, ‘A conceptual model to enable prescriptive maintenance for etching equipment in semiconductor manufacturing’, *Procedia CIRP*, vol. 88, pp. 64–69, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.05.012.
- [20] U. Komarudin, N. N. Suryaman, and I. Farida, ‘Optimization of Passenger Elevator Design for Apartment Building’, p. 9, 2021.
- [21] A. Babu Seelam, M. S. Jawed, and S. Hassan Krishanmurthy, ‘Design and analysis of elevator wire ropes’, *Int. J. Simul. Multidiscip. Des. Optim.*, vol. 12, p. 20, 2021, doi: 10.1051/smdo/2021021.
- [22] H. Mouradi, A. El Barkany, and A. El Biyaali, ‘Steel wire ropes failure analysis: Experimental study’, *Eng. Fail. Anal.*, vol. 91, pp. 234–242, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.engfailanal.2018.04.019.
- [23] P. Drako, ‘Steel Wire Ropes in Elevators’.
- [24] M. Meknassi, A. Tijani, N. Mouhib, and M. E. Ghorba, ‘Experimental Study on Corrosion of Wire Rope Strands under Sulfuric Acid Attack’, p. 6.
- [25] X. Chang, H. Huang, Y. Peng, and S. Li, ‘Friction, wear and residual strength properties of steel wire rope with different corrosion types’, *Wear*, vol. 458–459, p. 203425, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.wear.2020.203425.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [26] L. Alzubaidi *et al.*, ‘Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions’, *J. Big Data*, vol. 8, no. 1, p. 53, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00444-8.
- [27] K. Kersting, ‘Machine Learning and Artificial Intelligence: Two Fellow Travelers on the Quest for Intelligent Behavior in Machines’, *Front. Big Data*, vol. 1, p. 6, Nov. 2018, doi: 10.3389/fdata.2018.00006.
- [28] K. O’Shea and R. Nash, ‘An Introduction to Convolutional Neural Networks’, p. 12.
- [29] R. M. Schmidt, ‘Recurrent Neural Networks (RNNs): A gentle Introduction and Overview’. arXiv, Nov. 23, 2019. Accessed: Jul. 27, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1912.05911>
- [30] C. Nwankpa, W. Ijomah, A. Gachagan, and S. Marshall, ‘Activation Functions: Comparison of trends in Practice and Research for Deep Learning’. arXiv, Nov. 08, 2018. Accessed: Jul. 28, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1811.03378>
- [31] J. E. Widayana and S. Budi, ‘Pengaruh Preprocessing Terhadap Klasifikasi Diabetic Retinopathy dengan Pendekatan Transfer Learning Convolutional Neural Network’, *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.28932/jutisi.v7i1.3327.
- [32] C. Tan, F. Sun, T. Kong, W. Zhang, C. Yang, and C. Liu, ‘A Survey on Deep Transfer Learning’. arXiv, Aug. 06, 2018. Accessed: Jul. 28, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1808.01974>
- [33] Z. Ping, Z. Gongbo, L. Yingming, and H. Zhenzhi, ‘Surface defect detection for wire ropes based on deep convolutional neural network’, in *2019 14th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)*, Changsha, China, Nov. 2019, pp. 855–860. doi: 10.1109/ICEMI46757.2019.9101828.
- [34] M. Hasan, B. Tanawala, and K. J. Patel, ‘Deep Learning Precision Farming: Tomato Leaf Disease Detection by Transfer Learning’, *SSRN Electron. J.*, 2019, doi: 10.2139/ssrn.3349597.
- [35] X. Qin, Z. Zhang, C. Huang, M. Dehghan, O. R. Zaiane, and M. Jagersand, ‘U2-Net: Going deeper with nested U-structure for salient object detection’, *Pattern Recognit.*, vol. 106, p. 107404, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.patcog.2020.107404.
- [36] D. Sarkar, R. Bali, and T. Ghosh, *Hands-On Transfer Learning with Python: implement advances deep learning and neural network models using TensorFlow and Keras*. Birmingham Mumbai: Packt, 2018.



## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN 1 SERTIFIKAT CIPTAAN

  
REPUBLIC INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

### SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	: EC00202247991, 27 Juli 2022
<b>Pencipta</b>	
Nama	: Heriyanto, Mera Kartika Delimayanti dkk
Alamat	: Wisma Mas Blok B3 No.16 RT 006/010 Kel. Cinangka Kec. Sawangan, Kota Depok, JAWA BARAT, 16516
Kewarganegaraan	: Indonesia
<b>Pemegang Hak Cipta</b>	
Nama	: Wahana HKI Politeknik Negeri Jakarta
Alamat	: Gedung Direktorat Lt.2 Politeknik Negeri Jakarta. Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Kota Depok, JAWA BARAT, 16425
Kewarganegaraan	: Indonesia
Jenis Ciptaan	: Program Komputer
Judul Ciptaan	: Model Pendeteksi Kerusakan Tali Baja Elevator Berbasis Pengolahan Citra Dengan Deep Learning
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 27 Juli 2022, di Kota Depok
Jangka waktu perlindungan	: Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan	: 000363724

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
u.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

  
Anggoro Dasananto  
NIP.196412081991031002

Disclaimer:  
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN 2

### ISO 4344:2004(E)

ISO 4344:2004(E)

#### **Annex E** (informative)

#### **Discard criteria for lift ropes**

##### **E.1 General**

Lift ropes are usually discarded because of broken wires and wear, but other factors, such as reduction in diameter, corrosion or excessive stretch, may also give rise to discard.

The competent person should take all these factors into account when carrying out a thorough examination in order to decide if a set of ropes is fit to remain in service or should be discarded.

Even if only one rope has reached discard criteria, the whole set should be replaced except in those cases where a rope is damaged either during installation or acceptance testing prior to being put into lift service (see E.6).

In the absence of any national regulations or instruction from the original equipment manufacturer, the following is a general guide to discard.

In the case of ropes operating in sheaves of other than cast iron or steel, the competent person should be aware of the possibility of more advanced internal deterioration occurring than that which might be visually obvious from the outside.

##### **E.2 Broken wires**

Table E.1 indicates the number of visible broken wires in the worst section of a single layer rope with a fibre core within the set at which replacement or next examination should take place within a specified period and at which replacement should take place immediately. The values apply to suspension ropes, governor ropes and compensating ropes.

For other types of rope, guidance on the number of visible broken wires should be provided by the rope manufacturer.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

ISO 4344:2004(E)

Table E.1 — Number of visible broken wires — Single layer ropes with fibre cores operating in cast iron or steel sheaves

Condition	Replace ropes or examine within a specified period as stated by the competent person		Discard ropes immediately	
	Class 6 x 19 FC	Class 8 x 19 FC	Class 6 x 19 FC	Class 8 x 19 FC
Broken wires randomly distributed among the outer strands	More than 12 per rope lay <sup>a</sup>	More than 15 per rope lay <sup>a</sup>	More than 24 per rope lay <sup>a</sup>	More than 30 per rope lay <sup>a</sup>
Broken wires predominating in one or two outer strands	More than 6 per rope lay <sup>a</sup>	More than 8 per rope lay <sup>a</sup>	More than 8 per rope lay <sup>a</sup>	More than 10 per rope lay <sup>a</sup>
Adjacent broken wires in one outer strand	4	4	More than 4	More than 4
Valley breaks	1 per rope lay <sup>a</sup>	1 per rope lay <sup>a</sup>	More than 1 per rope lay <sup>a</sup>	More than 1 per rope lay <sup>a</sup>

<sup>a</sup> The length of one rope lay is approximately equivalent to  $6 \times d$  (where  $d$  is the nominal rope diameter).

E.3 Reduction in diameter

Replacement should be considered if the diameter is reduced by 6 % of the nominal rope diameter.

E.4 Unusual features

If unusual features are evident that might indicate the possibility of advanced internal deterioration, replacement of the ropes should be considered.

EXAMPLE 1 Fretting corrosion, where the rope exudes a red dust or rouge type material from between the strands and/or wires.

EXAMPLE 2 A local reduction in diameter.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN 3

### SCRIPT MODEL DEEP LEARNING

```
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.applications.inception_v3 import InceptionV3
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import PIL
import sklearn.metrics as metrics
from sklearn.metrics import ConfusionMatrixDisplay

# Resize the images
IMAGE_SIZE = [224, 224]
# Import the Inception library
inception = InceptionV3(input_shape=IMAGE_SIZE + [3], weights='imagenet', include_top=False)
# Not train the existing weights
for layer in inception.layers:
    layer.trainable = False
# Create a model object
prediction = Dense(len(folders), activation='softmax')(x)
model = Model(inputs=inception.input, outputs=prediction)

# train the last inception blocks, will freeze
# the first fine_tune_at layers and unfreeze the rest:
fine_tune_at = 267
for layer in model.layers[:fine_tune_at]:
    layer.trainable = False
for layer in model.layers[fine_tune_at:]:
    layer.trainable = True

# Optimization method
opt = keras.optimizers.RMSprop(learning_rate=0.00001)
model.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=opt,
    metrics=['accuracy'])
# Augmented image
train_datagen = ImageDataGenerator(rescale = 1./255,
                                    shear_range = 0.2,
                                    zoom_range = 0.2,
                                    width_shift_range=0.2,
                                    height_shift_range=0.2,
                                    horizontal_flip = True,
```



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
fill_mode='nearest')
test_datagen = ImageDataGenerator(rescale = 1./255)
# Same target size as initialized for the image size
training_set = train_datagen.flow_from_directory('/Images/Train',
                                                target_size = (224, 224),
                                                batch_size = 32,
                                                class_mode = 'categorical')
```

(Lanjutan)

```
test_set = test_datagen.flow_from_directory('/Images/Test',
                                           target_size = (224, 224),
                                           batch_size = 32,
                                           shuffle = False,
                                           class_mode = 'categorical')

# Fit model
r = model.fit(
    training_set,
    validation_data=test_set,
    epochs=50,
    steps_per_epoch=len(training_set),
    validation_steps=len(test_set))

# Plot loss
plt.plot(r.history['loss'], label='train loss')
plt.plot(r.history['val_loss'], label='val loss')
plt.show()

# Plot accuracy
plt.plot(r.history['accuracy'], label='train acc')
plt.plot(r.history['val_accuracy'], label='val acc')
plt.show()
```



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN 4

### SCRIPT APLIKASI PROTOTIPE

```
import tensorflow as tf
import numpy as np
import streamlit as st
from PIL import Image
import cv2

st.set_option('deprecation.showfileUploaderEncoding', False)
st.title("Elevator Steel Rope Detection")
st.write("#### Based on Image Processing with Deep learning")
st.write("##### Designed for High Rise Building")
st.write("*Heriyanto* :copyright: 2022 - :flag-id:")
st.write("---")
def load_model():
    model = tf.keras.models.load_model('C:/Users/heriheri/.spyder-
py3/App_Streamlit/model/newmodel.h5')
    return model
with st.spinner('Loading Model Into Memory...'):
    model = load_model()
    classes=['Broken', 'Normal', 'Rust', 'Wear']
    # get image from camera
    img_file_buffer = st.camera_input("Take Wire Rope picture")
    if img_file_buffer is not None:
        # To read image file buffer as a PIL Image:
        imgcam = Image.open(img_file_buffer)
        st.write("")
        st.subheader("Prediction :")
        with st.spinner('classifying...')
            img1 = cv2.resize(imgcam_array, (224,224))
```

(Lanjutan)

```
pred1 = model.predict(np.array([img1]))
class1=classes[np.argmax(pred1)]
percent1=round(np.max(pred1)*100,2)

st.write('**Result:**')
st.write(class1)
st.write(percent1, '%')
st.write('---')
st.write('**Recommended**')

if not class1 == "Normal" and percent1 >= 70 :
    st.write(':x:`Change it immediately!!`')
else:
    st.write(':heavy_check_mark:`Condition OK`')
```



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

