

**SISTEM KLASIFIKASI SAMPAH BERBASIS CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK**



SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

KELVIN

03041381520075

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM KLASIFIKASI SAMPAH BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK



SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

KELVIN

(03041381520075)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



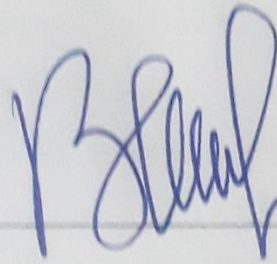
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph..D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
NIP : 197502112003121002

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing Utama : Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.

Tanggal

: 3 / Agustus / 2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kelvin
NIM : 03041381520075
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "Sistem Kasifikasi Sampah Berbasis Convolutonal Neural Network" merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019



Kelvin

ABSTRAK

SISTEM KLASIFIKASI SAMPAH BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

(Kelvin,03041381520075,2019)

Unmanned Surface Vehicle (USV) menjadi suatu solusi baru dalam mengatasi pencemaran sampah di sungai. Penggunaan USV menggantikan sistem pengelolaan sampah yang masih dilakukan secara manual. Maka dari itu USV harus dapat bekerja sebagai alat pengumpul sampah di air secara *autonomous*. Untuk dapat mendeteksi keberadaan sampah di sungai, USV membutuhkan suatu sistem klasifikasi sampah yang mampu membedakan sampah dengan tanaman. Banyak sistem klasifikasi objek yang kesulitan dalam mengidentifikasi dua objek yang memiliki bentuk yang telah terdeformasi dan memiliki warna yang sama sehingga dilakukan pendekatan menggunakan Deep Learning

Implementasi pada penelitian ini digunakan sebuah sistem klasifikasi sampah berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). *Deep Learning* berbasis CNN mampu mengidentifikasi beberapa objek dalam waktu yang bersamaan secara *realtime* dan sedikit ditemukan penelitian mengenai sistem klasifikasi sampah berbasis CNN terkhusus untuk sampah di sungai. Penelitian ini membuat dan menguji sistem klasifikasi sampah berbasis CNN dalam mengidentifikasi sampah secara *realtime* di sungai. Jenis CNN yang digunakan dalam penelitian ini adalah You Only Look Once (YOLO). Setelah dilakukan pengaplikasiannya, YOLO mampu mengklasifikasikan sampah (kotak milo) dan tumbuhan eceng gondok dengan persentase keberhasilan 65%.

Kata Kunci: USV, CNN, Sistem Klasifikasi Sampah , YOLO.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph..D.
NIP. 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
NIP : 197502112003121002

ABSTRACT

GARBAGE CLASSIFICATION SYSTEM BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

(Kelvin,03041381520075,2019)

Unmanned Surface Vehicle (USV) becomes a new solution in overcoming waste pollution in rivers. Use of USV replaces the garbage management system that is still done manually. Therefore the USV should be able to work as a garbage collector tool in the water by autonomous. To be able to detect the presence of garbage in the river, USV needs a garbage classification system capable of distinguishing garbage with plants. Many classification systems object to difficulty in identifying two objects that have a form that has been deformed and has the same color so that the approach is done using Deep Learning

The implementation of this study used a Convolutional Neural Network-based Garbage classification system (CNN). CNN-based Deep Learning is able to identify multiple objects at the same time in realtime and few of research available is CNN-based garbage classification systems specifically for river garbage. This research makes and tests CNN-based garbage classification system in identifying garbage in realtime in rivers. The type of CNN used in this study is You Only Look Once (YOLO). After its application, YOLO is able to classify garbage (Milo box) and water hyacinth plants with a percentage success of 65%.

Keywords: *USV, CNN, Waste Classification System, YOLO.*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph..D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
NIP : 197502112003121002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul **“Sistem Klasifikasi Sampah Berbasis Convolutional Neural Network”**.

Pembuatan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Sunriyer Nasir, M.S, PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff
2. Bapak M. Abu Bakar Siddik, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto S.T., M. Eng, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang selalu memberi bimbingan, arahan dan nasihatnya.
4. Ibu Hera Hikmarika S.T., M. Eng, Ibu Dr. Suci Dwijayanti, S.T., M.Sc. dan Bapak Ir. Zaenal Husein, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah menguji tugas akhir saya dan memberikan kritik dan sarannya.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. M. Arief Kurniawan Putra dan M. Kevin Ardela partner tugas akhir yang luarbiasa
7. Kak Awal yang telah membantu proses penyelesaian USV
8. Teman saya di Universitas Sriwijaya yang telah memberikan dukungan dan bantuan sepenuhnya kepada saya selama masa perkuliahan baik di dalam maupun luar lingkungan kampus.
9. Semua kakak dan adik tingkat saya di Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu saya selama saya di Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
NOMENKLATUR	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Keaslian Penelitian	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 <i>Image Processing dan Image Recognition</i>	6
2.2.1 <i>Image Processing</i>	6
2.2.2. <i>Image Recognition</i>	7
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	8
2.4 <i>You Only Look Once (YOLO) Algorithm</i>	10
2.4.1 Cara Kerja YOLO	10
2.4.2 Arsitektur YOLO	13

2.5	<i>Python</i>	14
2.6	<i>Raspberry Pi</i>	15
2.7	<i>Web Camera</i>	16
BAB III		17
METODE PENELITIAN		17
3.1	Diagram Alir Penelitian	17
3.2	Metode Penelitian	17
3.2.1	Studi Pustaka	18
3.2.2	Perancangan <i>Dataset</i>	18
3.2.3	Perancangan Program <i>Training</i> dan <i>Real Time Test</i>	19
3.2.4	<i>Training Network</i>	21
3.2.5	Pengujian <i>Real Time</i>	22
3.3	Analisa dan Kesimpulan	22
BAB IV		23
HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	<i>Training Network</i>	23
4.2	Pengujian Hasil Training	25
BAB V		23
KESIMPULAN DAN SARAN		23
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA		33
DAFTAR LAMPIRAN		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN	9
Gambar 2.2 Sistem Deteksi YOLO.....	10
Gambar 2.3 Model YOLO	12
Gambar 3.1 Diagram Alih Penelitian.....	17
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Perancangan <i>Dataset</i>	18
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Program <i>Real Time</i>	20
Gambar 3.4. Proses <i>Training</i>	21
Gambar 4.1. Contoh Gambar Data <i>Training</i> Eceng Gondok.....	23
Gambar 4.2. Contoh Gambar Data <i>Training</i> Kotak Milo	24
Gambar 4.3. Grafik <i>Loss</i> dan <i>Moving Average Loss</i>	24
Gambar 4.4 Pengujian Pendeteksian Eceng Gondok.....	25
Gambar 4.5. Pengujian Pendeteksian Milo	26
Gambar 4.6. Pengujian Pendeteksi Sampah Milo dan Eceng Gondok	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aristektur YOLO	13
Tabel 4.1 Data Pengujian Pendeteksi Eceng Gondok	27
Tabel 4.2 Data Pengujian Pendeteksi Milo	28
Tabel 4.3 Data Pengujian Pendeteksi Milo dan Eceng Gondok	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Coding Python Download Gambar dari Google

Lampiran 2. Coding Python Format Gambar

Lampiran 3. Coding Python Labelling Gambar

Lampiran 4. Coding Python Pengujian Real Time

Lampiran 5. Data Hasil Training YOLO

Lampiran 6. Berita Acara Seminar Skripsi / Laporan Hasil Revisi Skripsi

Lampiran 7. Hasil Pengecekan *iTehticate* / *turnitin*

NOMENKLATUR

<i>Confidence</i>	: Nilai Persentase Keyakinan Objek Deteksi
YOLO	: <i>You Only Look Once</i>
<i>NN</i>	: <i>Neural Network</i>
Loss	: Selisih nilai error pada <i>training</i>
MAV	: <i>Moving Average Loss</i>
<i>Moving Average Loss</i>	: Nilai Pergerakan Rata – Rata dari Nilai <i>Loss</i> per iterasi
<i>Neural Network</i>	: Jaringan Saraf
<i>Training</i>	: Proses Latihan pada <i>Neural Network</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberadaan sungai sangat krusial bagi manusia dan makhluk hidup lainnya yang dimanfaatkan untuk irigasi ataupun dikonsumsi. Dewasa ini pemanfaatan plastik yang luas mengakibatkan banyak sampah plastik mencemari sungai dalam berbagai ukuran [1]. Pada perkotaan, sampah dan kotoran dihasilkan dan dibuang oleh penduduk ke perairan secara langsung memperburuk kondisi sungai sebagai sumber air kehidupan dari hari-hari. Membersihkan sampah secara manual tidak cukup efektif karena tidak dapat mencakup area kerja yang luas serta membutuhkan banyak tenaga kerja. Berlandaskan pemikiran tersebut, maka diperlukanlah suatu sistem yang efektif memanfaatkan teknologi untuk menjawab permasalahan ini. Salah satu upayanya adalah dengan menggunakan sebuah kapal tanpa awak atau *Unmanned Surface Vehicle* (USV) pengumpul sampah [2].

USV adalah sebuah platform peralatan kecil cerdas yang memiliki fungsi navigasi otomatis, mendeteksi target, mengenal target, kesadaran akan suatu konteks, dan sebagainya [3]. Saat ini, USV dilengkapi dengan sistem kontrol canggih, sistem sensor, sistem komunikasi dan sistem senjata yang difokuskan pada aplikasi militer [4]. Sehingga penggunaan USV dalam penanganan sampah merupakan pengaplikasian yang tergolong baru. Beberapa penelitian terdahulu pun baru berupa desain prototipe ataupun belum bekerja secara otonom. Untuk mengumpulkan sampah, USV menggunakan semacam konveyor yang diletakkan pada bagian depan USV [5]. Pemanfaatan konveyor memiliki keterbatasan pada jangkauan dalam pengambilan sampah yang hanya dapat mengambil sampah di depan konveyor. Untuk memperluas jangkauan dan efektifitas pengambilan sampah maka peneliti melakukan pemasangan lengan robot pada USV. Lengan robot tersebut akan dikendalikan menggunakan suatu sistem pengenalan objek yang menggunakan kamera sebagai sumber masukannya.

Pengenalan objek adalah teknik visi komputer untuk mengidentifikasi objek dalam gambar atau video. Pengenalan objek adalah output utama dari algoritma *deep learning* dan *machine learning*. Tujuannya adalah untuk mengajarkan komputer untuk melakukan apa yang datang secara alami kepada manusia: untuk mendapatkan tingkat pemahaman tentang apa yang terkandung dalam gambar. Pengenalan objek tersebut menjadi unsur penting sistem klasifikasi sampah yang digunakan dan kemudian akan menghasilkan perintah bagi lengan robot. Beberapa metode pun telah digunakan pada penelitian-penelitian terdahulu untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah seperti SURF-BoW dan *Multi-Class SVM* [6], sistem *Content Based Image Retrieval* (CBIR) [7], *K-NN Algorithm* [8] dan *K-means Clustering Algorithm* [9]. Berdasarkan penelitian yang menggunakan metode-metode tersebut, terdapat beberapa kendala yakni rendahnya akurasi dan terbatasnya jenis sampah yang dapat diidentifikasi. Sedangkan dalam pengenalan objek sejak Alex Krizhevsky, Geoff Hinton, dan Ilya Sutskever memenangkan ImageNet pada tahun 2012 [10], *Convolutional Neural Networks* (CNNs) telah menjadi standar untuk klasifikasi gambar. Dalam perkembangannya berlandaskan dengan CNNs muncul beberapa pengembangan algoritma yaitu *Region based-CNN* (R-CNN) [11], *Fast R-CNN* [12], *Faster R-CNN* [13] dan *You Only Look Once* (YOLO) [14] sehingga memiliki banyak opsi dalam pengaplikasiannya. Berdasarkan penelitian pun memberikan ulasan positif bagi CNN dalam pengklasifikasian sampah seperti Erlyna dan Haritaka [15] menggunakan CNN mampu mengidentifikasi tanaman dari jarak gambar jarak jauh dengan akurasi tinggi, Mittal dan kawan-kawan membuat aplikasi telepon pintar untuk mengidentifikasi sampah berbasis CNN [16], dan mengklasifikasikan sampah berbasis CNN di lingkungan bebas pada [17] oleh Mittal dan kawan-kawan. Atas dasar pemikiran peneliti mengajukan penggunaan algoritma *Convolutional Neural Networks* (CNNs) untuk mengatasi masalah tersebut.

Sehingga pada penelitian ini peneliti akan mengembangkan sistem pengenalan sampah berbasis pengolahan citra menggunakan *Convolutional Neural Networks* dengan kamera sebagai sumber masukan.

1.2. Perumusan Masalah

Penelitian tentang klasifikasi sampah telah banyak dilakukan, namun hingga kini, belum terdapat penelitian mengenai pemilahan sampah secara *real-time* menggunakan algoritma CNN. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk melakukan inovasi dalam penanganan sampah yang lebih efisien dan mengurangi campur tangan manusia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang sistem pengenalan sampah berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat bertindak secara otonom untuk mendeteksi sampah di sungai
2. Menunjukkan performansi metode pengenalan sampah yang berbasis CNN

1.4 Pembatasan Masalah

Lingkup kerja pada penelitian ini adalah:

1. Mendesain sistem pengenalan sampah berbasis CNN untuk membedakan sampah dengan tanaman (eceng gondok).
2. Menganalisa akurasi dan kecepatan proses dari pengenalan sampah berbasis CNN

1.5. Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ini dilandaskan pada berbagai penelitian terdahulu yang memiliki karakteristik yang relative serupa dalam tema dan objek penelitian yaitu sampah, meskipun memiliki perbedaan pada metode dan variabel objek yang diteliti. Penelitian yang dilakukan mengenai pengklasifikasian sampah sebelumnya

telah banyak dilakukan. Seperti oleh Torres-García, dkk [8] telah melakukan berupa prototipe *Intelligent Waste Separator* pemilah sampah otomatis dengan menggunakan algoritma K-NN untuk tiga sampel jenis sampah dan menghasilkan akurasi sebesar 98.33%. Akan tetapi penelitian dilakukan dengan sampel sampah yang relatif serupa dan tidak dilakukan secara realtime pada lingkungan terbuka. Yijian Liu, dkk.[6] mengembangkan sebuah sistem berbasis SURF-BoW dan *Multi-Class SVM* untuk memilah sampah yang cukup berhasil dengan rata-rata akurasi dengan 5 jenis sampel sampah sebesar 83,28%. Namun penelitian dilakukan dengan gambar yang telah dilokalisasi dengan perlakuan tertentu berbeda dengan penelitian ini menggunakan gambar yang diambil secara *real-time* di sungai. Dalam [16], Mittal dan kawan-kawan berhasil mengidentifikasi sampah pada lahan terbuka berbasis CNN yang dijadikan aplikasi *smartphone* dengan menghasilkan akurasi hingga 87,69%. Kesamaan yang dimiliki penelitian ini dengan [16] adalah pada metode CNN yang digunakan sebagai pengolahan citra. Akan tetapi dalam penelitian ini *Image Processing* dilakukan secara realtime sebagai masukan bagi lengan robot pada USV dengan lingkungan gambar masukan berupa sungai dan belum dibahas dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian di atas, meskipun telah terdapat banyak penelitian sebelumnya terkait dengan pengklasifikasian sampah, namun tetap berbeda dengan penelitian ini. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini benar-benar asli.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Mrowiec, "Plastic pollutants in water," *Ios-Pib*, vol. 28, no. 4, pp. 51–55, 2017.
- [2] S. Chen, D. Wang, T. Liu, W. Ren, and Y. Zhong, "An autonomous ship for cleaning the garbage floating on a lake," *2009 2nd Int. Conf. Intell. Comput. Technol. Autom. ICICTA 2009*, vol. 3, pp. 471–474, 2009.
- [3] Yu and Y. B. Dongdong Mu, Yongsheng Zao, Guofeng Wang, Yunsheng Fan, "USV Model Identification and Course Control."
- [4] Q. Zhu, "Design of control system of USV based on double propellers," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, 2013.
- [5] W. N. W. S. A. S. A. Kader, M. K. M. Saleh, M. R. Jalal, O. O. Sulaiman, "DESIGN OF RUBBISH COLLECTING SYSTEM FOR INLAND WATERWAYS," *New York*, vol. 2, no. May, pp. 1–5, 2010.
- [6] Y. Liu, K.-C. Fung, W. Ding, H. Guo, T. Qu, and C. Xiao, "Novel Smart Waste Sorting System based on *Image Processing* Algorithms: SURF-BoW and Multi-class SVM," *Comput. Inf. Sci.*, vol. 11, no. 3, p. 35, 2018.
- [7] B. M. Chinnathurai, R. Sivakumar, S. Sadagopan, and J. M. Conrad, "Design and implementation of a semi-autonomous waste segregation robot," *Conf. Proc. - IEEE Southeastcon*, vol. 2016–July, 2016.
- [8] A. Torres-García, O. Rodea-Aragón, O. Longoria-Gandara, F. Sánchez-García, and L. E. González-Jiménez, "Intelligent waste separator," *Comput. y Sist.*, vol. 19, no. 3, pp. 487–500, 2015.
- [9] T. P. Deepa and S. Roka, "Estimation of garbage coverage area in water terrain," *Proc. 2017 Int. Conf. Smart Technol. Smart Nation, SmartTechCon 2017*, pp. 347–352, 2018.
- [10] G. E. H. Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, "ImageNet Classification with Deep *Convolutional* Neural Networks," *J. Geotech. Geoenvironmental*

Eng., vol. 12, p. 04015009, 2015.

- [11] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik, "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 580–587, 2014.
- [12] R. Girshick, "Fast R-CNN," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2015 Inter, pp. 1440–1448, 2015.
- [13] R. G. Shaoqing Ren, Kaiming He and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks," *Biol. Conserv.*, vol. 158, pp. 196–204, 2013.
- [14] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," 2015.
- [15] E. N. Arrofiqoh and H. Harintaka, "Implementasi Metode *Convolutional* Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi," *Geomatika*, vol. 24, no. 2, p. 61, 2018.
- [16] G. Mittal, K. B. Yagnik, M. Garg, and N. C. Krishnan, "SpotGarbage," pp. 940–945, 2016.
- [17] M. S. Rad *et al.*, "A computer vision system to localize and classify wastes on the streets," *A Comput. Vis. Syst. to Localize Classify Wastes Streets*, vol. 10528 LNCS, pp. 195–204, 2017.
- [18] K. S. Fu and A. Rosenfeld, "Pattern Recognition and Image Processing," *IEEE Trans. Comput.*, vol. C-25, no. 12, pp. 1336–1346, 1976.
- [19] H. F. Silverman, "A Class of Algorithms for Fast Digital Image Registration," *IEEE Trans. Comput.*, vol. C-21, no. 2, pp. 179–186, 1972.
- [20] S. Noorani and M. Fernandes, "Evaluation of *convolutional* neural networks for waste identification," *Proc. Int. Conf. Comput. Methodol. Commun. ICCMC 2017*, vol. 2018–Janua, no. Iccmc, pp. 204–207, 2018.
- [21] G. E. Sakr, M. Mokbel, A. Darwich, M. N. Khneisser, and A. Hadi,

“Comparing deep learning and support vector machines for autonomous waste sorting,” *2016 IEEE Int. Multidiscip. Conf. Eng. Technol. IMCET 2016*, pp. 207–212, 2016.

- [22] S. Atul Laxman Katole, Krishna Prasad Yellapragada, Amish Kumar Bedi, “Hierarchical Deep Learning Architecture For 10k Objects Classification,” pp. 1–134, 2014.

LAMPIRAN

1. Coding Python Download Gambar dari Google

```
from google_images_download import google_images_download #importing the library
```

```
response = google_images_download.googleimagesdownload() #class instantiation
```

```
arguments = {"keywords": "Eceng Gondok",  
            "limit": 100,  
            "print_urls": True,  
            "format": "jpg",  
            "output_directory": "eceng",  
            "no_directory": True,  
            "related_image": True,  
            }
```

```
paths = response.download(arguments) #passing the arguments to the function  
print(paths) #printing absolute paths of the downloaded images
```

2. Coding Python Format Gambar

```
import os
```

```
imdir = 'eceng gondok'  
if not os.path.isdir(imdir):  
    os.mkdir(imdir)
```

```
can_folder = [folder for folder in os.listdir('.') if 'eceng gondoks' in folder]
```

```
n = 0  
for folder in can_folder:  
    for imfile in os.scandir(folder):
```

```
os.rename(imfile.path, os.path.join(imdir, '{:16}.png'.format(n)))  
n += 1
```

3. Coding Python Labelling Gambar

```
import os  
import matplotlib.pyplot as plt  
import cv2  
from matplotlib.widgets import RectangleSelector  
from generate_xml import write_xml  
# global constants  
img = None  
tl_list = []  
br_list = []  
object_list = []  
  
#constants  
image_folder = 'eceng gondok2'  
savedir = 'annotation'  
obj = 'eceng gondok'  
  
def line_select_callback(clk, rls):  
    global tl_list  
    global br_list  
    tl_list.append((int(clk.xdata), int(clk.ydata)))  
    br_list.append((int(clk.xdata), int(clk.ydata)))  
    object_list.append(obj)  
  
def onkeypress(event):  
    global object_list  
    global tl_list  
    global br_list
```

```

global img
if event.key == 'q':
    write_xml(image_folder, img, object_list, tl_list, br_list, savedir)
    tl_list = []
    br_list = []
    object_list = []
    img = None
    plt.close()

def toggle_selector(event):
    toggle_selector.RS.set_active(True)

if __name__ == '__main__':
    for n, image_file in enumerate(os.scandir(image_folder)):
        img = image_file
        fig, ax = plt.subplots(1)
        image = cv2.imread(image_file.path)
        image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        ax.imshow(image)

    toggle_selector.RS = RectangleSelector(
        ax, line_select_callback,
        drawtype='box', useblit=True,
        button=[1], minspanx=5, minspany=5,
        spancoords='pixels', interactive=True
    )
    bbox = plt.connect('key_press_event', toggle_selector)
    key = plt.connect('key_press_event', onkeypress)
    plt.show()
    plt.show()
    plt.close(fig)

```

4. Coding Python Pengujian Real Time

```
import cv2
from darkflow.net.build import TFNet
import numpy as np
import time
import os
import tensorflow as tf

options = {
    'model': 'cfg/tiny-yolo-voc-2c.cfg',
    'load': 13048,
    'threshold': 0.01,
    'gpu': 1.0
}

os.environ['CUDA_VISIBLE_DEVICES'] = "0"
config = tf.ConfigProto()
config.gpu_options.allow_growth = True
sess = tf.Session(config=config)

tfnet = TFNet(options)
colors = [tuple(255 * np.random.rand(3)) for _ in range(10)]

capture = cv2.VideoCapture(0)
capture.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 720)
capture.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 720)

frame_width = int(capture.get(3))
frame_height = int(capture.get(4))
out = cv2.VideoWriter('outpy.avi',cv2.VideoWriter_fourcc('M','J','P','G'), 10,
(frame_width,frame_height))
```

```

while True:
    stime = time.time()
    ret, frame = capture.read()
    if ret:
        results = tfnet.return_predict(frame)
        for color, result in zip(colors, results):
            tl = (result['topleft']['x'], result['topleft']['y'])
            br = (result['bottomright']['x'], result['bottomright']['y'])
            label = result['label']
            confidence = result['confidence']
            text = '{ }: {:.0f}%'.format(label, confidence * 100)
            frame = cv2.rectangle(frame, tl, br, color, 5)
            frame = cv2.putText(
                frame, text, tl, cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 1, (0, 0, 0), 2)
        cv2.imshow('frame', frame)
        print('FPS {:.1f}'.format(1 / (time.time() - stime)))
        out.write(frame)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

capture.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

5. Data Hasi *Training* YOLO

35406	0.627571702	0.710848202
35407	1.081292629	0.747892644
35408	0.887633085	0.761866688
35409	0.515414059	0.737221426
35410	0.621011019	0.725600385
35411	0.243777841	0.677418131
35412	0.178760737	0.627552391
35413	0.637003064	0.628497458
35414	0.296000242	0.595247737
35415	0.455223799	0.581245343
35416	0.724383414	0.59555915
35417	0.223173991	0.558320634
35418	0.313374907	0.533826061
35419	0.286992133	0.509142669
35420	0.426364154	0.500864817
35421	1.188868523	0.569665188
35422	0.425828934	0.555281562
35423	1.383800507	0.638133457
35424	0.268142641	0.601134375
35425	0.255140513	0.566534989
35426	0.222302005	0.53211169
35427	1.081854224	0.587085944
35428	0.749180734	0.603295423
35429	0.419901907	0.584956071
35430	0	0
35431	0	0
35432	0	0
35433	0	0
35434	0	0
35435	0	0