

P-ISSN: 2774-4574 ; E-ISSN: 2774-4582
TRILOGI, 4(2) Mei-Agustus Vol. 4 no 2 (98-105)
@2023 Lembaga Penerbitan, Penelitian,
dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP3M)
Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo
DOI : [10.33650/trilogi.v4i2.6676](https://doi.org/10.33650/trilogi.v4i2.6676)

JURNAL **TRILOGI**
Ilmu Teknologi, Kesehatan, dan Humaniora

DETEKSI OTOMATIS TERHADAP PELANGGARAN PEMBUANG SAMPAH MENGGUNAKAN METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)

Honainah

Universitas Nurul Jadid
naina.aja@gmail.com

Ratri Enggar Pawening

Universitas Nurul Jadid
enggar.r@gmail.com

Abstract

Disposing of garbage is a bad thing that can spoil the view, cause bad smells, cause low to high level flooding, cause various diseases and can pollute the environment. Even though the ban on disposing of trash has been implemented, there are still many who violate it. The importance of avoiding this makes a study aimed at automatically detecting violations of waste disposal. The method used is YOLOv5, this method is an algorithm that can identify objects with high accuracy, besides that it can also carry out tracking processes in the form of bounding boxes for objects in real time. The programming language used is Google Colaboratory. The dataset used is in the form of 800 images and 2 videos. After testing the results of the research using the You only look once (YOLO) method, the best results were obtained on the parameter batch 5 epochs 5 with an accuracy of 95%. From these results it can be concluded that the use of the YOLO method is very accurate when applied to the detection process of an object.

Keywords: Detection; Disposing ; Rubbish; YOLO

Abstrak

Membuang sampah adalah hal yang tidak baik yang dapat merusak pemandangan, mendatangkan bau yang tidak sedap, mendatangkan banjir level rendah sampai yang tinggi, mendatangkan berbagai penyakit dan dapat mencemari lingkungan. Meskipun larangan membuang sampah telah dilakukan namun masih tetap banyak yang melanggar. Pentingnya menghindari hal tersebut maka dibuat sebuah penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi secara otomatis terhadap pelanggaran pembuang sampah. Metode yang digunakan adalah YOLOv5, metode ini merupakan sebuah algoritma yang dapat mengidentifikasi objek dengan akurasi tinggi, selain itu juga dapat melakukan proses *tracking* dalam bentuk *bounding box* terhadap objek secara realtime. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Google Colaboratory*. Dataset yang digunakan berupa gambar sebanyak 800 dan 2 video. Setelah melakukan uji coba hasil penelitian dengan menggunakan metode *You only look once* (YOLO) diperoleh hasil terbaik pada parameter batch 5 epochs 5 dengan akurasi sebesar 95%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode YOLO sangat akurat jika diterapkan pada proses deteksi

suatu objek.

Katakunci: Deteksi; Membuang; Sampah; YOLO

1. Pendahuluan

Sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan lagi, tidak disenangi atau dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Puspitasari, et al., 2018). Pada dasarnya sampah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat menyebabkan nilai yang negatif karena dalam penanganannya baik untuk membuang atau membersihkan, memerlukan biaya yang cukup besar (Zambana, 2019).

Perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap sampah membuat kondisi lingkungan menjadi tercemar (Sari, 2017). Membuang sampah sembarangan adalah tindakan atau kebiasaan membuang bahan sampah berupa sampah yang tidak seharusnya atau tidak hati-hati. Misalnya membuang sampah di pinggir jalan dan di tepi sungai. Di suatu daerah, terlihat sampah berserakan di mana-mana, terutama akibat oknum yang sengaja membuang sampah pada tempatnya. Perilaku yang kurang terpuji dapat membuat lingkungan tampak kumuh dan kotor.

Pada saat ini banyak masyarakat yang masih membuang sampah secara sembarangan meskipun tempat sampah sudah tersedia di area tertentu. Larangan membuang sampah jarang diindahkan meskipun ada tindakan hukum. Perilaku buang sampah sembarangan di masyarakat disebabkan oleh kurangnya tindakan pemerintah setempat seperti membuat peraturan tentang pemberian sanksi membuang sampah sembarangan dan juga kurangnya dukungan dalam hal penyediaan sarana dan prasarana pembuangan sampah serta kendaraan pengangkutan sampah. Kurangnya dukungan dari pemerintah setempat menyebabkan perilaku membuang sampah pada masyarakat terus menerus terjadi (Reynhard, et al., 2019).

Dukungan pemerintah desa berpengaruh terhadap kebiasaan mengolah sampah di masyarakat, dukungan dari pemerintah dapat berupa sarana dan prasarana dalam mendukung pengolahan sampah seperti penyediaan tempat pembuangan sampah sehingga masyarakat tidak membuang sampah sembarangan dan juga transportasi pengangkutan sampah (Muchsin, 2017). Faktor ketersediaan sarana dan prasarana berhubungan signifikan dengan kebiasaan buang sampah sembarangan di tepi pantai, sarana dan prasarana yang tidak tersedia membuat masyarakat cenderung membuang sampah sembarangan (Patras, 2017).

Dukungan pemerintah desa tersebut rupanya belum cukup efektif karena fakta di lapangan menunjukkan bahwa masih banyak masyarakat yang terlihat membuang sampah sembarangan. Sehingga dibutuhkan alternatif berupa pemanfaatan teknologi yang dapat memantau masyarakat yang melanggar dalam hal ini membuang sampah sembarangan. Dengan memanfaatkan teknologi ini sudah banyak membantu beberapa pemangku kebijakan dalam memonitoring sebuah tindakan pelanggaran ataupun mengetahui perkembangan suatu tindakan sehingga dapat menjadi sarana untuk membantu dalam pengambilan keputusan.

Alternatif teknologi tersebut berupa sebuah program yang dikombinasikan dengan penggunaan alat pantau dengan teknologi CCTV atau kamera untuk memperjelas masyarakat membuang sampah sembarangan. Pemanfaatan program dan CCTV atau kamera akan menghasilkan sebuah aplikasi yang solutif. Fungsi dari aplikasi ini untuk mendeteksi pelanggaran terhadap pembuang sampah sembarangan dengan jelas dan akurat.

Berdasarkan uraian masalah di atas maka dibuatlah sebuah penelitian tentang pendeteksian secara otomatis terhadap pelanggaran pembuang sampah dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) salah satu algoritma dalam *deepLearning*. Metode ini merupakan sebuah

algoritma yang dapat mengidentifikasi objek dengan akurasi tinggi, selain itu juga dapat melakukan proses *tracking* dalam bentuk *bounding box* terhadap objek secara realtime. Penelitian yang memanfaatkan *deep learning* ini diharapkan menghasilkan akurasi yang tinggi.

Deep Learning merupakan salah satu bidang dari machine learning yang memanfaatkan jaringan syaraf tiruan untuk implementasi permasalahan dataset dengan jumlah yang besar. Pendekatan dalam menyelesaikan masalah deep learning menggunakan konsep hierarki. Konsep yang dapat membuat komputer mempelajari konsep yang kompleks dengan menggabungkan konsep-konsep yang sederhana. Jadi dapat digambarkan sebuah graf bagaimana konsep tersebut dibangun diatas konsep yang lain, graf ini akan dalam banyak layer, dan hal ini alasan disebut sebagai deep learning (Dewi, 2018).

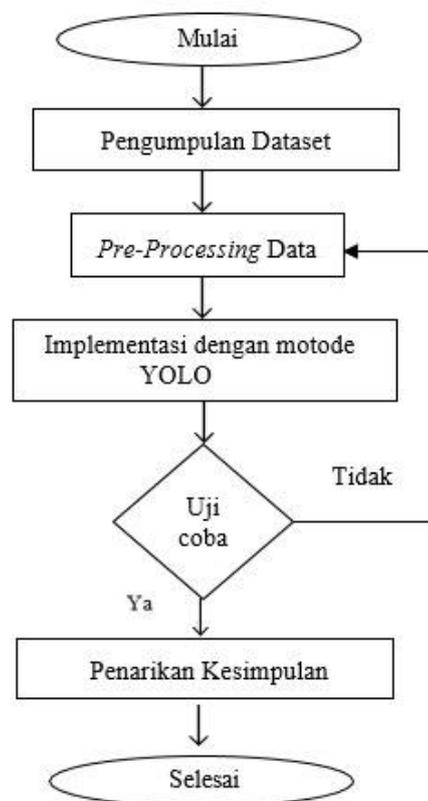
Untuk lebih memahami bagaimana cara kerja *deep learning* telah banyak dilakukan penelitian yang dilakukan yang secara garis besar dapat diklasifikasikan sebagai penelitian pustaka, optimisasi, dan penelitian aplikatif. Karena banyak area dalam deep learning yang belum terjelaskan secara teoritis, peluang untuk melakukan penelitian di bidang *deep learning* masih terbuka lebar (Choldun & Surendro, 2018). Salah satunya adalah Sistem Klasifikasi Sampah Berbasis Convolutional Neural Network (Kelvin & SuSuprpto, 2019). Adapun penelitian lainnya yaitu Klasifikasi Jenis Kendaraan pada Gerbang Tol Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO) (Abidin, 2021). Untuk penelitian pendeteksian juga pernah juga dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode Faster R-CNN untuk mendeteksi otomatis interaksi laki-laki dan perempuan (Honainah, 2022). Penelitian selanjutnya Deteksi Masker Melalui Video CCTV Menggunakan *You Only Look Once* (Darmawan, 2018). Penggunaan Lift pada Gedung-Gedung Deteksi dan Menghitung Manusia Menggunakan Yolo CNN (Putra & Anggraeny, 2021).

Algoritma You Only Look Once (YOLO) adalah merupakan suatu algoritma yang mendeteksi objek dengan membagi citra menjadi beberapa grid. Feature map dari keluaran YOLO menghasilkan bbox, skor

objektif, dan skor kelas (Jiwong, et al., 2019). YOLO adalah salah satu metode deteksi objek tercepat dengan kinerja yang baik dan akurasi tinggi (FANG, et al., 2020). YOLO merupakan suatu metode pengenalan objek yang berbasis pada Convolutional Neural Network (CNN). Arsitektur YOLOv3 menggunakan convolutional layer 1x1 dan convolutional layer 3x3 untuk mengekstraksi fitur (ADARSH & KUMAR, 2020).

2. Metode

Agar penelitian mencapai tujuan yang diinginkan maka dilakukan beberapa tahapan sesuai dengan metode yang digunakan. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar rancangan berikut:



Gambar 1. Rancangan penelitian

Berdasarkan gambar 1 di atas berikut uraian rancangan penelitian dari awal hingga selesai.

1. Pengumpulan Dataset
Dataset berisikan gambar manusia dan sampah. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *dataset* yang didapatkan langsung melalui sumber penyedia *dataset* berbasis online, yaitu <https://id.pinterest.com/>. Akses cepat untuk mendapatkan *dataset*, kumpulan

gambar terdiri dari manusia, dataset foto *sampah* di ambil sendiri oleh peneliti memakai kamera *handphone* Oppo A9 2020 yang tersimpan dalam format jpg.

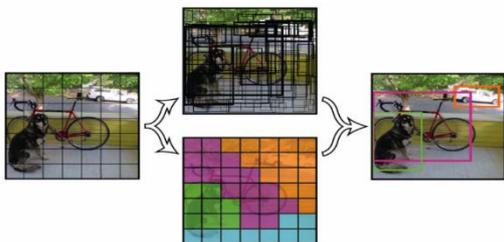
2. *Pre-processing data*

Tahap *preprocessing* data merupakan proses pengolahan data mentah sebelum menggunakan metode YOLO untuk mengolah data. Tujuan dari *preprocessing* meliputi memperkecil atau memperbesar ukuran citra, memperjelas karakteristik data, dan mentransformasikan data asli dengan mengubah warna citra untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Pertama ubah ukuran gambar, lalu potong gambar, lalu ubah gambar RGB menjadi skala abu-abu.

3. Implementasi dengan Metode YOLO

Tahapan ini merupakan pembuatan program dalam mendeteksi empat kelas yang telah ditentukan sebelumnya yaitu, pelanggaran dan sampah dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) versi 5. Program ini disusun menggunakan Google Colaboratory, dengan tahapan setup YOLOv5, memanggil dataset dalam *drive*, proses training dataset, dan testing data. Semua tahapan tersebut dimulai dari penyusunan program sampai uji coba program dilakukan menggunakan perangkat SAMSUNG dengan spesifikasi prosesor Intel(R) CPU B820 @ 1.70GHz 1.70GHz, dengan sistem operasi Windows 10 Pro 64-bit, dan penyimpanan 4,00 GB RAM.

YOLO merupakan suatu metode pengenalan objek yang berbasis pada *Convolutional Neural Network* (CNN). Berikut ilustrasi dari YOLO:



Gambar 2. Ilustrasi You Only Look Once (YOLO) (Redmon, et al., 2016)

Berdasarkan Gambar 1, terdapat tiga tahapan YOLO untuk mendeteksi suatu objek. Tahapa-tahapan tersebut diantaranya (Asshiddiqie, et al., 2020):

- a. Membagi citra menjadi grid dengan ukuran $s \times s$ untuk deteksi objek. Bounding box akan memprediksi masing-masing grid dan nilai

confidence. Nilai confidence yaitu nilai dari keyakinan bounding box berisi objek sesuai perencanaan dan akurasi prediksi. Persamaa nilai confidence dapat dinyatakan pada Persamaan (1).

$$IOU_{Pred}^{Truth} = \frac{Area\ of\ Overlap}{Area\ of\ Union} \times Pr(Class) \quad (1)$$

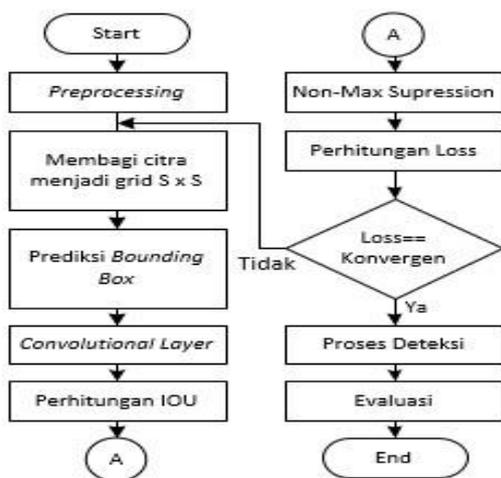
merupakan objek yang mungkin muncul dalam suatu *region* dan *region* merupakan *Intersection Of Union* atau rasio tumpang tindih antara kotak prediksi dan kotak ground *truth*. Nilai IOU semakin besar, maka tingkat akurasi deteksi objek semakin tinggi. Persamaan IOU dapat ditampilkan pada Persamaan (2).

$$\frac{(Class_i|Object) \times Pr(Object) \times IOU_{Pred}^{Truth}}{Pr(Class_i) \times IOU_{Pred}^{Truth}} = (2)$$

- b. Setiap *bounding box* terdapat lima variable yaitu x, y, w, h , dan c . x dan y merupakan nilai koordinat dari titik tengah *bounding box* objek yang terdeteksi. w dan h merupakan nilai ukuran lebar dan tinggi. c merupakan confidence dari *bounding box*.
- c. Masing-masing grid memprediksi nilai probabilitas kelas apabila terdapat objek didalamnya. Nilai probabilitas kelas dan nilai *confidence* dari *bounding box* dikalikan sehingga menghasilkan nilai confidence pada setiap *bounding box* masing-masing kelas dengan spesifik, seperti yang ditampilkan pada Persamaan (3).

$$conf(class) = Pr(Class) \times IOU_{Pred}^{Truth} \quad (3)$$

Tahapan deteksi objek menggunakan algoritma Yolo ditampilkan dalam gambar 3 berikut:



Gambar 3. Tahapan metode YOLO

1. Hasil Pengumpulan *Dataset*
Pengumpulan dataset penelitian ini memanfaatkan *dataset* yang tersedia oleh beberapa *situs* penyedia *dataset* secara *online* juga sebagian *dataset* yang diambil secara mandiri. Selanjutnya pengelompokan *dataset* di dalam folder sebanyak 800 *dataset* lalu di bagi menjadi dua bagian yaitu *train* dan *test* dimana *train* lebih banyak daripada *test*.



Gambar 4. Dataset

4. Uji Coba
Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari metode yang diusulkan. Uji coba dilakukan pada 100 data gambar dan 2 data berupa video yang didapatkan melalui tiktok dengan kata kunci "buang sampah sembarangan" dengan durasi video 00:11 detik dan 00:06 detik. Pada proses uji coba, keberhasilan dalam pengujian metode *You Only Look Once* (YOLO) dalam mendeteksi otomatis terhadap pelanggaran membuang sampah sembarangan dinilai berdasarkan tingkat akurasi yang telah ditentukan kedalam dua kelas.
5. Penarikan Kesimpulan
Tahapan penarikan kesimpulan merupakan tahapan akhir setelah seluruh rancangan metode penelitian dilakukan. Dengan adanya tahapan ini maka didapatkan kesimpulan untuk metode yang diuji dalam menentukan metode tersebut dapat dikembangkan dalam mendeteksi objek kedalam dua kelas yang digunakan atau sebaliknya, sehingga dengan adanya tahapan ini para peneliti selanjutnya dapat mengetahui langkah selanjutnya yang akan dilakukan dalam mengembangkan penelitian yang telah dilakukan saat ini.

2. Hasil *Pre-processing* Data
Sebelum proses implementasi dataset yang telah didapatkan sebelumnya kepada metode usulan yang digunakan dalam penelitian ini, maka tahapan *preprocessing* data sangat dibutuhkan agar proses pengolahan data berjalan dengan sistematis. *Pre-processing* data dilakukan dengan beberapa tahapan, dari pengelompokan data, *annotation* (anotasi), dan *splitting a dataset* (membagi dataset) seperti yang sudah di paparkan di atas.

a. Pengelompokan Data

Dari beberapa penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya dataset yang didapatkan melalui internet data yang terdiri dari data gambar dan anotasi yang telah terbagi menjadi dua sub folder *train* dan *test* dari semua gambar yang ada jumlah gambar ada 800 foto.



Gambar 5. Data Image

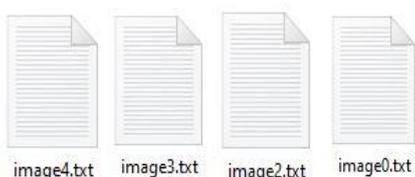
Gambar 5 di atas menampilkan dua perbedaan yakni huruf A mewakili tidak membuang sampah sembarangan. Sedangkan huruf B mewakili buang sampah sembarangan.

Dari jumlah dataset yang mencapai 800 data gambar dan anotasi, penelitian ini menggunakan 800 data gambar dan anotasi yang dipilih secara acak dalam folder *train*

dan *test*. Data anotasi/label gambar harus memiliki nama file yang sama dengan data gambar yang dipilih hal tersebut guna untuk mempermudah dan menghindari kesalahan proses anotasi objek.

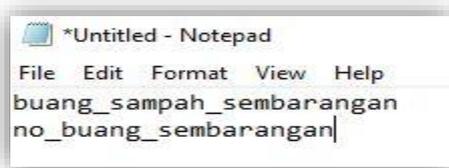
b. *Annotation*

Dalam proses objek deteksi, proses *annotation* atau anotasi diperlukan sebelum melakukan implementasi data terhadap metode yang digunakan, dengan tujuan agar metode dapat dilatih dengan baik dari data anotasi yang ada sehingga, lebih mudah dalam mengenali objek yang diinginkan. Proses anotasi gambar dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pemanfaatan aplikasi *labelling* dataset yaitu *LabelImg*. Dalam mengolah data menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)* format anotasi data yang digunakan adalah *.txt.



Gambar 6. Data labels

Sebelum proses penambahan anotasi dua kelas, nama kelas yang ada pada folder data *LabelImg* diubah terlebih dahulu menjadi *buang_sampah_sembarangan* dan *no_buang_sembarangan* dengan tujuan agar pada saat anotasi gambar hanya fokus kedalam satu kelas yang telah ditentukan.



Gambar 7. Kelas Anotasi Gambar

Setelah mengikuti langkah-langkah diatas, maka hasil dari proses anotasi di atas dapat tergambarkan dalam Gambar 4.8. Ada beberapa simbol yang dapat digunakan dalam proses

anotasi dalam *LabelImg*, misalnya *Crear RectBox* yang digunakan untuk membuat kotak yang digunakan sebagai kotak pembatas dalam membuat anotasi sebuah objek.



Gambar 8. Anotasi LabelImg

3. Hasil Implementasi Metode *You Only Look Once (YOLO)*

Tahapan ini merupakan tahapan yang memaparkan terkait pengolahan data yang telah diproses sebelumnya, ditujukan agar dapat mendeteksi objek sesuai dari satu kelas yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu buang sampah sembarangan dan no buang sembarangan. Beberapa tahapan dalam implementasi dataset dengan metode *You Only Look Once (YOLO)* meliputi setup *YOLOv5*, memanggil dataset, melakukan proses training dataset, dan yang terakhir adalah melakukan proses testing data. Segala proses yang dilakukan dalam implementasi metode *YOLOv5* dilakukan melalui *Google Colaboratory*.

Proses training merupakan proses dalam melatih metode *YOLO* dengan menggunakan dataset yang telah dipersiapkan agar mendapatkan model yang dapat mendeteksi satu kelas yang telah ditentukan sesuai objek yang dituju. Proses *training* dengan *YOLOv5* dilakukan dengan memanggil file *train.py* yang telah disediakan oleh *YOLOv5* hasil dari klon yang telah dilakukan sebelumnya, agar proses training data dapat dilakukan sebagaimana mestinya.

Setiap hasil proses *training data* yang dilakukan secara otomatis tersimpan dalam file *runs/train/exp*, model pembelajaran secara otomatis akan tersimpan dalam format *best.pt* dan *model* tersebut yang akan digunakan proses uji coba. Hasil gambar dari proses *training* yang dilakukan pada data *train* dan *val* dapat dipanggil melalui *Segmen Program*.

```
# testing dataset
Image(filename='/content/yoLov5/runs/train/exp/train_batch2.jpg', width=400) # train batch @ mosaics and labels
#Image(filename='/content/yoLov5/runs/train/exp/test_batch1_labels.jpg', width=800) # test batch @ labels
#Image(filename='/content/yoLov5/runs/train/exp2/test_batch0_pred.jpg', width=800) # test batch @ predictions
```

Gambar 9. Memanggil hasil Taraining
4. Hasil Uji Coba

Setiap gambar yang sudah melewati proses training maka dapat di lihat hasil dari proses training tersebut seperti pada gambar di bawah.



Gambar 10. Hasil uji coba gambar

Tahapan selanjutnya yaitu analisa yang mengetahui keberhasilan metode yang digunakan dalam mendeteksi satu kelas yaitu kelas buang sampah sembarangan untuk contoh gambar di ambil secara acak di atara 800 gambar. Pada tahapan uji coba video tidak terdeteksi maka dari itu butuh pengembangan lagi agar video terdeteksi yaitu perlu menambahkan data gambar lagi agar video bisa kedeteksi.



Gambar 11. Hasil Uji Coba Video

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan uji coba yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

Metode You Only Look Once versi 5 (YOLOv5) dapat diimplementasikan dalam mendeteksi pelanggaran pembuang sampah. Dataset yang di gunakan sebanyak 800 gambar dan 2 video diperoleh hasil terbaik pada parameter batch 5 epochs 5 dengan akurasi sebesar 95%.

5. Referensi

- Puspitasari RL, Sugoro I, Elfidasari D, Perdana AT. 2018. Pengabdian Kepada Masyarakat Pelatihan Daur Ulang Sampah pada Siswa Sekolah Dasar di SDN 03 Cempaka Putih, Ciputat, Tangerang Selatan. *J Al-AZHAR Indones SERI SAINS DAN Teknol.* 4(2):91.
- Zambana FL. 2019. Strategi Adaptasi Masyarakat Terhadap Sampah Limbah Rumah Tangga Dengan Mengaplikasikan 3r (Recycle, Reuse, Dan Reduce) Di Desa Jerowaru. 1(1):99-105.
- Sari N, Mulasari SA. 2017. Pengetahuan, Sikap Dan Pendidikan Dengan Perilaku Pengelolaan Sampah Di Kelurahan Bener Kecamatan Tegalrejo Yogyakarta. *J Med Respati.* 12(April):1907-3887
- Muchsin T. 2017. Peran Pemerintah Desa dalam Pengelolaan Sampah Perspektif Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2015 Tentang Pengelolaan Sampah. 05(04):72-90
- Patras MD, Mahihodi AJ. 2018. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Masyarakat Dalam Membuang Sampah Di Tepi Pantai Kelurahan Kolongan Akembawi Kecamatan Tahuna Barat. *J Ilm Sesebanua.* 2(21):57-62.
- Dewi, Syarifah Rosita. (2018). Deep Learning Object Detection pada Video menggunakan Tensorflow dan Convolutional Neural Network. Yogyakarta.
- Choldun, M. I., & Surendro, K. (2018). Klasifikasi Penelitian Dalam Deep Learning. *Improve*, 10(1), 25-33.
- Kelvin, K., & Suprpto, B. Y. (2019). Sistem Klasifikasi Sampah Berbasis Convolutional Neural Network (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Abidin, Z. (2021). TA: Klasifikasi Jenis Kendaraan pada Gerbang Tol Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO) (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- Honainah. 2022. Penerapan Metode Faster Region Convolutional Neural Network (Faster R-CNN) untuk Deteksi

- Otomatis Interaksi Laki-laki dan Perempuan. NJCA (Nusantara Journal of Computers and Its Application). 7;1: 9-18.
- Darmawan, D. (2021). Deteksi Masker Melalui Video CCTV Menggunakan You Only Look Once (Doctoral dissertation, STMIK Global Informatika Mdp).
- Putra, B., Nugroho, B., & Anggraeny, F. (2021). Penggunaan lift pada gedung-gedung Deteksi dan Menghitung Manusia Menggunakan YOLO-CNN. Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI), 2(1), 67-76.
- JIWOONG, C., DAYOUNG, C., HYUN, K. & LEE, H.-J., 2019. Gaussian YOLOv3: An Accurate and Fast Object Detector Using Localization Uncertainty for Autonomous Driving. Seoul, IEEE International Conference on Computer Vision.
- FANG, W., WANG, L. & REN, P., 2020. Tinier-YOLO: A Real-Time Object Detection Method for Constrained Environments. IEEE Access, Volume 8, pp. 1935 - 1944
- ADARSH, P., RATHI, P. & KUMAR, M., 2020. YOLO v3-Tiny: Object Detection and Recognition using one stage improved model. Coimbatore, s.n.