

Mendeteksi Jalan Berlubang Menggunakan Deep Learning

Yoga Tanu Penangsang¹⁾, Ifan Ali Muntaha²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Pomosda
e-mail: ¹yoga.penangsang@gmail.com, ²ifans.ali@gmail.com

Abstract

Roads are a very important human need for us as humans who carry out activities, road access is very important to achieve the desired destination. Along with the increasing population in Indonesia, the use of roads is also increasing, so it needs more attention. One of the problems often faced by drivers is potholes. This happens because of the high volume of vehicles passing, which causes the road conditions to deteriorate more quickly. The presence of potholes can interfere with activities and risk causing accidents. In this final project, a system will be designed to detect potholes. This system uses a Yi Cam camera installed on the hood of a car with a height of 70 cm and facing the road. The data collected is in the form of video, which is then extracted into images as part of the data acquisition process. After that, a box divider is made to mark the hole area on the road. The images that have been collected will be labeled according to the location of the hole and used in the training process. The end result is a pothole detection video, where the detected holes will be marked with a box divider as an indicator of their existence.

Keywords: Deep Learning, Holes, Roads.

Abstrak

Jalan merupakan kebutuhan manusia yang sangatlah penting untuk kita sebagai manusia yang melakukan aktivitas, akses jalan sangat penting untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, penggunaan jalan juga semakin meningkat, sehingga perlu mendapatkan perhatian lebih. Salah satu masalah yang sering dihadapi oleh pengendara adalah jalan berlubang. Hal ini terjadi karena tingginya volume kendaraan yang melintas, yang menyebabkan kondisi jalan semakin cepat rusak. Keberadaan jalan berlubang dapat mengganggu aktivitas hingga berisiko menyebabkan kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang mampu mengidentifikasi keberadaan jalan berlubang. Sistem ini menggunakan Yi Cam kamera yang dipasang di bodi mobil di ketinggian 70 cm dan mengarah ke jalan. Data yang dikumpulkan berupa video, yang kemudian diekstrak menjadi gambar sebagai bagian dari proses pengumpulan dan perolehan data. Setelah itu, dilakukan Pembuatan kotak pembatas untuk menandai area Jalan yang mengalami kerusakan berupa cekungan atau rongga. Gambar yang telah dikumpulkan akan diberi label sesuai dengan lokasi lubang dan digunakan dalam proses pelatihan (*training*). Hasil akhirnya adalah video deteksi jalan berlubang, di mana lubang-lubang yang terdeteksi akan ditandai dengan *bounding box* sebagai indikator keberadaannya.

Kata Kunci : *Deep Learning*, Lubang, Jalan.

Pendahuluan

Berkembangnya teknologi yang sangatlah cepat serta penerapannya yang banyak sekali dan dapat dilakukan dalam kehidupan sehari-hari guna mempermudah dan meningkatkan efisiensi kegiatan maupun pekerjaan manusia (Alvira Oktavia Safitri et al., 2023). Terlebih dalam bidang transportasi baik transportasi pribadi maupun transportasi umum. Semakin tingginya aktivitas masyarakat tidak menutup kemungkinan semakin bertambahnya transportasi yang digunakan untuk membantu manusia dalam beraktivitas sehingga wajar apabila banyak jalan yang rusak dan masih belum mendapatkan perhatian dari pemerintah. Kurang tanggapnya pemerintah dalam menangani kondisi jalan yang rusak sangatlah mengganggu dan berbahaya bagi para pengguna jalan. Adanya keretakan jalan yang mengalami kerusakan berupa cekungan atau rongga seringkali menjadi penyebab terjadinya kecelakaan yang dapat berujung pada kematian (Abdul Wahab Harun et al., 2023). Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, masalah dari penelitian ini adalah Tingginya tingkat kecelakaan dikarenakan jalan berlubang. Adapun Tujuan dari penelitian

ini adalah untuk membuat sistem pendeteksi jalan berlubang menggunakan *Deep Learning* untuk memberikan peringatan kepada pengguna jalan terhadap keadaan jalan (Kanjuruhan et al., 2019).

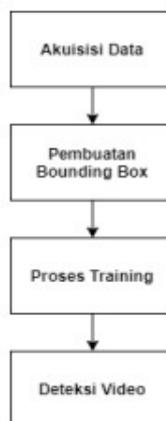
Deep Learning adalah bagian dari kecerdasan buatan dan *machine learning*, yang merupakan pengembangan dari neural network multiple layer untuk memberikan ketepatan tugas seperti deteksi objek, pengenalan suara, terjemahan bahasa dan lain. *Deep Learning* berbeda dari teknik *machine learning* yang tradisional, karena *deep learning* secara otomatis melakukan representasi dari data seperti gambar, video atau text tanpa memperkenalkan aturan kode atau pengetahuan domain manusia (Dewi & Ismawan, 2021).

Yolo (*You Only Look Once*) merupakan suatu metode yang di-gunakan untuk pendeteksian objek. Pendekatan ini merupakan metode yang menggunakan Neural Network dan merupakan pengembangan dari metode CNN (*Convolutional Neural Network*). Metode ini merupakan salah satu metode baru yang mulai dikembangkan dan dipublikasikan dari tahun 2015 dan dalam tahap penelitian oleh Joseph Redmon. Yolo mengoptimalkan hasil dari proses pendeteksian objek dengan cara menjadikan pipeline dari proses satu single neural network (Bili et al., 2022). Yolo mengoptimalkan kecepatan serta akurasi pen-deteksian yang tinggi dengan proses kerja (pipeline) yang sederhana daripada algoritma dan metode pendeteksian yang menggunakan neural network lainnya. Tidak seperti pendekatan yang dilakukan oleh Region Convolutional Neural Network (R-CNN), Yolo mene-rapkan proses pendeteksian ke dalam sebuah proses kasi tanpa memisahkan proses training terhadap proses bounding box, classi-cation, dan post processing. Yolo melakukan proses pendeteksian objek-objek yang terdeteksi dengan langsung mengubah image pixel ke dalam koordinat bounding box dan kelas probabilitas (Siringoringo & Utamingrum, 2022).

Perancangan Sistem dan Implementasi

a. Desain Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat menggunakan teknologi *Deep Learning* untuk mengenali dan mendeteksi keberadaan lubang di jalan. Untuk memberikan peringatan kepada pengguna jalan terhadap kondisi keadaan jalan (Tanjung & Farida, 2021).



Gambar 1. Alur Kerja Penggunaan Sistem

Berdasarkan gambar diagram diatas untuk melakukan pendeteksian jalan yang mengalami kerusakan berupa cekungan atau rongga menggunakan camera yi cam yang di letakkan pada mobil diketinggian 70cm sebagai alat untuk akuisisi data (Anis & Setio Pribadi, 2011). Kemudian dari hasil gambar tersebut akan diolah menggunakan image processing dan diidentifikasi menggunakan Deep Learning. Gambar tersebut akan diolah menggunakan metode YOLO yang dimana dari gambar tersebut akan diidentifikasi pada bagian jalan yang berlubang dan hasilnya terdapat penandaan pada gambar jalan yang berlubang.

b. Implementasi Sistem

- 1) Pengumpulan dataset jalan berlubang. Pengambilan data jalan yang mengalami kerusakan berupa cekungan atau rongga menggunakan kamera Yi Cam yang

- dipasang di atas kap mobil depan mobil. Peletakan camera yi cam langsung menghadap ke arah jalan. Data tersebut berupa video dengan format mp4, resolusi 1920 x 1080 pixel dan 60fps (Frame Per Second).
- 2) Data yang telah terkumpul akan melalui proses pre processing. Data yang terkumpul berupa video yang dirubah menjadi gambar dengan format .jpg serta resolusi gambar 1920 x 1080 setelah itu data berupa gambar tersebut di labeling dengan membuat bounding box sesuai dengan lubang yang ada pada gambar. Hasil bounding box diberi label "Lubang". Hasil labeling disimpan pada file dengan format .txt.
 - 3) Setelah menyelesaikan tahap labeling tahap selanjutnya adalah training, yang dimana akan dibagi menjadi 2 folder yaitu, data training dan data test. Dari kedua folder tersebut berisikan gambar yang telah di labeling yang masing-masing dari folder training berisikan 700 gambar dan folder test berisikan 164 gambar. Hasil dari training adalah weight yang akan di load pada sistem setelah proses training selesai.
 - 4) Video jalan berlubang akan di training yang dimana video yang telah di training Akan ada kotak penanda atau tanda visual yang menunjukkan keberadaan lubang.



Gambar 2. Penempatan posisi yi cam.

Peletakan kamera dari Yi Cam ini langsung menghadap ke arah jalan atau menghadap 90° tegak lurus menuju ke jalan. Informasi yang diperoleh yang diambil berupa video dengan format .mp4. Pada tahap pre processing ini, semua data yang di dapat berupa video dirubah dalam bentuk gambar dengan format.jpg, yang dimana data gambar jalan berlubang akan menghasilkan model untuk pendeteksian (Setiadi et al., 2015).

```
import cv2
vidcap = cv2.VideoCapture("YDK20094.MP4")
def getFrame(sec):
    vidcap.set(cv2.CAP_PROP_POS_MSEC, sec*1000)
    hasFrames, image = vidcap.read()
    if hasFrames:
        cv2.imwrite("image"+str(count)+".jpg", image) # save frame as JPG file
        return hasFrames
    return hasFrames
sec = 0
frameRate = 0.1 #//it will capture image in each 0.5 second
count=1
success = getFrame(sec)
while success:
    count = count + 1
    sec = sec + frameRate
    sec = round(sec, 2)
    success = getFrame(sec)
```

Gambar 3. Program Konversi

c. Pengujian dan analisa

1. Hasil Deteksi

Hasil mendeteksi keberadaan lubang di jalan yang di peroleh dengan cara mencari jalan berlubang yang berada di kota surabaya. keberadaan lubang di jalan ini diperoleh melalui survey ke tempat-tempat dimana terdapat jalan berlubang, namun dalam mencari jalan berlubang, hujan merupakan faktor penting dikarenakan hujan dapat mengakibatkan jalanan aspal terkikis dan menciptakan lubang (Djulyansyah et al., 2024). Di Surabaya sendiri sangat jarang ditemui jalanan yang berlubang karena

cuaca atau iklim di Surabaya belum memasuki fase musim hujan, sehingga ketika musim hujan turun ini sangat memudahkan untuk mencari jalan berlubang dikarenakan kondisi jalan yang tidak terawat.



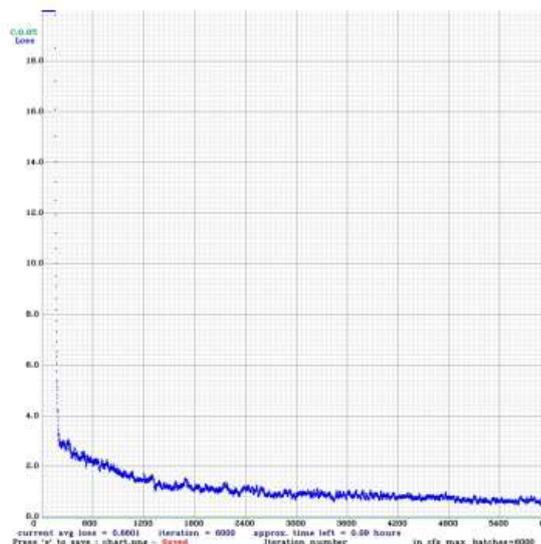
Gambar 4. Jalan Berlubang

Gambar diatas merupakan hasil dari video yang telah di konversi menjadi gambar. Hasil video dan gambar jalan berlubang yang diperoleh dari pencarian juga telah di lakukan proses deteksi video, sehingga dari video yang sebelumnya tidak terdapat label bounding box akan menjadi video yang terdapat hasil label bounding box. Keberadaan lubang di jalan ini diperoleh di daerah runkut, keputih dan perumahan pondok nirwana.



Gambar 5. Hasil Deteksi Keberadaan Lubang Dijalan

Evaluasi hasil deteksi ini dilakukan untuk mengetahui performa secara keseluruhan pada model yolo yang digunakan, sehingga dapat ditentukan apakah model ini berjalan dengan baik atau tidak. Hasil training data yang dilakukan dengan menggunakan darkow 6000 kali iterasi, didapatkan model pendeteksian dengan average loss dan mAP dari tiap iterasi.



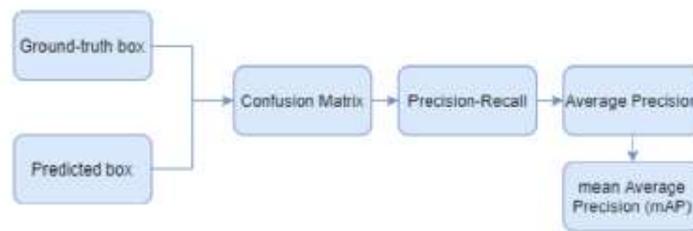
Gambar 6. Grafil Loss pada Yolo V4 Hasil Training

Setelah mendapat model kemudian akan diuji coba dengan menggunakan data test yang telah didapatkan. Jumlah data test yang diperoleh sejumlah 164 obyek data lubang yang dideteksi, dengan menggunakan data test akan di hasilkan performa dari model yang telah di training. Hasil uji coba performa model YOLOv4 dengan menggunakan persamaan dari 4.1 , 4.2 dan 4.3 maka akan didapatkan precision, recall, dan f1-score, sedangkan mAP (mean average precision) dihitung dengan menghitung rata-rata pada aP (average precision).

$$Precision = \frac{TP_{total}}{TP_{total} + FP_{total}} \quad (4.1)$$

$$Recall = \frac{TP_{total}}{TP_{total} + FN_{total}} \quad (4.2)$$

$$f1score = \frac{2 \times Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (4.3)$$



Gambar 7. Alur Penentuan Akurasi Sistem

Precision adalah metrix pengukuran keakuratan deteksi. Recall adalah metrix untuk mengukur seberapa banyak nilai positif yang ditemukan. TP (True Positive) adalah kondisi yang dimana hasil deteksi sesuai dengan kelas objek yang yang di deteksi. True Positive ini menjelaskan bahwa lubang dapat terdeteksi dengan benar. FP (False Positive) merupakan kondisi yang dimana objek yang bukan kelasnya namun terdeteksi oleh model sebagai kelas yang terkait (Negatif terdeteksi positif). False Positive ini menjelaskan bahwa tidak ada lubang namun terdeteksi ada lubang. FN (False Negatif) adalah kondisi yang dimana objek yang tidak sesuai dan tidak terdeteksi sebagai model yang terkait. Total pada tiap TP,FP dan FN merupakan total dari semua jumlah TP, FP dan FN. TPtotal merupakan jumlah dari nilai TP , FP dan FN. f1-score adalah nilai rata-rata yang tertimbang dari precision dan recall.

Tabel 1. MaP

Load Model	Iteration					
Lubang	1000	2000	3000	4000	5000	6000
TP	170	169	170	172	186	180
FP	49	11	6	4	10	6
FN	30	31	30	28	14	20
Waktu proses	3	3	3	3	3	3
Precision	0.78	0.94	0.97	0.98	0.95	0.97
Recall	0.85	0.85	0.85	0.86	0.93	0.90
F1-Score	0.81	0.89	0.90	0.91	0.94	0.93
Average IoU	58.05%	73.07%	79.05%	82.05%	79.47%	82.26%
mAP@0,5	0.881846	0.878109	0.880153	0.876952	0.946235	0.941011

Sumber: Data diolah Peneliti

Dapat dilihat pada tabel 4.10, tabel diatas merupakan tabel pengujian performa model yang dimana terdapat 1 kelas yang dide-teksti yaitu jalan yang berlubang namun dilkakukan dengan iterasi yang bereda-beda yaitu ada 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 dan 6000 iterasi. Model YoloV4 dapat bekerja dengan baik dengan hasil Pre-cision tiap iterasinya yang sebesar 0.78 pada 1000, 0.94 pada 2000, 0.97 pada 3000, 0.98 pada 4000, 0.95 pada 5000 dan 0,97 pada 6000. Recall sebesar 0.85 pada 1000, 0.85 pada 2000, 0.85 pada 3000, 0.86 pada 4000, 0.93 pada 5000 dan 0.90

pada 6000. f1-score sebesar 0.81 pada 1000, 0.89 pada 2000, 0.90 pada 3000, 0.91 pada 4000, 0.94 pada 5000 dan 0.93 pada 6000. Average IoU sebesar 58.05% pada 1000, 73.07% pada 2000, 79.05% pada 3000, 82.05% pada 4000, 79.47% pada 5000 dan 82.26% pada 6000. maP sebesar 0.881846 pada 1000, 0.878109 pada 2000, 0.880153 pada 3000, 0.876952 pada 4000, 0.946235 pada 5000 dan 0.941011 pada 6000. Nilai aP (average Precision) adalah nilai gabungan dari Precision dan Re-call berdasarkan tingkat interval. Average IoU merupakan rata-rata IoU (Intersection Over Union) dari objek yang terdeteksi. Nilai maP (Mean Average Precision) merupakan rata-rata dari aP (average Precision) dari tiap objek. Deteksi dinyatakan akurat Ketika dilakukannya iterasi selama 6000 dengan menghasilkan maP (Mean Average Precision) sebesar 0.941011 atau 94.10%.

Kesimpulan

Dari pelaksanaan dan pengujian sistem yang sudah dilakukan, penulis berhasil mengimplementasikan sistem yang dirancang untuk mengenali keberadaan lubang di jalan menggunakan Deep Learning. Kemudian untuk lebih detail dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem menggunakan input gambar jalan berlubang dan sistem dapat mendeteksi jalan berlubang.
- b. Berdasarkan hasil pengujian akurasi sebuah klasi kasi jalan berlubang ditentukan oleh pembagian banyaknya dataset yang dibagi menjadi test dan train.
- c. Dengan menggunakan YoloV4 didapatkan akurasi sebesar 94%.
- d. Berdasarkan pengujian sistem deteksi didapatkan hasil deteksi TP, FP dan FN.

Daftar Pustaka

- Abdul Wahab Harun, Dian Ekawaty Ismail, & Jufriyanto Puluhulawa. (2023). Penegakan Hukum Terhadap Penyelenggara Jalan Rusak Yang Mengakibatkan Kecelakaan Lalu Lintas. *Hakim*, 2(1), 133–156. <https://doi.org/10.51903/hakim.v2i1.1541>
- Alvira Oktavia Safitri, Puji Ayu Handayani, & Yusuf Tri Herlambang. (2023). Manusia dan Teknologi; Studi Filsafat Tentang Perang Teknologi Dalam Kehidupan Sosial. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, 2(4), 13157–13171.
- Anis, S., & Setio Pribadi, F. (2011). *SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS TELEMETRI*.
- Bili, Y., Purba, E., Saragih, N. F., Silalahi, A. P., Sitepu, S., Gea, A., Komputer, F. I., & Artikel, H. (2022). Perancangan Alat Pendeteksi Kematangan Buah Nanas Dengan Menggunakan Mikrokontroler Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN). In *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika* (Vol. 2, Issue 1). <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/METHOTIKA>
- Dewi, N., & Ismawan, F. (2021). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CNN UNTUK SISTEM PENGENALAN WAJAH. *Faktor Exacta*, 14(1), 34. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v14i1.8989>
- Djulyansyah, M. F., Laxmi, G. F., & Agustian, S. (2024). MODEL DETEKSI JALAN UNTUK SMART GLASSES MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Issue 4).
- Kanjuruhan, U., Dwi, M., Wibowo, B., Wibowo, D. B., Priyono, M., Sulisyanto, T., Budianto, A. E., & Malang, K. (2019). PROTOTYPE SISTEM PERINGATAN DINI PENDETEKSI JALAN BERLUBANG PADA JALAN RAYA DENGAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO. *Seminar Nasional FST*, 2.
- Setiadi, B. R., Ratnawati, D., & Ramdani, S. D. (2015). PENGARUH PENGGUNAAN ACTION CAM TERHADAP KUALITAS PENILAIAN PROSES DOSEN PRAKTIKUM. In *Seminar Nasional Universitas PGRI Yogyakarta*.
- Siringoringo, G., & Utaminingrum, F. (2022). *Sistem Parkir Otomatis berdasarkan Pengenalan Jenis Kendaraan menggunakan Metode Yolov3-Tiny* (Vol. 6, Issue 11). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Tanjung, F., & Farida, I. (2021). *Analisis Kondisi Geometrik Jalan Terhadap Potensi Kecelakaan Lalu Lintas Kendaraan Roda Empat*. <https://jurnal.itg.ac.id/>