

Prototipe Deteksi Ketersediaan Slot Parkir Berbasis Pengolahan Citra

Abdullah Sani^{1*}, Dzaki Hafizh Ayyasy¹

¹Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: sani@polibatam.ac.id

Abstract— Tempat parkir adalah sarana pokok di setiap penyedia layanan sarana dan prasarana seperti pusat perbelanjaan, pelabuhan, bandara, dan lain-lain. Tempat parkir yang luas bahkan dengan pola bertingkat menjadikan pengemudi kesulitan menemukan slot parkir kosong apabila slot parkir yang tersisa tinggal sedikit. Pada percobaan kali ini, penulis merancang sistem pendeteksi alamat parkir berbasis pengolahan citra atau image processing. Metode yang diterapkan untuk image processing adalah metode deep learning dengan algoritma YOLO atau disebut juga *You Only Look Once*. Algoritma YOLO mampu mendeteksi serta mengenali objek dengan *background* yang berbeda. Sistem kerja dari penelitian ini yaitu apabila alamat parkir terdeteksi oleh kamera menandakan slot parkir kosong, namun apabila alamat parkir tidak terdeteksi oleh kamera menandakan slot parkir tersebut sudah ada mobil yang menempati slot parkir tersebut. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu pengemudi mobil lebih cepat dalam menemukan slot parkir kosong. Berdasarkan hasil pengujian, penulis mendapatkan sistem yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasi alamat parkir pada jarak yang berbeda dengan tingkat akurasi hingga 96%.

Keyword: *Deep Learning, Slot Parkir, YOLO*

I. PENDAHULUAN

TEMPAT parkir merupakan sarana pokok di setiap penyedia layanan sarana dan prasarana seperti pusat perbelanjaan, pelabuhan, bandara, dan lain-lain. Seiring berjalannya waktu kebutuhan ruang parkir cenderung meningkat dengan bertambahnya pengunjung yang membawa kendaraan pribadi terutama mobil. Fasilitas parkir yang memadai diperlukan demi kenyamanan pengunjung, sehingga pengelola parkir menyediakan tempat parkir yang luas bahkan dengan pola parkir bertingkat. Kondisi ini akan menjadi sulit jika slot parkir yang tersisa tinggal sedikit. Hal ini membuat pengemudi harus menelusuri lahan parkir demi mendapatkan slot parkir yang masih tersedia.

Dalam menelusuri lahan parkir akan ada banyak hal yang terbuang sia-sia, seperti waktu dan bensin. Waktu dan bensin akan berkurang untuk mencari slot parkir kosong terlebih ketika tidak mengetahui posisi pasti slot parkir yang masih tersedia. Sehingga pengemudi harus mengelilingi atau menelusuri area parkir untuk mendapatkan slot parkir yang masih tersedia. Akibat yang ditimbulkan dari menelusuri lahan parkir yaitu polusi udara yang dihasilkan oleh kendaraan akan semakin

meningkat. Dengan meningkatnya polusi udara maka dampak negatif yang akan ditimbulkan akan lebih banyak mulai dari lingkungan hingga kesehatan.

Upaya untuk memudahkan pengemudi dalam menemukan slot parkir kosong dengan memberikan informasi alamat slot parkir yang tersedia, maka pada penelitian ini akan mengembangkan sistem deteksi pelacak slot parkir dengan objek yang akan dideteksi berupa alamat dari slot parkir. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Algoritma YOLO yang merupakan singkatan dari *You Only Look Once*. Metode YOLO merupakan model terpadu dalam sistem pendeteksi objek yang diperkenalkan oleh Redmon, dkk [1]. Sesuai dengan namanya *You Only Look Once* atau dalam bahasa Indonesia artinya kamu hanya melihat sekali, maka algoritma ini dapat mendeteksi serta mengklasifikasi objek hanya dengan sekali lihat.

Fasilitas parkir merupakan fasilitas yang paling dibutuhkan oleh para pengguna kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat [2]. Tempat parkir merupakan lokasi untuk mobil dapat parkir ditempat tersebut. Beberapa tempat parkir memiliki alamat parkir di setiap slot parkir untuk memberikan petunjuk kepada pengemudi mobil mengetahui slot parkir yang digunakan untuk memarkirkan kendaraannya. Alamat parkir biasanya mengandung blok maupun lantai tempat slot parkir berada. Alamat parkir umumnya berada di slot parkir maupun di tiang tempat slot parkir berada.

Kuat penerangan rata-rata berdasarkan BSN SNI tentang penerangan jalan umum. Kuat penerangan rata-rata jalan lokal yaitu 2-5 lux. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada 7391:2008 yang membahas tentang spesifikasi penerangan jalan dikawasan kota, rata-rata intensitas cahaya sebesar 11-20 lux [3].

Citra adalah gambar bidang dua dimensi dengan fungsi terus menerus dari intensitas cahaya. Pengolahan citra memiliki disiplin ilmu dengan input berupa citra serta output berupa citra [4]. Ketika cahaya menerangi objek, pantulan cahaya tersebut dapat ditangkap oleh alat-alat pengindraan optik seperti lensa kamera [1].

Bagian dari *machine learning* dengan algoritma tertentu seperti sistem saraf manusia yang memiliki neuron disebut *deep learning*. Setiap neuron akan tersambung satu sama lain dan saling menyampaikan informasi. Salah satu teknik dalam *deep learning* adalah *restricted boltzmann machine* (RBM), teknik ini digunakan untuk mempercepat proses pembelajaran dalam

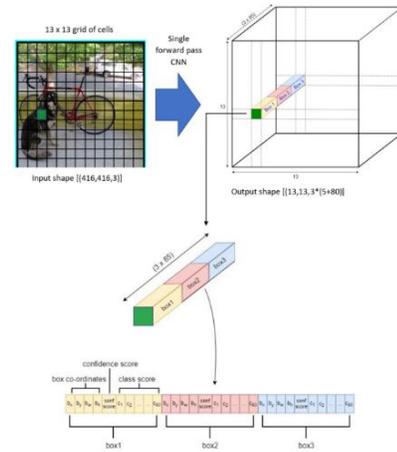
neural network dengan banyak lapisan. Keunggulan menggunakan *deep learning* yaitu waktu yang dibutuhkan dalam *training* akan semakin singkat dengan menurunnya gradien propagasi balik. Deep Learning terdiri dari *deep auto encoder*, *deep belief nets*, *convolutional neural network*, dan lain-lain [5]–[7]

Deep Learning telah populer di seluruh dunia, dan memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan metode sebelumnya. Dengan pesatnya perkembangan teknologi visi komputer, penelitian tentang algoritma deteksi objek telah membangkitkan minat yang luas dan menjadi *hotspot* penelitian [8].

Neural Network (NN) tidak tergantung satu sama lain. Lapisan tertentu dapat memiliki jumlah node yang berubah-ubah. Jumlah simpul yang berubah-ubah ini disebut simpul bias. Node bias selalu bernilai nol dan satu [7]. CNN adalah sejenis jaringan saraf umpan maju yang mampu mengekstrak fitur dari data dengan konvolusi struktur. CNN tidak perlu mengekstrak fitur secara manual. Arsitektur CNN terinspirasi oleh persepsi visual. Neuron biologis sesuai dengan buatan saraf; Kernel CNN mewakili reseptor berbeda yang dapat menanggapi berbagai fitur [9], [10]; fungsi aktivasi mensimulasikan fungsi yang hanya sinyal listrik saraf melebihi tertentu ambang batas dapat ditransmisikan ke neuron berikutnya. *Loss function* dan pengoptimal adalah sesuatu yang diciptakan untuk mengajarkan seluruh sistem CNN untuk mempelajari apa yang diharapkan [11], [12].

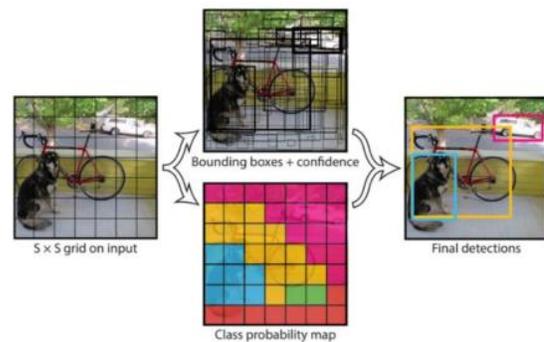
You Only Look Once (YOLO) merupakan pendekatan baru untuk deteksi objek yang diperkenalkan oleh Redmon dkk. Algoritma YOLO mampu mendeteksi objek untuk mengklasifikasi dan melokalisasi suatu objek. YOLO menggunakan *convolutional neural network* atau *CNN* untuk mendeteksi objek. YOLO menerapkan *single neural network* ke seluruh citra. YOLO mampu bekerja secara efektif hingga 45 FPS dalam pendeteksian secara *realtime* [9]. YOLO adalah jaringan konvolusi tunggal yang secara bersamaan dapat memprediksi banyak lompatan kotak dan probabilitas kelas untuk objek dengan cara yang jelas dan sederhana. YOLO berlatih dengan gambar penuh dan langsung mengoptimalkan kinerja deteksi [13]–[15]

Dalam mendeteksi objek, YOLO akan membagi input gambar menjadi beberapa *grid* $S \times S$ dan setiap kisi memprediksi *bounding box* (B) dan probabilitas kelas (C) dari objek yang pusatnya berada di dalam sel kisi. *Bounding box* menunjukkan posisi kelas dari objek pada suatu citra dan dikaitkan juga dengan jumlah *anchors* yang digunakan. Setiap *bounding box* mempunyai *atributes* $5 + C$, dimana 5 mengartikan 5 koordinat *bounding box* yaitu titik tengah (bx , by), tinggi (bh), lebar (bw), dan *confidence score* dan C adalah jumlah kelas.



Gambar. 1. Cara Kerja YOLO dengan *Grid* 13x13 [2]

Gambar 1 menunjukkan *input* gambar yang dibagi menjadi 13x13 *grid*. Untuk setiap *grid* berfungsi untuk memprediksi objek yang terdapat didalamnya. *YOLO-v3* menggunakan *multiscale detection feature*, deteksi Kernel memiliki tiga ukuran berbeda yang diterapkan di tiga tempat yang berbeda. Berdasarkan kondisi tersebut, nilai $B = 3$. Untuk metode YOLO adalah seperti pada gambar 4.

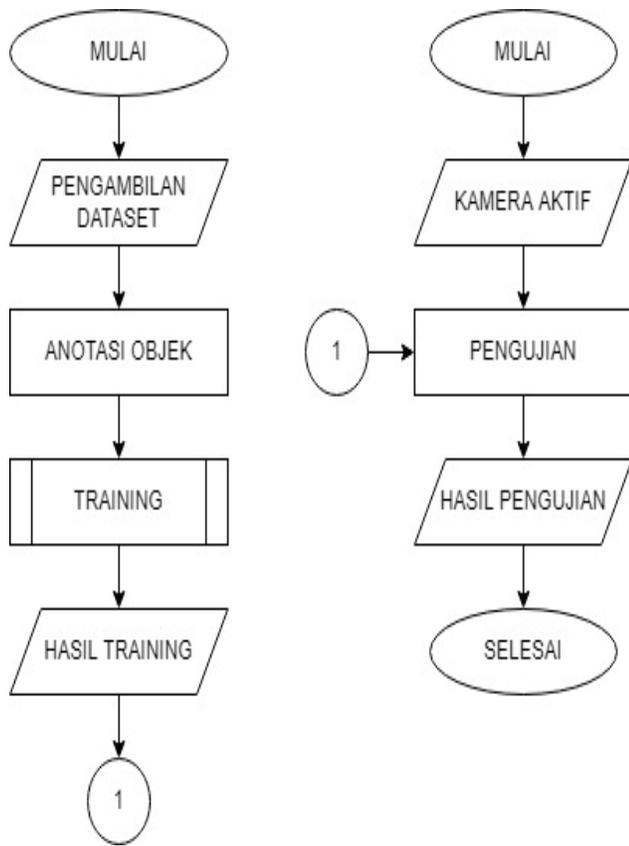


Gambar. 2. Model Metode YOLO [4]

II. METODE

A. Perancangan Perangkat Lunak

Gambar 3 adalah diagram alir dari perancangan perangkat lunak yang terdiri dari *training* data dan *testing* data pendeteksian alamat parkir. Tahap pertama dari sistem adalah pengambilan *dataset* berupa gambar. Dalam sistem ini terdapat 7 kelas yang akan dideteksi yaitu A, B, 1, 2, 3, 4, dan 5. Kemudian *dataset* akan diberi label atau anotasi berupa *bounding box* dan diberikan nama sesuai dengan kelasnya masing-masing. Proses pelabelan menggunakan YOLO-Mark yang merupakan *framework* dari *neural network darknet*. Setelah semua *dataset* diberi label, maka tahap selanjutnya adalah proses *training*. Proses *training* bertujuan untuk melatih komputer cara mengolah gambar dan pelabelan objek yang telah dibuat sebelumnya sehingga membentuk pola dari karakteristik masing-masing kelas. Karakteristik tersebut yang akan menentukan komputer untuk memprediksi objek. Setelah proses *training* selesai, data hasil *training* akan dilakukan pengujian.



Gambar. 3. Perancangan Perangkat Lunak *Training* dan *Running*

Pada tahapan pengujian dimulai dengan input kamera berupa video secara *realtime*. Apabila pada tangkapan kamera mendeteksi kelas alamat parkir maka pada alamat parkir tersebut akan terdapat *bounding box* dan juga informasi kelas alamat parkir.

B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan tahapan untuk merancang tata letak dari perangkat keras untuk menjalankan sistem pada perangkat lunak. Untuk perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar. 4. Rancangan Perangkat Keras

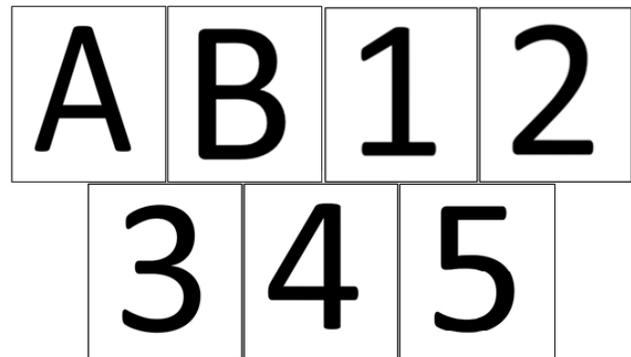
Pada Gambar 4 menjelaskan perangkat keras yang digunakan yaitu kamera dan laptop. Kamera digunakan untuk menangkap gambar atau video dan diteruskan ke *personal computer* (PC) yang berfungsi untuk mengolah data gambar atau video yang tertangkap oleh kamera. Selanjutnya *personal computer* (PC)

akan menampilkan video dan juga hasil berupa *bounding box* pada objek yang terdeteksi oleh kamera.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Alur Kerja Sistem

Pada pengerjaan sistem terdapat beberapa tahapan, tahap awal pada pengerjaan sistem yaitu pengambilan *dataset* yang digunakan pada tahap *training* atau pembelajaran. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil gambar menggunakan kamera. Jarak pengambilan antara objek dengan kamera saat pengambilan *dataset* adalah 30 cm sampai 150 cm yang diambil dari berbagai sudut tangkap kamera. Data yang diambil berupa alamat parkir dengan *font* calibri berwarna hitam dengan latar berwarna putih yang dicetak pada kertas putih berukuran A4. Jumlah *dataset* yang diambil pada percobaan ini sebanyak 288 *dataset* yang terdiri dari 41 data setiap kelas alamat parkir. Contoh *dataset* alamat parkir seperti Gambar 5.



Gambar. 5. Contoh *Dataset*

Setelah pengambilan *dataset* tahap selanjutnya yaitu pelabelan atau anotasi dengan memberikan nama objek sesuai dengan nama kelasnya masing-masing. Adapun nama objek dan nama kelasnya sesuai dengan Tabel II.

TABEL I
KELAS DAN NAMA KELAS SAAT PELABELAN

ID Objek	Nama
0	A
1	B
2	1
3	2
4	3
5	4
6	5

Proses pelabelan atau anotasi menggunakan YOLO Mark yang diunduh melalui *repository github*. Diperlukan untuk mengatur konfigurasi untuk objek data dan nama objek pada YOLO Mark. *Objek names* berisi kelas dan nama kelas dari data yang akan diberi label sesuai dengan Tabel II. Pada tahap pemberian label ada beberapa tahapan, tahap pertama memilih gambar yang akan dilabel kemudian gambar diberi *bounding box* sesuai dengan kelasnya masing-masing.

B. Hasil Pengujian Terhadap Jarak

Pengujian dilakukan terhadap beberapa jarak, jarak pengambilan pada penelitian ini dilakukan pada jarak 50 cm, 100 cm, dan 150 cm. Pada setiap objek dan jarak yang berbeda diambil jumlah pengujian sebanyak sepuluh kali pengujian. Pengujian dilakukan dengan intensitas cahaya 50 sampai 100 Lux yang diukur dengan menggunakan Lux meter. Lux meter yang digunakan memiliki kemampuan baca hingga 200.000 Lux dengan toleransi hingga 5%.

Berikut ini merupakan hasil pengujian dari keberhasilan pengenalan dengan memasukkan data *weights* hasil *training*, *Pass* menandakan alamat parkir atau karakter angka dan huruf dapat terdeteksi dengan benar dan *fail* menandakan tidak terdeteksi maupun ketidaksesuaian pembacaan alamat parkir. Adapun tingkat akurasi dan persentase keberhasilan dari tiap percobaan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

$$Persentase\ Keberhasilan = \frac{Jumlah\ berhasil\ dideteksi}{Jumlah\ seluruh\ percobaan} \times 100\% \quad (2)$$

TABEL II
CONFUSION MATRIX PADA JARAK 50 CM

Prediksi \ Aktual	Prediksi							Tidak Terdeteksi
	A	B	1	2	3	4	5	
A	10	0	0	0	0	0	0	0
B	0	8	0	0	2	0	0	0
1	0	0	10	0	0	0	0	0
2	0	0	0	10	0	0	0	0
3	0	0	0	0	10	0	0	0
4	1	0	0	0	0	9	0	0
5	0	0	0	0	0	0	10	0

Berdasarkan Tabel II, objek A memiliki *true positive* sebanyak 10, objek B memiliki *true positive* sebanyak 8 dan *false negative* sebanyak 2 pada objek 3, Objek 1 memiliki *true positive* sebanyak 10, objek 2 memiliki *true positive* sebanyak 10, objek 3 memiliki *true positive* sebanyak 10, objek 4 memiliki *true positive* sebanyak 9 dan *false negative* sebanyak 1 pada objek A, objek 5 memiliki *true positive* sebanyak 10.

TABEL III
CONFUSION MATRIX PADA JARAK 100 CM

Prediksi \ Aktual	Prediksi							Tidak Terdeteksi
	A	B	1	2	3	4	5	
A	10	0	0	0	0	0	0	0
B	0	9	0	0	1	0	0	0
1	0	0	10	0	0	0	0	0
2	0	0	0	10	0	0	0	0
3	0	1	0	0	9	0	0	0
4	2	0	0	0	0	8	0	0
5	0	0	0	0	1	0	9	0

Berdasarkan Tabel III, objek A memiliki *true positive* sebanyak 10, objek B memiliki *true positive* sebanyak 9 dan *false negative* sebanyak 1 pada objek 3, Objek 1 memiliki *true positive* sebanyak 10, objek 2 memiliki *true positive* sebanyak

10, objek 3 memiliki *true positive* sebanyak 9 dan *false negative* sebanyak 1 pada objek B, objek 4 memiliki *true positive* sebanyak 8 dan *false negative* sebanyak 2 pada objek A, objek 5 memiliki *true positive* sebanyak 9 dan *false negative* sebanyak 1 pada objek 3.

TABEL IV
CONFUSION MATRIX PADA JARAK 150 CM

Prediksi \ Aktual	Prediksi							Tidak Terdeteksi
	A	B	1	2	3	4	5	
A	7	0	0	0	0	3	0	0
B	0	8	0	0	2	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	8
2	0	0	0	8	0	2	0	0
3	0	3	0	0	7	0	0	0
4	2	0	0	0	0	8	0	0
5	0	0	0	0	1	0	9	0

Berdasarkan Tabel IV, objek A memiliki *true positive* sebanyak 7 dan *false negative* sebanyak 3 pada objek 4, objek B memiliki *true positive* sebanyak 8 dan *false negative* sebanyak 2 pada objek 3, objek 1 memiliki *true positive* sebanyak 1 dan *false negative* sebanyak 1 pada objek 4 dan tidak terdeteksi sebanyak 8 kali, objek 2 memiliki *true positive* sebanyak 8 dan *false negative* sebanyak 2 pada objek 4, objek 3 memiliki *true positive* sebanyak 7 dan *false negative* sebanyak 3 pada objek B, objek 4 memiliki *true positive* sebanyak 8 dan *false negative* sebanyak 2 pada objek A, objek 5 memiliki *true positive* sebanyak 9 dan *false negative* sebanyak 1 pada objek 3.

Berikut ini merupakan tingkat akurasi untuk masing-masing jarak:

Jarak 50 cm:

$$Akurasi = \frac{67 + 0}{67 + 0 + 0 + 3} = 0,96 \times 100\% = 96\%$$

Jarak 100 cm:

$$Akurasi = \frac{65 + 0}{65 + 0 + 0 + 5} = 0,92 \times 100\% = 92\%$$

Jarak 150 cm:

$$Akurasi = \frac{48 + 0}{48 + 0 + 0 + 22} = 0,54 \times 100\% = 54\%$$

Pada tabel V menampilkan hasil deteksi pengujian sistem pada jarak 50 cm, 100 cm, dan 150 cm dengan percobaan sebanyak 10 kali. Rata-rata error merupakan perbandingan antara jumlah gagal dengan jumlah berhasil. Persentase keberhasilan merupakan pengurangan dari nilai sempurna yaitu 100% terhadap rata-rata error. Untuk pendeteksian sejauh 50 cm memiliki tingkat keberhasilan sebesar 96%. Untuk pendeteksian pada jarak 100 cm memiliki tingkat keberhasilan sebesar 92%. Untuk pendeteksian pada jarak 150 cm memiliki tingkat keberhasilan sebesar 54%.

TABEL V
PENGUJIAN TERHADAP JARAK

Objek	50 cm		100 cm		150 cm	
	Pass	Fail	Pass	Fail	Pass	Fail
	A	10	0	10	0	7
B	8	2	9	1	8	2
1	10	0	10	0	1	9
2	10	0	10	0	8	2
3	10	0	9	1	7	3
4	9	1	8	2	8	2
5	10	0	9	1	9	1
Total	67	3	65	5	48	22
Rata-rata Error	0,04		0,08		0,46	
Persentase Keberhasilan	96%		92%		54%	

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian sistem pendeteksian alamat parkir dengan menggunakan image processing yaitu YOLO-v3 mampu mendeteksi dan mengklasifikasi alamat parkir. Untuk dapat mendeteksi ketersediaan slot parkir dengan cara mendeteksi alamat slot parkir. Berdasarkan hasil pengujian terhadap jarak tingkat keberhasilan paling tinggi yaitu pada jarak 50 cm dengan persentase keberhasilan sebesar 96%, kemudian dengan jarak 100 cm dengan tingkat keberhasilan sebesar 92%, kemudian dengan jarak 150 cm dengan tingkat keberhasilan sebesar 54%.

B. Saran

Dalam pengerjaan proyek yang telah dibuat masih terdapat kekurangan dan kelemahan, sehingga apabila akan ada penelitian lebih lanjut dibutuhkan saran untuk melanjutkan penelitian. Adapun saran dari penulis adalah pada saat pengambilan dataset sebaiknya diambil pada jarak terdekat hingga jarak yang dibutuhkan untuk deteksi pada lapangan parkir sesungguhnya.

REFERENSI

[1] Susanto, E. Rudiawan, R. Analia, P. D. Sutopo, and H. Soebakti, "The deep learning development for real-time ball and goal detection of barelang-FC," *Proceedings IES-ETA 2017 - International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications*, vol. 2017-December, pp. 146-151, Dec. 2017, doi: 10.1109/ELECSYM.2017.8240393.

[2] A. S. Putra, "Analisa Dan Perancangan Sistem Tata Kelola Parkir Cerdas Di Kota Pintar Jakarta," *ikraith-informatika*, vol. 4, no. 3, pp. 13-21, Nov.

2020, Accessed: Dec. 28, 2022. [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/829>

[3] A. di Pencerayaan Penerangan Jalan Umum Jalan Tol Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi Rudini, E. Priatna, I. Usrah, P. Studi Teknik Elektro, F. Teknik, and U. Siliwangi, "Analisis Pencerayaan Penerangan Jalan Umum Di Jalan Tol Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi," *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, vol. 3, no. 1, p. 2021, Oct. 2021, doi: 10.37058/JEEE.V3I1.2693.

[4] F. Muwardi and A. Fadlil, "Sistem Pengenalan Bunga Berbasis Pengolahan Citra dan Pengklasifikasi Jarak," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 124-131, Jan. 2018, doi: 10.26555/JITEKI.V3I2.7470.

[5] X. Zhang, Y. Hu, L. Zhang, Y. Kong, X. Gao, and H. Wei, "Review of Deep Neural Network Based on Auto-encoder," *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*, no. iciti, Apr. 2019, doi: 10.12783/DTCSE/ICITI2018/29087.

[6] C. H. Kuo, Y. H. Chou, and P. C. Chang, "Using Deep Convolutional Neural Networks for Image Retrieval," *IS and T International Symposium on Electronic Imaging Science and Technology*, 2016, doi: 10.2352/ISSN.2470-1173.2016.2.VIPC-231.

[7] J. Masci, U. Meier, D. Cireşan, and J. Schmidhuber, "Stacked convolutional auto-encoders for hierarchical feature extraction," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 6791 LNCS, no. PART 1, pp. 52-59, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-21735-7_7/COVER.

[8] Y. Yang and H. Deng, "Gc-yolov3: You only look once with global context block," *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 8, pp. 1-14, Aug. 2020, doi: 10.3390/ELECTRONICS9081235.

[9] L. Chen *et al.*, "Convolutional neural networks (CNNs)-based multi-category damage detection and recognition of high-speed rail (HSR) reinforced concrete (RC) bridges using test images," *Eng Struct*, vol. 276, p. 115306, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2022.115306.

[10] F. Manavi, A. Sharma, R. Sharma, T. Tsunoda, S. Shatabda, and I. Dehzangi, "CNN-Pred: Prediction of single-stranded and double-stranded DNA-binding protein using convolutional neural networks," *Gene*, vol. 853, p. 147045, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.GENE.2022.147045.

[11] O. I. Abiodun, A. Jantan, A. E. Omolara, K. V. Dada, N. A. E. Mohamed, and H. Arshad, "State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey," *Heliyon*, vol. 4, no. 11, p. e00938, Nov. 2018, doi: 10.1016/J.HELIYON.2018.E00938.

[12] Z. Li, F. Liu, W. Yang, S. Peng, and J. Zhou, "A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects," *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, pp. 1-21, Jun. 2021, doi: 10.1109/TNNLS.2021.3084827.

[13] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 2016-December, pp. 779-788, Dec. 2016, doi: 10.1109/CVPR.2016.91.

[14] C. Y. Cao, J. C. Zheng, Y. Q. Huang, J. Liu, and C. F. Yang, "Investigation of a promoted you only look once algorithm and its application in traffic flow monitoring," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 17, Sep. 2019, doi: 10.3390/APP9173619.

[15] "Implementasi Sistem Deteksi Slot Parkir Mobil Menggunakan Metode Morfologi dan Background Subtraction | Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia." <http://lipi.go.id/publikasi/implementasi-sistem-deteksi-slot-parkir-mobil-menggunakan-metode-morfologi-dan-background-subtraction/10799> (accessed Dec. 28, 2022).