

Sistem Deteksi Kemurnian Beras berbasis *Computer Vision* dengan Pendekatan Algoritma *YOLO*

Nova Eka Budiayanta^{1*}, Melisa Mulyadi², Harlianto Tanudjaja³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

³Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

^{1,2,3}Jl. Jend. Sudirman No.51, RT.5/RW.4, Karet Semanggi, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12930

email: ¹nova.eka@atmajaya.ac.id*, ²melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id, ³harlianto.tanudjaja@atmajaya.ac.id

Abstract – This study aims to apply a rice purity detection system to be used as a parameter value to sort impurities detected in the rice quality control process. The system developed in this study is based on computer vision using a camera as a sensor. Image data obtained from the camera is then processed to identify pure rice objects and dirt objects mixed in the rice collection. This research focuses on the detection algorithm for stone or gravel objects in the rice production process. The process of object detection in this study uses the You Only Look Once (YOLO) v3 method. Overall the object detection system in this study is running well. The model training process succeeded in minimizing the loss significantly with a loss value of 1.89 in the 1000 iteration to 0.16 in the 15000 iterations. Along with the success of the model training process, the model testing in the application of the detection process also went well, which was shown by an average accuracy value of 86.11%.

Keywords – *YOLO, Object Detection, Computer Vision, Quality Control, Rice Production Quality*

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem deteksi kemurnian beras terhadap campuran kotoran untuk dapat digunakan sebagai parameter nilai untuk mensortir kotoran yang terdeteksi pada proses kontrol kualitas beras. Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini berbasis *computer vision* menggunakan kamera sebagai sensor. Data citra yang didapat dari kamera selanjutnya diproses untuk mengenali objek beras yang murni dan objek kotoran yang tercampur pada kumpulan beras. Penelitian ini berfokus pada algoritma deteksi objek batu atau kerikil (*gravel*) pada proses produksi beras. Proses deteksi objek pada penelitian ini menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) v3. Secara keseluruhan sistem deteksi objek pada penelitian ini berjalan baik. Proses pelatihan model berhasil meminimalisir loss secara signifikan dengan nilai loss sebesar 1.89 di iterasi ke 1000 menjadi 0.16 di iterasi ke 15000. Seiring dengan keberhasilan proses pelatihan model, pengujian model pada penerapan proses deteksi juga berjalan baik yang ditunjukkan dengan nilai rerata akurasi sebesar 86.11%.

Kata Kunci – *YOLO, Deteksi Objek, Computer Vision, Kontrol Kualitas. Kualitas Produksi Beras*

I. PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk dunia, terutama negara-negara yang berada di

benoa Asia [1]. Di Asia, petani menghasilkan sekitar 90% dari total produksi beras dunia [2]. Hal ini menjadikan beras sebagai salah satu komoditi utama termasuk diantara negara penghasil beras adalah Indonesia.

Proses produksi beras tidaklah singkat. Diperlukan beberapa kali proses dalam produksi beras mulai dari pengolahan sawah, penanaman bibit padi, perawatan padi sampai menguning, serta memanen padi. Tidak berhenti di proses tersebut, padi yang telah dipanen lalu diproses untuk melepas gabah dari tangkai padi, yang selanjutnya gabah yang sudah terkumpul kemudian dikeringkan dan masuk ke proses pelepasan kulit gabah sehingga menghasilkan beras yang siap diolah untuk konsumsi.

Untuk menghasilkan beras yang baik dan siap konsumsi haruslah disiapkan manajemen kontrol kualitas pada proses produksi. Hal ini perlu dilakukan untuk mengantisipasi campuran yang mungkin ada pada kumpulan beras seperti diantaranya adalah batu, kerikil, gabah yang belum terkupas, kulit gabah, dan bahkan kutu jika beras disimpan untuk beberapa waktu di gudang. Meskipun sekarang dengan perkembangan teknologi, terdapat banyak peralatan atau mesin yang dapat membantu proses produksi beras, masih tidak jarang ditemui beras yang sampai di konsumen masih terdapat campuran tersebut.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Seiring perkembangan teknologi, banyak mesin yang dikembangkan untuk membantu proses produksi beras siap konsumsi. Seperti mesin pemroses beras guna menghilangkan kerikil dan kotoran lainnya dari beras yang dikembangkan oleh Departemen Teknik Mesin Universitas Ilorin untuk petani di Nigeria menggunakan dua tahap metode yakni *dehulling* dan *sieving* [3]. Pengembangan mesin serupa juga dilakukan oleh Departemen Teknik Agrikultur dan Biosistem, Universitas Landmark yang menggunakan komponen utama berupa reciprocating screen yang dilengkapi dengan blower dan hopper berdasarkan buka tutup katup pada mesin untuk mensortir batu dan kerikil [4]. Berbeda dengan metode yang digunakan Universitas Ilorin dan Universitas Landmark, Departemen Teknik Mesin Technical University Jalandhar menggunakan rotary magnet untuk mensortir batu dan kerikil dari beras [5].

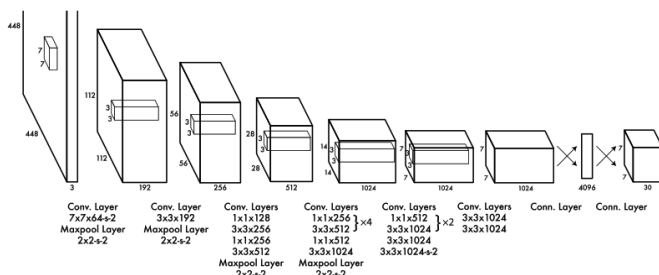
Terdapat banyak metode dalam mengembangkan mesin untuk mensortir batu maupun kerikil. Sampai saat ini, meskipun pengembangan teknologi mesin pengolah padi sudah cukup baik, masih terdapat bagian yang perlu disempurnakan untuk menjaga kualitas beras yang siap

*) penulis korespondensi: Nova Eka Budiayanta
Email: nova.eka@atmajaya.ac.id

konsumsi. Terkait dengan identifikasi kualitas produksi, identifikasi awal yang dapat dilakukan pada sebuah produk adalah secara visual [6]. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan penerapan metode deteksi dan klasifikasi objek. Metode deteksi objek dapat dilakukan dengan menggunakan sensor kamera untuk selanjutnya data yang diperoleh dari pengolahan citra dari kamera dapat digunakan untuk menggerakkan suatu aktuator untuk mensortir kandungan kotoran pada kumpulan beras.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada algoritma deteksi objek batu atau kerikil (gravel) pada proses produksi beras. Proses deteksi objek pada penelitian ini menggunakan metode You Only Look Once (YOLO) v3. Metode YOLOv3 merupakan pengembangan dari metode YOLO yang merupakan pengembangan dari metode CNN (Convolutional Neural Network). YOLO dikenalkan secara open source oleh University of Washington untuk memprediksi bounding boxes dan klasifikasinya dari suatu gambar [7]. Metode YOLO dikembangkan karena terinspirasi dari model GoogleNet untuk klasifikasi citra. Metode YOLO memiliki 24 layer konvolusi yang diikuti dengan 2 layer yang terkoneksi. Arsitektur dari metode YOLO dapat dilihat pada Gbr. 1.



Gbr. 1. Arsitektur Metode YOLO (You Only Look Once) [7]

Metode YOLO diklaim dapat beroperasi pada 45 fps (frame per second) pada kartu grafis Titan X. Dengan demikian, metode YOLO merupakan metode yang baik untuk diterapkan pada implementasi yang bersifat realtime. Seiring kebutuhan akan algoritma deteksi objek yang lebih baik, YOLO dikembangkan menjadi YOLO v2 dan yang terbaru adalah YOLO v3. Perbedaan dari YOLO v1 dan YOLO v2 terletak pada akurasi dan kecepatan deteksi yang lebih baik pada YOLO v2 [8]. Berkembang menjadi lebih akurat, YOLO v3 lebih unggul daripada YOLO v2 dalam hal akurasi namun tidak lebih cepat dari YOLO v2 [9].

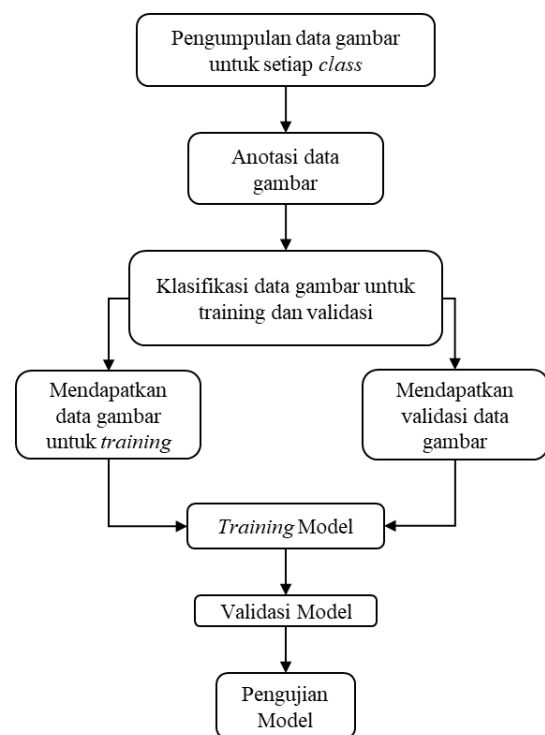
Untuk mendukung penelitian ini, perangkat keras dan perangkat lunak diperlukan guna mendapatkan model yang optimal untuk deteksi kerikil. Perangkat keras yang dibutuhkan berupa 1 set Personal Computer (PC) dilengkapi dengan Graphical Processing Unit (GPU) yang dapat digunakan untuk mendukung proses pelatihan, validasi, dan pengujian model. Perangkat Lunak yang diperlukan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mendukung pembuatan kode program model, proses training, validasi, dan pengujian model.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sensor yang berupa kamera serta pengolahan data

berupa PC yang dilengkapi dengan GPU. Terdapat dua kamera yang digunakan pada penelitian ini yaitu kamera dari smartphone Xiaomi Redmi Note 8 Pro dengan resolusi sebesar 64 megapixel (mp) untuk mengambil gambar yang digunakan sebagai dataset dan juga webcam Logitech seri C525 dengan resolusi 720 pixel (p) / 30 *frame per second* (fps). Kamera diperlukan untuk menggantikan peran sensor. [10]. Untuk mengolah data, pada penelitian ini digunakan PC yang dilengkapi dengan processor Intel Core i5-8400 2.8GHz, Random Access Memory (RAM) sebesar 8192 megabyte (mb), dan GPU NVIDIA GeForce GTX 1070 Ti.

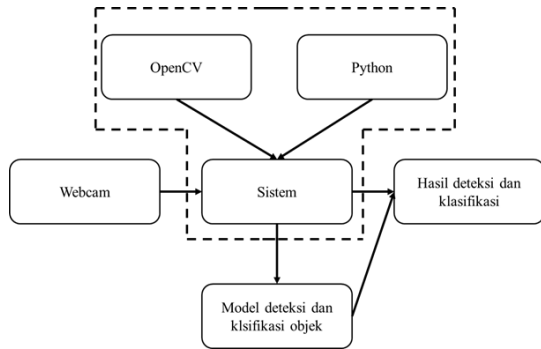
Untuk mendukung kinerja perangkat keras, perangkat lunak digunakan pada penelitian ini. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem operasi Ubuntu 16.04 yang dilengkapi bahasa pemrograman Python, library OpenCV, Yolo Mark, dan framework Darknet. Untuk mendukung kinerja GPU NVIDIA GeForce GTX 1070 Ti dalam proses pelatihan, CUDA 9.0 dan cuDNN 7.5 juga disertakan dalam instalasi perangkat lunak. Python digunakan untuk membuat kode program dalam menjalankan deteksi objek, OpenCV digunakan untuk membantu menyederhanakan bahasa pemrograman dalam pendeteksian objek, Yolo Mark digunakan sebagai alat untuk melabeli objek yang berupa kerikil pada tiap citra, dan Darknet berfungsi untuk membantu proses pelatihan dan validasi model terhadap data citra yang disediakan.

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan pada proses pelaksanaannya. Tahapan penelitian ditetapkan mengacu pada proses Deep Learning berbantuan algoritma You Only Look Once (YOLO). Berikut tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset, anotasi / pelabelan, klasifikasi data untuk pelatihan dan validasi, pelatihan dan validasi model, serta pengujian model yang dapat dilihat pada Gbr. 2.



Gbr. 2. Blok diagram deteksi dan klasifikasi

Dalam penelitian ini, model yang telah dilatih dan divalidasi dijalankan dengan streaming data menggunakan webcam untuk melihat kemampuan pengklasifikasiannya terhadap objek kerikil secara realtime. Webcam digunakan untuk akusisi citra dan sistem meneruskan ke model deteksi yang telah dilatih yang selanjutnya dapat menampilkan bounding box yang menunjukkan lokasi kerikil yang terdeteksi pada citra. Blok diagram sistem untuk penerapan model yang telah dilatih dapat dilihat pada Gbr. 3.



Gbr. 3. Blok diagram sistem penerapan model deteksi

Selanjutnya, sistem dievaluasi untuk mendeteksi kerikil yang sama dan kerikil yang berbeda dalam dataset citra yang sudah dilatihkan. Jika masih terdapat masalah dalam sistem pendeteksian dan klasifikasi, dilakukan koreksi terhadap program yang dibuat hingga mendapatkan sistem yang optimal untuk menerapkan model yang telah dilatih.

Analisis data yang digunakan untuk mengevaluasi model dalam penelitian ini adalah mean Average Precision (mAP). Mean Average Precision (mAP) merupakan alat ukur populer untuk menentukan akurasi dari detektor objek [11]. Untuk mendapatkan nilai mAP, terlebih dulu nilai AP didapatkan untuk selanjutnya nilai rata-rata (mean) didapatkan dari jumlah total nilai AP dibagi dengan jumlah class. Untuk perhitungan AP dari tiap class, didapatkan dari nilai kurva PR (Precision-Recall) untuk prediksi. Kurva PR terbentuk dari keterkaitan setiap deteksi instance dengan ground truth yang saling overlapping. Area deteksi yang masuk dengan Intersection over Union dengan ground truth di atas nilai ambang batas diartikan sebagai True Positive, sedangkan yang lain diartikan sebagai False Positive. Nilai Precision dan Recall dikalkulasikan sebagai berikut:

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{True\ Positive}{No.\ of\ Ground\ Truth\ Boxes} \quad (2)$$

Intersection over Union (IoU) dari *bounding box* hasil prediksi B_p dan *bounding box* ground truth B_{gt} dinyatakan dalam persamaan 3.

$$IoU = \frac{B_p\ and\ B_{gt}\ overlapping\ area}{B_p\ and\ B_{gt}\ union\ area} \quad (3)$$

Nilai Average Precision (AP) ditentukan dengan menghitung rerata nilai *precision* pada kurva PR dimana *recall* di dalam

rentang [0,0.1,...1]. Perolehan nilai AP dinyatakan dengan persamaan 4.

$$AP = \frac{1}{11} \sum_{r \in \{0.0, 0.1, \dots, 1\}} p_{interp}(r) \quad (4)$$

Precision dari masing-masing level *recall* (r) diinterpolasi dengan menentukan nilai *precision* maksimum yang diukur untuk suatu metode yang nilai *recall* nya melebihi r .

$$p_{interp}(r) = \max_{p: p \geq r} p(\tilde{r}) \quad (5)$$

dimana $p(\tilde{r})$ merupakan *precision* yang terukur pada *recall* \tilde{r} . Berdasarkan persamaan di atas, nilai mAP dapat ditentukan sebagai berikut:

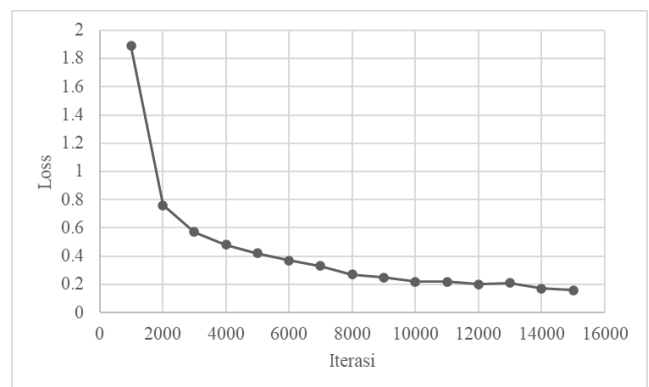
$$mAP = \frac{\sum_{i \in classes} AP_i}{Total\ no.\ of\ classes} \quad (6)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan untuk merancang sistem deteksi kotoran kerikil pada kumpulan beras dengan pendekatan deep learning. Pendekatan deep learning yang digunakan pada penelitian ini adalah You Only Look Once (YOLO) yang merupakan pengembangan dari Convolutional Neural Network (CNN). Algoritma YOLOv3 yang digunakan pada penelitian ini berhasil dijalankan untuk mencapai proses deteksi kerikil yang baik dengan pengaturan hyperparameter momentum 0.9, decay 0.0005, Saturation 1.5, Exposure 1.5, dan Hue 0.1. Dalam proses latihnya Learning rate diatur dengan 0.001, lalu hasil traing direkam setiap 1000 iterasi dengan maksimum iterasi 15000. Berikut merupakan hasil dari penelitian ini yang meliputi hasil training model dan juga hasil pengujian sistem.

A. Hasil Training

Hasil dari proses pelatihan dan validasi merupakan nilai *loss* yang berpengaruh terhadap proses pendeteksian objek pada citra. Semakin kecil nilai *loss* yang dihasilkan maka semakin baik model dalam pendeteksian objek pada data citra yang baru. Pada proses pelatihan, konfigurasi YOLOv3 dijalankan dengan 15000 iterasi. Hasil dari proses pelatihan dapat dilihat pada Gbr. 4.



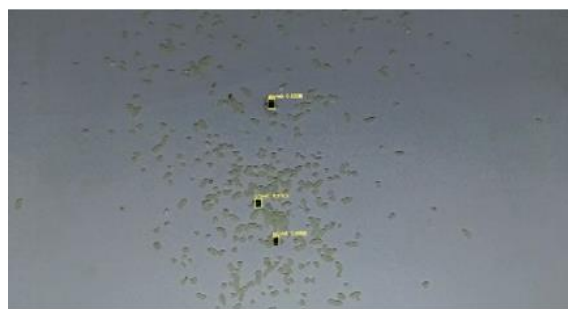
Gbr. 4. Hasil proses pelatihan model

Hasil pelatihan menurunkan nilai *loss* secara signifikan pada 2000 iterasi pertama dengan perubahan *loss* yang terus

menurun sampai dengan iterasi ke 15000. Hal ini menunjukkan proses training berhasil untuk melatih model dalam mendukung proses deteksi objek.

B. Hasil Pengujian Sistem

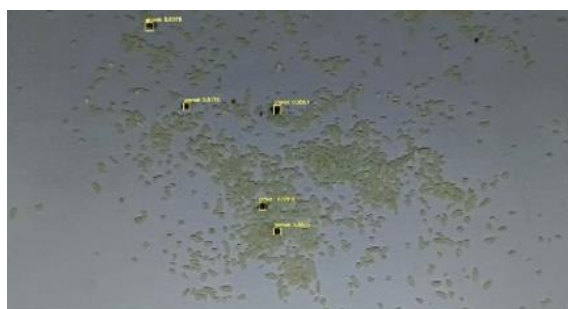
Setelah proses pelatihan selesai, model diuji pada sistem deteksi dan klasifikasi berbasis Python dan OpenCV menggunakan data citra yang belum dikenali oleh model. Pengujian model pada penelitian ini dilakukan menggunakan webcam untuk mencoba model secara realtime dan juga memastikan bahwa citra yang dideteksi berbeda dengan data latih. Data citra yang diambil dari realtime video dari webcam dapat dilihat pada Gbr. 5.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gbr. 5. Hasil pengujian secara realtime video pada: (a) 3 objek; (b) 4 objek; (c) 5 objek; (d) 7 objek; (e) 8 objek

V. KESIMPULAN

Secara keseluruhan sistem deteksi objek pada penelitian ini berjalan baik. Proses pelatihan model berhasil meminimalisir loss secara signifikan dengan nilai loss sebesar 1.89 di iterasi ke 1000 menjadi 0.16 di iterasi ke 15000. Seiring dengan keberhasilan proses pelatihan model, pengujian model pada penerapan proses deteksi juga berjalan baik yang ditunjukkan dengan nilai rerata akurasi sebesar 86.11%. Untuk penelitian selanjutnya dapat diterapkan pada perangkat mobile agar penggunaan lebih simple tanpa memerlukan PC sebagai pusat komputasi, namun perlu disesuaikan juga terkait pengembangan model yang digunakan untuk perangkat mobile. Selain itu, dapat diterapkan pula pada embedded system seperti Raspberry Pi yang juga dapat membantu dalam pengolahan data karena dapat digunakan secara efektif dan lancar untuk pekerjaan deteksi [12-15]

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya yang telah memberikan dukungan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maclean, J., Hardy, B., Hettel, G. "Rice Almanac", 4th ed. *International Rice Research Institute*: Los Bahos, Philippines, 2013; ISBN 978-971-22-0300-8. 2013.
- [2] Nirmala Bandumula. "Rice Production in Asia: Key to Global Food Security". *Proceedings of the National Academy of Sciences, India - Section B: Biological Sciences*. 2017.
- [3] I.K. Adegun, S.A. Adepoju and J.A. Aweda. "A Mini Rice Processing Machine for Nigerian Farmers". *Journal of Agricultural Technology* 2012 Vol. 8(4): 1207-1216. 2012.
- [4] Ojediran, et al. "Development of a motorized rice de-stoning machine". *AgricEngInt: CIGR Journal Open access at <http://www.cigrjournal.org>*. Vol. 20, No. 4. 2018
- [5] Gurmandeep Singh, Atul Goyal, Vivek Aggarwal. "Performance Analysis of Paddy Separation System of a Rice Industry By Using Markov Process". *International Journal on Mechanical Engineering and Robotics (IJMER)*. Volume-6, Issue-1-2. 2018.
- [6] Muhammad Nur, Sjaeful Irwan, Danang Santosa. Identifikasi Visual Cacat Produk Menggunakan Neural Network Model Backpropagation. *Jurnal Informatika: Jurnal pengembangan IT (JPIT)*, Vol.04 No.2-2, 2019.
- [7] Joseph Redmon, Santosh Kumar Divvala, Ross B. Girshick, dan Ali Farhadi. "You only look once: Unified, real-time object detection". *CoRR, abs/1506.02640*, 2015.

- [8] Joseph Redmon, Ali Farhadi. "YOLO9000: Better, Faster, Stronger". *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 7263-7271. 2017.
- [9] Joseph Redmon, Ali Farhadi. "Yolov3: An incremental improvement". *arXiv preprint arXiv:1804.02767*. 2018.
- [10] Nova Eka Budiyanta, Catherine O. S., Lukas. P-D controller computer vision and robotics integration based for student's programming comprehension improvement. *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*. Vol. 18, No. 2, pp. 899~906. 2020.
- [11] Jonathan Hui. "mAP (mean Average Precision) for Object Detection". Medium. [online]. 2018 Available: https://medium.com/@jonathan_hui/map-mean-average-precision-for-object-detection-45c121a31173 [Accessed: 16-Oct-2020]
- [12] Sumardi, Muhammad T., Munawar A, "Street mark detection using Raspberry PI for Self-driving System," *TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control*, vol. 16, pp. 629-634, 2018.
- [13] Dhanashree, V. M., Mrinal, R. B., "Real Time Object Detection and Tracking using Raspberry Pi," *International Journal of Engineering Science and Computing*, vol. 7, no.6, 2017.
- [14] Ali A. A., Sara A. R., "Computer vision for object recognition and tracking based on Raspberry Pi," *International Conference on Change, Innovation, Informatics, and Disruptive Technology ICCIIT'16*. London, pp. 177-189, 2016.
- [15] Onkar R., et al., "Object Detection on Raspberry Pi," *International Journal of Engineering Science and Computing*. vol. 7, no. 3, 2017.