

**IMPLEMENTASI METODE *OBJECT DETECTION* DENGAN
ALGORITMA YOLO (*YOU ONLY LOOK ONCE*) UNTUK
DETEKSI BERAS DAN OBJEK ASING**

SKRIPSI



Oleh :

ALFATH DARYL ALHAJIR

NPM. 17081010064

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2021

**IMPLEMENTASI METODE *OBJECT DETECTION* DENGAN
ALGORITMA YOLO (*YOU ONLY LOOK ONCE*) UNTUK
DETEKSI BERAS DAN OBJEK ASING**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana

Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

ALFATH DARYL ALHAJIR

NPM. 17081010064

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Judul : **IMPLEMENTASI METODE *OBJECT DETECTION* DENGAN ALGORITMA YOLO (*YOU ONLY LOOK ONCE*) UNTUK DETEKSI BERAS DAN OBJEK ASING**

Oleh : **ALFATH DARYL ALHAJIR**
NPM : **17081010064**

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada:

Hari Senin, Tanggal 7 Juni 2021

Mengetahui :

Dosen Pembimbing

1.

Yisti Vita Via, S.ST, M.Kom
NPT 3 8604 13 0347 1

Dosen Pembimbing

2.

Wahyu S J Saputra, S.Kom, M.Kom
NPT 3 8608 10 0295 1

Dosen Penguji

1.

12.07.2021
Skripsi: 17081010064
Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

Dosen Penguji

2.

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom
NPT 3 8202 06 0208 1

Menyetujui :

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer,

Koordinator Program Studi
Informatika,


Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT
NIP. 19650731 199203 2 001
12.07.2021
Skripsi: 17081010064
Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

IMPLEMENTASI METODE OBJECT DETECTION DENGAN ALGORITMA YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE) UNTUK DETEKSI BERAS DAN OBJEK ASING

Nama Mahasiswa : Alfath Daryl Alhajir
NPM : 17081010064
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Yisti Vita Via, S.ST, M.Kom
Wahyu S J Saputra, S.Kom., M.Kom

Abstrak

Standar SNI 6128:2020 menjelaskan kualitas beras menjadi 3 kelas berdasarkan komposisi dari komponen-komponen mutu beras, yaitu komponen mutu beras kepala, butir patah, butir menir, butir merah/hitam, butir rusak, butir kapur, benda asing, dan butir gabah, dimana beras kepala merupakan komponen mutu yang paling diinginkan dan sisanya tidak diinginkan. Dapat dilihat urgensi untuk membangun sistem atau algoritma yang dapat melakukan proses pemisahan beras tersebut dari komponen yang tidak diinginkan.

Object detection merupakan tugas *machine learning* yang melakukan pendeteksian objek pada suatu citra, dan melakukan klasifikasi dari objek-objek tersebut yang dapat diimplementasikan dalam sistem pemisahan beras. Algoritma yang digunakan untuk *object detection* merupakan algoritma YOLO yang dipilih dikarenakan simplisitas dan kemudahan adaptasi model terhadap berbagai kasus penggunaan. Algoritma YOLO merupakan algoritma berbasis CNN yang merupakan algoritma berbasis *neural network* yang digunakan pada lingkup studi *machine learning* berorientasi pada pemrosesan citra atau visi komputer.

Algoritma yang berhasil diimplementasikan sebagai sistem rekognisi pemisahan beras pada penelitian ini berhasil mendapatkan performa *mean average precision* sebesar 0.9015 mAP pada dataset pelatihan dan 0.5944 pada dataset, dimana metode seperti *data augmentation*, *grid search* digunakan dan jelas membantu performa dari model.

Kata Kunci: YOLO, CNN, Sistem Pemisahan Beras, *Object Detection*.

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa program studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur,
yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALFATH DARYL ALHAJIR

NPM : 17081010064

Menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan yang berjudul

**“IMPLEMENTASI METODE *OBJECT DETECTION* DENGAN
ALGORITMA YOLO (*YOU ONLY LOOK ONCE*) UNTUK DETEKSI
BERAS DAN OBJEK ASING”**

Bukan merupakan plagiat dari skripsi/tugas akhir/penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan atau software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam daftar pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, Juni 2021

Penulis,



ALFATH DARYL ALHAJIR

NPM. 17081010064

KATA PENGANTAR

Segala puji senantiasa kepada Allah Subhaanahu wa ta'aalaa yang telah memberi iman, kesabaran, kekuatan, serta semua kenikmatan yang telah diberikan kepada penulis selama ini. Karena hanya atas izin serta hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian skripsi beserta laporan hasil yang berjudul "IMPLEMENTASI METODE *OBJECT DETECTION* DENGAN ALGORITMA YOLO (*YOU ONLY LOOK ONCE*) UNTUK DETEKSI BERAS DAN OBJEK ASING". Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad shallallahu'alaihi wa sallam, keluarga, serta para sahabat.

Banyak dukungan serta bantuan yang didapatkan selama penelitian hingga menyelesaikan penulisan laporan skripsi ini. Dengan rasa hormat, serta banyak terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi dari awal hingga akhir, jazakumullahu khairan.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada penelitian ini mengingat keterbatasan pengetahuan serta kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik maupun saran dari semua pihak dalam penyempurnaan laporan skripsi ini.

Surabaya, Juni 2021

Penulis,

Alfath Daryl Alhajir

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan izin dan ridho Allah Subhanahu wa ta'aalaa penelitian dan laporan ini berhasil terselesaikan. Banyak hambatan serta rintangan yang dihadapi baik harta, jiwa, dan waktu. Penulis tentu menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan oleh seluruh pihak yang terlibat di dalamnya. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis ucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak terkait yang banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, khususnya kepada :

1. Kedua Orang Tua, Kedua Kakak dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta semangat pada saat melaksanakan penelitian serta pengerjaan laporan.
2. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. Bapak Budi Nugroho, S.Kom. M.Kom., selaku koordinator program studi jurusan Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan
4. Ibu Yisti Vita Via, S.ST, M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang dengan sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan sejak awal penelitian ini berlangsung hingga akhir.
5. Bapak Wahyu S.J. Saputra, S.Kom, M.Kom., selaku dosen pembimbing kedua yang telah sabar, serta ikhlas meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan yang berharga kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Penguji selaku penguji skripsi penulis yang telah memberikan arahan serta masukan untuk memberikan pelajaran yang berharga dalam kehidupan dan dalam Pendidikan

7. Seluruh dosen serta staf jurusan Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, arahan, serta pengalaman selama perkuliahan.
8. Teman-teman penulis yang tergabung di kelompok YO I terutama Opik, Agung, Danang, dan Rafli yang sering menemani penulis dalam *discord* yang menghibur dan memberi banyak semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman penulis yang tergabung di kelompok Pencari Makna Hidup (PMH) seperti Aliev, Idham, Guntur, serta Nopal dan Rahadi yang telah banyak memberikan inspirasi serta saran dan pemicu semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Teman-teman Program Studi Informatika angkatan 2017 yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Serta seluruh pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu per satu.

Insyallah diberikan Allah subhanahu wa ta'ala balasan kebaikan yang berlipat ganda atas bantuan yang telah diberikan, jazakumullahu khairan wa barakallahu fiikum.

Surabaya, Juni 2021

Penulis,

Alfath Daryl Alhajir

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | i |
| SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR KODE PROGRAM..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat | 6 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya..... | 8 |
| 2.2 Beras dan Benda Asing..... | 10 |
| 2.3 Sistem Pemisahan Beras | 14 |
| 2.4 Citra Digital | 16 |
| 2.5 Pemrosesan Citra Digital dan Visi Komputer..... | 17 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.6 | Artificial Intelligence | 19 |
| 2.7 | Machine Learning | 20 |
| 2.8 | Deep Learning dan Neural Networks | 22 |
| 2.9 | Convolutional Neural Networks | 31 |
| 2.10 | You Only Look Once..... | 46 |
| 2.11 | You Only Look Once V2..... | 54 |
| 2.12 | Program, Bahasa, Framework, Library, dan Alat Komputasi..... | 60 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 64 |
| 3.1 | Prosedur Penelitian | 64 |
| 3.2 | Dataset Citra..... | 65 |
| 3.3 | Pra Pemrosesan dan Anotasi Data | 69 |
| 3.4 | Augmentasi Data..... | 72 |
| 3.5 | Rancangan Model YOLO | 74 |
| 3.6 | Training..... | 77 |
| 3.7 | Pasca Pemrosesan Tensor | 79 |
| 3.8 | Evaluasi..... | 81 |
| 3.9 | Skenario Pengujian | 86 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 89 |
| 4.1 | Proses Anotasi..... | 89 |
| 4.2 | Implementasi Parser | 90 |
| 4.3 | Implementasi Anchor Generator..... | 94 |
| 4.4 | Implementasi Pra Pemrosesan Data..... | 98 |
| 4.5 | Implementasi Augmentasi Data..... | 104 |

| | | |
|---------------------------------|--|-----|
| 4.6 | Implementasi Model | 106 |
| 4.7 | Implementasi Fungsi Loss | 109 |
| 4.8 | Implementasi Fungsi Training | 114 |
| 4.9 | Implementasi Fungsi Pasca Pemrosesan Tensor..... | 116 |
| 4.10 | Implementasi Evaluator | 120 |
| 4.11 | Pencarian Learning Rate dan Batch Size | 126 |
| 4.12 | Performa Augmentasi | 128 |
| 4.13 | Mean Average Precision Model..... | 130 |
| 4.14 | Demonstrasi Model..... | 134 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 137 |
| 5.1 | Kesimpulan | 137 |
| 5.2 | Saran | 137 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 139 |
| BIODATA PENULIS | | 144 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Visualisasi beras butir menir, patah, dan kepala (SNI, 2020). | 11 |
| Gambar 2.2 Visualisasi objek-objek asing, dari kiri ke kanan diperlihatkan butir merah, butir gabah, batu, dan kutu. | 13 |
| Gambar 2.3 Sistem pemisahan beras oleh Takeda et.al. | 14 |
| Gambar 2.4 Representasi citra digital sebagai tensor..... | 17 |
| Gambar 2.5 Perbedaan pemrosesan citra digital dan visi komputer..... | 18 |
| Gambar 2.6 Merepresentasikan DFN sebagai komposisi atau rantai fungsi..... | 24 |
| Gambar 2.7 Fungsi ReLU..... | 28 |
| Gambar 2.8 Operasi konvolusi pada citra simpel hitam putih dengan <i>filter</i> pendeteksi garis vertikal dan garis horizontal..... | 32 |
| Gambar 2.9 Visualisasi <i>Local Receptive Field</i> | 34 |
| Gambar 2.10 Visualisasi <i>neuron</i> DFN sebagai <i>layer</i> konvolusi. | 37 |
| Gambar 2.11 Visualisasi <i>layer</i> konvolusi sebagai fungsi yang memetakan tensor ke tensor. | 38 |
| Gambar 2.12 Visualisasi operasi <i>max pooling</i> | 39 |
| Gambar 2.13 Visualisasi operasi <i>max pooling</i> pada tensor. | 41 |
| Gambar 2.14 Himpunan arsitektur VGGNet..... | 42 |
| Gambar 2.15 Visualisasi <i>layer</i> konvolusi dengan filter ukuran 1x1. | 44 |
| Gambar 2.16 Visualisasi <i>layer</i> konvolusi dengan filter ukuran 1x1. | 45 |
| Gambar 2.17 Keseluruhan model YOLO (Redmon et. al, 2016)..... | 47 |
| Gambar 2.18 Interaksi nilai prediksi kelas per sel kisi dan nilai confidence dan nilai prediksi BB untuk menghasilkan prediksi akhir (Redmon et. al, 2016)..... | 49 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 2.19 Arsitektur model CNN pada YOLO (Redmon et. al, 2016)..... | 50 |
| Gambar 2.20 Fungsi aktivasi <i>Leaky ReLU</i> | 51 |
| Gambar 2.21 Visualisasi ABs dengan BBs YOLOv2 dan penggunaan fungsi sigmoid pada nilai-nilai prediksi (Redmon et. al, 2017)..... | 57 |
| Gambar 2.22 Visualisasi arsitektur <i>Darknet-19</i> (Seong et. al, 2019)..... | 59 |
| Gambar 2.23 UI dari program <i>label-studio</i> | 60 |
| Gambar 3.1 Prosedur penelitian. | 64 |
| Gambar 3.2 Kelas klasifikasi pada model | 65 |
| Gambar 3.3 Piring yang digunakan sebagai background objek. | 67 |
| Gambar 3.4 Perbedaan visual dataset <i>train</i> dan <i>validation</i> | 68 |
| Gambar 3.5 Citra sebelum di- <i>crop</i> | 68 |
| Gambar 3.6 Hasil <i>crop</i> citra | 69 |
| Gambar 3.7 Pra pemrosesan data | 70 |
| Gambar 3.8 Tensor y pada model CNN | 71 |
| Gambar 3.9 Visualisasi Arsitektur <i>Darknet-19</i> (Seong et. al, 2019)..... | 74 |
| Gambar 3.10 Proses pelatihan model | 78 |
| Gambar 3.11 Perhitungan IoU..... | 79 |
| Gambar 3.12 <i>Non-Maximal Suppression</i> | 81 |
| Gambar 3.13 <i>PR Curve</i> | 84 |
| Gambar 3.14 Visualisasi <i>interpolated precision</i> | 85 |
| Gambar 4.15 Eksperimen dengan <i>learning rate</i> 10^{-4} dan <i>batch size</i> 16 dan 24 | 126 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4.16 Eksperimen dengan <i>learning rate</i> 10^{-5} dan <i>batch size</i> 16 dan 24 | 126 |
| Gambar 4.17 Eksperimen dengan <i>learning rate</i> 10^{-6} dan <i>batch size</i> 16 dan 24 | 127 |
| Gambar 4.18 Hasil eksperimen pelatihan perbandingan <i>learning rate</i> 10^{-4} vs 10^{-5} dengan <i>batch size</i> 16 dan 24..... | 128 |
| Gambar 4.19 Hasil eksperimen pelatihan dengan augmentasi dan tanpa augmentasi..... | 129 |
| Gambar 4.20 Hasil <i>validation loss</i> pelatihan model dengan augmentasi dengan <i>learning rate</i> dan <i>batch size</i> terbaik pada <i>epoch</i> 40 ke 80..... | 129 |
| Gambar 4.21 Hasil <i>validation loss</i> pelatihan model dengan augmentasi dan tidak augmentasi..... | 130 |
| Gambar 4.22 <i>PR Curve</i> untuk dataset <i>training</i> | 131 |
| Gambar 4.23 <i>PR Curve</i> untuk dataset validasi | 132 |
| Gambar 4.24 Prediksi pada citra pertama pada dataset <i>training</i> | 134 |
| Gambar 4.25 Prediksi pada citra kedua pada dataset <i>training</i> | 134 |
| Gambar 4.26 Prediksi pada citra pertama pada dataset validasi..... | 135 |
| Gambar 4.27 Prediksi pada citra kedua pada dataset validasi..... | 135 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 2.1 Syarat mutu beras berdasarkan SNI 6128:2020 (SNI, 2020) | 12 |
| Tabel 3.1 Kombinasi dataset | 66 |
| Tabel 3.2 Perbedaan jumlah dataset <i>train</i> dan <i>validation</i> | 67 |
| Tabel 3.3 Sekuens augmentasi dataset | 73 |
| Tabel 3.4 <i>Hyperparameter</i> pelatihan model..... | 75 |
| Tabel 3.5 <i>Hyperparameter</i> perancangan model | 76 |
| Tabel 3.6 <i>Confusion Matrix</i> | 82 |
| Tabel 3.7 Contoh perhitungan <i>PR Curve</i> pada <i>object detection</i> | 83 |
| Tabel 3.8 Kombinasi <i>grid search</i> untuk <i>hyperparameter batch size</i> , <i>learning rate</i> , dan <i>epoch</i> | 86 |
| Tabel 3.9 Kombinasi <i>grid search</i> untuk dataset..... | 87 |
| Tabel 3.10 Kombinasi <i>grid search</i> untuk <i>hyperparameter objectness</i> <i>threshold</i> dan <i>class threshold</i> | 88 |
| Tabel 4.1 Masing-masing AP dari kelas klasifikasi dan mAP nya. | 133 |

DAFTAR KODE PROGRAM

| | |
|--|-----|
| Kode Program 4.1 Konfigurasi <i>label-studio</i> yang digunakan..... | 89 |
| Kode Program 4.2 Format yang akan digunakan pada implementasi program. .. | 90 |
| Kode Program 4.3 Format Pascal VOC. | 91 |
| Kode Program 4.4 Fungsi yang melakukan transformasi dari format Pascal VOC ke format yang diinginkan. | 92 |
| Kode Program 4.5 Fungsi <i>parser</i> dalam aksi..... | 94 |
| Kode Program 4.6 Fungsi yang melakukan <i>k-means clustering</i> untuk menghasilkan <i>prior/anchor boxes</i> | 94 |
| Kode Program 4.7 Fungsi yang melakukan <i>k-means clustering</i> dalam aksi..... | 98 |
| Kode Program 4.8 Kelas pra pemrosesan Data..... | 99 |
| Kode Program 4.9 Kelas pra pemrosesan dalam aksi. | 104 |
| Kode Program 4.10 Pembuatan fungsi augmentasi. | 104 |
| Kode Program 4.11 Pembangunan fungsi yang menghasilkan model..... | 106 |
| Kode Program 4.12 Fungsi pembangun model dalam aksi | 108 |
| Kode Program 4.13 Kelas yang membangun fungsi <i>loss</i> | 109 |
| Kode Program 4.14 Kelas pembangun fungsi <i>loss</i> dalam aksi. | 113 |
| Kode Program 4.15 Fungsi <i>training</i> | 114 |
| Kode Program 4.16 Fungsi <i>training</i> dalam aksi. | 115 |
| Kode Program 4.17 Fungsi-fungsi pasca pemrosesan tensor. | 117 |
| Kode Program 4.18 Fungsi pasca pemrosesan dalam aksi. | 119 |
| Kode Program 4.19 Kelas evaluator. | 121 |
| Kode Program 4.20 Kelas evaluator dalam aksi. | 125 |