

YOLO

dan Aplikasinya



Prof. Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T.

Prof. Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T.

YOLO

DAN APLIKASINYA

PENERBIT KBM INDONESIA

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku
buku penulis di tanah air Indonesia. Serta menjadi media sharing
proses penerbitan buku.

YOLO DAN APLIKASINYA

Copyright @2025 By Prof. Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T.

All right reserved

Penulis

Prof. Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T.

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Sofitahm

Editor

Dr. Muhamad Husein Maruahey, Drs., M.Sc

Background isi buku di ambil dari <https://www.freepik.com/>

Official

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)

Penerbit Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia

Anggota IKAPI/No. IKAPI 279/JTI/2021

081357517526 (Tlpn/WA)

Website

<https://penerbitkbm.com>

www.penerbitbukumurah.com

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Instagram

[@penerbit.kbmindonesia](https://www.instagram.com/penerbit.kbmindonesia)

[@penerbitbukujogja](https://www.instagram.com/penerbitbukujogja)

ISBN: 978-634-202-831-5

Cetakan ke-1, Oktober 2025

15,5 x 23 cm, vi + 115 halaman

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit
Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di DJKI-Kemenkumham
dan isi buku dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan buku *You Only Look Once* (YOLO) dan Aplikasinya ini dengan baik.

Buku ini disusun untuk menjadi salah satu sumber belajar tentang *You Only Look Once* (YOLO) dan Aplikasinya. Penulis berharap dengan buku ini pembaca dapat lebih mudah mempelajari tentang beberapa metode penyelesaian permasalahan terutama dalam mendeteksi objek berbasis image. Buku ini bertema *You Only Look Once* (YOLO) yang sedang berkembang saat ini, mulai dari YOLOv1 sampai dengan YOLOv8. Diharapkan kedepannya nanti ada penyempurnaan dari penulis dan peneliti lainnya.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga dapat diterbitkannya tulisan ini. penulis menyadari bahwa buku ini jauh dari sempurna, sehingga penulis membutuhkan masukan baik berupa saran maupun kritik yang membangun. Semoga buku ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan inspirasi dalam penyelesaian permasalahan terutama permasalahan pendeteksian *image* dan *image processing*.

Surabaya, Oktober 2025

Penyusun
Prof. Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1 You Only Look Once (YOLO) dan <i>Object Detection</i>	
<i>Metrics</i>.....	1
1.1. You Only Look Once (YOLO).....	1
1.2. <i>Object Detection Metrics</i>	5
BAB 2 YOLOv1 dan Aplikasinya	9
2.1. YOLOv1	9
2.2. Arsitektur YOLOv1	11
2.3. Proses Training YOLOv1	12
2.4. Kelebihan dan Keterbatasan YOLOv1.....	14
2.3. Implementasi YOLOv1.....	15
BAB 3 YOLOv2 dan Aplikasinya	17
3.1. Arsitektur YOLOv2	20
3.2. Hasil Eksperimen.....	22
3.3. Implementasi YOLOv2.....	23
BAB 4 YOLOv3 dan Aplikasinya	27
4.1. Arsitektur YOLOv3	27
4.2. YOLOv3 <i>Multi-Scale Predictions</i>	28
4.3. Prediksi Kotak Batas (<i>Bounding Box Prediction</i>).....	30
4.4. Hasil YOLOv3	31
4.5. <i>Feature Extractor</i>	33
4.6. Backbone, Neck, and Head	34
4.7. Kelebihan dan Kelemahan YOLOv3.....	36
4.8. Implementasi YOLOv3.....	37

BAB 5 YOLOv4 dan Aplikasinya	41
5.1. Arsitektur YOLOv4	41
5.2. <i>Bag of Freebies</i>	45
5.3. <i>Bag of Specials</i>	46
5.4. Hasil Evaluasi	49
5.5. Implementasi YOLOv4	49
BAB 6 YOLOv5 dan Aplikasinya	53
6.1. Arsitektur YOLOv5	54
6.2. Evolusi YOLOv5	55
6.3. Proses Training YOLOv5	56
6.4. Transisi ke PyTorch	57
6.5. Data Augmentation	57
6.6. Bounding Box Anchors	58
6.7. Loss Calculation	58
6.8. 16 Bit Floating Point Precision	59
6.9. Model YOLOv5	59
6.10. Format Anotasi YOLOv5 (YOLOv5 Annotation Format)	61
6.11. YOLOv5 Labelling tools	61
6.12. Hasil YOLOv5	61
6.13. Implementasi YOLOv5	63
BAB 7 YOLOR dan Aplikasinya	69
7.1. Arsitektur YOLOR	70
7.2. <i>Image Captioning</i>	72
7.3. Hasil YOLOR	73
7.4. Implementasi YOLOR	73
BAB 8 YOLOX dan Aplikasinya	77
8.1. Arsitektur YOLOX	79
8.2. Hasil YOLOX	82
8.3. Implementasi YOLOX	83

BAB 9 YOLOv6 dan Aplikasinya	87
9.1. Arsitektur YOLOv6	89
9.2. Desain Jaringan (<i>Network Design</i>)	91
9.3. Penugasan Label (<i>Label Assignment</i>).....	92
9.4. Fungsi Kerugian (<i>Loss Function</i>).....	93
9.5. Hasil Eksperimen.....	95
9.6. Implementasi YOLOv6.....	95
BAB 10 YOLOv7 dan Aplikasinya	99
10.1. Arsitektur YOLOv7	101
10.2. Hasil Eksperimen.....	102
10.3. Implementasi YOLOv7.....	103
BAB 11 YOLOv8 dan Aplikasinya	107
11.1. Arsitektur YOLOv8	108
11.2. Inovasi YOLOv8.....	110
11.3. Hasil Eksperimen.....	112
11.4. Implementasi YOLOv8.....	112
PROFIL PENULIS	115

PROFIL PENULIS

LILIK ANIFAH, lahir di Gresik pada 2 September 1979 dan sekarang menetap di Gresik, Jawa Timur. Telah menyelesaikan pendidikan sarjana di Teknik Fisika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2003 dan mendapatkan gelas Magister Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2007. Pendidikan Doktor telah terselesaikan pada Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013. Saat ini mendapatkan amanah sebagai dosen tetap di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya. Minat penelitiannya di Bidang Tekni Elektro, terutama Artificial Intelligence dan penerapannya, Pattern Recognition, Image Processing, dan Internet of Things. Penulis telah melakukan publikasi ilmiah baik di Juenal Internasional, Jurnal Nasional, Seminar Internasional, maupun Seminar Nasional.