

KALIBRASI INDOOR POSITIONING SYSTEM BERBASIS KAMERA  
*SMARTPHONE* MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika Bidang Kajian Fisika Instrumentasi



Oleh

Hanif Almadaniy

2003757

PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

**KALIBRASI *INDOOR POSITIONING SYSTEM* BERBASIS KAMERA  
*SMARTPHONE* MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO**

Oleh  
Hanif Almadaniy

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Konsentrasi Fisika Instrumentasi

FPMIPA UPI

© Hanif Almadaniy

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**KALIBRASI INDOOR POSITIONING SYSTEM BERBASIS KAMERA**  
**SMARTPHONE MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO**

Disusun Oleh:

Hanif Almadaniy

NIM.2003757

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH:

Pembimbing I,



Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

NIP.197211122008121001

Pembimbing II,

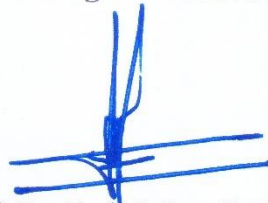


Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si.

NIP. 197706162001122002

Mengetahui

**Ketua Program Studi Fisika**



Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 197905012003121001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Kalibrasi *Indoor Positioning System* berbasis Kamera *Smartphone* Menggunakan Algoritma YOLO” beserta seluruh isinya merupakan benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai etika dan aturan keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya penjiplakan dan pengutipan yang tidak sesuai dengan etika dan aturan keilmuan.

Bandung, Agustus 2024

Hanif Almadaniy

NIM. 2003757

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kalibrasi *Indoor Positioning System* berbasis Kamera *Smartphone* Menggunakan Algoritma YOLO“ dapat terselesaikan.

Tantangan dan rintangan telah dilalui oleh saya selama penulisan skripsi ini. Semua bisa saya jalani berkat rahmat Allah SWT serta dukungan dari berbagai pihak melalui bantuan materil maupun doa berbagai pihak.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan yang terbaik kepada saya dan mendukung penulisan skripsi ini.
2. Dr. Ahmad Aminudin, M.Si., selaku pembimbing I yang telah membimbing penulisan skripsi dan memberi wawasan serta pelajaran dalam kehidupan .
3. Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si., selaku pembimbing akademik dan pembimbing II yang telah membimbing saya dalam hal akademik dan lainnya.
4. Kang Thifal Nurriqfi Ariel Kurniawan, yang memberi bantuan dan bahan dengan melanjutkan skripsi beliau.
5. Kang Praditya, yang membuat pembahasan skripsi AI sehingga saya bisa mendapat ide untuk skripsi ini.
6. Mochamad Rizal Abidin, sepupu saya yang telah memberikan bantuan koneksi internet
7. Teman-teman Fisika C 2020 yang terus membantu saya terutama yang telah menyelesaikan sidang tepat waktu.
8. Dewan besar Kool Kidz Klub: Ian Dianto, Harits Rizqi Amaluddin, Alexandros Petros, Wafi Rahman, Steve Larry, Idra Ilyas Pratama, dan

anggota dewan besar lainnya yang sudah melalui banyak hal di dalam proyek Antistasi

9. Serta semua pihak lain yang tidak dapat saya tulis satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengetahui dan menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kesalahan dan jauh dari kata sempurna. Dengan demikian, kritik dan saran yang membangun senantiasa dinantikan untuk perbaikan skripsi ini.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

## ABSTRAK

Sistem pemetaan posisi sangat penting dalam berbagai aplikasi seperti navigasi, pelacakan objek, dan kesadaran spasial. Untuk kepentingan ini biasanya menggunakan teknologi GPS. Namun GPS memiliki keterbatasan dalam mendeteksi posisi dalam ruangan. Oleh karena itu metode alternatif diperlukan dalam situasi ini. Dengan *machine learning* berbasis kamera menjadi solusi yang layak karena efektifitas biaya dan akurasi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkalibrasi mesin deteksi citra YOLO dengan cara menggunakan *dataset* baru untuk mendeteksi citra manusia dengan anotasi yang diantara dua kaki. *Dataset* yang dibuat berisi total 2000 data citra dari berbagai *dataset*. Mesin ini memiliki nilai *mean average precision* sebesar 99,19% dengan proses latih sebanyak 6000 kali. Data pengukuran terdiri dari 11 *frame* yang diambil dari data pengukuran penelitian Kurniawan. Rasio konversi pada penelitian ini adalah 0,309 *cm/pixel* pada sumbu-x dan 0,308 *cm/pixel* pada sumbu-y. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini memberikan peningkatan akurasi sebesar 62,43% dan standar deviasi yang turun sebesar 69,01%.

**Kata Kunci: Sistem Deteksi Objek dalam Ruangan, Deteksi Objek, Penglihatan Komputer, YOLO, Kamera, Kalibrasi**

## ABSTRACT

The positioning system is very important in various applications such as navigation, object tracking, and spatial awareness. For this purpose, GPS technology is commonly used. However, GPS has limitations in detecting indoor positions. Therefore, alternative methods are needed in these situations. Camera-based machine learning is a viable solution due to its cost-effectiveness and high precision. This research aims to calibrate YOLO object detection by using a new *dataset* to detect human images with annotations between the legs. The created *dataset* contains a total of 2000 image data from various *datasets*. This machine has a mean average precision value of 99.19% with 6000 training iterations. The measurement data consists of 11 frames taken from the measurement data from Kurniawan research. The conversion ratio in this study is 0.309 *cm/pixel* on the x-axis and 0.308 *cm/pixel* on the y-axis. The results obtained in this study show an accuracy improvement of 62.43% and a standard deviation reduction of 69.01%.

**Keyword: Indoor Positioning System, Object Detection, Computer Vision, YOLO, Camera, Calibration**

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	i
KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah Penelitian .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Kalibrasi.....	4
2.2 <i>Indoor Positioning System</i> .....	5
2.3 Kamera.....	6
2.4 <i>Computer Vision Object Detection</i> .....	8
2.5 Bahasa Pemrograman Python .....	15
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Prosedur Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Pembuatan <i>Dataset</i> untuk Kalibrasi .....	18



3.4	Proses Latih Mesin yang Dikalibrasi .....	23
3.5	Perhitungan Posisi Manusia dan Perbandingan Hasil.....	25
BAB IV	TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1	Karakteristik Akurasi dari Mesin hasil Kalibrasi .....	29
4.2	Perbandingan Hasil Deteksi Mesin Kalibrasi dengan Mesin Darknet	31
BAB V	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....	36
5.1	Simpulan .....	36
5.2	Implikasi .....	36
5.3	Rekomendasi.....	36
DAFTAR PUSTAKA	.....	37
LAMPIRAN	.....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Koordinat Kartesius 3-Dimensi.....	5
Gambar 2.2 Mekanisme kerja kamera digital .....	7
Gambar 2.3 Layer pada YOLO .....	10
Gambar 2.4 Konvolusi satu dimensi .....	12
Gambar 2.5 Dua Jenis Lapisan Pooling .....	13
Gambar 2.6 Ilustrasi Konvolusi .....	15
Gambar 2.7 <i>Convolutional Layer</i> .....	15
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Gambar dari Dataset Penelitian Kurniawan .....	19
Gambar 3.3 Visualisasi Pengambilan Citra Tampak Atas .....	20
Gambar 3.4 Isi dari <i>File train.txt</i> .....	23
Gambar 3.5 Isi <i>File v1.Data</i> .....	23
Gambar 3.6 Perintah untuk Memulai Proses Latih .....	23
Gambar 3.7 Proses Latih Mesin .....	24
Gambar 3.8 Perintah untuk Melanjutkan Proses Latih .....	25
Gambar 3.9 Grid 3x3 dengan Nama Posisi di setiap Sel .....	26
Gambar 4.1 Hasil Deteksi dengan Koordinatnya dari Deteksi Manusia pada Gambar TL-2.jpg.....	29
Gambar 4.2 Hasil Deteksi Mesin Kalibrasi untuk Gambar TR-1.jpg .....	30
Gambar 4.3 Perbandingan hasil prediksi antara model yolov4-csp-swish (a) dan model kalibrasi penelitian ini (b) .....	32
Gambar 4.4 Hasil Deteksi Mesin kalibrasi (a) dan mesin yolov4-csp-swish (b) untuk gambar dari <i>Dataset TVPR\2</i> .....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Cloud Computer</i> Google Collab Pro yang Dipakai.....	18
Tabel 3.2 Daftar <i>dataset</i> yang ditemukan di Internet.....	21
Tabel 3.3 Rasio Konversi yang Dipakai dalam Penelitian.....	27
Tabel 4.1 Hasil Dari Deteksi Citra Ukur dengan Mesin yang Sudah Dikalibrasi.	30
Tabel 4.2 Hasil Dari Perhitungan dengan persamaan 3.3 .....	30
Tabel 4.3 Prediksi Posisi Citra Manusia Mesin Hasil Kalibrasi .....	31
Tabel 4.4 Prediksi Posisi Citra Manusia Mesin yolov4-csp-swish .....	32
Tabel 4.5 Hasil Data Mesin Kalibrasi dan Mesin yolov4-csp-swish.....	33
Tabel 4.6 mAP Setiap Iterasi di proses Latih Mesin Kalibrasi .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Dataset</i> Penelitian.....	39
Lampiran 2 Excel Konversi .....	42
Lampiran 3 Daftar Intruksi di Google Colab .....	42
Lampiran 4 Hasil Deteksi Mesin yolov4-csp-swish .....	43
Lampiran 5 Hasil Prediksi Mesin Kalibrasi .....	44
Lampiran 6 Citra Ukur yang Dipakai.....	46

## DAFTAR PUSTAKA

- Aaby, A. (2004). *Introduction to Programming Language*.
- Allen, D. (2022, Agustus 22). *How do smartphone cameras work?* Android Police. <https://www.androidpolice.com/how-do-smartphone-cameras-work/>
- Aryani, N., Sumardi, S., & Hidayatno, A. (2011). *ANALISIS CEPSTRUM SINYAL SUARA* (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik).
- Bai, L., Ciravegna, F., Bond, R., & Mulvenna, M. (2020). A low cost *indoor positioning system* using bluetooth low energy. *Ieee Access*, 8, 136858-136871.
- Bochkovskiy, A., Wang, C. Y., & Liao, H. Y. M. (2020). Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. *arXiv preprint arXiv:2004.10934*.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
- Haifa, A. I., & Resni, N. (2022). Analisis Waktu Tunggu Pelayanan Resep Rawat Jalan Di Instalasi Farmasi Rumah Sakit X. *Jurnal Inkofar*, 6(2).
- Joint Committee for Guides in Metrology. (2021). International vocabulary of metrology (4th ed.) - Committee Draft (VIM4 CD). JCGM-WG2-CD-01.
- Kerns, T. (2023, Mei 20). *Understanding camera specs: Resolution, pixel size, aperture, and more*. Android Police. <https://www.androidpolice.com/phone-camera-lexicon/>
- Khanh, T. T., Nguyen, V., Pham, X. Q., & Huh, E. N. (2020). Wi-Fi indoor positioning and navigation: a cloudlet-based cloud computing approach. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 10(1), 32.
- Kuhlman, D. (2013). *A Python Book*.
- Kurniawan, T. N. A. (2024). Sistem Deteksi Posisi Objek Dalam Ruangan Menggunakan Kamera Smartphone dengan Algoritma Computer Vision YOLO (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Lee, J., Lee, M., Cho, S., & Lee, S. (2022). Reference-based Video Super-Resolution Using Multi-Camera Video Triplets. *2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 17803–17812. <https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01730>
- Magdalena, R., Saidah, S., Pratiwi, N. K. C., & Putra, A. T. (2021). Klasifikasi Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit SPOT-6 dengan Metode Convolutional

- Neural Network (CNN). *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 7(3), 335-339.
- My Weigh. (2014). *My Weigh® iBalance i1200™ digital scale user manual*. Valve Press. <https://myweigh.com/resources/manuals/i1200.pdf>
- Peng, P., Yu, C., Xia, Q., Zheng, Z., Zhao, K., & Chen, W. (2022). An indoor positioning method based on UWB and visual fusion. *Sensors*, 22(4), 1394.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 779-788).
- Richards, G. (2017). *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page Publishers.
- Sandino, J., Vanegas, F., Maire, F., Caccetta, P., Sanderson, C., & Gonzalez, F. (2020). UAV framework for autonomous onboard navigation and people/object detection in cluttered indoor environments. *Remote Sensing*, 12(20), 3386.
- Serway, Raymond A., John W. Jewett, and Vahé Perroomian. *Physics for scientists and engineers*. Vol. 2. Philadelphia: Saunders college publishing, 2000.
- Sivokon, V. P., & Thorpe, M. D. (2014). Theory of bokeh image structure in camera lenses with an aspheric surface. *Optical Engineering*, 53(6), 065103. <https://doi.org/10.1117/1.OE.53.6.065103>
- Suryadinata, H. U. (2017, February). The benefits of automated dispensing machine as solutions for hospital pharmacy in Indonesia: A Systematic Review. In *Proceedings of the International Conference on Applied Science and Health* (No. 1, pp. 151-159).
- Wahab, N. H. A., Sunar, N., Ariffin, S. H., Wong, K. Y., & Aun, Y. (2022). *Indoor positioning system: A review*. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(6).
- Ying, X. (2019). An Overview of Overfitting and its Solutions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1168, 022022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1168/2/022022>
- Young, H. D., Freedman, R. A., Ford, A. L., & Sears, F. W. (2016). *Sears and Zemansky's university physics: With modern physics* (14th edition). Pearson
- Zekavat, R., & Buehrer, R. M. (Eds.). (2019). *Handbook of position location: theory, practice, and advances*.