

SISTEM DETEKSI POSISI OBJEK DALAM RUANGAN MENGGUNAKAN
KAMERA *SMARTPHONE* DENGAN ALGORITMA
COMPUTER VISION YOLO

SKRIPSI

diajukan untuk penulisan sebuah skripsi untuk memenuhi sebagian syarat untuk
memperoleh gelas Sarjana Sains Program Studi Fisika
Kelompok Bidang Kajian Fisika Instrumentasi



oleh

Thifal Nurrifqi Ariel K

NIM 1905566

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

2023

**SISTEM DETEKSI POSISI OBJEK DALAM RUANGAN
MENGUNAKAN KAMERA *SMARTPHONE* DENGAN ALGORITMA
COMPUTER VISION YOLO**

Oleh
Thifal Nurrifqi Ariel Kurniawan
1905566

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Thifal Nurrifqi Ariel Kurniawan
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2004

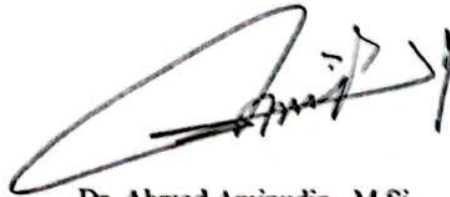
Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

**THIFAL NURRIFI ARIEL KURNIAWAN
SISTEM DETEKSI POSISI OBJEK DALAM RUANGAN MENGGUNAKAN
KAMERA SMARTPHONE DENGAN ALGORITMA *COMPUTER VISION*
YOLO**

disetujui dan disahkan oleh calon pembimbing:

Pembimbing 1



**Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.
NIP. 197211122008121001**

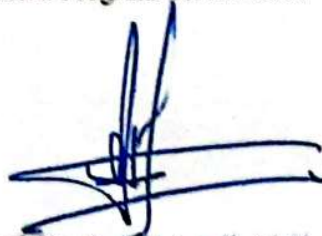
Pembimbing 2



**Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.
NIP. 197703312008122001**

Mengetahui

Ketua Program Studi Fisika



**Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.
NIP. 197905012003121001**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Sistem Deteksi Posisi Objek Dalam Ruangan Menggunakan Kamera *Smartphone* dengan Algoritma *Computer Vision* YOLO” dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini ditujukan untuk penulisan sebuah skripsi agar sebagian syarat terpenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika Kelompok Bidang Kajian Fisika Instrumentasi.

Skripsi ini tersusun dengan dukungan dan arahan berbagai pihak. *Alhamdulillah*, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa sebesar apapun usaha untuk melakukan yang terbaik dengan benar, tentunya tidak akan terluput, bahkan justru banyak, kesalahan, kelemahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis senantiasa terbuka dan senang atas saran dan kritik sebagai bahan pembelajaran dan untuk perbaikan. Semoga skripsi skripsi ini dapat memberi manfaat bagi siapapun yang berkenan membaca, dengan izin Allah.

Bandung, Januari 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat merampungkan skripsi ini. Dengan berbagai partisipasi dan dukungan dari beragam pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan tuntas. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah yang Maha Berilmu dan Maha Bijaksana, karena atas limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya, penulis dapat belajar selama perkuliahan dengan segala hikmah dan pembelajarannya,
2. Kedua orang tua yang telah mendidik anaknya ini dengan penuh kasih sayang dan pembelajaran, dalam tiap tegur dan juga peluknya,
3. Dr. Judhistira Aria Utama selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia untuk membantu dan berdiskusi terkait segala kendala perkuliahan dan kehidupan, dan sekaligus sebagai Pembimbing 2 yang telah mengawal dan memberikan arahan terkait pengerjaan skripsi ini,
4. Dr. Ahmad Aminudin, M.Si. selaku pembimbing 1 yang telah mengarahkan, memberikan wawasan dan pelajaran hidup baik terkait dengan Elektronika dan Instrumentasi, maupun kehidupan bermasyarakat dan beragama,
5. Bapak-Ibu dosen lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang dari ilmunya saya banyak belajar, bukan hanya tentang substansi, sering juga tentang sikap dan adab,
6. LAZ BDI PHM yang telah memberikan beasiswa untuk mendukung proses perkuliahan baik berupa materiil maupun dukungan program,
7. XL Axiata *Future Leaders* yang telah mendukung proses pertumbuhan dengan beragam pelatihan dan *challenge* yang diberikan, terutama kepada Deedee,
8. Taufik Syah Mauludin, sahabat SMK yang menjadi ketua kelas dengan penuh tanggung jawab, menjadi inspirasi untuk lebih berkomitmen menentukan pilihan, dan menjadi rekan diskusi dan memberi arahan perkuliahan,

9. Ihza Maessa Cahyadi, sahabat seproyek dengan tema yang rencananya akan diintegrasikan, namun ternyata kenyataan lebih sulit dari mimpi, terimakasih telah kebersamai dan mengingatkan untuk terus berprogres,
10. Albar Pambagio Arioseto, sahabat yang menemani perjalanan hidup saya yang aneh, dan menjadi penasihat dan teman diskusi yang *resourceful*. Berbicara dengannya penuh dengan action item dan sumber-sumber belajar. Terimakasih telah mengajak saya membuat *Floam, Matematika dari Nol*, dengan berawalkan ide buka toko sepatu. Terimakasih juga sudah memahami bagaimana cara saya berfikir dan bertindak dengan bantuan-bantuan untuk membuat saya berfikir lebih kritis dan hati-hati, namun tetap berjalan pada aksi,
11. Proyek Duniawi, yaitu: Taufik Syah Mauludin, Abdul Azis, Ihza Maessa Cahyadi, Mochamad Subarkah Ramadhani dan Fillah Abdul Quddus yang senantiasa menjadi kawan seperjuangan semenjak mata kuliah “itu”, menjadi kawan yang seru baik dalam topik santai maupun serius, berbagi minat dan saling memotivasi,
12. Praditya, walau namamu singkat, jasmu akan abadi, karena telah menjadi inspirasi untuk mengambil topik AI di skripsi,
13. Kawan-kawan kantor, yaitu: Seraf Adonai, Abdul Azis, yang telah menyediakan tempat nyaman dan merawatnya, sehingga seringkali keluhkesah, diskusi tajam, dan perjuangan skripsian tumpah disana,
14. Teman-teman KBK Instrumentasi, yaitu: Praditya, Erni Nuraeni, Fanny Maulida, Adelia Nurulswarna, dan Wilka Ashidiqi, yang telah berkeluh dan berkesah bersama, saling menyemangati, dan mengingatkan tentang skripsi, saya ingin mengucapkan kepada yang masih berjuang, “Mari selesaikan, kawan!”,
15. Amata Kara, Cahyanisa, Praditya, Karla dan Adinda (Ojeu) yang telah mewarnai awal-awal tahun perkuliahan dengan obrolan seru, menjadi teman beradaptasi, dan berbagi kisah bodoh terkait hidup maupun asmara,

16. Staff DIA UPI, karena senantiasa memberikan *safespace* untuk saya berkembang di Sahabat DIA Batch 6, yaitu: Ibu Tuszie, Ibu Nia, Ibu Maha, Ibu Cici, Teh Bila, Pak Haifan, dan Pak Abukh,
17. Sahabat DIA Batch 6, yaitu Aryo Bagas P, Muhammad Ziqo Mumtaz, Fajryan, Habib, Evano, Ben (Andika), Yaya, Chayra, Kinan, Dee, dan teman-teman lainnya yang telah meramaikan kehidupan saya dengan segala macam program internasional yang dikerjakan bersama, dengan segala drama romansa, canda dan tawa,
18. Aryo, Ziqo, Fajryan, dan Sahabat Lanang yang belakangan ini saya sadari bahwa mereka seringkali menanyakan keberadaan dan keadaan saya, ketika saya sendiri sering ragu pada diri,
19. Teman-teman Pengurus DPPO 2020 dan DPPO 2021, yaitu: Kang Dipta, Teh Nae, Teh Ami, Teh Uday, Kang Fahmi, Fernanda, Dmitri, Yasinta, Alivio, Nur Zahra, Nur Fitria, dan lain2nya. Terimakasih atas pengingat-pengingat untuk senantiasa berdzikir, bersyukur, dan juga telah berjuang bersama untuk generasi qur’ani di UPI,
20. Ikhwan-ikhwan BAQI dan Kajian yang telah jadi teman pengingat akhirat, juga bercanda dan bermain bersama, yaitu Kang Aryo, Kang Fahmi, Dmitri, Fernanda, Kang Dipta, dan lainnya,
21. Salma Nur’ani, teman yang lama menemani ketika masa perkuliahan,
22. Seseorang yang Kutemui di Kantin FIP, Pertemuan kita baru 3 bulan hingga bulan ini, tapi terasa banyak hal yang telah kita lalui. Terimakasih telah hadir hingga hari ini, membantu merampungkan skripsi ini, mengingatkan satu sama lain terkait tanggung jawab diri, saling menyemangati di saat sulit, bersedia mendengar jokes bapak-bapak dengan tawamu yang lepas. Seperti yang biasa kita bicarakan, kita tidak tahu bagaimana kedepannya, tapi hal baik selalu kita usahakan dan semoga Allah wujudkan kebaikan untuk kita, “Semoga kita terus bertumbuh, apapun yang dihadapi,” ujarnya,
23. Mas Tofin, selaku pembimbing magang Scrum Master di Sekolah.mu yang telah mendorong untuk menyelesaikan skripsi,

berdiskusi dan juga memberi saran terkait pengerjaan skripsi dengan mindset *Output thinking*, *Parkinson Law*, dan lain-lainnya, juga terus memberi ruang challenge yang imbang, semoga berkah mas

24. Teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan seluruhnya, adik tingkat, kakak tingkat, dan siapapun yang pernah kutemui. Bagiku, setiap pertemuan adalah berarti dan berharga, dengan siapapun kalian.

**SISTEM DETEKSI POSISI OBJEK DALAM RUANGAN
MENGUNAKAN KAMERA *SMARTPHONE* DENGAN ALGORITMA
COMPUTER VISION YOLO**

Thifal Nurrifqi Ariel Kurniawan

Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.

ABSTRAK

Sistem deteksi posisi objek dalam ruangan merupakan bidang yang banyak diteliti karena masih banyak aspek yang dapat ditingkatkan. Keterbatasan penelitian sebelumnya berkisar pada pengenalan objek yang terbatas, dan juga pendeteksian posisi yang kurang akurat. Untuk meluaskan kemampuan deteksi dan juga pemutakhiran teknologi, penelitian ini menggunakan metode Algoritma *Computer Vision Object Detection You Only Look Once* berbasis kamera *smartphone*. Metode ini ditujukan agar pendeteksian objek menjadi lebih luas dan fleksibel dengan pengenalan citra. Selain itu, penelitian ini menerapkan konversi nilai pixel pada citra ke satuan centimeter, dan mengevaluasi akurasi dan presisi pengukuran. Pengembangan mesin pendeteksi manusia beserta data pengukuran dan mekanisme matematis untuk konversi pengukuran telah diterapkan. Mesin pendeteksi objek manusia yang dikembangkan dengan 4300 data citra dari UCU Apps. Mesin ini memiliki nilai *mean average precision* sebesar 89,94% dengan iterasi proses latih sebanyak 4000 kali. Data pengukuran jarak sejauh satu meter dengan arah yang berbeda-beda dengan jumlah 172 *frame* gambar dan direduksi menjadi 5 *frame*. Rasio konversi pada penelitian ini adalah sebesar 0,309 cm/pixel untuk dimensi panjang dan 0,308 cm/pixel untuk dimensi lebar. Pengukuran menunjukkan simpangan baku 4,6 cm dari 5 pengukuran tersebut. Metode pada penelitian ini dapat diadopsi untuk pengawasan aktivitas belajar di kelas maupun deteksi aktivitas di ruangan kantor.

Kata Kunci: Sistem Deteksi Posisi Objek Dalam Ruangan, Kamera *Smartphone*, *Computer Vision*, YOLO

INDOOR OBJECT POSITION DETECTION SYSTEM UTILIZING SMARTPHONE CAMERA AND YOLO COMPUTER VISION ALGORITHM

Thifal Nurrifqi Ariel Kurniawan

Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.

ABSTRACT

The system for object position detection within indoor spaces is a heavily researched field due to numerous areas that can be enhanced. Previous research limitations primarily focused on restricted object recognition and less accurate position detection. To broaden detection capabilities and advance technology, this study employs the You Only Look Once (YOLO) Object Detection Algorithm based on smartphone camera in the realm of Computer Vision. The methodology aims to widen and make object detection more flexible through image recognition. Additionally, the research implements pixel value conversion in images to centimeters, evaluating measurement accuracy and precision. The development of the human object detection engine, along with measurement data and mathematical mechanisms for measurement conversion, has been implemented. The human object detection engine was trained with 4300 image data from UCU Apps, achieving a mean average precision value of 89.94% after 4000 training iterations. Measurement data was collected at a distance of one meter in various directions, totaling 172 image frames, which were then reduced to 5 frames. The conversion ratio in this study was 0.309 cm/pixel for the length dimension and 0.308 cm/pixel for the width dimension. Measurements revealed a standard deviation of 4.6 cm from the 5 measurements. The methods employed in this research can be adopted for monitoring learning activities in classrooms and detecting activities in office spaces.

Keyword: Indoor Object Position Detection System, Smartphone Camera, Computer Vision, YOLO

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Indoor Positioning System</i>	6
2.2 Kamera	7
2.3 <i>Computer Vision Object Detection</i>	11
2.4 Bahasa Pemrograman Python.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Prosedur Penelitian.....	17
3.2 Penelusuran Internet dan Pengambilan Foto untuk Data Citra	18
3.3 Anotasi Foto untuk Data Citra.....	22
3.4 Penghimpunan Data Citra Pasca Anotasi	23
3.5 Proses Latih Mesin Rekognisi Citra Manusia	24

3.6	Persiapan Data Ukur Posisi Manusia dan Data Citra	26
3.7	Perhitungan Posisi Manusia berdasarkan Citra Manusia	26
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Penelusuran Data Citra	29
4.2	Anotasi Foto untuk Data Citra.....	34
4.3	Himpunan Data Citra Pasca Anotasi	36
4.4	Mesin Pendeteksi Citra Manusia	37
4.5	Hasil Penghimpunan Data Ukur Posisi Manusia dan Data Citra	38
4.6	Hasil Perhitungan Posisi Manusia berdasarkan Citra Manusia.....	39
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....		47
5.1	Simpulan.....	47
5.2	Implikasi	47
5.3	Rekomendasi	47
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Kamera Samsung A22 5G	20
Tabel 4.1 Daftar <i>dataset</i> yang ditemukan di Internet.....	29
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Pengambilan Data Citra Video untuk Data Latih	34
Tabel 4.3 mAP setiap model yang hanya dilatih dengan <i>dataset</i> UCU Apps pada setiap iterasi dengan kelipatan 1000	37
Tabel 4.4 mAP setiap model yang dilatih dengan <i>dataset</i> mandiri pada setiap iterasi dengan kelipatan 1000.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Koordinat Kartesius 3-Dimensi.....	6
Gambar 2.2 Mekanisme Kerja Kamera Optis	9
Gambar 2.3 <i>Convolutional Layer</i>	12
Gambar 2.4 <i>Pooling Layer</i>	13
Gambar 2.5 <i>Classification Layer</i>	13
Gambar 2. 6 <i>Layer YOLO</i>	15
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Data citra dengan format JPG (a) tanpa anotasi, dan (b) dengan anotasi	18
Gambar 3. 3 Lokasi pengambilan foto di (a) Gedung JICA-FPMIPA A, dan (b) Gedung FPMIPA B.....	20
Gambar 3. 4 Contoh penamaan untuk (a) video, dan (b) gambar per frame dari video.....	21
Gambar 3. 5 Visualisasi hubungan penamaan fail video dengan nama folder <i>slicing</i> dan data citra hasil <i>slicing</i>	22
Gambar 3.6 Tampilan YOLO Mark menunjukkan opsi-opsi shortcut dan gambar Lobi Gedung JICA-FPMIPA A	22
Gambar 3.7 Isi dari fail "obj.data" untuk proses latih mesin deteksi	23
Gambar 3. 8 Tampilan laman github pada repository darknet.....	24
Gambar 3.9 <i>Command Line</i> Inisiasi Pelatihan Model	25
Gambar 3. 10 Alur Proses Latih Mesin Pendeteksi Citra Manusia.....	25
Gambar 3.11 <i>Command Line</i> Melanjutkan Proses Pelatihan Model	26
Gambar 3.12 Titik-titik penting pada citra di tengah, titik (0, 0) dan titik maksimal (1920, 1080).....	27
Gambar 4. 1 Koordinat (kotak berwarna jingga) ketika cursor berada disekitar titik tengah dari bounding box yang sedang aktif (kotak berwarna kuning).....	32
Gambar 4. 2 Koordinat pada Gambar 4.1 sesuai keberadaannya pada fail teks anotasi	32
Gambar 4.3 Tujuh video tersimpan setelah pengambilan data	33
Gambar 4. 4 Komposisi Data Citra Berdasarkan Jumlah Manusia pada Citra	35

Gambar 4. 5 Hasil data pengukuran 1 meter dengan beragam posisi citra	39
Gambar 4.6 Fail citra 0000009300 dengan ekstensi JPG setelah diproses dengan model mesin pendeteksi objek (a). mandiri dan (b) dari laman AlexeyAB.....	40
Gambar 4.7 Fail 0000009930 dengan ekstensi JPG diproses oleh mesin deteksi objek, (a) mesin mandiri, dan (b) mesin dari laman AlexeyAB	40
Gambar 4.8 Situs MS COCO pada menu eksplorasi data.....	41
Gambar 4.9 Salah satu data pada MS COCO yang menampilkan manusia (a) dalam format <i>segmentation</i> dan (b) tanpa format anotasi	42
Gambar 4.10 Formula Rasio Konversi.....	42
Gambar 4.11 Rasio Konversi dari hasil komputasi dengan Google Spreadsheet.	42
Gambar 4.12 Fail citra 0000009930 berekstensi JPG berupa pengukuran dalam jarak 1 meter.....	43
Gambar 4.13 Perolehan koordinat citra manusia dengan label “person” pada gambar 0000009930 dengan ekstensi JPG.....	43
Gambar 4.14 Formula mencari titik tengah dari kotak objek terdeteksi.....	44
Gambar 4.15 Pengolahan Data untuk menghasilkan konversi jarak.....	44
Gambar 4.16 Visualisasi Titik Tengah pada Citra (titik ukur).....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Video dan Frame Pengambilan Data Latih Mandiri	53
Lampiran 2	Google Spreadsheet Konversi	54
Lampiran 3	Data Setelah Anotasi	55
Lampiran 4	Daftar Riwayat Hidup	56

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/>
- Alsleem, H., & Davidson, R. (2012). Quality parameters and assessment methods of digital radiography images. *Radiographer*, 59(2), 46–55. <https://doi.org/10.1002/j.2051-3909.2012.tb00174.x>
- Aryasena, A., Ginardi, R. V. H., & Baskoro, F. (2016). Perancangan Indoor Localization Menggunakan Bluetooth Untuk Pelacakan Posisi Benda di Dalam Ruangan. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A326–A330. <https://doi.org/10.12962/j.23373539.v5i2.17043>
- Bolourian, N., & Hammad, A. (2020). LiDAR-equipped UAV path planning considering potential locations of defects for bridge inspection. *Automation in Construction*, 117, 103250. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103250>
- Ciptaningtyas, H. T., Ijtihadie, R. M., & Amin, W. I. (2015). Deteksi Posisi dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Multi Sensor. *Sisfo*, 05(04). <https://doi.org/10.24089/j.sisfo.2015.09.009>
- Deepak, Bbvl., Parhi, D., & Jena, P. C. (Ed.). (2020). *Innovative Product Design and Intelligent Manufacturing Systems: Select Proceedings of ICIPDIMS 2019*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2696-1>
- Gab-Hoe Kim, Jong-Sung Kim, & Ki-Sang Hong. (2005). Vision-based simultaneous localization and mapping with two cameras. *2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 1671–1676. <https://doi.org/10.1109/IROS.2005.1545496>
- Gavhade, K., Pitale, J., Sonar, P., & Shirole, U. (2021). COVID-19 SOCIAL DISTANCE MONITORING VIA CCTV. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*.

- Hartato, B. P. (2021). Penerapan Convolutional Neural Network pada Citra Rontgen Paru-Paru untuk Deteksi SARS-CoV-2. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(4), 747–759. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i4.3153>
- Herlianto, H. R., & Kusuma, G. P. (2020). IoT-Based Student Monitoring System for Smart School Applications. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(9), 6423–6430. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/242892020>
- In Cho, S. (2020). Vision-Based People Counter Using CNN-Based Event Classification. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69(8), 5308–5315. <https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2959853>
- Jarvis. (2021, Agustus 16). *Kamera Samsung A22: Spesifikasi, Kelebihan, Kekurangan, dan Hasil Foto*. Blibli Friends. <https://www.blibli.com/friends/blog/kamera-samsung-a22-01/>
- Jin, Y.-H., Ko, K.-W., & Lee, W.-H. (2018). An Indoor Location-Based Positioning System Using Stereo Vision with the Drone Camera. *Mobile Information Systems*, 2018, 5160543. <https://doi.org/10.1155/2018/5160543>
- Joharyadi, P. R., Cahyadi, W. A., & Budiman, F. (2020). *PANDANGAN DUAL CAMERA UNTUK INDOOR POSITIONING DENGAN AKURASI SKALA CENTIMETER MENGGUNAKAN METODE IMAGE PROCESSING BLOB DETECTION*.
- Kerns, T. (2023, Mei 20). *Understanding camera specs: Resolution, pixel size, aperture, and more*. Android Police. <https://www.androidpolice.com/phone-camera-lexicon/>
- Krumm, J., Harris, S., Meyers, B., Brumitt, B., Hale, M., & Shafer, S. (2000). Multi-camera multi-person tracking for EasyLiving. *Proceedings Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance*, 3–10. <https://doi.org/10.1109/VS.2000.856852>
- Kuhlman, D. (2013). *A Python Book*.

- 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>
- Liu, Y., Noguchi, N., & Liang, L. (2019). Development of a positioning system using UAV-based computer vision for an airboat navigation in paddy field. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.009>
- Mehta, M. (2020, Desember 28). *Smartphone Video Recording—Everyday Videoing Tips* | *Clipchamp Blog*. <https://clipchamp.com/en/blog/smartphone-everyday-videoing-tips/>
- Onaizah, A. N., Xia, Y., Zhan, Y., Hussain, K., & Koondhar, I. A. (2022). Systematic literature review on approaches of extracting image merits. *Optik*, 271, 170097. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2022.170097>
- Otomo, G. (2013). *SISTEM KONTROL PENYALAAAN LAMPU RUANG BERDASARKAN PENDETEKSIAN ADA TIDAKNYA ORANG DI DALAM RUANGAN*. 2(4).
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (t.t.). *Physics for Scientists and Engineer with Modern Physics* (9th ed.). Cengage Learning.
- 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>
- Suwito, W. H., Fitriyah, H., & Setyawan, G. E. (2019). *Alat Pemadam Api Terarah Dalam Ruangan Berdasarkan Warna HSV Berbasis Raspberry Pi*.

- Tanjung, M. R. (2016). FOTOGRAFI PONSEL (Smartphone) SEBAGAI SARANA MEDIA DALAM PERKEMBANGAN MASYARAKAT MODERN. *PROPORSI: Jurnal Desain, Multimedia dan Industri Kreatif*, 1(2), 224–234. <https://doi.org/10.22303/proporsi.1.2.2016.224-234>
- Ueda, T. (2020). Experimental validation of a 2D–3D conversion method for estimation of multiple 3D characteristics of discrete elements. *Microscopy*, 69(1), 37–43. <https://doi.org/10.1093/jmicro/dfz112>
- Wu, J. (2017). *Introduction to Convolutional Neural Networks*. National Key Lab for Novel Software Technology.
- 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.