



UAV

UNMANNED AERIAL VEHICLE

Fendi Achmad
Nur Kholis

Meini Sondang Sumbawati
Muhamad Syariffuddin Zuhrie

Agus Wiyono
Fatih Tri Anggara

Moch Wahyu Suherman
Mohammad Rizal Nur Alwi

Fendi Achmad
Nur Kholis
Meini Sondang Sumbawati
Muhamad Syariffuddien Zuhrie
Agus Wiyono
Fatih Tri Anggara
Moch Wahyu Suherman
Mohammad Rizal Nur Alwi

UAV

(UNMANNED AERIAL VEHICLE)



Penerbit KBM Indonesia

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku-buku penulis di tanah air indonesia, serta menjadi media *sharing* proses penerbitan buku

UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Copyright @2025 by Fendi Achmad, dkk

All rights reserved

KARYA BAKTI MAKMUR (KBM) INDONESIA

Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

NO. IKAPI 279/JTI/2021

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)

081357517526 (Tlpn/WA)

Penulis

Fendi Achmad

Nur Kholis

Meini Sondang Sumbawati

Muhamad Syariffuddien Zuhrie

Agus Wiyono

Fatih Tri Anggara

Moch Wahyu Suherman

Mohammad Rizal Nur Alwi

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Ara Caraka

Editor Naskah

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

14 x 21 cm, x + 158 halaman

Cetakan ke-1, Juli 2025

ISBN 978-634-202-511-6

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

Website

<https://penerbitkbm.com>, www.penerbitbukumurah.com

Instagram

@penerbit.kbmindonesia, @penerbitbukujogja

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

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

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

- (i) 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).
- (ii) 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).
- (iii) 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).
- (iv) 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

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga bahan ajar ini dapat disusun untuk memberikan panduan pembelajaran yang komprehensif mengenai teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Bahan ajar ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran dua jenis UAV, yaitu pesawat terbang dan drone, dengan cakupan materi yang relevan dan aplikatif dalam dunia penerbangan tanpa awak.

Bahan ajar ini diharapkan dapat menjadi acuan pembelajaran yang bermanfaat bagi para pelajar, praktisi, dan siapa saja yang tertarik mempelajari teknologi UAV. Dengan memahami materi ini, diharapkan pembaca dapat mengembangkan kemampuan dalam mendesain, mengoperasikan, dan mengoptimalkan UAV untuk berbagai kebutuhan dan aplikasi.

Semoga bahan ajar ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang UAV. Kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan bahan ajar ini di masa mendatang

Surabaya, 20 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
01 PENGENALAN UAV	1
A. Definisi UAV (Unmanned Aerial Vehicle).....	1
B. Jenis-jenis UAV	2
C. Prinsip Terbang UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	6
D. Manuver Penerbangan UAV	9
02 KOMPONEN-KOMPONEN UAV	17
A. Airframe	17
B. Flight Controller (FC).....	18
C. Electronic Speed Control (ESC)	19
D. Motor Brushless	21
E. Propeller	22
F. Baterai Li-Po (<i>Lithium Polymer</i>)	24
G. Motor Servo	26
H. Receiver.....	27
03 RANCANG BANGUN UAV	29
A. Pembuatan Desain <i>Airframe</i> UAV	29
B. Perakitan <i>Airframe</i> UAV	30
C. Perakitan Komponen Kelistrikan UAV	36
D. Mengatur Konfigurasi UAV menggunakan <i>Mission Planner</i>	38

E. Keamanan dan Keselamatan Terbang	43
F. Uji Coba Terbang	44
04 SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING (SLAM).....	47
A. Deskripsi	47
B. Komponen Utama SLAM	50
C. Algoritma SLAM	54
D. Cara Kerja SLAM.....	58
E. Teknik Pemetaan SLAM	59
F. Contoh Implementasi SLAM	64
05 RPLiDAR A1M8 – R6	67
A. Pendahuluan	67
B. Rumus dan Spesifikasi	69
C. Pengaplikasian	71
D. <i>Software</i> Slamtec RoboStudio di <i>Windows</i>	72
06 PERANCANGAN SISTEM SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING (SLAM) BERBASIS LIGHT DETECTION AND RANGING (LiDAR)	81
A. Ubuntu Versi 18.04	83
B. Robot Operating System (ROS) Melodic	96
C. Carthographer ROS	101
07 KONTROL UAV QUADCOPTER.....	105
A. Deskripsi	107
B. Prasyarat	111
08 FIRMWARE QUADCOPTER	113
A. Penerapan (Installing) Firmware.....	114
B. Sensor Quadcopter	118
C. Extend Kalman Filter (EKF)	121

09 PEMBELAJARAN KONTROL QUADCOPTER.....	125
A. Rencana Belajar	128
B. Kegiatan Belajar	131
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN	151
PROFIL PENULIS	153

DAFTAR PUSTAKA

- Alsadik, B., & Karam, S. (2021). The Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)-An Overview. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 2(02), 147–158. <https://doi.org/10.38094/jastt204117>
- Belge, E., Altan, A., & Hacıoğlu, R. (2022). Metaheuristic Optimization-Based Path Planning and Tracking of Quadcopter for Payload Hold-Release Mission. *Electronics (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/electronics11081208>
- Bennett, S. (1993). Development of the PID Controller. *IEEE Control Systems*, 13(6), 58–62. <https://doi.org/10.1109/37.248006>
- Bogatov, N., Kostin, A., & Maiorov, N. (2021). Control and analysis of quadcopter flight when setting a complex trajectory of motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1925(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1925/1/012043>
- Bucki, N., & Mueller, M. W. (2019). Design and control of a passively morphing quadcopter. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2019-May*, 9116–9122. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2019.8794373>
- Diginsa, M. U., Shafie, N., Yusuf, N., & Suleiman, S. U. (2023). Review: Issues and Challenges of

- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Technology in Autonomous Robot. *International Journal of Innovative Computing*, 13(2), 59–63. <https://doi.org/10.11113/ijic.v13n2.408>
- Emmitt, J., Pillay, P., Barrett, M., Middleton, S., Mackrell, T., Floyd, B., & Ladefoged, T. N. (2021). A comparison of volumetric reconstruction methods of archaeological deposits using point-cloud data from ahuahu, aotearoa new zealand. *Remote Sensing*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/rs13194015>
- Esmail, M., Merzban, M., Khalaf, A. A. M., & Hamed, H. (2023). Comparison of various Control Techniques Applied to a Quadcopter. *Journal of Advanced Engineering Trends*, 42(2), 233–244. <https://doi.org/10.21608/jaet.2022.122064.1141>
- Kilby, T., & Kilby, B. (2015). Getting Started with Drones Build and Customize Your Own Quadcopter. San Francisco: Maker Media. Inc.
- Leal, I. S., Abeykoon, C., & Perera, Y. S. (2021). Design, simulation, analysis and optimization of pid and fuzzy based control systems for a quadcopter. *Electronics (Switzerland)*, 10(18). <https://doi.org/10.3390/electronics10182218>
- Lemus, R., Díaz, S., Gutiérrez, C., Rodríguez, D., & Escobar, F. (2014). SLAM-R algorithm of simultaneous localization and mapping using RFID for obstacle location and recognition. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(3), 551–559. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)71634-7](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)71634-7)

- Mashur Arbi Maulana & Reynaldi Novian. (2022). *Autonomous Mobile Robot Dengan Metode Simultaneous Localization and Mapping (Slam)*.
- Mendoza-Soto, J. L., Corona-Sánchez, J. J., & Rodríguez-Cortés, H. (2019). Quadcopter Path Following Control. A Maneuvering Approach. *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 93(1–2), 73–84. <https://doi.org/10.1007/s10846-018-0801-0>
- Nguyen, A. T., Xuan-Mung, N., & Hong, S. K. (2019). Quadcopter adaptive trajectory tracking control: A new approach via backstepping technique. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(18), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app9183873>
- Nvss, S., Esakki, B., Yang, L. J., Udayagiri, C., & Vepa, K. S. (2022). Design and Development of Unibody Quadcopter Structure Using Optimization and Additive Manufacturing Techniques. *Designs*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/designs6010008>
- Oliver, A., Kang, S., Wünsche, B. C., & MacDonald, B. (2012). Using the Kinect as a navigation sensor for mobile robotics. *ACM International Conference Proceeding Series, August*, 509–514. <https://doi.org/10.1145/2425836.2425932>
- Paredes, J., Sharma, P., Ha, B., Lanchares, M., Atkins, E., Gaskell, P., & Kolmanovsky, I. (2021). Development, implementation, and experimental outdoor evaluation of quadcopter controllers for computationally limited embedded systems.

- Annual Reviews in Control*, 52, 372–389. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2021.06.001>
- Pirjanian, P., Karlsson, N., Goncalves, L., & Di Bernardo, E. (2003). Low-cost visual localization and mapping for consumer robotics. *Industrial Robot*, 30(2), 139–144. <https://doi.org/10.1108/01439910310464159>
- Rahman, A. (2020). Penerapan SLAM Gmapping dengan Robot Operating System Menggunakan Laser Scanner pada Turtlebot. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 16(2). <https://doi.org/10.17529/jre.v16i2.16491>
- Santos, F. B. N. dos. (2014). *A collaborative, non-invasive Hybrid Semantic Localization And Mapping system (HySeLAM)*.
- Scrivener, J. (2011). Preview-Learning-Teaching-The-Essential-Guide-to-English-Language-Teaching-by-Jim-Scrivener.pdf. In *Learning Teaching: The Essential Guide to English Language Teaching*. (hal. 249–270).
- Sheta, A., Braik, M., Maddi, D. R., Mahdy, A., Aljahdali, S., & Turabieh, H. (2021). Optimization of pid controller to stabilize quadcopter movements using meta-heuristic search algorithms. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/app11146492>
- Tuna, T., Ertug Ovur, S., Gokbel, E., & Kumbasar, T. (2020). Design and development of FOLLY: A self-foldable and self-deployable quadcopter. *Aerospace Science and Technology*, 100(March). <https://doi.org/10.1016/>

j.ast.2020.105807

- Wei, P., Fu, K., Villacres, J., Ke, T., Krachenfels, K., Stofer, C. R., Bayati, N., Gao, Q., Zhang, B., Vanacker, E., & Kong, Z. (2024). A Compact Handheld Sensor Package with Sensor Fusion for Comprehensive and Robust 3D Mapping. *Sensors*, 24(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/s24082494>
- Xu, B., Wang, W., Falzon, G., Kwan, P., Guo, L., Chen, G., Tait, A., & Schneider, D. (2020). Automated cattle counting using Mask R-CNN in quadcopter vision system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171(February), 105300. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105300>
- Yang, T., Li, P., Zhang, H., Li, J., & Li, Z. (2018). Monocular vision SLAM-based UAV autonomous landing in emergencies and unknown environments. *Electronics (Switzerland)*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/electronics7050073>

LAMPIRAN

Sertifikat atas Fatih Tri Anggara pada Kontes Robot Terbang Indonesia 2023. Divisi *Vertical Take-off Landing*.



Sertifikat atas nama Moch Wahyu Suherman pada Kontes Robot Terbang Indonesia 2023. Divisi *Vertical Take-off Landing*.



Sertifikat atas nama Fatih Tri Anggara Kontes Robot Terbang Indonesia 2024. Divisi *Long Endurance Low Altitude*.



Sertifikat atas nama Mohammad Rizal Nur Alwi Kontes Robot Terbang Indonesia 2024. Divisi *Long Endurance Low Altitude*.



PROFIL PENULIS



Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd., lahir di Surabaya pada tanggal 26 Desember 1990. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya (UNESA) tahun 2013, S2 Prodi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UNESA tahun 2016, Program Studi Program Insinyur (PSPPI) Universitas Muhammaadiyah Malang Tahun 2024. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Pembelajaran PLC Kelistrikan Industri.



Dr. Ir. Nur Kholis, S.T., M.T., lahir di Lamongan pada tanggal 21 Mei 1972. Lulus pendidikan Prodi S1 Teknik Elektro pada Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) tahun 1996, S2 Teknik Elektro Innstitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) tahun 2006, Pendidikan Vokasi Universitas Negeri Surabaya (UNESA) tahun 2023. Saat ini

bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada Program studi Pendidikan Teknik Elektro. Dalam 1 tahun terakhir, mengampu 44 matakuliah. Sudah melakukan pengabdian sebanyak 13. Sudah mempublikasi Artikel Ilmiah dalam jurnal sebanyak 171. Memiliki karya buku sebanyak 2. Menjadi pemakalah seminar ilmiah sebanyak 4. Memperoleh HKI sebanyak 7.



Dr. Meini Sondang Sumbawati, M.Pd., lahir di Sumbawa pada tanggal 15 Mei 1961. Lulusan Pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektronika IKIP Negeri Surabaya (UNESA) tahun 1985, S2 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan IKIP Jakarta tahun 1993, S3 Teknologi Pendidikan IKIP Jakarta tahun 1999.

Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang Pengembangan Perangkat Pembelajaran Digital.



Dr. Muhamad Syariffuddien Zuhrie, S.Pd., M.T. lahir di Denpasar pada tanggal 25 Juni 1977. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya (UNESA) tahun 2002, S2 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Pendidikan Vokasi Universitas Negeri

Surabaya (UNESA) tahun 2024. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada Program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang robotika.



Prof. Dr. Agus Wiyono, S.Pd., M.T., lahir di Surabaya pada tanggal 4 Desember 1970. Lulusan pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Bangunan IKIP Negeri Surabaya (UNESA) tahun 1996, S2 Arsitektur ITS tahun 2009, Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Brawijaya Malang Tahun

2018. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan

atau kepakaran tentang Pemetaan Sekolah Menengah Kejuruan berbasis Potensi Wilayah.



Fatih Tri Anggara, S.Pd. lahir di Kediri 10 Desember 2002. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya tahun 2025. Pernah menjabat sebagai Wakil General Manager DEWO ROBOTIC UNESA 2024, Ketua Tim Penelitian Dewo ROBOTIC UNESA 2024, Wakil Ketua UKM Aeromodeling 2023, Ketua Divisi VTOL 2023, PJ mekanikal DEWO ROBOTIC UNESA 2022. Selama perjalanan mempelajari bidang robotika memperoleh 2 kali penghargaan yaitu Juara 2 Nasional KRTI (Kontes Robot Terbang Indonesia) 2023 sebagai Ketua divisi *Vertical Take-off Landing* (VTOL) dan Juara 3 Nasional KRTI 2024 divisi *Long Endurance Low Altitude* (LELA).

Pada bidang penelitian membantu menyelesaikan 3 penelitian selama 2023 dan 2024. Dengan judul penelitian diantaranya, Perancangan Aurel's (Autism Robotics Experience for Learner's) dengan kecerdasan buatan berbasis deep learning untuk anak pengidap Autism Pervasive Development Disorder, Perancangan VITRI (Virtual Trainer) berbasis Virtual Reality melalui Metode Imersif untuk meningkatkan hardskill dan softskill siswa SMK dalam mengikuti LKS, Artificial Intelligence Drone of unesa (AIDA) sebagai Smart Solution Mapping Berbasis

Artificial Intelligence untuk Menentukan Kelayakan Lahan Pertanian.



Moch Wahyu Suherman, S.Pd. merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang lahir di Sidoarjo pada tanggal 2 Juni 2003. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada tahun 2025. Bergabung pada organisasi DEWO ROBOTIK UNESA pada tahun 2022 serta mendapatkan Juara 2 dalam Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) tingkat Nasional tahun 2023 pada divisi VTOL (*Vertical Take-off and Landing*) di Lampung.



Mohammad Rizal Nur Alwi, S.Pd. merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Surabaya pada tanggal 12 Mei 2003. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) tahun 2025. Bergabung pada organisasi DEWO ROBOTIK UNESA pada tahun 2022. Pernah menjabat sebagai Ketua divisi *Racing Plane* pada tahun 2023. Selama perjalanan mempelajari bidang robotika telah mengikuti dua kali KRTI (Kontes Robot Terbang Indonesia) yaitu

menepati delapan besar Nasional KRTI 2023 sebagai Ketua divisi *Racing Plane* (RP), dan mendapatkan Juara 3 Nasional KRTI tahun 2024 pada divisi *Long Endurance Low Altitude* (LELA) di Yogyakarta.