

Aplikasi Sains dan Teknologi Dalam Manajemen Lingkungan

Djohan¹

¹Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga

Widianto¹, Elvis Umbu Lolo², Cicik Sudaryantiningsih³, Yonathan Suryo Pambudi⁴, Richardus Indra Gunawan⁵, Agerippa Yanuranda Krismani⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Teknologi Solo

Handoko¹, Retno Palupi², Nurul Sutarti³, S.M Santi Winarsi⁴, Omega Rimba Gemilang⁵, Bambang Kristiawan⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Teknologi Solo

Email: djohan@uksw.edu

ABSTRAK

Permasalahan lingkungan di Indonesia semakin kompleks karena tingkat pencemaran udara, air dan tanah semakin meningkat akibat kesadaran masyarakat dan industri yang rendah untuk mengolah limbah yang dihasilkannya. Oleh karena itu, perlu manajemen lingkungan yang baik dan peran teknologi informatika dalam pengendalian pencemaran lingkungan. Manajemen lingkungan bertujuan mengendalikan, mencegah, dan memperbaiki dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan (air, udara, tanah, dan ekosistem). Sains dan Teknologi Informatika berperan sebagai enabler melalui pengolahan data, pemodelan, otomasi, dan pengambilan keputusan berbasis sistem digital. Integrasi keduanya menghasilkan manajemen lingkungan berbasis data (data-driven environmental management). Aplikasi Utama dalam manajemen lingkungan adalah: sistem informasi lingkungan (Environmental Information System – EIS), Geographic Information System (GIS) dan Remote Sensing, pemodelan dan simulasi lingkungan, Internet of Things (IoT) untuk monitoring lingkungan, Big data dan Artificial Intelligence (AI), Life Cycle Assessment (LCA) berbasis digital, dan sistem pendukung keputusan (Decision Support System – DSS).

Kata Kunci: Aplikasi Sains, Teknologi, Manajemen lingkungan.

ABSTRACT

Environmental problems in Indonesia are increasingly complex due to the increasing levels of air, water and soil pollution due to low public and industrial awareness to process the waste they produce. Therefore, good environmental management and the role of information technology in controlling environmental pollution are needed. Environmental management aims to control, prevent, and improve the impact of human activities on the environment (water, air, soil, and ecosystems). Information Science and Technology act as enablers through data processing, modeling, automation, and digital system-based decision making. The integration of both produces data-driven environmental management. The main applications in Environmental Engineering management are, Environmental Information System (EIS), Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing, Environmental Modeling and Simulation, Internet of Things (IoT) for Environmental Monitoring, Big Data and Artificial Intelligence (AI), Digital-Based Life Cycle Assessment (LCA), and Decision Support System (DSS).

Keywords: Science Application, Technology, Environmental Management

1. Pendahuluan

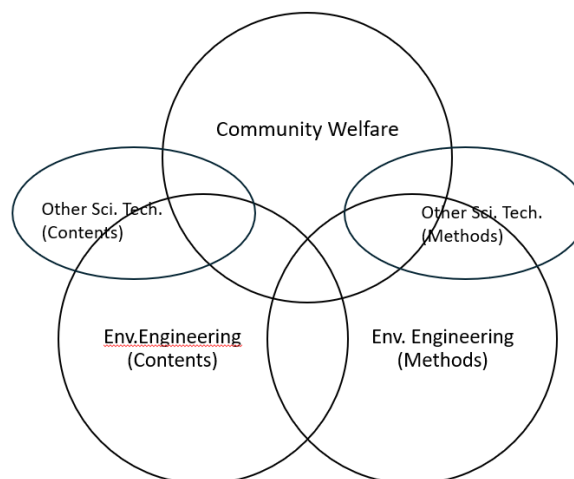
Masalah lingkungan saat ini merupakan isu yang sangat penting dan mendapat perhatian yang semakin besar dari semua pihak terutama kepala pemerintahan di semua negara di dunia. Masalah lingkungan yang hangat dibicarakan adalah: isu pemanasan global (global warming), perubahan iklim (climate change), pengelolaan sampah, pencemaran lingkungan baik tanah air dan udara, banjir, penebangan hutan secara liar (illegal logging), pencemaran laut dan pesisir pantai, keamanan pangan serta berbagai isu lain yang berkaitan dengan

lingkungan. Semua masalah lingkungan diatas pasti akan berdampak bagi manusia baik langsung dan tidak langsung, sehingga menimbulkan kekhawatiran tentang keberlangsungan alam bagi masa depan manusia. Oleh karena itu, perlu dipikirkan bagaimana prinsip pengelolaan sumber daya alam dikelola bagi masa depan manusia saat ini tanpa merusak lingkungan dengan mewariskan lingkungan dan alam bagi generasi yang akan datang yang baik dan lestari, prinsip ini yang disebut dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (Sustainable development). Pemerintah Indonesia bersama dengan PBB mengadopsi prinsip sustainable development Goals (SDGs). Prinsip sustainable development Goals (SDGs) berisi 17 tujuan dan khusus dalam bidang lingkungan yaitu: Air bersih dan sanitasi layak (clean water and sanitation), Energi bersih dan terjangkau (affordable and clean energy), Penanganan perubahan iklim (climate action), Ekosistem lautan (life below water) dan Ekosistem daratan (life on land) [1].



Gambar 1: 17 tujuan SDGs

Di Indonesia, permasalahan lingkungan ini, merupakan permasalahan yang terus menerus dihadapi dan dicari pemecahan masalahnya oleh lembaga dan kementerian, pemerintah daerah, LSM dan perguruan tinggi. Perguruan tinggi harus berkontribusi untuk mencari cara mengatasi permasalahan lingkungan di Indonesia khususnya program studi yang berkaitan dengan langsung untuk menghasilkan sarjana yang akan bekerja dalam bidang profesi Teknik Lingkungan bersama program studi Biologi dan Teknik Informatika. Ketiga disiplin ilmu ini memiliki peran dalam manajemen lingkungan misalnya dalam pengolahan air limbah, pencegahan pencemaran udara, pengolahan sampah, perubahan iklim, perkiraan cuaca, perikanan dan pertanian seperti terlihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Interaksi Teknik Lingkungan Dan Disiplin Ilmu – Teknologi Lainnya

Berdasarkan pemikiran diatas maka Fakultas Teknik UKTS dan Fakultas Biologi UKSW Salatiga mengadakan kegiatan Pengabdian Masyarakat untuk memberikan pemahaman bagi mahasiswa Fakultas Teknik UKTS tentang aplikasi sains dan Teknologi dalam manajemen lingkungan. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang peran disiplin ilmu Teknik Lingkungan, Teknik Informatika dan Biologi dalam manajemen lingkungan di Indonesia.

2. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian Masyarakat ini dilakukan dengan melakukan sesi presentasi terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan dialog interaktif antara narasumber, dosen dan mahasiswa Fakultas Teknik yang terdiri dari mahasiswa Teknik Informatika dan Teknik Lingkungan, Universitas Kristen Teknologi Solo, pada tanggal 24 April 2025 di ruang Aula UKTS.



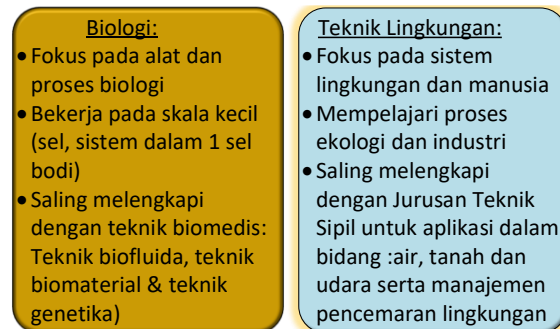
Gambar 3. Kegiatan pelaksanaan Pengabdian Masyarakat

3. Pembahasan

Biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup, meliputi hewan, tumbuhan, dan mikroba[2]. Teknik Lingkungan merupakan bidang keilmuan yang mempelajari apa saja tindakan kuratif dan preventif yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan lingkungan hidup yang terdiri dari air, tanah, udara, dan kesehatan lingkungan melalui pendekatan rekayasa teknik.[3]. Teknik Informatika adalah bidang studi yang berfokus pada penerapan ilmu komputer dan teknologi untuk memecahkan berbagai masalah di dunia modern. Teknik Informatika mempelajari cara merancang, mengembangkan, dan mengelola sistem komputer serta aplikasi yang dapat digunakan di berbagai sektor kehidupan[4].

Hubungan Biologi dan Teknik Lingkungan sangat erat, karena biologi memberikan dasar pengetahuan tentang sistem ekologi dan interaksi makhluk hidup dengan lingkungan, sedangkan teknik lingkungan mengaplikasikan pengetahuan biologi untuk memecahkan masalah lingkungan seperti pencemaran, pengelolaan sumber daya alam, dan restorasi ekosistem.

Disiplin Ilmu Biologi dan Teknik lingkungan, memiliki fokus untuk mengaplikasikan prinsip fisika, kimia dan biologi untuk menghasilkan inovasi dan solusi yang berkelanjutan bagi lingkungan global, social dan kesehatan manusia.



Gambar 4: Hubungan antara Biologi dan Teknik Lingkungan

Berdasarkan gambar 4, Biologi dan Teknik lingkungan memiliki keterkaitan satu sama lain, karena dalam Teknik lingkungan, memerlukan proses biologi untuk mengolah air limbah industry dan domestik, mengolah sampah organik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang tidak menimbulkan potensi pencemaran dan kerusakan lingkungan.

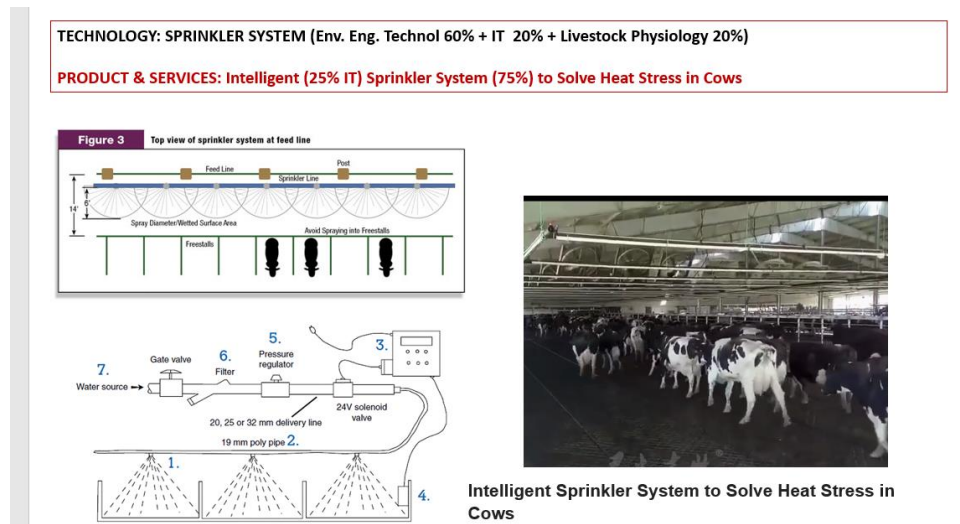
Teknik Informatika dijamin yang modern dan serba digital sangat dibutuhkan untuk memecahkan masalah diberbagai sector kehidupan manusia termasuk dalam dalam bidang Teknik Lingkungan dan biologi, misalnya memberikan informasi real time tentang banjir, kualitas air sungai, kualitas effluen air limbah yang keluar dari proses Pengolahan air limbah, kualitas effluen air minum yang keluar dari proses Pengolahan air sungai menjadi air minum, kualitas udara sebuah Kota, kualitas udara dari instalasi pengolahan pencemaran udara. Aplikasi Teknik Informatika dalam Teknik lingkungan dan biologi dapat dijelaskan pada penjelasan berikut ini.

Teknik informatika memainkan peran penting dalam pelestarian lingkungan melalui pemanfaatan teknologi untuk memantau kualitas lingkungan, mengelola sumber daya alam, dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem. Contohnya, penggunaan sensor IoT, pemetaan satelit, dan AI untuk memantau polusi, mengoptimalkan pengelolaan sumber air, serta mendukung energi terbarukan.

Teknologi IoT memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara real-time. Sensor-sensor yang terhubung ke internet dapat memberikan informasi yang akurat dan instan mengenai parameter lingkungan seperti kualitas udara, suhu, kelembaban, dan tingkat polusi. Hal ini memberikan dasar yang kuat untuk pemahaman mendalam tentang perubahan lingkungan yang terjadi seketika.

a. Optimasi Penggunaan Sumber Daya

Pemanfaatan sensor-sensor pintar memungkinkan untuk pengelolaan sumber daya yang lebih efisien. Contohnya, sensor heat stress dapat membantu peternak untuk mengoptimalkan penggunaan air berdasarkan kebutuhan tanaman secara real-time. Ini membantu mengurangi pemborosan dan mendukung prinsip keberlanjutan.



Gambar 5. Kombinasi Teknologi Lingkungan, Biologi dan Teknologi Informatika pada Teknologi sprinkler Dalam bidang budidaya peternakan sapi untuk mendingin sapi akibat heat stress

b. Deteksi Dini dan Respons Cepat

Dengan sensor yang terhubung, sistem dapat mendeteksi dini perubahan atau ancaman terhadap lingkungan. Misalnya, sensor kebakaran dapat memberikan peringatan secara otomatis, memungkinkan respons cepat dari petugas pemadam kebakaran dan mengurangi dampak kebakaran hutan.

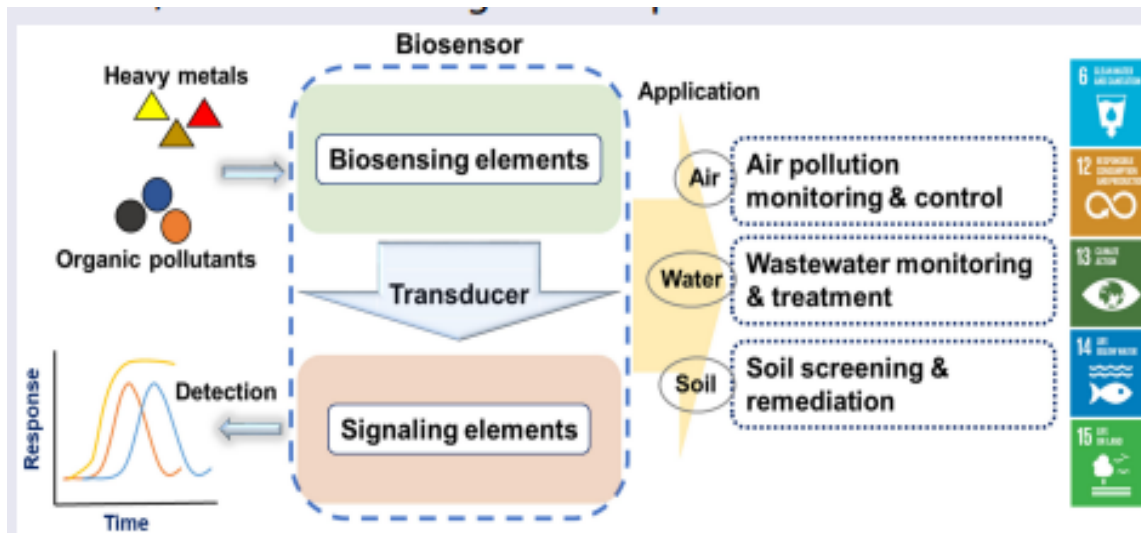


Gambar 6. SiPongi+ Kombinasi Teknologi Lingkungan, Biologi dan Teknologi Informatika dalam mencegah dan mengantisipasi kebakaran hutan Karhutla di Indonesia[5]

Situs SiPongi+ menyajikan data dan informasi hotspot terkini dan informasi terkait kebakaran hutan lainnya, agar dapat dimanfaatkan masyarakat luas sehingga dapat membantu masyarakat dan semua pihak terkait dalam upaya pencegahan kebakaran hutan di Indonesia.[5]

c. Pemantauan kualitas air limbah

IoT dapat digunakan untuk memantau kualitas air limbah hasil dari pengolahan air pada IPAL secara langsung. Sensor-sensor gas dapat mendeteksi tingkat polutan di udara, memberikan informasi hasil pemantauan.



Gambar 7. Sistem informasi digital biosensor untuk pemantauan lingkungan: prinsip, aplikasi, dan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) yang terkait.

d. Pemantauan Kualitas Udara

IoT dapat digunakan untuk memantau kualitas udara secara langsung. Sensor-sensor gas dapat mendeteksi tingkat polutan di udara, memberikan informasi vital tentang kesehatan masyarakat dan membantu dalam pengembangan kebijakan lingkungan.

TECHNOLOGY: INDOOR AIR PURIFICATION (Env. Eng. Technol 60% + IT 20% + Plant Biol. 20%)

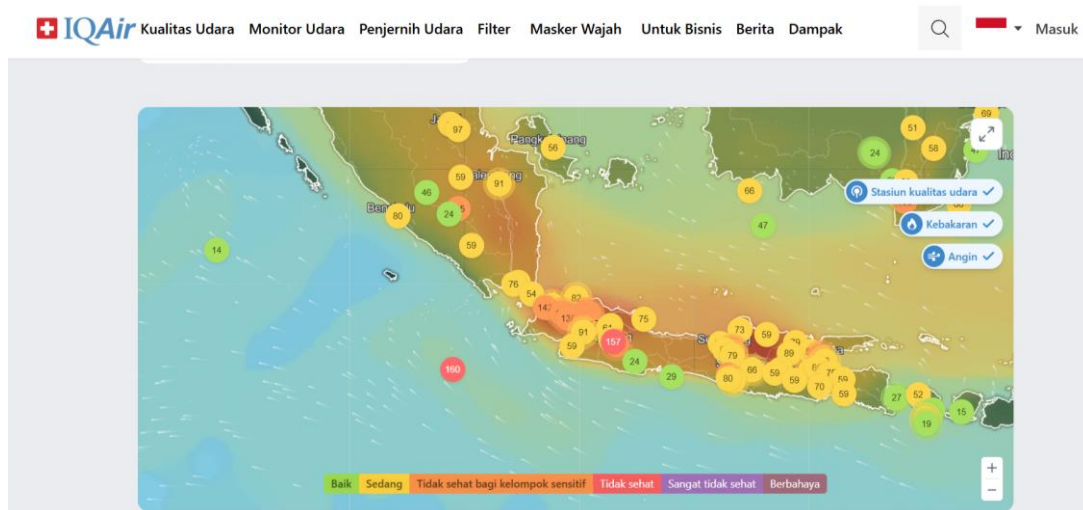
PRODUCT & SERVICES: PLANT-BASED AIR PURIFIER (75%) combined with IT SMART AIR PURIFIER (25%)

The advertisement for the IT Smart Air Purifier S130 showcases its plant-based air purification technology. It features a diagram of the purifier with a plant inside, showing the process of active plant filtration and the recirculation of purified air. The purifier is equipped with HEPA Filter, UV-C Sterilization, and Purify 95% Partikel. It is also smart, with an IT Smart App and a Smart Home integration. The purifier has a 2-year warranty and is recognized as the Best Brand for Smart Home Devices in 2023.

Gambar 8. Kombinasi Teknologi penjernihan udara dalam ruangan tertutup dengan porsi Teknik lingkungan 60%, Teknologi Informatika 20% dan Biologi 20%



Gambar 9 Kombinasi teknologi lingkungan dan Teknologi Informatika dalam Pemantauan Kualitas Udara Jakarta (SPKU)[6]



Gambar 10. Kombinasi teknologi lingkungan dan Teknologi Informatika dalam Pemantauan Kualitas Udara Jakarta [7]

e. Pemantauan Satwa Liar

Penggunaan sensor dan teknologi pelacakan pada satwa liar membantu para ahli dan peneliti untuk memahami perilaku dan migrasi satwa. Ini memberikan data penting untuk konservasi dan perlindungan spesies yang terancam punah.[8]



Gambar 11 Kombinasi teknologi lingkungan, Biologi dan Teknologi Informatika, kamera thermal yang terpasang di drone [9]

e. Integrasi dengan Sistem Pemantauan Lainnya

IoT memungkinkan integrasi yang lebih baik dengan sistem pemantauan lainnya, seperti sistem satelit atau drone. Dengan demikian, informasi dari berbagai sumber dapat digabungkan untuk memberikan pemahaman yang lebih holistik tentang kondisi lingkungan[10].

4. Kesimpulan

Aplikasi sains dan teknologi informatika dalam manajemen lingkungan, akan dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan akurasi pengelolaan lingkungan, mendukung keputusan berbasis data dan menjadi fondasi pengelolaan lingkungan berkelanjutan di era digital. Pengembangan jangka panjang Teknik Lingkungan dengan Teknologi Informasi dan rumpun ilmu lain (Biologi Lingkungan) bersifat prospektif dan dapat dikembangkan dalam koordinasi: Isi (content) dalam kurikulum (inti, pendukung, pengembangan), Antar ilmuwan/peneliti, Antar lembaga keilmuan, industri, konsumen. Pengembangan jangka panjang meliputi: jalur publikasi, jalur paten sederhana dan jalur teknologi tepat guna. Harapannya Pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan di Indonesia dapat diminimalisir.

5. Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih diberikan bagi narasumber drh. Djohan M.E.M., Ph.D dari Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga (UKSW) yang telah memberikan pemahaman tentang Aplikasi Sains dan Teknologi Dalam Manajemen Lingkungan dan seluruh Dosen Fakultas Teknik, Universitas Kristen Teknologi Solo yang telah berpartisipasi dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Daftar Pustaka

- [1] United Nations, "THE 17 GOALS," *Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development*, 2015. <https://sdgs.un.org/goals> (accessed Jun. 09, 2025).
- [2] Anonim, "Program Studi Sarjana Biologi," *ITB Bandung*, 2017. <https://itb.ac.id/program-studi-sarjana-biologi> (accessed Jun. 10, 2025).
- [3] Anonim, "Program Studi Teknik Lingkungan," *ITB Bandung*, 2025. <https://itb.ac.id/program-studi-sarjana-teknik-lingkungan> (accessed Jun. 10, 2025).
- [4] Anonim, "Apa Yang Dimaksud dengan Program Studi Teknik Informatika?," *Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul*, 2024. <https://fasikom.esaunggul.ac.id/apa-yang-dimaksud-dengan-program-studi-teknik-informatika/> (accessed Jun. 10, 2025).

- [5] Anonim, "SiPongi," *Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan Republik Indonesia*, 2025. <https://sipongi.menlhk.go.id/> (accessed Jun. 11, 2025).
- [6] Anonim, "Stasiun Pemantauan Kualitas Udara," *Dinas Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, Propinsi DKI Jakarta*, 2024. [https://www.jakarta.go.id/stasiun-pemantauan-kualitas-udara#:~:text=Stasiun Pemantauan Kualitas Udara \(SPKU,kualitas udara%2C khususnya polusi udara.](https://www.jakarta.go.id/stasiun-pemantauan-kualitas-udara#:~:text=Stasiun%20Pemantauan%20Kualitas%20Udara%2C%20khususnya%20polusi%20udara.) (accessed Jun. 11, 2025).
- [7] Anonim, "Kualitas udara di Jakarta," *IQAir*, 2025. <https://www.iqair.com/id/indonesia/jakarta?srsltid=AfmBOorzAEW6b9SIL8Pz0BDWCb2cfd5w4BjmbzcyCwle0y6Tz1T9WP9M> (accessed Jun. 11, 2025).
- [8] G. Grehenson, "Teknologi AI Dapat Digunakan untuk Memantau dan Menjaga Keanekaragaman Hayati," *Universitas Gadjah Mada*, 2023. <https://ugm.ac.id/id/berita/teknologi-ai-dapat-digunakan-untuk-memantau-dan-menjaga-keanekaragaman-hayati/> (accessed Jun. 11, 2025).
- [9] Noviana, "Integrasi Drone Thermal dan LiDAR Sensor dalam Pelestarian Populasi Satwa Liar di Hutan," *Halo Robotics*, 2025. <https://halorobotics.com/integrasi-teknologi-drone-thermal-dan-lidar-sensor-dalam-pelestarian-populasi-satwa-liar-di-hutan/?srsltid=AfmBOorLaTTZkCREcEipMOnMSQr7KGZ5dOsS46RY5KaiJaTq0cdz20zH> (accessed Jun. 11, 2025).
- [10] Anonim, "Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) dalam Monitoring Lingkungan," *Universitas STIKUBANK*, 2025. <https://www.unisbank.ac.id/v3/penerapan-teknologi-internet-of-things-iot-dalam-monitoring-lingkungan-sebuah-eksplorasi-untuk-skripsi/> (accessed Jun. 11, 2025).