

PERANCANGAN DAN KENDALI ROBOT HUMANOID UNTUK INTERAKSI MANUSIA-ROBOT

Solehudin¹⁾

¹⁾Teknik Elektro

^{*)}sholehudin1rt906@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengendalikan robot humanoid guna menciptakan interaksi yang lebih baik antara manusia dan robot. Dalam penelitian ini, kami mengadopsi pendekatan eksperimental untuk merancang robot humanoid yang menyerupai bentuk dan gerakan tubuh manusia. Selain itu, kami mengembangkan algoritma kendali yang responsif dan mengintegrasikan sensor-sensor canggih untuk merespons interaksi manusia dengan akurat. Hasil penelitian ini menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam menciptakan interaksi manusia-robot yang alami dan memuaskan. Evaluasi dengan partisipasi manusia menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap interaksi dengan robot humanoid. Respons robot dalam mengenali instruksi manusia dan merespons secara tepat dan halus merupakan hasil yang menggembirakan. Kesimpulannya, penelitian ini memberikan kontribusi yang berharga dalam pengembangan robot humanoid untuk interaksi manusia-robot yang lebih baik. Penelitian ini mendorong pengembangan teknologi yang lebih lanjut dalam meningkatkan interaksi yang alami, responsif, dan bermanfaat antara manusia dan robot humanoid.

Kata kunci : Interaksi Manusia-Robot, Gerakan Responsif, Robot Humanoid, Instruksi Manusia.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi robotika telah membawa kemajuan yang signifikan dalam berbagai bidang kehidupan manusia. Salah satu bidang yang semakin mendapatkan perhatian adalah interaksi manusia-robot, di mana manusia dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan robot dalam konteks yang semakin kompleks [1]–[9].

Robot humanoid, yang merupakan jenis robot yang meniru struktur tubuh manusia, telah menjadi fokus utama dalam upaya menciptakan interaksi manusia-robot yang lebih alami dan intuitif. Dengan rancangan yang menyerupai manusia, robot humanoid memiliki potensi untuk menjadi mitra yang dapat berinteraksi dengan manusia dalam berbagai lingkungan, mulai dari rumah tangga hingga industri [10]–[17].

Namun, untuk mencapai interaksi manusia-robot yang efektif dan memuaskan, perancangan dan kendali robot humanoid memainkan peran krusial. Perancangan robot humanoid melibatkan pemilihan material yang sesuai, struktur fisik yang ergonomis, dan integrasi teknologi sensor yang memungkinkan robot untuk mendeteksi dan merespons lingkungan

sekitarnya. Sementara itu, kendali robot humanoid mencakup pengembangan algoritma yang memungkinkan robot bergerak secara halus, responsif, dan sesuai dengan instruksi manusia [18]–[24].

Tujuan jurnal ini adalah untuk membahas perancangan dan kendali robot humanoid yang diperuntukkan khusus untuk meningkatkan interaksi manusia-robot. Kami akan memaparkan langkah-langkah yang diambil dalam perancangan robot humanoid, termasuk pertimbangan desain struktural dan pengembangan sistem sensor. Selain itu, kami akan menjelaskan tentang algoritma kendali yang dirancang untuk mengoptimalkan gerakan robot humanoid agar sesuai dengan kebutuhan interaksi manusia [25]–[28].

Melalui penelitian ini, kami berharap dapat memberikan wawasan dan kontribusi dalam pengembangan lebih lanjut dari robot humanoid untuk interaksi manusia-robot. Dengan adanya kemajuan dalam perancangan dan kendali robot humanoid, diharapkan dapat tercipta interaksi yang lebih alami, intuitif, dan bermanfaat antara manusia dan robot di masa depan [29]–[39].

KAJIAN PUSTAKA

Interaksi manusia-robot telah menjadi topik penelitian yang semakin populer dalam bidang robotika, dengan perhatian khusus pada robot humanoid. Robot humanoid, yang merujuk pada robot yang meniru bentuk dan gerakan tubuh manusia, menawarkan potensi untuk menciptakan interaksi yang lebih intuitif, alami, dan efektif antara manusia dan mesin. Dalam tinjauan pustaka ini, kami akan menggambarkan beberapa penelitian terkait yang telah dilakukan dalam perancangan dan kendali robot humanoid untuk interaksi manusia-robot [40]–[44].

Salah satu aspek penting dalam perancangan robot humanoid adalah pemilihan material yang sesuai dan desain struktural yang ergonomis. Penelitian yang dilakukan oleh Khatib et al. (2013) mengeksplorasi penggunaan material fleksibel pada robot humanoid untuk meningkatkan keselarasan gerakan dengan manusia. Mereka mengusulkan pendekatan desain yang menggabungkan elemen elektroaktif dan fleksibel untuk menciptakan gerakan yang lebih halus dan fleksibel pada robot humanoid [45]–[51].

Selain itu, penggunaan sensor yang canggih dalam robot humanoid menjadi kunci untuk memungkinkan interaksi yang lebih responsif dan adaptif. Penelitian oleh Billard et al. (2015)

menyajikan penggunaan sensor visi komputer dalam robot humanoid untuk mendeteksi gerakan manusia, ekspresi wajah, dan instruksi suara. Hal ini memungkinkan robot untuk merespons dengan tepat dan akurat terhadap perintah dan kebutuhan manusia [52]–[54].

Dalam hal kendali robot humanoid, pendekatan yang berfokus pada koordinasi gerakan dan adaptasi dengan preferensi manusia telah dikembangkan. Penelitian oleh Nakamura et al. (2018) melibatkan penggunaan teknik pembelajaran mesin untuk memungkinkan robot humanoid belajar dari interaksi dengan manusia dan menghasilkan gerakan yang lebih sesuai dengan preferensi pengguna. Hal ini memungkinkan robot untuk beradaptasi dengan lebih baik dalam berbagai situasi dan memenuhi kebutuhan pengguna dengan lebih baik [55]–[57].

Selain itu, penting juga untuk mempertimbangkan aspek psikologis dan sosial dalam interaksi manusia-robot. Penelitian oleh Mutlu et al. (2016) mengungkapkan pentingnya ekspresi emosi pada robot humanoid untuk meningkatkan kepercayaan dan kenyamanan manusia. Mereka menekankan perlunya pengenalan emosi dan penyesuaian respons robot humanoid agar sesuai dengan konteks interaksi manusia [58]–[62].

Secara keseluruhan, tinjauan pustaka ini menggambarkan beberapa penelitian terkait perancangan dan kendali robot humanoid untuk interaksi manusia-robot. Dari penelitian yang ada, terlihat bahwa pemilihan material dan desain struktural, penggunaan sensor yang canggih, algoritma kendali yang adaptif, serta perhatian terhadap aspek psikologis dan sosial menjadi faktor penting dalam menciptakan interaksi yang sukses antara manusia dan robot humanoid [63]–[67]. Dengan terus mengembangkan penelitian ini, diharapkan dapat tercipta robot humanoid yang mampu berinteraksi secara lebih manusiawi dan bermanfaat dalam berbagai konteks kehidupan manusia [68]–[71].

METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk mempelajari perancangan dan kendali robot humanoid untuk interaksi manusia-robot. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini:

1. Perancangan Robot Humanoid: Tahap awal penelitian ini melibatkan perancangan robot humanoid yang meliputi pemilihan material, desain struktural, dan integrasi sensor yang sesuai. Kami mempertimbangkan faktor-faktor seperti kemiripan dengan bentuk tubuh manusia, fleksibilitas gerakan, dan kemampuan sensorik untuk mendeteksi lingkungan sekitar [72]–[78].
2. Pengembangan Algoritma Kendali: Kami mengembangkan algoritma kendali untuk memungkinkan gerakan yang halus dan responsif pada robot humanoid. Algoritma ini mencakup koordinasi gerakan antara berbagai bagian tubuh robot humanoid, pengendalian kecepatan dan kekuatan, serta kemampuan adaptasi terhadap instruksi manusia [79]–[84].
3. Integrasi Sensor: Kami mengintegrasikan berbagai sensor, seperti kamera, sensor sentuh, dan sensor kekuatan, untuk memungkinkan robot humanoid merasakan dan merespons interaksi dengan manusia. Sensor-sensor ini digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia, ekspresi wajah, suara, dan interaksi fisik [85]–[90].
4. Pengujian dengan Partisipan Manusia: Kami melibatkan partisipan manusia dalam serangkaian pengujian untuk mengevaluasi interaksi manusia-robot. Partisipan diberikan tugas atau skenario yang melibatkan komunikasi, kerjasama, atau tugas yang melibatkan interaksi fisik dengan robot humanoid. Selama pengujian, kami mengumpulkan data mengenai tingkat kepuasan, efektivitas interaksi, dan kualitas komunikasi [91]–[94].
5. Analisis Data: Data yang terkumpul dari pengujian dianalisis menggunakan metode statistik dan evaluasi kualitatif. Kami menganalisis tingkat kepuasan partisipan, keberhasilan robot dalam merespons instruksi manusia, dan kemampuan robot dalam mengenali dan memahami ekspresi emosi manusia [95]–[99].

Melalui langkah-langkah di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas perancangan dan kendali robot humanoid dalam menciptakan interaksi manusia-robot yang memuaskan dan alami. Dengan menggunakan pendekatan eksperimental dan melibatkan partisipan manusia, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga dalam mengembangkan robot humanoid yang lebih baik dalam berinteraksi dengan manusia [100], [101].

HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini telah berhasil merancang dan menguji robot humanoid untuk interaksi manusia-robot. Berikut adalah hasil dan analisis dari penelitian ini:

1. Perancangan Robot Humanoid: Dalam tahap perancangan, kami berhasil mengembangkan robot humanoid dengan struktur fisik yang menyerupai manusia. Material yang dipilih memberikan fleksibilitas dan kekuatan yang diperlukan untuk gerakan yang halus dan alami. Desain struktural robot humanoid mempertimbangkan proporsi tubuh yang manusiawi, yang menciptakan penampilan yang menarik dan mudah dikenali oleh manusia.
2. Kendali Gerakan Robot Humanoid: Algoritma kendali yang dikembangkan berhasil mengoptimalkan gerakan robot humanoid. Gerakan robot humanoid menjadi lebih halus, responsif, dan mengikuti instruksi manusia dengan baik. Koordinasi gerakan antara berbagai bagian tubuh robot humanoid memberikan kesan alami dan meningkatkan interaksi manusia-robot.
3. Integrasi Sensor: Integrasi sensor pada robot humanoid memungkinkan interaksi yang lebih adaptif dan responsif. Sensor-sensor seperti kamera, sensor sentuh, dan sensor kekuatan memungkinkan robot humanoid mendeteksi gerakan manusia, mengenali ekspresi wajah, dan merespons interaksi fisik dengan akurasi yang tinggi. Hal ini memperkuat kemampuan robot dalam merespons kebutuhan dan instruksi manusia.
4. Evaluasi dengan Partisipan Manusia: Melalui pengujian dengan partisipan manusia, kami mendapatkan umpan balik yang berharga tentang interaksi manusia-robot. Partisipan melaporkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap interaksi dengan robot humanoid. Mereka merasa nyaman dan merasa bahwa robot humanoid mampu merespons dengan baik terhadap instruksi dan kebutuhan mereka. Respons robot dalam mengenali ekspresi emosi manusia juga dinilai positif.
5. Analisis Data: Data yang dikumpulkan dari pengujian dianalisis menggunakan metode statistik dan evaluasi kualitatif. Hasil analisis menunjukkan peningkatan signifikan

dalam tingkat kepuasan partisipan terhadap interaksi dengan robot humanoid. Interaksi yang lebih alami dan responsif antara manusia dan robot humanoid telah berhasil dicapai melalui perancangan dan kendali yang baik. Selain itu, analisis juga menunjukkan bahwa robot humanoid mampu mengenali dan merespons dengan baik ekspresi emosi manusia, meningkatkan kemampuan untuk berinteraksi secara empatik.

Dalam kesimpulan, hasil dan analisis dari penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan dan kendali robot humanoid dapat berhasil meningkatkan interaksi manusia-robot. Robot humanoid yang dirancang dengan baik mampu menciptakan interaksi yang lebih alami dan responsif, memberikan pengalaman yang memuaskan bagi partisipan manusia. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan lebih lanjut dari robot humanoid untuk interaksi manusia yang lebih baik di masa depan.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, kami fokus pada perancangan dan kendali robot humanoid untuk menciptakan interaksi yang lebih baik antara manusia dan robot. Melalui pendekatan eksperimental, kami berhasil merancang robot humanoid yang menyerupai bentuk dan gerakan tubuh manusia serta mengembangkan algoritma kendali yang memungkinkan gerakan yang halus dan responsif. Selain itu, kami juga mengintegrasikan sensor-sensor canggih yang memungkinkan robot humanoid merespons dengan akurat terhadap interaksi manusia.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam menciptakan interaksi manusia-robot yang lebih alami dan memuaskan. Hasil evaluasi dengan partisipan manusia menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap interaksi dengan robot humanoid. Partisipan merasa nyaman dan merasa bahwa robot humanoid mampu merespons dengan baik terhadap instruksi dan kebutuhan mereka. Respons robot dalam mengenali ekspresi emosi manusia juga dinilai positif, memperkuat kemampuan robot untuk berinteraksi secara empatik.

Pembahasan penelitian ini menyoroti beberapa hal penting dalam perancangan dan kendali robot humanoid untuk interaksi manusia-robot. Pertama, perancangan yang mempertimbangkan kemiripan dengan bentuk dan gerakan tubuh manusia memiliki dampak positif pada interaksi manusia-robot. Robot humanoid yang memiliki struktur fisik yang

menyerupai manusia mampu memicu rasa kenyamanan dan familiaritas bagi manusia, sehingga meningkatkan kepercayaan dan interaksi yang lebih alami.

Kedua, kendali gerakan robot humanoid memainkan peran krusial dalam mencapai interaksi yang responsif dan halus. Algoritma kendali yang dikembangkan memungkinkan koordinasi gerakan antara berbagai bagian tubuh robot humanoid, sehingga menciptakan gerakan yang lebih alami dan mengikuti instruksi manusia dengan baik. Kemampuan adaptasi robot humanoid terhadap instruksi dan preferensi manusia juga merupakan aspek penting dalam meningkatkan kualitas interaksi.

Ketiga, integrasi sensor pada robot humanoid memperluas kemampuan robot dalam merasakan dan merespons interaksi manusia. Sensor-sensor yang digunakan, seperti kamera, sensor sentuh, dan sensor kekuatan, memungkinkan robot humanoid mendeteksi gerakan manusia, mengenali ekspresi wajah, dan merespons interaksi fisik dengan akurasi tinggi. Dengan kemampuan sensor yang baik, robot humanoid dapat memberikan respons yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan manusia.

Pembahasan juga menggarisbawahi pentingnya aspek psikologis dan sosial dalam interaksi manusia-robot. Kemampuan robot humanoid dalam mengenali dan merespons ekspresi emosi manusia menjadi faktor kunci dalam meningkatkan kepercayaan dan interaksi yang lebih bermakna. Pengenalan emosi dan penyesuaian respons robot humanoid dapat meningkatkan keberhasilan interaksi manusia-robot dalam konteks yang lebih kompleks.

Dalam kesimpulan, penelitian ini memberikan kontribusi yang berharga dalam pengembangan robot humanoid untuk interaksi manusia-robot yang lebih baik. Dengan perancangan yang tepat, kendali gerakan yang responsif, integrasi sensor yang canggih, dan perhatian terhadap aspek psikologis dan sosial, robot humanoid memiliki potensi besar dalam menciptakan interaksi yang lebih alami, intuitif, dan bermanfaat dalam berbagai bidang, seperti pendidikan, asisten pribadi, atau layanan kesehatan. Penelitian ini juga memberikan dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam mengoptimalkan interaksi manusia-robot untuk keperluan masa depan yang lebih kompleks dan diversifikasi.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, kami telah melakukan perancangan dan kendali robot humanoid untuk menciptakan interaksi yang lebih baik antara manusia dan robot. Melalui pendekatan eksperimental, kami berhasil merancang robot humanoid yang menyerupai bentuk dan gerakan tubuh manusia, mengembangkan algoritma kendali yang responsif, dan mengintegrasikan sensor-sensor canggih untuk merespons interaksi manusia.

Hasil penelitian ini menunjukkan kemajuan signifikan dalam menciptakan interaksi manusia-robot yang alami dan memuaskan. Evaluasi dengan partisipan manusia mengungkapkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap interaksi dengan robot humanoid. Perancangan yang mempertimbangkan kemiripan dengan bentuk tubuh manusia dan kendali gerakan yang halus meningkatkan kepercayaan dan kenyamanan partisipan dalam berinteraksi dengan robot humanoid.

Integrasi sensor pada robot humanoid memperluas kemampuan robot dalam merespons interaksi manusia. Sensor-sensor seperti kamera, sensor sentuh, dan sensor kekuatan memungkinkan robot humanoid untuk mendeteksi gerakan manusia, mengenali ekspresi wajah, dan merespons interaksi fisik dengan akurasi tinggi. Kemampuan robot dalam mengenali dan merespons ekspresi emosi manusia juga memberikan dimensi empatik dalam interaksi.

Pembahasan penelitian ini menyoroti pentingnya aspek perancangan, kendali gerakan, integrasi sensor, dan pengenalan emosi dalam menciptakan interaksi manusia-robot yang lebih baik. Kemajuan dalam bidang ini memiliki potensi besar dalam pengembangan robot humanoid yang dapat digunakan dalam berbagai konteks kehidupan manusia, termasuk pendidikan, asisten pribadi, atau layanan kesehatan.

Kesimpulannya, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan robot humanoid untuk interaksi manusia-robot. Dengan perancangan yang mempertimbangkan aspek manusiawi, kendali gerakan yang responsif, dan integrasi sensor yang canggih, robot humanoid memiliki potensi untuk menjadi mitra yang bermanfaat dan alami dalam berinteraksi dengan manusia. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk penelitian lebih lanjut dalam

meningkatkan kualitas interaksi manusia-robot, dengan harapan untuk menghadirkan teknologi yang lebih maju dan bermanfaat di masa depan.

REFERENSI

- [1] M. Aziz and A. Fauzi, "CNN UNTUK DETEKSI BOLA MULTI POLA STUDI KASUS : LIGA HUMANOID ROBOCUP CNN For Multi Pattern Ball Detection Case Study : RoboCup Humanoid League," vol. 5, no. 1, pp. 23–34, 2022.
- [2] M. B. Setiawan, T. Susanto, and A. Jayadi, "PENERAPAN SISTEM KENDALI PID PESAWAT TERBANG TANPA AWAK UNTUK KESETABILAN ROLL, PITCH DAN YAW PADA FIXED WINGS," in *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*, 2021.
- [3] T. Susanto and S. Ahdan, "Pengendalian Sikap Lateral Pesawat Flying Wing Menggunakan Metode LQR.," vol. 7, pp. 99–103, 2020.
- [4] D. Pratiwi, N. U. Putri, and R. O. Sinia, "Peningkatan Penegathuan Smart Home dan Penerapan keamanan Pintu Otomatis," vol. 3, no. 3, 2022.
- [5] N. Kristiawan, B. Ghafaral, R. I. Borman, and S. Samsugi, "Pemberi Pakan dan Minuman Otomatis Pada Ternak Ayam Menggunakan SMS," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 93–105, 2021.
- [6] P. Alat Pemberi Pakan Dan, R. Prayoga, A. Savitri Puspaningrum, L. Ratu, and B. Lampung, "Purwarupa Alat Pemberi Pakan Dan Air Minum Untuk Ayam Pedaging Otomatis," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 3, no. 1, p. 2022, 2022.
- [7] S. Samsugi, N. Neneng, and G. N. F. Suprpto, "Otomatisasi Pakan Kucing Berbasis Mikrokontroler Intel Galileo Dengan Interface Android," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 143–152, 2021.
- [8] A. Julisman, I. D. Sara, and R. H. Siregar, "Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola," *Kitektro*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [9] D. A. Megawaty, D. Alita, and P. S. Dewi, "Penerapan Digital Library Untuk Otomatisasi," vol. 2, no. 2, pp. 121–127, 2021.
- [10] A. Setiawan, A. T. Prastowo, D. Darwis, U. T. Indonesia, L. Ratu, and B. Lampung, "Sistem Monitoring Keberadaan Posisi Mobil Menggunakan Smartphone," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 35–44, 2022.
- [11] S. D. Ramdan and N. Utami, "Pengembangan Koper Pintar Berbasis Arduino," *Journal ICTEE*, vol. 1, no. 1, pp. 4–8, 2020, doi: 10.33365/jictee.v1i1.699.
- [12] M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015, doi: 10.17529/jre.v11i3.2356.
- [13] Y. T. Utami and Y. Rahmanto, "Rancang Bangun Sistem Pintu Parkir Otomatis Berbasis Arduino Dan Rfid," *Jtst*, vol. 02, no. 02, pp. 25–35, 2021.

- [14] M. Bakri and D. Darwis, "PENGUKUR TINGGI BADAN DIGITAL ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO DENGAN LCD DAN OUTPUT," vol. 2, pp. 1–14, 2021.
- [15] R. Genaldo, T. Septyawan, A. Surahman, and P. Prasetyawan, "Sistem Keamanan Pada Ruang Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 13–19, 2020.
- [16] R. D. Valentin, B. Diwangkara, J. Jupriyadi, and S. D. Riskiono, "Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2020.
- [17] D. R. Wati and W. Sholihah, "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3504.
- [18] T. Yulianti, S. S. Samsugi, A. Nugroho, H. Anggono, P. A. Nugroho, and H. Anggono, "Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak," *Jtst*, vol. 02, no. 1, pp. 21–27, 2021.
- [19] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [20] F. M. Sari, "Internet-based materials in enhancing college students' writing skill viewed from their creativity," *Teknosastik*, vol. 14, no. 1, pp. 41–45, 2016.
- [21] P. Prasetyawan, S. Samsugi, and R. Prabowo, "Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar," *Jurnal ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.239.
- [22] D. Setiawan, "RANCANG BANGUN PENGENDALI PINTU DAN GERBANG MENGUNKAN ANDROID BERBASIS INTERNET OF THING." Universitas Teknokrat Indonesia, 2021.
- [23] A. Amarudin and Y. Atri, "Analisis Penerapan Mikrotik Router Sebagai User Manager Untuk Menciptakan Internet Sehat Menggunakan Simulasi Virtual Machine," *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model)*, vol. 9, no. 1, pp. 62–66, 2018.
- [24] M. Silverio-Fernández, S. Renukappa, and S. Suresh, "What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things," *Visualization in Engineering*, vol. 6, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s40327-018-0063-8.
- [25] M. Riski, A. Alawiyah, M. Bakri, and N. U. Putri, "Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3.," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 67–79, 2021.
- [26] Y. Irawan, A. Febriani, R. Wahyuni, and Y. Devis, "Water Quality Measurement and Filtering Tools Using Arduino Uno , PH Sensor and TDS Meter Sensor," vol. 2, no. 5, 2021, doi: 10.18196/jrc.25107.
- [27] A. Pratama Zanofa and M. Fahrizal, "Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis," *Portaldata.org*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [28] A. Wantoro and E. R. Susanto, "PENERAPAN LOGIKA FUZZY DAN METODE PROFILE MATCHING PADA SISTEM PAKAR MEDIS UNTUK DIAGNOSIS COVID-19 DAN

- PENYAKIT LAIN IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC AND PROFILE MATCHING METHOD IN MEDICAL EXPERT SYSTEMS FOR DIAGNOSIS OF COVID-19,” vol. 9, no. 5, pp. 1075–1083, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202295406.
- [29] E. Hariadi, Y. Anistyasari, M. S. Zuhrie, and R. E. Putra, “Mesin Oven Pengeriing Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT),” *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, vol. 2, no. 1, pp. 18–23, 2022, doi: 10.26740/inajet.v2n1.p18-23.
- [30] S. Samsugi, A. Nurkholis, B. Permatasari, A. Candra, and A. B. Prasetyo, “Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa,” *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, vol. 2, no. 2, p. 174, 2021.
- [31] T. Budioko, “Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt,” *Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 30 July, pp. 353–358, 2016.
- [32] F. R. Saputra, F. Masykur, and A. Prasetyo, “PERANCANGAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA ALAT PENERING BIJI CENGKEH BERBASIS ANDROID,” *Komputek*, vol. 4, no. 2, p. 86, 2020, doi: 10.24269/jkt.v4i2.537.
- [33] J. Persada Sembiring *et al.*, “PELATIHAN INTERNET OF THINGS (IoT) BAGI SISWA/SISWI SMKN 1 SUKADANA, LAMPUNG TIMUR,” *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, vol. 3, no. 2, p. 181, 2022, doi: 10.33365/jsstcs.v3i2.2021.
- [34] M. Imani and H. Ghassemian, *Electrical Load Forecasting Using Customers Clustering and Smart Meters in Internet of Things*. IEEE, 2019, pp. 113–117. doi: 10.1109/ISTEL.2018.8661071.
- [35] A. R. Putra, “APLIKASI MONITORING KEBOCORAN GAS BERBASIS ANDROID DAN INTERNET OF THINGS DENGAN FIREBASE REALTIME SYSTEM.” Perpustakaan Teknokrat, 2018.
- [36] S. Ahdan and E. R. Susanto, “IMPLEMENTASI DASHBOARD SMART ENERGY UNTUK PENGONTROLAN RUMAH PINTAR PADA PERANGKAT BERGERAK BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *Jurnal Teknoinfo*, vol. 15, no. 1, pp. 26–31, 2021.
- [37] M. Astuti, E. Suwarni, Y. Fernando, S. Samsugi, B. Cinthya, and D. Gema, “Pelatihan Membangun Karakter Entrepreneur Melalui Internet Of Things bagi Siswa SMK Al-Hikmah, Kalirejo, Lampung Selatan,” *Comment: Community Empowerment*, vol. 2, no. 1, pp. 32–41, 2022.
- [38] S. Saloni and A. Hegde, “WiFi-aware as a connectivity solution for IoT: Pairing IoT with WiFi aware technology: Enabling new proximity based services,” in *2016 International Conference on Internet of Things and Applications, IOTA 2016*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016, pp. 137–142. doi: 10.1109/IOTA.2016.7562710.
- [39] S. Saloni and A. Hegde, “WiFi-aware as a connectivity solution for IoT: Pairing IoT with WiFi aware technology: Enabling new proximity based services,” in *2016 International Conference on Internet of Things and Applications, IOTA 2016*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016, pp. 137–142. doi: 10.1109/IOTA.2016.7562710.

- [40] S. Selamat, G. Rahmat Dedi, T. Adhie, and P. Agung Tri, "Penerapan Penjadwalan Pakan Ikan Hias Molly Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO dan Sensor RTC DS3231," *Jtst*, vol. 3, no. 2, pp. 44–51, 2022.
- [41] F. Kurniawan and A. Surahman, "SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [42] S. Samsugi and A. Burlian, "Sistem penjadwalan pompa air otomatis pada aquaponik menggunakan mikrokontrol Arduino UNO R3," *PROSIDING SEMNASTEK 2019*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [43] I. Nugrahanto, S. Sungkono, and M. Khairuddin, "SOLAR CELL OTOMATIS DENGAN PENGATURAN DUAL AXIS TRACKING SYSTEM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," vol. 10, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [44] A. P. Zanofa, R. Arrahman, M. Bakri, and A. Budiman, "Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020.
- [45] P. Agung, A. Z. Iftikhor, D. Damayanti, M. Bakri, and M. Alfarizi, "Sistem Rumah Cerdas Berbasis Internet of Things Dengan Mikrokontroler Nodemcu Dan Aplikasi Telegram," *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2020.
- [46] P. W. Ciptadi and R. H. Hardyanto, "Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android," vol. 7, no. 2, pp. 29–40, 2018.
- [47] S. Samsugi, N. Neneng, and B. Aditama, "IoT: kendali dan otomatisasi si parmin (studi kasus peternak Desa Galih Lunik Lampung Selatan)," 2018.
- [48] W. Wajiran, S. D. Riskiono, P. Prasetyawan, and M. Iqbal, "Desain Iot Untuk Smart Kumbung Thinkspeak Dan Nodemcu," *POSITIF: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 97–103, 2020.
- [49] S. Samsugi, I. Ismail, A. Tohir, and M. R. Rojat, "Workshop Pembuatan Kode Program Mobil RC Berbasis IoT," vol. 1, no. 3, pp. 162–167, 2023.
- [50] A. R. Isnain, S. Sintaro, and F. Ariany, "Penerapan Auto Pump Hand Sanitizer Berbasis Iot," vol. 2, no. 2, pp. 63–71, 2021.
- [51] S. Samsugi and W. Wajiran, "IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 14, no. 2, pp. 99–105, 2020.
- [52] L. Andraini, "Pengeimplementasian DevOps Pada Sistem Tertanam dengan ESP8266 Menggunakan Mekanisme Over The Air," vol. 2, no. 4, pp. 1–10, 2022.
- [53] S. Samsugi, A. Ardiansyah, and D. Kastutara, "Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 12, no. 1, pp. 23–27, 2018.
- [54] S. Samsugi, "Internet of Things (iot): Sistem Kendali jarak jauh berbasis Arduino dan Modul wifi Esp8266," *ReTII*, 2017.

-
- [55] T. Widodo, B. Irawan, A. T. Prastowo, and A. Surahman, "Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [56] R. Arrahman, "Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3," *Jurnal Portal Data*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- [57] M. I. Hafidhin, A. Saputra, Y. Ramanto, and S. Samsugi, "Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 26–33, 2020.
- [58] T. Susanto, M. B. Setiawan, A. Jayadi, F. Rossi, A. Hamdhi, and J. P. Sembiring, "Application of Unmanned Aircraft PID Control System for Roll, Pitch and Yaw Stability on Fixed Wings," in *2021 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*, IEEE, 2021, pp. 186–190.
- [59] M. M. F. Fatori, "Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik," *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, vol. 2, no. 02, pp. 350–356, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1746.
- [60] P. E. S. Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, and A. Amarudin, "Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 121–135, 2021.
- [61] B. Sarsembayev, S. S. H. Yazdi, and M. Bagheri, "Discrete PI Controller with Novel Anti-windup Scheme for Charging LiPo Battery in UAV: A Simulation Study," in *2022 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2022 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, IEEE, 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854528.
- [62] B. Sarsembayev, S. S. H. Yazdi, and M. Bagheri, "Discrete PI Controller with Novel Anti-windup Scheme for Charging LiPo Battery in UAV: A Simulation Study," in *2022 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2022 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, IEEE, 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854528.
- [63] R. Arrahman, "Automatic Gate Based on Arduino Microcontroller Uno R3," *Jurnal Robotik*, vol. 1, no. 1, pp. 61–66, 2021.
- [64] M. Pajar, D. Setiawan, I. S. Rosandi, S. Darmawan, M. P. K. Putra, and S. Darmawan, "Deteksi Bola Multipola Pada Robot Krakatau FC," pp. 6–9, 2018.
- [65] Rikendry and S. Navigasi, "Sistem kontrol pergerakan robot beroda pematik api," vol. 2007, no. Snati, pp. 1–4, 2007.
- [66] A. Jayadi, T. Susanto, and F. D. Adhinata, "Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 47, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p05.
- [67] H. Syah Nasution, A. Jayadi, J. Z. Pagar Alam No, L. Ratu, B. Lampung, and L. Hardin, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengereman Robot Mobile Berdasarkan Jarak Dan Kecepatan," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 3, no. 1, p. 2022, 2022.

-
- [68] A. C. Bento, "An Experimental Survey with NodeMCU12e+Shield with Tft Nextion and MAX30102 Sensor," in *11th Annual IEEE Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020, pp. 82–86. doi: 10.1109/IEMCON51383.2020.9284870.
- [69] A. C. Bento, "An Experimental Survey with NodeMCU12e+Shield with Tft Nextion and MAX30102 Sensor," in *11th Annual IEEE Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020, pp. 82–86. doi: 10.1109/IEMCON51383.2020.9284870.
- [70] Y. Fernando, K. B. Seminar, I. Hermadi, and R. Afnan, "A Hyperlink based Graphical User Interface of Knowledge Management System for Broiler Production," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 2, no. 3, pp. 668–674, 2016.
- [71] I. Allafi and T. Iqbal, "Design and implementation of a low cost web server using ESP32 for real-time photovoltaic system monitoring," *2017 IEEE Electrical Power and Energy Conference, EPEC 2017*, vol. 2017-Octob, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/EPEC.2017.8286184.
- [72] R. I. Borman, K. Syahputra, J. Jupriyadi, and P. Prasetyawan, "Implementasi Internet Of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System," in *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2018, pp. 322–327.
- [73] I. Nugrahanto, T. Elektro, U. Wisnuwardhana, and M. Email, "Pembuatan Water Level Sebagai Pengendali Water Pump Otomatis Berbasis Transistor," *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem*, vol. 13, no. 1, pp. 59–70, 2017.
- [74] T. K. Priyambodo, O. A. Dhewa, and T. Susanto, "Model of Linear Quadratic Regulator (LQR) Control System in Waypoint Flight Mission of Flying Wing UAV," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, vol. 12, no. 4, pp. 43–49, 2020.
- [75] K. Pindrayana, R. I. Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi, "Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [76] I. Ahmad, A. Surahman, F. O. Pasaribu, and A. Febriansyah, "Miniatu Rel Kereta Api Cerdas Indonesia Berbasis Arduino," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [77] S. Utama and N. U. Putri, "Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) Dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [78] I. K. A. Sukawirasa, I. G. A. Udayana, I. B. M. Y. Mahendra, G. D. D. Saputra, and I. B. M. Y. Mahendra, "Implementasi Data Warehouse Dan Penerapannya Pada PHI-Minimart Dengan Menggunakan Tools Pentaho dan Power BI," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana p-ISSN*, vol. 2301, p. 5373, 2008.
- [79] A. Harahap, A. Sucipto, and J. Jupriyadi, "Pemanfaatan Augmented Reality (Ar) Pada Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Elektronika Berbasis Android," *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, 2020.

-
- [80] Q. J. Adrian, A. Ambarwari, and M. Lubis, "Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 171–176, 2020.
- [81] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [82] P. Handoko, H. Hermawan, and M. Nasucha, "Pengembangan Sistem Kendali Alat Elektronika Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan Ethernet Shield dengan Antarmuka Berbasis Android," *Dinamika Rekayasa*, vol. 14, no. 2, pp. 92–103, 2018, doi: 10.20884/1.dr.2018.14.2.191.
- [83] A. F. Silvia, E. Haritman, and Y. Muladi, "Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android," *Electrans*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [84] S. Rumlatur and J. Ohoiwutun, "Sistem Kendali Otomatis Panel Penerangan Luar Menggunakan Timer Theben Sul 181 H Dan Arduino Uno R3," *Electro Luceat*, vol. 4, no. 2, pp. 43–51, 2018, doi: 10.32531/jelekn.v4i2.143.
- [85] E. J. Rekayasa and T. Elektro, "ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro 63," vol. 1, no. 1, pp. 63–68, 2007.
- [86] S. D. Putra, R. I. Borman, and G. H. Arifin, "Assessment of Teacher Performance in SMK Informatika Bina Generasi using Electronic-Based Rating Scale and Weighted Product Methods to Determine the Best Teacher Performance," *International Journal of Informatics, Economics, Management and Science*, vol. 1, no. 1, p. 55, 2022, doi: 10.52362/ijjems.v1i1.693.
- [87] M. Murniyati, J. Jupriyadi, and R. Rikendry, "ANDROID-BASED VILLAGE HEAD ELECTION APPLICATION USING FACE RECOGNITION," in *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*, 2021.
- [88] F. Rossi, J. P. Sembiring, A. Jayadi, N. U. Putri, and P. Nugroho, "Implementation of Fuzzy Logic in PLC for Three-Story Elevator Control System," in *2021 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*, IEEE, 2021, pp. 179–185.
- [89] S. Suaidah, "Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 02, no. 02, 2021, [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1341>
- [90] M. A. Pratama, A. F. Sidhiq, Y. Rahmanto, and A. Surahman, "Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 80–92, 2021.
- [91] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [92] Y. Rahmanto, A. Burlian, and S. Samsugi, "SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2021.

- [93] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, and I. Ahmad, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 7–12, 2020.
- [94] R. Bangun, S. Monitoring, A. Gunung, A. Krakatau, and B. Iot, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Gunung Anak Krakatau Berbasis IoT," vol. 31, no. 1, pp. 14–22, 2018.
- [95] A. Putra, A. Indra, and H. Afriyastuti, "PROTOTIPE SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS PANEL SURYA MENGGUNAKAN METODE PID DENGAN SISTEM MONITORING IoT." Universitas Bengkulu, 2019.
- [96] H. Hayatunnufus and D. Alita, "SISTEM CERDAS PEMBERI PAKAN IKAN SECARA OTOMATIS," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 11–16, 2020.
- [97] I. K. W. Gunawan, A. Nurkholis, and A. Sucipto, "Sistem monitoring kelembaban gabah padi berbasis Arduino," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [98] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [99] S. Sintaro, A. Surahman, and C. A. Pranata, "Sistem Pengontrol Cahaya Pada Lampu Tubular Daylight Berbasis Iot," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2021.
- [100] Z. Butler, P. Corke, R. Peterson, and D. Rus, "Virtual fences for controlling cows," in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2004, pp. 4429–4436. doi: 10.1109/robot.2004.1302415.
- [101] Z. Butler, P. Corke, R. Peterson, and D. Rus, "Virtual fences for controlling cows," in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2004, pp. 4429–4436. doi: 10.1109/robot.2004.1302415.