

ANIMATRONIK HEWAN DENGAN GERAKAN TUBUH

Dhea Setiawati¹, Nindia Justita Maryana², Muhamad Rizal³, Muhammad Ilham Syafi⁴, Dwi Fakhrianto⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman No. 39 Magelang, Jawa Tengah.

Received: 25 Desember 2024

Accepted: 14 Januari 2025

Published: 20 Januari 2025

Keywords:

Robot interaktif, ESP32, Arduino Nano, Motor servo, Gerakan dinamis

Correspondent Email:

dhea.setiawati@students.untidar.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot interaktif yang mampu menampilkan gerakan dinamis pada kepala, sayap, dan mulut yang disinkronkan dengan musik, menciptakan kesan "bernyanyi." Robot ini menggunakan ESP32 sebagai pengontrol utama untuk audio dan sensor, serta Arduino Nano untuk mengatur motor servo. Fitur tambahan berupa sensor sentuh TTP223 memungkinkan pengguna mengganti lagu tanpa tombol fisik, memberikan pengalaman interaksi yang modern dan intuitif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot berhasil memutar musik dengan baik, menggerakkan kepala dan sayap secara sinkron, serta menggerakkan mulut sesuai irama musik. Sensor sentuh berfungsi optimal dalam mengganti lagu, menjadikan robot ini efektif sebagai mainan inovatif, maskot promosi, maupun alat edukasi. Robot ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan perangkat interaktif yang memadukan teknologi dan hiburan secara efisien.

Abstract. This research aims to develop an interactive robot capable of displaying dynamic movements of the head, wings, and mouth synchronized with music, creating the impression of "singing." The robot uses an ESP32 as the main controller for audio and sensors, and an Arduino Nano to manage the servo motors. The added feature of a TTP223 touch sensor allows users to change songs without physical buttons, providing a modern and intuitive interaction experience.

The test results show that the robot can successfully play music, move the head and wings synchronously, and move the mouth according to the rhythm of the music. The touch sensor functions optimally in changing songs, making this robot effective as an innovative toy, promotional mascot, and educational tool. This robot is expected to contribute to the development of interactive devices that efficiently combine technology and entertainment.

1. PENDAHULUAN

Keunggulan dalam teknologi robotik tak dapat dipungkiri telah lama dijadikan ikon kebanggaan negara-negara maju di dunia. Kecanggihan teknologi yang dimiliki, gedung-gedung tinggi yang mencakar langit, tingkat kesejahteraan rakyat yang tinggi, kota-kota yang modern, belum terasa lengkap tanpa popularitas kepiawaian dalam dunia robotik [1].

Seiring dengan lajunya perkembangan penelitian di bidang robotik, teknologi pengajaran mata kuliah yang berkaitan dengan robotik untuk para mahasiswa makin dinamis dan mengkrystal. Robotik memiliki unsur yang sedikit berbeda dengan ilmu-ilmu dasar atau terapan yang lain dalam berkembang. Ilmu robotik lebih sering berkembang melalui pendekatan praktis pada awalnya. Kemudian

melalui suatu pendekatan atau asumsi dari hasil pengamatan perilaku makhluk hidup atau benda bergerak lainnya yang dikembangkan menjadi penelitian secara teoritis. Dari teori kembali kepada praktis dan robot berkembang menjadi lebih canggih.

Dalam era teknologi modern, perkembangan perangkat interaktif yang menggabungkan aspek hiburan dan teknologi terus berkembang pesat. Robot interaktif menjadi salah satu inovasi yang menarik perhatian, karena mampu menawarkan pengalaman unik yang mengintegrasikan gerakan, suara, dan interaksi dengan pengguna. Permintaan akan perangkat semacam ini terus meningkat, terutama dalam bidang hiburan, promosi, dan pendidikan, di mana robot dapat digunakan untuk menarik perhatian, menyampaikan pesan, atau bahkan membantu pembelajaran.

Penggunaan teknologi seperti ESP32 dan Arduino Nano dalam pengembangan robot memungkinkan implementasi kontrol yang kompleks, tetapi tetap efisien dan hemat biaya. Selain itu, adopsi sensor modern seperti TTP223 untuk interaksi tanpa tombol fisik menciptakan kesan futuristik sekaligus memudahkan pengguna dalam mengoperasikan perangkat.

Namun, tantangan utama dalam pengembangan robot interaktif adalah menyinkronkan gerakan dengan elemen audio secara harmonis agar pengalaman yang dihasilkan terasa lebih nyata dan menghibur. Dalam konteks ini, penting untuk mengeksplorasi kemampuan robot untuk memberikan respon dinamis terhadap musik sekaligus memastikan interaksi yang intuitif melalui teknologi sensorik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot interaktif dengan kemampuan "bernyanyi" yang memadukan gerakan dinamis pada kepala, sayap, dan mulut yang disinkronkan dengan musik. Selain itu, fitur sensor sentuh tanpa tombol fisik dirancang untuk meningkatkan interaktivitas robot, sehingga dapat digunakan sebagai mainan inovatif, maskot promosi, maupun alat edukasi yang efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini tentang animatronik hewan dengan gerakan tubuh. Dengan penggunaan

teori dan beberapa komponen penting yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian.

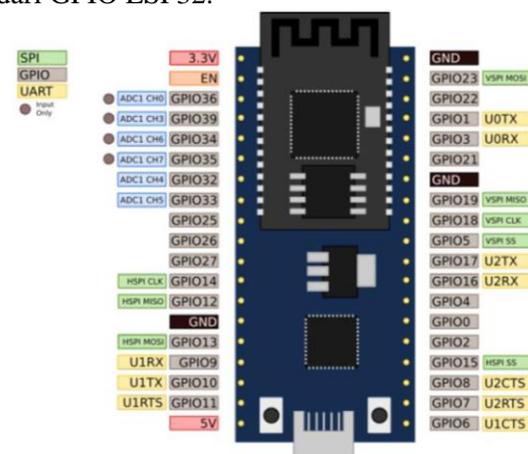
2.1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dirancang oleh perusahaan yang berbasis di Shanghai, China. ESP32 mempunyai jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi. ESP32 menggunakan prosesor *dual core* yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 [2]. ESP32 memiliki spesifikasi seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi ESP32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160 MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11 b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3

Mikrokontroler ESP32 ini digunakan karena memiliki *interface* yang lengkap, juga memiliki WiFi yang sudah tertanam pada mikrokontroler sehingga tepat untuk digunakan pada alat peraga. Pada gambar 1 menunjukkan pin *out* dari GPIO ESP32.



Gambar 1. Pin Out ESP32

2.2 Motor Servo SG90

Motor servo merupakan motor DC yang sudah dilengkapi dengan sistem kontrol didalamnya. Pada aplikasinya, motor servo

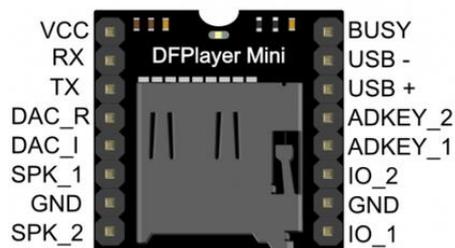
sering digunakan sebagai kontrol *loop* tertutup, sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari tiga bagian yaitu *Vcc*, *ground*, dan *data*. Pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu lalu berhenti (kontrol posisi) [3].

2.3 Speaker 8 Ohm 5 Watt

Speaker atau penguat suara merupakan perangkat keras atau *hardware* yang mengubah gelombang audio menjadi output suara. Alat ini memanfaatkan membran agar output suara yang dihasilkan dapat ditangkap oleh telinga manusia [3].

2.4 Modul MP3-TF-16P

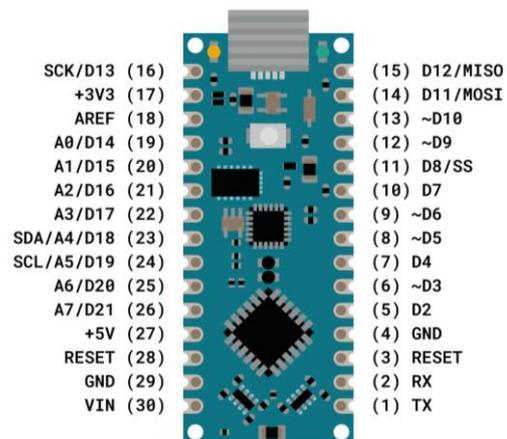
DFPlayer Mini adalah sebuah modul suara yang dapat memutar file audio dalam format MP3 secara langsung dari microSD. Modul digunakan untuk memutar lagu dengan format MP3 dan memiliki 16 pin yang penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Modul ini dilengkapi dengan antarmuka serial yang memungkinkan pengendalian yang mudah melalui mikrokontroler seperti Arduino. Selain itu, modul ini dilengkapi dengan tombol kontrol fisik untuk memutar, berhenti, dan mengatur volume secara langsung. Modul MP3-TF-16P memiliki pin out seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Pin Out Modul MP3-TF-16P

2.5 Arduino Nano

Arduino Nano adalah sebuah board yang mempunyai 30 pin serta ukuran kecil yang dirancang berdasarkan Atmega 328 atau Atmega 168. Dengan bentuk yang cukup kecil, arduino ini sangat simpel digunakan sehingga menjadikan mikrokontroler paling populer. Arduino ini mempunyai rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan.



Gambar 3. Pin Out Arduino Nano

2.6 MicroSD Card

MicroSD Card atau *Micro Secure Digital Card* adalah jenis kartu memori yang digunakan untuk menyimpan data digital pada berbagai perangkat elektronik. Dalam penelitian kali ini yaitu menyimpan lagu yang akan dikirimkan ke speaker.

2.7 Kapasitor 0805 10uF

Kapasitor 0805 merupakan salah satu jenis kapasitor SMD (Surface Mount Device) yaitu kapasitor dengan ukuran kompak dan tanpa pin. Kapasitor ini dapat menguntungkan karena efek induktif dari kaki dapat dihindari.

2.8 Resistor SMD 10k

Resistor ini dirancang untuk dipasang langsung pada permukaan PCB (Printed Circuit Board) tanpa membutuhkan pin panjang. Resistor ini menjadikan lebih kecil, lebih ringan, serta lebih efektif untuk digunakan dalam fitu elektronik modern.

2.9 Sensor Sentuh TTP223

TTP223 *Capacitive Touch Sensor* merupakan modul sensor sentuh yang memiliki sifat *capacitive*. Sensor ini dapat membuat 4 kondisi logika yaitu:

1. *High Output* (push on)
Saat modul ini disentuh, maka modul akan mengeluarkan *output high* dan saat tidak disentuh kembali menjadi *low*.
2. *Low Output* (push off)
Saat modul ini disentuh, maka modul akan mengeluarkan *output low* dan saat tidak disentuh kembali menjadi *high*.
3. *Self-Lock High Output* (push on-off)

Saat modul ini disentuh satu kali, maka modul akan mengeluarkan *output high* dan saat disentuh satu kali kembali menjadi *low*.

4. *Self-Lock Low Output* (push off-on)

Saat modul ini disentuh satu kali, maka modul akan mengeluarkan *output low* dan saat disentuh satu kali kembali menjadi *high*.

2.10 Driver Motor Servo

Driver motor servo tipe servo shield PCA 9685 digunakan untuk mengendalikan sejumlah motor servo secara paralel. *Driver* motor servo ini memiliki 16 kanal *pulse width modulation* (PWM) yang dapat mengendalikan 16 buah motor servo sekaligus.

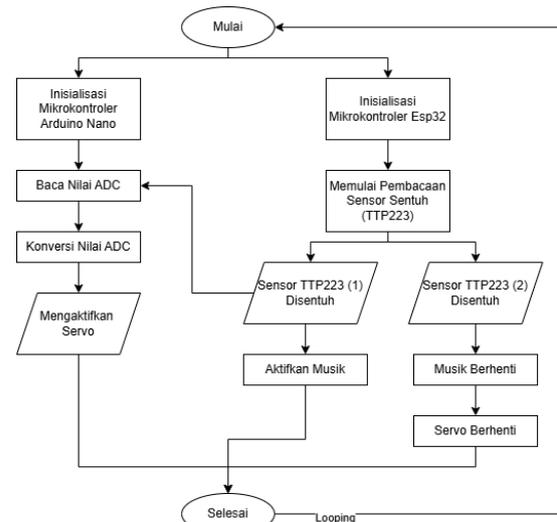
3. METODE PENELITIAN

Perancangan animatronik hewan dengan gerakan tubuh terdiri dari dua tahapan, antara lain perancangan bagian hardware dan perancangan software. Perancangan bagian hardware menggunakan beberapa alat dan komponen seperti ESP32, arduino nano, motor servo sg-90, modul tf 16-p, speaker 8 ohm 5 watt, SD card, sensor sentuh TTP223, modul servo PCA 9685, kapasitor 0805 10uF, dan resistor 10k.

Maka diperlukan sebuah gambaran untuk menjelaskan langkah-langkah cara kerja alat. Penjelasan berupa gambar diagram blok sebuah sistem dan dalam bentuk diagram alur sistem yang akan dibuat. Pembuatan diagram alur bertujuan untuk mempermudah pembuatan sistem dan berguna untuk memahami tahapan-tahapan dan cara kerja sistem yang dibuat.

Perancangan tiap-tiap blok mempermudah proses pengukuran dan untuk menghindari kesulitan jika terjadi kerusakan serta kesalahan sistem dari animatronik tersebut agar dapat berjalan secara efektif.

3.1. Diagram Alur



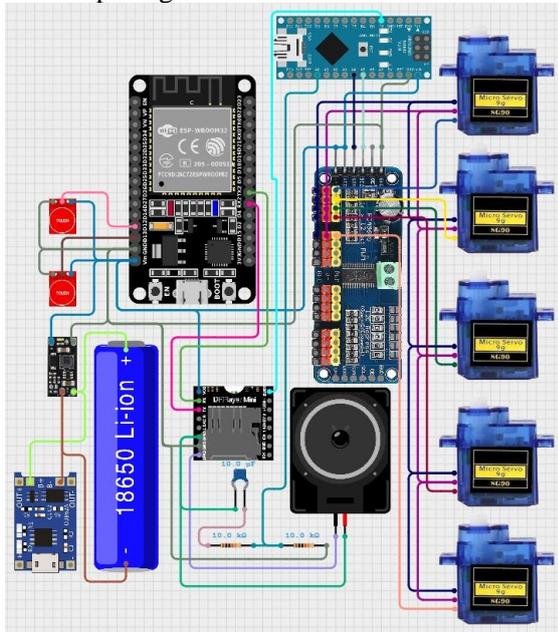
Gambar 4. Diagram Alur

Keterangan diagram alur diatas:

- ESP32 untuk mengontrol modul MP3 (TF 16 Pin) untuk memutar musik yang tersimpan dalam *micro SD card*. Serta mengolah sinyal audio dan mengirimkannya ke speaker 8 Ohm 5 Watt sebagai output suara.
- Arduino nano sebagai pusat kendali (mikrokontroler) untuk memproses data dari sensor dan mengontrol motor servo.
- Motor servo sg-90 untuk menggerakkan bagian tubuh robot agar seperti menari mengikuti irama musik.
- Modul tf 16-p sebagai pemutar musik (MP3 player module). Modul ini membaca file musik dari SD card dan mengirimkan sinyal audio ke speaker.
- Speaker 8 ohm 5 watt untuk menghasilkan suara atau musik untuk dimainkan robot.
- MicroSD card* sebagai media penyimpanan file musik dalam format MP3 yang akan dimainkan.
- Sensor sentuh TTP223 sebagai tombol sentuh untuk mengganti lagu atau memulai/berhenti pemutaran musik.
- Modul servo PCA9685 sebagai pengendali motor servo untuk memastikan semua gerakan servo dapat dilakukan secara efisien dan terkoordinasi.
- Kapasitor 0805 10uF untuk menghilangkan tegangan DC dari tegangan speaker.
- Resistor 10k untuk pembagi tegangan agar tidak lebih dari 3,3 Volt.

3.2 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan terdiri dari semua komponen tersebut yang terhubung ke mikrokontroler arduino nano dan esp32, sehingga menjadi satu kesatuan sistem, yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan

3.3 Cara Kerja

1. Penggunaan Mikrokontroler ESP32 dan Arduino Nano:

ESP32:

- Bertugas mengontrol modul MP3 (TF 16 Pin) untuk memutar musik yang tersimpan dalam SD Card.
- Mengolah sinyal audio dan mengirimkan ke speaker 8 Ohm 5 Watt sebagai output suara.

Arduino Nano:

- Bertanggung jawab untuk mengontrol seluruh motor servo pada robot, termasuk servo untuk kepala, sayap, dan mulut.

2. Aktivasi Musik dan Gerakan Servo:

- Ketika musik diaktifkan melalui sensor sentuh TTP223, ESP32 akan memutar lagu, dan Arduino Nano akan menggerakkan seluruh servo.
- Modul MP3 membaca file musik dari *microSD Card*, lalu mengeluarkan sinyal audio ke speaker untuk memutar lagu.

3. Gerakan Robot:

Leher Robot

- Arduino nano mengontrol servo kepala robot untuk bergerak ke kanan dan ke kiri

serta ke bawah dan ke atas secara bergantian.

Sayap Robot:

- Arduino Nano juga mengontrol servo sayap robot agar bergerak ke atas dan ke bawah secara teratur.

Mulut Robot:

- Servo mulut robot dikontrol untuk bergerak mengikuti irama musik yang sedang diputar, menciptakan efek robot seperti sedang bernyanyi.

4. Penggantian Lagu:

- Untuk mengganti lagu, pengguna cukup menyentuh sensor sentuh TTP223.
- Sensor akan mengirimkan sinyal ke ESP32 untuk mengganti lagu dengan lagu berikutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan dari hasil pengujian/analisis dari animatronik hewan yang telah dibuat dan analisis arah gerak dari motor servo.

4.1 Hasil Perancangan *Hardware*

Hasil perancangan *hardware* pada animatronik hewan dengan gerakan tubuh terlihat seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Rancangan Animatronik Hewan

Untuk menyalakan robot maka menekan tombol pushbutton. Setelah posisi ON maka robot akan bergerak dengan mengeluarkan audio lagu yang sudah tersimpan pada SD card. Untuk mengganti lagu yang diputar maka

menyentuh sensor sentuh TTP223. Robot akan bergerak pada bagian kepala ke arah kanan dan kiri, bagian sayap bergerak ke atas dan bawah, bagian leher akan bergerak ke arah dan bawah, bagian mulut akan bergerak seakan akan mengikuti irama musik yang diputar.

Fungsi utama robot ini adalah untuk menampilkan kombinasi gerakan yang atraktif sembari memutar musik, sehingga mampu menciptakan suasana yang interaktif dan menyenangkan bagi pengguna. Fitur tambahan yang diimplementasikan adalah kemampuan mengganti lagu secara praktis menggunakan sensor sentuh tipe TTP223. Sensor ini memungkinkan pengguna untuk memilih lagu hanya dengan menyentuh bagian tertentu dari robot, tanpa memerlukan tombol fisik, yang menambah kesan modern dan canggih.

4.2 Pengujian Arah Gerak Servo

Tabel 2. Hasil Pengujian Arah Gerak Servo

Bagian	Arah Gerak
Kepala	110 – 163°
Sayap	0 – 129°
Leher	31 – 180°
Mulut	136 – 156°

Arah pergerakan motor servo yang diuji ini sesuai dengan masukkan nilai yang sudah ditulis pada program. Hasil pengujian arah gerak pada motor servo dapat dilihat pada Tabel 2.

5. KESIMPULAN

Robot ini adalah perangkat interaktif yang menggabungkan teknologi dan hiburan. Dengan ESP32 untuk mengontrol audio dan sensor serta Arduino Nano untuk motor servo, robot mampu menampilkan gerakan dinamis pada kepala, sayap, dan mulut, yang disinkronkan dengan musik, menciptakan kesan "bernyanyi". Fitur sensor sentuh TTP223 memudahkan pengguna mengganti lagu tanpa tombol fisik, menambah kesan modern.

Robot berhasil memutar musik dengan baik, menggerakkan kepala dan sayap secara sinkron, serta menggerakkan mulut sesuai irama musik. Sensor sentuh berfungsi optimal dalam mengganti lagu, menjadikan robot ini efektif sebagai mainan interaktif, maskot promosi, atau alat edukasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Endra, 2018, "Robotika: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan", Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [2] Kolban. N, 2017, Kolban's Book on ESP32. <https://leanpub.com/kolban-ESP32>.
- [3] Arismarjito, R., 2011, "Robot Lengan Otomatis Sebagai Pemisah Barang Berdasarkan Warna dengan Menggunakan Atmega8535", Tugas Akhir Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- [4] D. Hastuti et al., Buku Ajar Pengantar Teknologi Informasi, 1st ed. Jambi: PT. Sonpedia Publishing [Online].
- [5] Kusumah, H. & Pradana, R. A., 2019, "PENERAPAN TRAINER INTERFACING MIKROKONTROLER DAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ESP32 PADA MATA KULIAH INTERFACING", CERITA, vol 5, no 2.
- [6] Nurjannah dkk, 2024, "PERANCANGAN SMART TRASH BIN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY BERBASIS ARDUINO DI SDN 5 MAWASANGKA, BUTON TENGAH", JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan), vol 12, no 3, <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4358>.
- [7] Ludony, G. L. dkk, 2020, "RANCANG BANGUN PURWARUPA LENGAN ROBOT BERBANTUAN RASPBERRY PI", JURNAL ELEKTRO, vol 13, no 2, hal 115-124.
- [8] Earl, B. 2012. Adafruit PCA9685 16-Channel Servo Driver, (<https://learn.adafruit.com/16-channel-pwm-servo-driver/using-the-adafruit-library>).
- [9] Alfalah, M. A., & Irawan, 2022, "Sistem Dispenser Saus Otomatis Dengan Infrared Sebagai Sensor Utama Berbasis Arduino", SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika, vol 5, no 1, hal 115-124.
- [10] R. Singh, A. Gehlots, and B. Singh, 2019, "Arduino and Scilab Based Projects". Singapore: Bentham Science Publishers.
- [11] Sarimuddin, 2023, "Cara Mudah Kuasai Mikrokontroler Arduino Teori Dan Praktek", vol. 1, no. 1. Purbalingga: EUREKA MEDIA AKSARA.
- [12] Somantri, Y., 2016, "Pengembangan Microcontroller Embedded System untuk Training Kits", ELECTRANS, vol 14, no 1, hal 55-59.
- [13] Munirah dkk., 2023, "Mengenalkan Edukasi Robot untuk Mengembangkan Kreativitas dan

Imajinasi Anak Usia Dini di TK Aisyah Kauman Kecamatan Ponorogo”, E-DIMAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, vol 14, no 3, hal 477-481.

- [14] Agustya, A. F., & Fahruzi, Akhmad., 2020, “Rancang Bangun Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam, Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Induksi Dan Sensor Proximity Kapasitif”, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII.