

Pemanfaatan Teknologi Robotika pada Perangkat Tempat Sampah di Gedung Kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang

Fransiskus F. Goe Ray*¹, Yetursance Y. Manafe², I Made Parsa³, Zet Y. Baitanu⁴, Ichsan Fahmi⁵, Gunadi Tjahjono⁶, Louis F. Boesday⁷, Crispinus P. Tamal⁸, Renold H. Modok⁹, Deprison A. Penu Djira¹⁰, Benediktus Atitus¹¹, Wilhelmus H. R. Lobo¹²

Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana
e-mail: fransiskus@staf.undana.ac.id

Abstract

Environmental cleanliness is a social issue that is a serious problem in people's lives, especially in urban areas. The challenge faced by the GMIT Eklesia Nun Baun Delha Congregation in terms of waste management lies not only in the quantity of waste but also regarding waste management that is not yet good. The problem is caused by the lack of availability of proper garbage disposal sites and low awareness of the congregation and the community around the location of the GMIT Eklesia Nun Baun Delha Congregation's place of worship to dispose of waste in its place. The use of robotic technology in trash bins placed in the GMIT Eklesia Nun Baun Delha congregation's service building is an alternative offered with the aim of reducing the amount of trash scattered around the worship building and building awareness of the members of the GMIT Eklesia Congregation themselves to dispose of trash in the space provided. This activity was carried out using the practical method of making a trash can device. At present the GMIT Eklesia Nun Baun Delha congregational worship building has a trash can that can be operated by utilizing robotics technology where its use is very effective.

Keywords: *Technology, Robotics, Garbage*

Abstrak

Kebersihan lingkungan merupakan salah satu isu sosial yang menjadi masalah serius dalam kehidupan masyarakat terutama pada masyarakat di daerah perkotaan. Tantangan yang dihadapi oleh Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha dalam hal pengelolaan sampah bukan hanya terletak pada kuantitas sampah tetapi juga menyangkut pengelolaan sampah yang belum baik. Masalah disebabkan oleh kurangnya ketersediaan tempat pembuangan sampah yang layak dan kesadaran yang rendah dari jemaat maupun masyarakat yang berada di lingkungan sekitar lokasi tempat ibadah Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha untuk membuang sampah pada tempatnya. Pemanfaatan teknologi robotika pada perangkat tempat sampah yang ditempatkan di gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha merupakan alternatif yang ditawarkan dengan tujuan mengurangi jumlah sampah yang betebaran di lingkungan gedung kebaktian dan membangun kesadaran anggota Jemaat GMIT Eklesia sendiri untuk membuang sampah pada tempat yang telah disediakan. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan metode praktek pembuatan perangkat tempat sampah. Saat ini gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha telah memiliki tempat sampah yang dapat dioperasikan dengan memanfaatkan teknologi robotika dimana penggunaannya sangat efektif.

Kata Kunci : *Teknologi, Robotika, Sampah*

1. PENDAHULUAN

Kebersihan lingkungan merupakan salah satu isu sosial yang telah lama menjadi masalah serius dalam kehidupan bermasyarakat. Hampir di berbagai tempat ditemukan sampah yang berceceran dan tidak terurus sehingga keberadaannya mengganggu kenyamanan lingkungan sekitar. Hal ini juga dialami oleh jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang yang merupakan salah satu Jemaat yang berada di lingkungan padat penduduk dalam wilayah Kota Kupang tepatnya di kelurahan Nun Baun Delha, kecamatan Alak. Dimana sampai dengan saat ini pengelolaan sampah di lingkungan Gedung Kebaktian Jemaat Eklesia Nun Baun Delha ini belum dilakukan secara optimal atau boleh dikatakan proses pengontrolan terhadap sistem pengelolaan sampah masih dilakukan secara manual. Dengan demikian, menimbulkan masalah yang tidak hanya menyangkut kuantitas sampah tetapi juga menyangkut pengelolaan sampah yang belum optimal. Persoalan-persoalan yang muncul tersebut disebabkan oleh ketersediaan tempat pembuangan sampah yang baik sangat terbatas dan kurangnya kesadaran diri jemaat dan masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya ditambah lagi dengan penumpukan sampah pada tempat-tempat sampah yang disediakan cukup banyak sehingga mengakibatkan ada cukup banyak sampah yang bertebaran dan tidak dapat tertangani dengan baik.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem pengelolaan sampah yang baik. Sebuah Sistem Pengelolaan sampah yang baik salah satu cirinya adalah tersedianya tempat sampah dalam jumlah yang memadai. Selain itu, seiring dengan perkembangan teknologi dalam bidang elektronika sangat memungkinkan untuk digunakannya teknologi robotika dalam bidang pengelolaan sampah dengan cara memanfaatkan perangkat teknologi robotika pada proses penggunaan tempat sampah dan mekanisme pengontrolan kuantitas sampah dalam bentuk pelaporan kondisi tempat sampah dengan menggunakan perangkat telepon selular.

2. PERMASALAHAN

Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang merupakan salah satu Kelompok Jemaat Kristen yang berada dalam wilayah kota Kupang dimana jemaat ini berdiri di tengah-tengah masyarakat kelurahan Nun Baun Delha, Kecamatan Alak Kota Kupang. Jarak lokasi Jemaat ini dari program studi Pendidikan Teknik Elektro FKIP Universitas Nusa Cendana kurang lebih 4,5 Kilometer. Potensi yang dimiliki oleh jemaat ini adalah rata-rata tingkat pendidikan minimal lulusan Sekolah Menengah Tingkat Pertama. Namun, karena jemaat ini terletak di wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi maka persoalan kebersihan lingkungan menjadi sesuatu hal yang membutuhkan perhatian yang serius. Ditambah lagi dengan perilaku masyarakat di sekitar lokasi gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha yang abai dengan kebersihan lingkungan menambah rumitnya penyelesaian masalah kebersihan lingkungan. Selain itu juga , Jemaat GMIT Eklesia memiliki fasilitas tempat sampah yang sangat terbatas sehingga penanganan masalah kebersihan lingkungan menjadi semakin sulit.

Beberapa hal yang menjadi permasalahan mitra yang perlu segera diberikan solusinya adalah:

- a. Kurangnya kesadaran dari jemaat GMIT Eklesia maupun masyarakat di lingkungan sekitar lokasi Gedung Peribadatan tentang kebersihan dan kesehatan lingkungan.
- b. Kurangnya perhatian dari pengelola kebersihan gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha terhadap kondisi kebersihan lingkungan.

- c. Keterbatasan jumlah sarana penampungan sampah yang dimiliki oleh Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha..
- d. Terbatasnya dana yang dialokasikan untuk pengelolaan sampah di gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis kota Kupang.

3. METODE

Pelaksanaan program ini disusun secara sistematis pada alur kerja dengan pendekatan: 1) Partisipatif, 2) Penyadaran; 3) Pembelajaran (teori dan praktik), serta 4) Pendampingan dengan uraian sebagai berikut:

a. Pendekatan Partisipatif

Dilakukan secara koordinatif, melibatkan Tim Pelaksana (Dosen dan mahasiswa) dengan Mitra (Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang), dan Klasis Kota Kupang. Forum komunikasi dan koordinasi ini sebagai wadah strategis untuk membahas persoalan administratif, teknis, pihak-pihak yang dilibatkan.

b. Pendekatan Konseptual

Dilakukan dengan pola pembinaan sikap dan mental Jemaat dan warga masyarakat di wilayah mitra melalui Pelatihan *Achievement Motivation Training (AMT)* oleh ahli di bidangnya. Harapannya jemaat dan warga masyarakat di wilayah mitra memiliki kesadaran tinggi sikap mental positif, motivasi tinggi, dan bersemangat dalam menjaga kebersihan di lingkungan gedung kebaktian jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha.

c. Pendekatan Praktik

Dilakukan melalui kegiatan pembuatan dan pemasangan peralatan tempat sampah yang dilengkapi dengan teknologi Robotika beserta cara pengoperasiannya.

d. Pendekatan Reflektif

Dilakukan dengan evaluasi kegiatan selanjutnya dilakukan refleksi dan keberlanjutan dalam bentuk monitoring dan pendampingan, baik terprogram maupun insidental guna menjaga kualitas hasil kegiatan serta meningkatkan kemitraan.

Selanjutnya langkah-langkah sistematis yang dilakukan pada kegiatan ini meliputi prosedur:

a. Metode observasi/ studi awal

Dilakukan dengan melakukan survei dan wawancara untuk pengumpulan data-data permasalahan pengelolaan sampah di Gedung Kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang. Sasaran adalah ketua Majelis Jemaat, Satuan Majelis Jemaat, pengelola kebersihan Gedung Kebaktian Jemaat GMIT Eklesia, Jemaat, dan masyarakat di sekitar lokasi Gedung Kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha. Tujuan metode ini adalah untuk mengumpulkan data awal berupa fakta di lapangan untuk mendapat pemecahannya, seperti tentang sistem pengelolaan sampah, fasilitas tempat sampah yang dimiliki, perilaku jemaat GMIT Eklesia maupun masyarakat lokasi Gedung Kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha yang berkaitan dengan penanganan sampah, dan lain-lain.

b. Koordinasi

Sesudah ditemukannya fakta-fakta dan permasalahan tentang sistem pengelolaan sampah di Gedung Kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha, selanjutnya dilakukan koordinasi dengan mitra dan Ketua Majelis Jemaat, Satuan Majelis

Jemaat, Majelis Jemaat Harian dan Pengelola Kebersihan Gedung Kebaktian Jemaat GMT Eklesia Nun Baun Delha untuk memilih aspek permasalahan yang prioritas untuk mendapat pemecahannya.

c. Sosialisasi Program

Selanjutnya dilakukan pembentukan Panitia Pelaksana yang terdiri dari Tim dosen, tim mahasiswa, mitra, serta relawan yang memiliki kepedulian terhadap kualitas lingkungan. Kerja Tim Pelaksana selanjutnya adalah melakukan sosialisasi tentang program berupa informasi tentang penerapan teknologi yang perlu diberikan kepada, perangkat pengelola kebersihan Gedung Kebaktian Jemaat GMT Eklesia Nun Baun Delha serta teknis pelaksanaannya. Pada forum ini diupayakan dilakukan secara demokratis dan partisipatif guna memperoleh hasil keputusan yang efektif.

d. Pelaksanaan Program

Setelah diperoleh kesepakatan tentang jenis keterampilan (life skill) yang akan diberikan kepada perangkat pengelola kebersihan Gedung Kebaktian Jemaat GMT Eklesia Nun Baun Delha, segera dilakukan pelaksanaan program oleh Tim sesuai SOP.

e. Monitoring

Keberhasilan program ini perlu dilakukan dengan kegiatan monitoring atau pengawasan yang dilaksanakan secara terprogram dan periodik. Tujuannya adalah agar mendapatkan penjaminan atas kualitas mutu program dan efektivitasnya untuk memenuhi aspek keberlanjutan.

f. Evaluasi

Hasil monitoring menjadi bahan refleksi untuk perbaikan pelaksanaan program agar sesuai target yang diharapkan. Evaluasi dilakukan secara periodik sesuai dengan perkembangan pelaksanaan program.

g. Pelaporan

Sebagai wujud akuntabilitas dan transparansi baik dalam pengelolaan keuangan dan administrasi maka pelaporan segera dilakukan disertai bukti fisiknya.

h. Keberlanjutan

Hasil evaluasi kegiatan menjadi proyeksi untuk keberlanjutan program dalam bentuk pendampingan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil yang Diperoleh

Persiapan Kegiatan

Sebelum kegiatan dilaksanakan maka dilakukan persiapan-persiapan sebagai berikut:

- 1) Melakukan studi pustaka tentang Teknologi Robotika yang akan digunakan pada tempat sampah.
- 2) Menyiapkan fasilitas aplikasi Arduino Uno untuk digunakan sebagai aplikasi program untuk mengoperasikan sistem Mikrokontroler pada tempat sampah.
- 3) Menentukan waktu pelaksanaan dan lamanya kegiatan program kemitraan masyarakat bersama-sama tim pelaksana dengan mitra dalam hal ini pihak Satuan Majelis Jemaat Eklesia Nun Baun Delha beserta tenaga koster yang ada di Gereja.
- 4) Menentukan dan mempersiapkan materi/modul serta metode-metode yang akan disampaikan dalam kegiatan program kemitraan masyarakat.

- 5) Melakukan perancangan desain tempat sampah yang memanfaatkan teknologi Robotika.



Gambar 4.1. Proses Penyiapan Perangkat Robotika beserta perangkat elektronik yang diperlukan dalam proses pembuatan tempat sampah.

Pelaksanaan Kegiatan

Tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan pada bagian ini adalah:

- 1) Melakukan pembelian alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat tempat sampah yang menggunakan perangkat arduino uno sebagai perangkat mikrokontroler, dan sensor ultrasonic untuk menerima rangsangan dari luar sistem mikrokontroler serta perangkat sim card untuk melakukan proses komunikasi antar perangkat kontrol yang terpasang pada tempat sampah dengan perangkat telpon genggam milik petugas pengurus gedung kebaktian jemaat Eklesia Nun Baun Delha..
- 2) Melakukan pengerjaan tempat sampah yang menggunakan perangkat arduino uno sebagai perangkat mikrokontroler yang dilengkapi dengan sensor ultrasonic dan sim card.
- 3) Melakukan uji coba pengoperasian tempat sampah yang menggunakan teknologi robotika.
- 4) Melakukan proses perbaikan desain maupun rangkaian elektronik arduino uno pada sistem tempat sampah.
- 5) Melakukan uji coba perangkat tempat sampah yang menggunakan teknologi robotika setelah dilakukan perbaikan.



Gambar 4.2. Proses Pemrograman Perangkat Robotika untuk dimanfaatkan sebagai perangkat kontrol



Gambar 4.3. Pemasangan Perangkat Robotika pada Perangkat Tempat Sampah

Hasil yang Diperoleh

Berdasarkan kegiatan yang dilakukan maka hasil yang diperoleh dari program Pengabdian Masyarakat ini adalah:

- 1) Jemaat Eklesia Nun Baun Delha saat ini telah memiliki tempat sampah yang dilengkapi dengan Teknologi Robotika sebanyak dua unit yang dapat dioperasikan secara praktis.
- 2) Dengan penggunaan tempat sampah yang dilengkapi dengan Teknologi Robotika ini secara perlahan mulai merubah perilaku jemaat Eklesia Nun Baun Delha dalam menjaga kebersihan tempat ibadah.
- 3) Pengurus Tempat Ibadah (Koster) yang ada di Jemaat Eklesia Nun Baun lebih mudah melakukan pengontrolan terhadap kondisi isi tempat sampah yang dilengkapi dengan Teknologi Robotika yang ditempatkan di dalam ruang kebaktian Jemaat Eklesia Nun Baun Delha.



Gambar 4.4. Perangkat Tempat Sampah yang telah dilengkapi dengan perangkat robotika.

B. Pembahasan

Pada umumnya sebuah sistem robot dapat berjalan sempurna harus memiliki elemen-elemen dasar, yaitu:

Kontroler

Kontroler merupakan bagian yang sangat penting dalam robotika. Sistem robotika tanpa kontroler hanya akan menjadi benda mekatronik yang mati. Dalam sistem kontroler robotik terdapat dua bagian yaitu sistem kontrol loop terbuka dan sistem kontrol loop tertutup (Anonymous, 2015). Kontroler yang digunakan pada perangkat tempat sampah ini yaitu arduino uno. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi

USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya (Pitowarno. 2006).

Sensor

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai rekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa (Santoso. 2015).

Manipulator

Manipulator merupakan sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah, atau mengolah) (Kadir.2017). Manipulator yang digunakan pada perangkat tempat sampah ini yaitu modul GSM SIM900A.

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo (Setiawan, D. 2014).

Adapun untuk instalasi tiap komponen ke arduino yaitu:

- a. Cara instalasi sensor ultrasonik 1: Awalnya tegangan input pada arduino dihubungkan dengan adaptor 5-12 VDC. Pin VCC pada sensor dihubungkan dengan pin 5V pada arduino, pin TRIGGER pada sensor 1 dihubungkan dengan pin 8 pada arduino, pin ECHO dihubungkan dengan pin 7 pada arduino, kemudian GND pada sensor dihubungkan dengan pin GND pada arduino.
- b. Cara instalasi motor servo: Awalnya tegangan input pada motor servo dihubungkan dengan adaptor 5 VDC. Pin data pada motor servo dihubungkan pada pin 9 pada arduino, kemudian pin GND pada motor servo dihubungkan pada GND catu daya.
- c. Cara instalasi sensor ultrasonik 2 ke arduino: Awalnya pin VCC pada sensor dihubungkan dengan pin 5V pada arduino, pin TRIGGER pada sensor 2 dihubungkan dengan pin 5 pada arduino, pin ECHO dihubungkan dengan pin 4 pada arduino, kemudian GND pada sensor dihubungkan dengan pin GND pada arduino.
- d. Cara instalasi modul SIM 800L ke arduino: Awalnya VCC pada modul SIM 800L dihubungkan dengan pin 5v pada arduino, lalu pin TX dihubungkan dengan pin 2 pada arduino, pin RX dihubungkan dengan pin 3 pada arduino, kemudian pin GND dihubungkan pada pin GND pada arduino.

Cara Kerja Sistem alat tempat sampah pintar berbasis arduino uno menggunakan modul GSM (Global System For Mobile Communication) Awalnya arduino

diberikan daya sebesar 7V yang diambil dari port USB dan Setelah semua komponen terhubung dengan arduino, selanjutnya sketch yang telah dibuat dimasukkan atau diinjeksikan pada arduino sehingga alat bekerja sesuai dengan isi sketch. Pada saat Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan oleh sensor akan dipancarkan dari pemancar ultrasonik. Ketika sinyal mengenai penghalang, maka sinyal ini dipantulkan dan diterima oleh penerima ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian penerima dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap penghalang di depannya. Kemudian mikrokontroler akan mengirimkan perintah ke motor servo untuk membuka katup tempat sampah, itu adalah garis besar dari cara kerja system sensor ultrasonik 1 untuk membuka dan menutup katup tempat sampah. Kemudian di saat sensor ultrasonic 2 membaca ketinggian sampah pada jarak yang telah diatur maka sensor 2 akan mengirim sinyal ke rangkaian mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan mengirim perintah ke sensor ultrasonik 1 untuk berhenti bekerja, lalu disaat yang bersamaan mikrokontroler mengirim perintah ke modul SIM 800L untuk memproses pengiriman SMS ke nomor tujuan yang sudah dimasukkan ke dalam sketch sebagai indikator pemberitahuan bahwa tempat sampah sudah penuh.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang ada, maka dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat berupa pemanfaatan teknologi robotika pada perangkat tempat sampah di gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang yang tidak lain adalah merupakan implementasi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Cendana pada beberapa waktu sebelumnya ternyata memiliki dampak yang positif dalam hal pemenuhan kebutuhan masyarakat akan kebersihan lingkungan. Dimana peralatan yang dihasilkan memberikan manfaat yang cukup besar dalam hal pengelolaan sampah di gedung kebaktian Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha Klasis Kota Kupang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara finansial dan dukungan moril yaitu kepada Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Cendana, Ketua Majelis Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha beserta satuan majelis, teman-teman koster di Jemaat GMIT Eklesia Nun Baun Delha, bapak ibu dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang terlibat dalam pelaksanaan PPM ini dan semua mahasiswa yang turut andil dalam terlaksananya PPM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, D., T. Syahputra, M. Iqbal. 2014. Rancang Bangun Alat Pembuka Dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Volume 1 No. 1. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Anonimous. 2015. Modul Praktikum Robotika Volume 4. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang

- Chamim, 2012. Mikrokontroler Belajar Code Vision AVR Mulai Dari Nol. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Jenna, R. Jambeck. 2015. *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Universitas Georgia.
- Kadir, Abdul (Ed). 2017. *From Zero to a Pro: Arduino* (Edisi Revisi). Yogyakarta: Andi
- Pitowarno. Endra. 2006. "ROBOTIKA: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan". Yogyakarta: Andi Offset.
- Santoso, H. 2015. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya. Elang Sakti.
- Sugiyono, 2012. Metode Penelitian dan Pengembangan. Bandung : Alfabeta
- Nitte M. R. Julio. 2021. Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Menggunakan Modul GSM. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. FKIP. Universitas Nusa Cendana