

PERANCANGAN ALAT PEMILAH SAMPAH OTOMATIS ANTARA DAUR ULANG DAN NON DAUR ULANG BERBASIS ARDUINO

Dyah Sri Wulandari ⁽¹⁾, Yassyir Maulana ⁽²⁾, Rais Muammar ⁽³⁾, Faisal Rahman ⁽⁴⁾

^{1,2,4}Teknik Industri, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin

³Teknik Elektro, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin

e-mail: dyahsriwulandari8786@uniska-bjm.ac.id

ABSTRACT

The waste problem in Indonesia, especially in the city of Banjarmasin requires innovative solutions for more effective management. The recycling process is often hampered because organic and inorganic waste is still mixed. This study aims to design and build a prototype of an Arduino-based automatic waste sorting tool that is able to separate metal (recycled) and non-metal (non-recycled) waste to facilitate the recycling process. The method used is Research and Development (R&D), covering the design, manufacture, and testing of components and integrated systems. The test results show that the main components function as expected. Inductive proximity sensors effectively detect metals, while a combination of capacitive and infrared sensors is able to identify the presence of non-metallic debris. The mg996r servo Motor works with precision to direct the garbage, although it shows vibrations when approaching the maximum load. Visual indicators such as LCD and RGB LEDs also operate well although they require further calibration. Overall, this prototype successfully proves the feasibility of the concept of an automated waste sorting system.

Keywords: Waste Sorting Equipment, Recycling, Non-Recycling, Arduino

ABSTRAK

Permasalahan sampah di Indonesia, khususnya di Kota Banjarmasin memerlukan solusi inovatif untuk pengelolaan yang lebih efektif. Proses daur ulang seringkali terhambat karena sampah organik dan anorganik masih tercampur. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis Arduino yang mampu memisahkan sampah logam (daur ulang) dan non logam (non daur ulang) untuk mempermudah proses daur ulang. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D), meliputi perancangan, pembuatan, dan pengujian komponen serta sistem terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komponen-komponen utama berfungsi sesuai harapan. Sensor proximity induktif efektif mendeteksi logam, sementara kombinasi sensor kapasitif dan inframerah mampu mengidentifikasi keberadaan sampah non logam. Motor servo MG996R bekerja dengan presisi untuk mengarahkan sampah, meskipun menunjukkan getaran saat mendekati beban maksimal. Indikator visual seperti LCD dan LED RGB juga beroperasi dengan baik walau memerlukan kalibrasi lebih lanjut. Secara keseluruhan prototipe ini berhasil membuktikan kelayakan konsep sistem pemilah sampah otomatis.

Kata Kunci : Alat Pemilah Sampah, Daurl Ulang, Non Daurl Ulang, Arduino

1. Pendahuluan

Sampah hingga saat ini di Indonesia masih menimbulkan permasalahan baik itu

penumpukan sampah di tempat pembuangan akhir maupun pengelolaannya yang belum sepenuhnya

berjalan dengan baik. Definisi sampah menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat, sampah merupakan masalah yang sering menjadi *trending* topik hampir di semua daerah khususnya fenomena yang terjadi di Kota Banjarmasin yang berstatus tanggap darurat sampah tepatnya pada 1 Februari 2025 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Basirih ditutup oleh Kementerian Lingkungan Hidup karena masih menerapkan metode pembuangan terbuka atau *open dumping* yang dilarang oleh Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah.

Salah satu solusi masalah sampah ini yaitu dengan melakukan pengolahan sampah seperti pemilahan sampah, proses daur ulang sampah dan memanfaatkannya, diharapkan mampu mengurangi masalah-masalah dimasyarakat. Kondisi sampah yang ada di lingkungan saat ini sampahnya masih dalam kondisi tercampur jenisnya antara sampah organik dan sampah anorganik, belum dilakukan pemilahan sampah, sehingga menjadi masalah ketika dilakukan daur ulang (Prita Cahaya et al 2021). Perbedaan paling mendasar antara sampah organik dan anorganik adalah waktu yang dibutuhkan untuk terurai. Sampah organik merupakan jenis sampah yang relatif cepat terurai. Sementara itu,

sampah anorganik sulit terurai dan membutuhkan waktu yang lama. Pemisahan kedua jenis sampah ini dapat membantu mencegah pencemaran dan memudahkan daur ulang sampah.

Melihat dari fenomena yang ada di Kota Banjarmasin maka untuk pengembangan keilmuan dan membantu masyarakat mengatasi berbagai masalah sampah maka penelitian ini dibuat dengan judul Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis Antara Daur Ulang dan Non Daur Ulang Berbasis Arduino.

fokus penelitian ini adalah membuat desain alat pemilah sampah organik dan anorganik yang berbasis Arduino, desain alat ini dapat memperlancar proses daur ulang sampah yang masih dapat dimanfaatkan atau didaur ulang secara efektif sebelum sampai di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), alat ini dapat digunakan untuk memisahkan sampah yang dapat di daur ulang dan non daur ulang karena proses daur ulang akan lebih sulit jika sampah tercampur dan sudah sampai di TPA karena pemilahan akan memakan waktu dan juga akan menurunkan kualitas sampah yang masih dapat didaur ulang, desain alat ini dapat membantu pemerintah, swasta, masyarakat, usaha kecil menengah (UKM) dan pegiat lingkungan yang memanfaatkan sampah untuk didaur ulang dan dijadikan produk.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pemilah sampah otomatis berbasis Arduino. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk menghasilkan produk teknologi yang inovatif melalui serangkaian tahapan sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga pengujian prototipe.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu, Uji LCD, Uji LED RGB Module, Uji Motor Servo MG996R,

Uji Sensor Proximity Induktif, Uji Sensor Proximity Infrared, Uji Sensor Proximity Kapasitas.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun prototipe alat pemilah sampah otomatis antara daur ulang dan non daur ulang menggunakan Arduino Uno. Kinerja setiap komponen telah diuji secara individual sebelum diintegrasikan ke dalam system, seperti yang terlihat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Pengujian LCD 16x2

No	Pengujian	Input/Program	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Inisialisasi LCD	Program setup LCD	LCD menampilkan baris kosong	Berhasil	Stabil
2	Tampilan Karakter	Cetak huruf A-Z	Semua huruf tampil benar	Berhasil	Lengkap
3	Tampilan Angka	Cetak 0-9	Semua angka tampil benar	Berhasil	Lengkap
4	Tampilan Simbol	Cetak !, @, #, \$	Simbol tampil sesuai	Berhasil sebagian	Beberapa simbol tidak tampil
5	Tampilan Teks Statis	Cetak 'HELLO'	HELLO tampil di layar	Berhasil	Stabil
6	Tampilan Teks Bergulir	Scroll 'WELCOME'	Tulisan bergulir ke kanan/kiri	Berhasil	Smooth
7	Backlight	On/Off backlight	Backlight nyala dan mati	Berhasil	Respon cepat
8	Dua Baris	Cetak baris 1 & 2	Kedua baris aktif	Berhasil	Jelas
9	Custom Character	Program karakter baru	Simbol khusus tampil	Berhasil sebagian	Butuh kalibrasi kode

Tabel 2. Pengujian LED RGB Module 5V DC

No	Pengujian	Input/Program	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Uji Warna Merah	Pin R = HIGH	LED menyala merah	Berhasil	Stabil
2	Uji Warna Hijau	Pin G = HIGH	LED menyala hijau	Berhasil	Stabil
3	Uji Warna Biru	Pin B = HIGH	LED Menyala biru	Berhasil	Stabil
4	Uji Kombinasi Merah + Hijau	Pin R,G = HIGH	LED menyala kuning	Berhasil	Warna sesuai
5	Uji Kombinasi Merah + Biru	Pin R,B = HIGH	LED menyala ungu	Berhasil	Warna sesuai
6	Uji Kombinasi Hijau + Biru	Pin G,B = HIGH	LED menyala cyan	Berhasil	Warna sesuai
7	Uji Warna Putih	Pin R,G,B = HIGH	LED menyala putih	Berhasil	Warna seimbang
8	Kontrol Brightness	PWM duty cycle 50%	LED menyala setengah terang	Berhasil sebagian	Butuh kalibrasi PWM

9	Efek Blinking RGB	Loop ON/OFF semua warna	LED berkedip bergantian	Berhasil	Respon normal
---	-------------------	-------------------------	-------------------------	----------	---------------

Tabel 3. Pengujian Motor Servo MG996R

No	Pengujian	Input/Program (PWM)	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Posisi 0°	Pulse 1 ms (0°)	Servo ke posisi 0°	Berhasil	Stabil
2	Posisi 90°	Pulse 1.5 ms (90°)	Servo ke posisi 90°	Berhasil	Stabil
3	Posisi 180°	Pulse 2 ms (180°)	Servo ke posisi 180°	Berhasil	Stabil
4	Gerakan Bertahap	0° → 45° → 90° → 135° → 180°	Servo mengikuti tiap langkah	Berhasil	Respon cepat
5	Gerakan Balik	180° → 0°	Servo kembali ke posisi awal	Berhasil	Halus
6	Akurasi Posisi	Set ke 90° berulang	Selalu berhenti di 90° ±1°	Berhasil	Presisi baik
7	Kecepatan Putar	Step 0° → 180°	Waktu tempuh ±0.2s/60°	Berhasil	Sesuai datasheet
8	Beban Ringan	Servo dengan load kecil	Tetap stabil	Berhasil	Tidak overheating
9	Beban Berat	Servo dengan load 8 kg·cm	Masih mampu menahan	Berhasil sebagian	Terdapat vibrasi

Tabel 4. Pengujian Sensor Proximity Induktif

No	Material Benda Uji	Jarak Uji (mm)	Output Sensor	Keterangan
1	Besi	5	Terdeteksi	Sesuai harapan (basis kalibrasi)
2	Besi	9	Tidak Terdeteksi	Melebihi Sn efektif
3	Stainless Steel	3	Terdeteksi	Masih dalam jangkauan reduksi
4	Stainless Steel	6	Tidak Terdeteksi	Melebihi Sn efektif
5	Aluminium	2	Terdeteksi	Reduksi kuat pada non-ferro
6	Aluminium	4	Tidak Terdeteksi	Melebihi Sn efektif
8	Tembaga	2	Terdeteksi	Sangat tereduksi
9	Tembaga	3	Tidak Terdeteksi	Melebihi Sn efektif
10	Baja Galvanis	7	Terdeteksi	Sedikit reduksi karena lapisan

Tabel 5. Pengujian Sensor Proximity Infrared

No	Jenis Objek	Warna/Permukaan	Jarak Uji (cm)	Output Sensor	Keterangan
1	Kertas Putih	Datar/Matt	5	Terdeteksi	Pantulan kuat, stabil
2	Kertas Hitam	Datar/Matt	5	Tidak Terdeteksi	Pantulan lemah

3	Akrilik Bening	Transparan	5	Terdeteksi sebagian	Kadang false trigger
4	Akrilik Bening	Transparan	10	Tidak Terdeteksi	Pantulan terlalu lemah
5	Logam	Mengkilap	10	Terdeteksi	Pantulan kuat dari permukaan mengkilap
6	Kayu	Kasaran	5	Terdeteksi	Masih dalam jangkauan deteksi
7	Kayu	Kasaran	10	Tidak Terdeteksi	Jarak terlalu jauh
8	Plastik Putih	Mengkilap	7	Terdeteksi	Pantulan cukup baik
9	Plastik Hitam	Mengkilap	7	Tidak Terdeteksi	Absorpsi IR tinggi
10	Tangan Manusia	Kulit	5	Terdeteksi	Respon cepat

Tabel 6. Pengujian Sensor Proximity Kapasitif

No	Jenis Benda Uji	Jarak Aktual (cm)	Hasil Deteksi Sensor	Keterangan
1	Plastik	1	Terdeteksi	Stabil
2	Plastik	3	Tidak Terdeteksi	Sesuai spesifikasi
3	Kaca/Akrilik	1	Terdeteksi	Stabil
4	Kaca/Akrilik	3	Tidak Terdeteksi	Sesuai spesifikasi
5	Kayu	1	Terdeteksi	Stabil
6	Kayu	2	Tidak Terdeteksi	Sesuai spesifikasi
7	Air (wadah)	2	Terdeteksi	Sangat sensitif
8	Air (wadah)	4	Tidak Terdeteksi	Jarak terlalu jauh
9	Logam	2	Terdeteksi	Stabil
10	Logam	5	Terdeteksi	Respon kuat

Kinerja Sensor

Sensor Proximity Induktif : Sensor ini berfungsi sebagai pendeteksi utama untuk sampah logam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ini sangat efektif dalam mendeteksi logam jenis *ferrous* seperti besi pada jarak hingga 5 mm dan baja galvanis pada 7 mm. Namun, untuk logam *non-ferrous* seperti aluminium dan tembaga, jarak deteksi efektifnya berkurang secara signifikan menjadi hanya 2 mm, sesuai dengan karakteristik sensor induktif. Hal ini

mengindikasikan bahwa sampah logam seperti kaleng minuman (aluminium) harus berada sangat dekat dengan sensor untuk dapat terdeteksi dengan andal.

Sensor Proximity Kapasitif dan Inframerah: Sensor kapasitif menunjukkan kemampuan mendeteksi berbagai material non-logam seperti plastik, kaca, kayu, dan bahkan air dari jarak dekat (1-2 cm). Sementara itu, sensor inframerah terbukti andal dalam mendeteksi objek seperti kertas putih, kayu, dan tangan manusia pada jarak 5 cm. Namun, pengujian sensor

inframerah juga mengungkapkan kelemahannya: sensor ini gagal mendeteksi objek berwarna hitam atau yang transparan karena penyerapan atau penerusan sinar inframerah yang tinggi. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi keberadaan sampah non-logam.

Kinerja Aktuator dan Output

Motor Servo MG996R: Motor servo berfungsi sebagai mekanisme penggerak untuk mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai. Pengujian menunjukkan bahwa servo ini memiliki presisi dan kecepatan yang baik, mampu bergerak ke posisi 0° , 90° , dan 180° dengan stabil dan responsif. Servo ini juga mampu menangani beban ringan dengan sangat baik. Namun, saat diuji dengan beban berat yang mendekati batas spesifikasinya ($8\text{kg}\cdot\text{cm}$), terjadi getaran (vibrasi). Hal ini menunjukkan potensi masalah jika sampah yang dipilah memiliki berat yang cukup signifikan, yang dapat memengaruhi akurasi pemilahan.

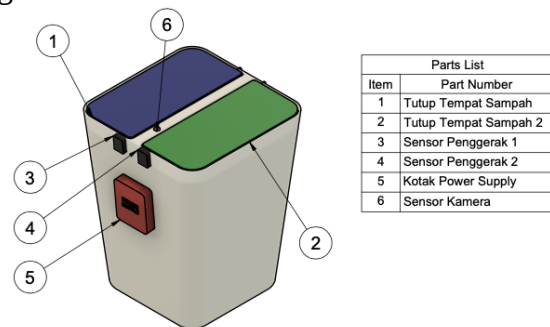
Indikator LED RGB dan LCD 16x2: LED RGB berfungsi sebagai indikator visual status sistem, di mana semua warna primer (Merah, Hijau, Biru) dan warna kombinasi (Kuning, Ungu, Cyan, Putih) berhasil ditampilkan dengan baik. Kendala kecil ditemukan pada kontrol kecerahan yang membutuhkan kalibrasi PWM lebih lanjut. LCD 16x2 juga berfungsi dengan baik untuk menampilkan teks statis dan bergulir, meskipun ada beberapa karakter simbol yang gagal ditampilkan.

Kinerja Sistem Terintegrasi

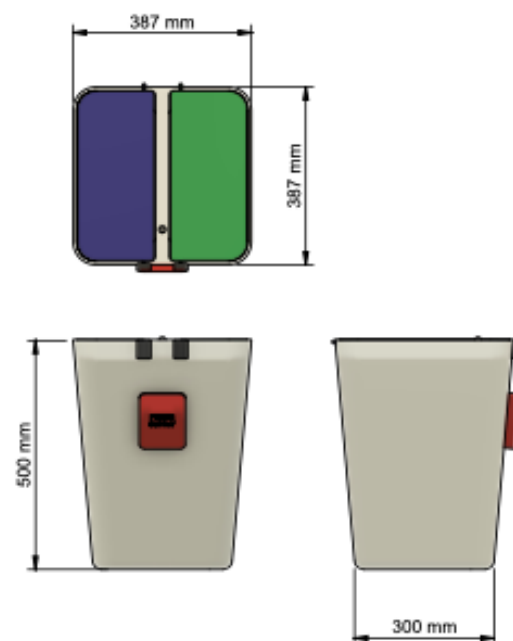
Prototipe yang dirakit mampu menjalankan alur kerja pemilahan sampah sesuai rancangan. Ketika sampah diletakkan di konveyor, sensor akan mendeteksi jenisnya (logam atau non-logam). Berdasarkan input sensor, Arduino akan menginstruksikan motor servo untuk

mengarahkan sampah ke Tempat Sampah 1 untuk satu kategori atau Tempat Sampah 2 untuk kategori lainnya, sesuai dengan logika program yang ditanamkan. Meskipun pengujian sistem secara keseluruhan belum dijabarkan secara kuantitatif dalam dokumen yang ada, hasil pengujian komponen individu menunjukkan bahwa sistem ini secara fungsional dapat beroperasi sesuai tujuan penelitian.

Setelah system yang dirancang selesai maka desain bentuk dan ukuran alat pemilah sampah disesuaikan dengan kebutuhan, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Desain Bentuk Alat Pemilah Sampah



Gambar 2. Ukuran Alat Pemilah Sampah

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis Arduino telah berhasil dirancang dan dibangun, mampu membedakan antara sampah logam dan non-logam menggunakan kombinasi sensor induktif, kapasitif, dan inframerah.
2. Komponen-komponen utama seperti sensor, motor servo, LCD, dan LED telah diuji dan menunjukkan kinerja yang sebagian besar sesuai dengan harapan, meskipun beberapa keterbatasan teridentifikasi, seperti jarak deteksi sensor dan kemampuan penanganan beban oleh motor servo.
3. Sistem secara konseptual telah membuktikan kelayakannya dalam mengotomatisasi proses pemilahan sampah dasar, yang menjadi fondasi penting untuk pengembangan teknologi pengelolaan sampah yang lebih canggih.

Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah :

1. Peningkatan Kemampuan Sensor: Mengingat keterbatasan sensor inframerah pada objek gelap dan sensor induktif pada logam non-ferrous, disarankan untuk menambahkan sensor warna seperti TCS34725 (seperti yang disebutkan dalam dokumen metodologi) untuk membedakan jenis material non-logam (misalnya, antara kertas dan plastik) dan meningkatkan akurasi deteksi secara keseluruhan.
2. Optimasi Mekanik: Untuk mengatasi getaran pada motor servo saat menahan beban berat, disarankan untuk menggunakan motor servo dengan torsi yang lebih tinggi atau merancang ulang mekanisme pemilah agar tidak membebani servo secara langsung.
3. Pengujian Kuantitatif: Melakukan uji

coba produk dengan analisis data kuantitatif yang lebih detail, seperti menghitung persentase keberhasilan pemilahan untuk berbagai jenis sampah, waktu rata-rata pemilahan per item, dan menganalisis secara spesifik kesalahan yang terjadi pada sistem.

4. Kalibrasi Perangkat Lunak: Melakukan kalibrasi lebih lanjut pada *duty cycle* PWM untuk kontrol kecerahan LED dan memperbaiki kode program untuk dapat menampilkan semua karakter simbol pada LCD 16x2.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Albanjari atas pendanaan hibah APBU pada tahun 2025 kepada penelitian ini dengan skema Penelitian Dosen Pemula terimakasih juga kami ucapkan untuk LPPM Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Albanjari yang turut membantu kelancaran penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Andrianto, H., & Darmawan, A. (2017). ARDUINO Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung: Informatika Bandung.
- Bank Dunia. (2018). What a Waste 2.0: Potret Global Pengelolaan Sampah Pada tahun 2050. Washington,DC:BankDunia.<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Cahaya Prita, L., Sarah Lestari, Y. ., Firdaus, F. ., Firdaus, F. ., Quthbirrobbaani, H. ., Mia Ningsih, I. ., & Rahmawati, D. . (2021). Alat Pemilah Sampah Organik Anorganik dan Logam Secara Otomatis Menggunakan Sensor Proximity. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(10), 1815–1824. <https://doi.org/10.59141/jist.v2i10.248>

- Chang, Y., Wu, J., & Yen, Y. (2020). Applying kansei engineering and analytic hierarchy process to design smart grid products.
- M Akbar, S Devi A, K. Diah K (2021). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266. Jurnal Komputer Terapan Vol.7 No.2 290-299
- Nasution, H. (2021). Inovasi Teknologi dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Lingkungan. Yogyakarta: Pers Universitas Gadjah Mada.
- Nagamachi, M. (2018). Kansei engineering: A holistic ergonomics and design technology for product development. *Applied Ergonomics*, 68, 247–253.
- Sanjaya, M. (2016). Panduan Praktis Membuat ROBOT CERDAS menggunakan ARDUINO dan MATLAB (Ignas, Ed.). Yogyakarta: Penertbit ANDI.
- Suyatno, B., & Hartati, R. (2021). Peran Daur Ulang dalam Pengelolaan Sampah Berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 40–49.
- Kurniawan, A. (2020). Manajemen Sampah Perkotaan: Strategi dan Kebijakan. Jakarta: Grup Prenadamedia.
- Putri, D.M., & Ramadhan, F. (2019). Tantangan Pengelolaan Sampah di Indonesia: Studi Kasus di DKI Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 55–65. <https://doi.org/10.1234/jil.v17i2.2345>
- Y. A. Bahtiar, D. Arianto, M. Taufik and T. Handayani, (2019). "Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif," *Jurnal EECCIS*, vol. 13, no. 3, pp. 109-113.
- Yulianti, N. (2022). Analisis Dampak Sampah Non-Daur Ulang Terhadap Lingkungan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 10(1), 20–29.