

INSTALASI MESIN SAMPAH PLASTIK UNTUK TEKNOLOGI PENGUMPULAN DAN PEMILAHAN SAMPAH ANORGANIK BERKELANJUTAN

Mahliza Nasution^{1*}, Healthy Aldriany Prasetyo², Apip Gunaldi Dalimunthe³

^{1,2,3}Universitas Medan Area, Indonesia

mahliza@staff.uma.ac.id^{1*}, healthy@staff.uma.ac.id², apip@staff.uma.ac.id³

Received: 02-03-2024

Revised: 10-03-2024

Approved: 25-04-2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Merancang dan membangun alat pemilah sampah organik dan anorganik, dan (2) Memahami prinsip kerja dari alat pemilah tersebut. Sampah yang digunakan dalam penelitian ini mencakup kardus, daun, kertas, ranting kayu, dan kulit pisang untuk sampah organik, serta plastik, botol, besi, kaleng, dan botol plastik untuk sampah anorganik. Setelah melalui proses perancangan dan pengujian, disimpulkan bahwa rancangan alat dengan tiga sensor yang digunakan berhasil membedakan jenis sampah organik dan anorganik. Hal ini memungkinkan katup sampah organik atau katup sampah anorganik untuk terbuka sesuai dengan jenis sampah yang terdeteksi, serta menampilkan monitoring isi tempat sampah pada layar LCD. Jarak yang direkomendasikan untuk sensor pada sampah organik adalah kurang dari 27 mm, sedangkan untuk sampah anorganik adalah kurang dari 3 mm. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengelolaan limbah dengan menyediakan alat yang dapat memilah sampah secara otomatis, sehingga memfasilitasi proses pengelolaan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi solusi dalam mengurangi dampak negatif dari peningkatan jumlah sampah dan biomassa yang dihasilkan oleh masyarakat, serta mempromosikan praktik pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *Sampah Organik, Sampah Anorganik, Instalasi Mesin, Prototipe Alat Pemilah Sampah, Sensor LED*

PENDAHULUAN

Potensi limbah dan biomassa pasti ada di setiap daerah, karena setiap hari manusia secara alami selalu menghasilkan sampah untuk memenuhi kebutuhannya. Namun memang punya potensi limbah dan biomassa di setiap area berbeda sebanding dengan jumlahnya penduduknya. Makin banyak jumlah penduduk di setiap daerah, potensi sampah dan biomassa yang dihasilkan juga terus meningkat (Clasissa Aulia et al., 2021). Pertumbuhan penduduk Indonesia yang cepat akan secara tidak langsung mempengaruhi peningkatan produksi limbah. Sistem pengelolaan limbah yang tidak efektif dan efisien akan berdampak pada akumulasi limbah di lokasi pemrosesan akhir. Tumpukan besar sampah berpotensi menghasilkan gas yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Harjanti & Anggraini, 2020). Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022 hasil input dari 202 kab/kota se Indonesia menyebut jumlah timbunan sampah nasional mencapai angka 21.1 juta ton. Dari total produksi sampah nasional tersebut, 65.71% (13.9 juta ton) dapat terkelola, sedangkan sisanya 34,29% (7,2 juta ton) belum terkelola dengan baik. Berdasarkan Data statistik sampah domestik Indonesia, jenisnya Sampah plastik menempati urutan kedua yaitu sebesar 64 juta ton

per tahun atau 14% dari total produksi limbah. Sedangkan data dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jakarta, Tumpukan sampah di wilayah DKI Jakarta sudah mencapai lebih dari 6.000 ton per hari dan sekitar 13% dari jumlah tersebut berupa sampah plastik.

Seiring dengan perkembangan, banyak ditemukan produk-produk minuman dalam kemasan yang beredar di lingkungan masyarakat, baik itu dalam kemasan gelas, kaleng, maupun botol plastik. Semakin banyak minuman dalam kemasan yang diproduksi, semakin banyak sampah gelas, kaleng, dan botol plastik yang terbuang. Hal ini memicu proses daur ulang sampah untuk mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan. Sampah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktifitas manusia dan alam (Badlisyah et al., 2022). Sampah dapat digolongkan berdasar sifatnya, menjadi organik dan non organik. Sampah yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat dipulihkan oleh alam disebut dengan sampah anorganik. Karena memakan waktu cukup lama, sampah anorganik akan menumpuk dan akhirnya mengganggu kemampuan makhluk hidup untuk bertahan hidup.

Sampah yang tergolong organik mungkin akan membusuk atau terurai lagi dengan bantuan lebih banyak mikroba. Kompos dan biogas dapat dihasilkan dari sampah organik. Sampah yang mudah didaur ulang dan tidak berdampak buruk terhadap lingkungan dianggap sampah organik. Di sisi lain, sampah organik yang tidak diolah juga dapat menjadi sumber aroma tidak sedap yang mengganggu tingkat kenyamanan lingkungan dan berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Alhasil, meski cepat terurai, sampah organik tetap memerlukan penanganan yang hati-hati. Sedangkan sampah anorganik merupakan sampah yang berbahan dasar an-organic dengan proses penguraian yang membutuhkan waktu sangat lama. Proses ini dipengaruhi oleh tingkat penguraian setiap bahan yang berbeda. Sampah anorganik dapat dimanfaatkan menjadi produk berdaya guna dengan melakukan pengolahan atau daur ulang. Kegiatan daur ulang terdiri atas kegiatan pengumpulan, pemilahan, dan pembuatan produk dari bahan bekas.

Seiring berjalannya waktu, timbul permasalahan dari praktik pembuangan sampah yang dilakukan masyarakat. Misalnya saja menjadi sumber racun dan bakteri penyebab penyakit bagi lingkungan sekitar karena semakin rumit. Permasalahan ini disebabkan oleh kebiasaan masyarakat yang buruk, ketidaktahuan, dan kemalasan dalam membuang sampah sesuai dengan kategorisasinya (Ardimansyah et al., 2022). Pengelolaan sampah merupakan permasalahan yang memiliki banyak aspek dan memiliki banyak aspek. Pemahaman dan praktik masyarakat Indonesia mengenai sampah merupakan salah satu isu paling signifikan yang melingkupinya. Untuk mengurangi dan mengatasi permasalahan terkait sampah, sistem pengelolaan yang komprehensif dan berkelanjutan harus diterapkan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sampah yang efektif di mana pun terdapat sampah, untuk mengatasi permasalahan sampah tersebut. Selain itu di bawah standar adalah manajemen itu sendiri (Zuraidah et al., 2022).

Pada umumnya memilah sampah masih dilakukan secara manual oleh tangan manusia. Pengolahan Sampah dapat diterapkan dalam penanganan sampah misalnya dengan menerapkan prinsip 3R, yaitu *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle* [8]. *Reduce*, juga dikenal sebagai pengurangan limbah, adalah upaya untuk mengurangi timbulan limbah di lingkungan sumbernya. Upaya ini bahkan telah dilakukan sebelum sampah dihasilkan. Setiap sumber dapat berkontribusi dalam pengurangan sampah dengan

mengubah kebiasaan konsumsinya, khususnya beralih dari boros dan menghasilkan banyak sampah menjadi ekonomis, efisien, dan menghasilkan sedikit sampah. *Reuse*, mengacu pada tindakan menggunakan kembali bahan atau sumber daya agar tidak berakhir di sampah (tanpa melalui prosedur pengelolaan terlebih dahulu). Contohnya adalah mengisi kaleng susu dengan susu isi ulang, memanfaatkan kertas yang dapat dibalik, dan memanfaatkan kembali botol minuman bekas ke dalam wadah air. *Recycle*, merupakan cara yang dapat digunakan untuk mengurangi sampah yang ada yaitu dengan cara mendaur ulang sampah sehingga menjadi sesuatu yang dapat dipakai kembali. Proses daur ulang (*recycle*) dilakukan di tempat pembuangan sampah akhir. Proses pemilah sampah masih dilakukan secara manual sehingga masih memakan banyak waktu, tenaga, dan tidak efektif. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tepat untuk mempercepat dan mempermudah dalam proses pemilahan sampah organik dan non organik.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat instalasi mesin alat pemilah sampah organik dan anorganik dengan sensor inframerah yang terintegrasi dengan sensor induktif dan kapasitif (Akbar et al., 2021). Prototipe tempat sampah pintar pemilah sampah organik dan anorganik menggunakan mikrokontroler yang terdiri dari sensor dan kapasitif yang digunakan untuk mendeteksi jenis bahan sampah, servo untuk mengendalikan pintu tempat sampah, sensor ultrasonik untuk mendeteksi isi tempat sampah dan LED untuk alarm pemberitahuan tempat sampah jika sudah penuh (Rosiana & Perdana, 2022). Sensor inframerah disematkan untuk dikombinasikan dengan sensor kapasitif dan induktif guna mendeteksi jenis sampah organik, anorganik dan metal. Alat dilengkapi dengan warna tempat sampah yang berbeda, sehingga lebih mudah dalam pengoperasian. Sampah harus terdeteksi oleh sensor sebelum masuk ke tempat sampah. Apabila tidak terdeteksi, otomatis pintu akan terkunci (Bahtiar et al., 2019). Konsep pengembangan sistem pendeteksi kapasitas tempat yang menggunakan sensor infra merah untuk mengumpulkan sampah secara mandiri dari perumahan yang rumit, memproses datanya dengan mikrokontroler, dan menampilkan hasilnya di layar PC (Almanda et al., 2018).

METODE PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian ini, digunakan pendekatan metodologi yang lazim digunakan. Penelitian dan pengembangan merupakan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, yang menghasilkan instalasi mesin sebagai hasil kreativitas dan penemuan. Membuat instrumen yang diperlukan untuk memastikan pemasangan mesin pemilah sampah efisien dan efektif. Hal ini bertujuan agar industri dapat menggunakan peralatan ini dan menghasilkan produk yang lebih baik. Metode penelitian dibagi menjadi 3 tahapan utama, yaitu (1) Studi pendahuluan, (2) Rancangan, (3) Pengujian dan Validasi.

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui studi literatur dengan membaca dan memahami berbagai jurnal dan buku-buku yang terkait dengan penelitian ini. Beberapa literatur yang dipelajari selain terkait permasalahan sampah, juga mengenai perangkat IoT yang digunakan pada alat, sensor dan aktuator untuk membedakan jenis sampah, hingga pada literatur mengenai Perencanaan Alat. Selain itu, studi pendahuluan juga dilakukan dengan observasi dan wawancara. Observasi dan wawancara dilakukan terhadap perilaku masyarakat, dalam hal ini civitas akademika di sekitar lingkungan

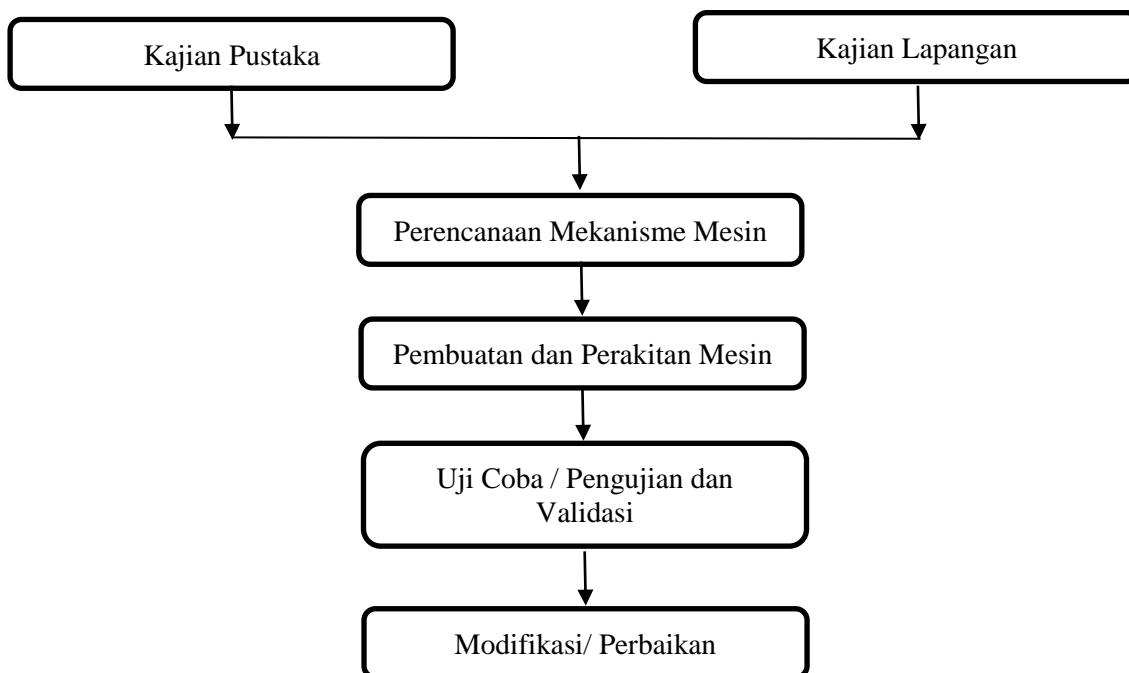
TPA Terjun untuk mengetahui proses pengambilan sampah di kota Medan.

Perancangan Alat Pemilah Sampah

Pada tahap ini mulai dikumpulkan requirement terhadap alat yang akan dirancang. Pengumpulan requirement didapatkan dengan studi literatur dan wawancara. Setelah itu, mulai dirancang alat yang akan dikembangkan. Perancangan dan perakitan sistem yaitu membuat meliputi perancangan rangkaian serta penalaran metode yang digunakan, lalu uji coba yaitu agar mengetahui apakah sistem berfungsi dengan baik atau ada kegagalan dalam proses perakitan dan perancangan. Luaran dari tahap ini adalah prototipe alat.

Pengujian dan validasi

Setelah prototipe alat selesai dibuat, kemudian dilakukan beberapa pengujian. Pengujian pertama adalah pengujian fungsionalitas setiap komponen dari alat yang dihasilkan. Pengujian kemampuan alat untuk membedakan sampah organik dan anorganik serta akurasi sensor. Ada dua data yang dikumpulkan pada pengujian ini, yakni tingkat keberhasilan alat untuk membedakan jenis sampah organik dan anorganik serta jarak antara sampah dengan sensor yang direkomendasikan agar alat dapat mengenali kedua jenis sampah dengan benar. Dengan ketiga data pengujian ini, diharapkan didapatkan performansi alat secara keseluruhan dalam mengenali jenis sampah dan menyelesaikan permasalahan yang disampaikan pada bagian pendahuluan.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Alat/ Prototipe

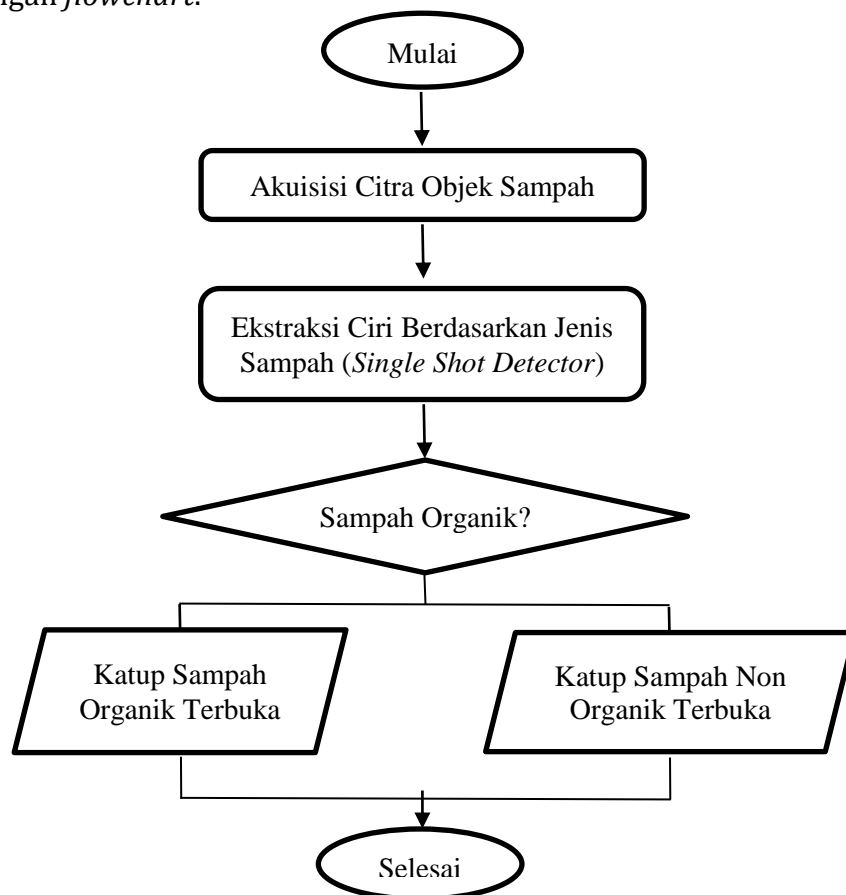
Desain dibuat menyesuaikan dengan penggunaan, yakni dibuat dengan konsep praktis dan elegan sehingga dapat dipindahkan sesuai dengan tempat yang diinginkan (*portable*), karena desain ini berukuran kecil sehingga cocok untuk sekala rumah tangga dan tidak merusak pemandangan dan lingkungan. *Prototyping* merupakan teknik pengembangan sistem yang banyak digunakan dan teknik ini juga memberikan fasilitas bagi pengembang dan pemakai untuk saling berinteraksi selama proses pembuatan,

sehingga pengembang dapat dengan mudah memodelkan perangkat lunak yang akan dibuat. *Prototyping* melewati lima proses, yaitu *communication*, *quick plan*, *quick design*, *prototype construction* dan *delivery & feedback* (Kurniati, 2021). Proses-proses tersebut dapat dijelaskan seperti dibawah ini:

- Communication*, pada tahapan ini pelanggan dan pengembang memutuskan tujuan keseluruhan, persyaratan ideal, dan deskripsi komponen yang akan dibutuhkan selanjutnya.
- Quick Plan*, pada tahapan ini desain diselesaikan dengan cepat, secara akurat mencerminkan semua fitur perangkat lunak yang diketahui saat ini, dan berfungsi sebagai dasar pembuatan prototipe.
- Modelling Quick Design*, pada tahapan ini berkonsentrasi pada menampilkan fitur perangkat lunak yang dapat dilihat oleh pengguna dan konsumen. Pembuatan prototipe adalah kecenderungan alami dalam memodelkan desain cepat.
- Construction of prototype*, pada tahapan ini membuat kerangka atau desain prototipe perangkat lunak yang akan dikembangkan.
- Delivery & Feedback*, Pada tahapan ini pengembang akan mendistribusikan prototipe kepada pengguna atau klien untuk penilaian; masukan klien akan digunakan untuk mengubah persyaratan perangkat lunak yang akan dikembangkan.

Hasil Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian Prototipe dengan menggunakan *flowchart*. Berikut adalah rancangan *flowchart*.



Gambar 2. Flowchart verifikasi prototipe instalasi mesin pemilah sampah

Pengujian unit ini dilakukan terhadap sensor yang digunakan untuk membedakan sampah organik dan anorganik. Terdapat dua bagian yang diuji, yakni pengujian akurasi untuk membedakan jenis sampah dan pengujian jarak antara sampah dengan ketiga sensor. Pada bagian pertama, diujikan 10 jenis sampah masing-masing sebanyak 9 kali percobaan. Sampah yang digunakan, antara lain kardus, daun, kertas, ranting kayu dan kulit pisang untuk sampah organik, serta plastic, botol, besi, kaleng dan botol plastik untuk sampah anorganik. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sensor berhasil 100% membedakan jenis sampah yang mana LED hijau menyala setiap pendeteksian sampah organik dan LED merah menyala setiap pendeteksian sampah anorganik. Catatan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Hasil Pengujian Sensor

Percobaan ke-	Sampah Organik					Sampah Anorganik				
	Kardus	Daun	Kertas	Ranting Kayu	Kulit Pisang	Plastik	Botol	Besi	Kaleng	Botol Plastik
1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
2	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
3	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
4	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
5	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
6	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
7	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
8	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
9	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah

Pada pengujian bagian kedua, untuk mendapatkan jarak yang direkomendasikan antara sampah dengan sensor, dilakukan percobaan terhadap 28 jarak, yakni 1 mm sampai dengan 28 mm. Keseluruhan jarak diujikan terhadap 8 jenis sampah, yakni tisu, kertas, kayu ranting dan kulit pisang untuk sampah organik serta plastik, botol, besi dan untuk sampah anorganik. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, sensor tidak berhasil mendeteksi sampah anorganik pada jarak 4 mm sampai 28 mm. LED merah tidak menyala saat jarak sampah dan sensor 4 mm sampai 28 mm. Catatan hasil pengujian jarak ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Hasil Pengujian Jarak

Jarak (mm)	Sampah Organik				Sampah Anorganik			
	Kertas	Tisu	Kulit Pisang	Ranting Kayu	Plastik	Botol	Besi	Kaleng
0	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
2	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
3	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
4	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
10	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
20	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
25	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
26	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
27	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah
28	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah	Merah

KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan pengujian terhadap alat pemilah, maka didapat kesimpulan bahwa Rancangan alat dengan ketiga sensor alat yang digunakan

berhasil membedakan jenis sampah organik dan anorganik sehingga katup sampah organik atau katup sampah anorganik akan terbuka sesuai dengan jenis sampah yang dideteksi termasuk ke dalam kategori mana, lalu monitoring isi tempat sampah akan tampil pada LCD. Serta jarak yang direkomendasikan untuk sampah organik dengan sensor adalah kecil dari 27 mm dan untuk sampah anorganik dengan sensor adalah kecil dari 3 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M., Anjasmara, S. D., & Wardhani, K. D. K. (2021). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Komputer Terapan*, 7(2), 290–299. <https://doi.org/10.35143/jkt.v7i2.5178>
- Almanda, D., Isyanto, H., & Samsinar, R. (2018). Perancangan Prototype Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Solar Panel 100 Wp Sebagai Sumber Energi Listrik Terbaru. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–9. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek>
- Ardimansyah, M. I., Hendriyana, H., & Muhammad, R. (2022). Rancang Bangun Prototipe Klasifikasi Sampah Otomatis Dengan Sensor Proximity Dan Linear Rail Slider Box Berbasis Mikrokontroler Arduino Di Lingkungan UPI Kampus Cibiru. *Journal of Software Engineering, Information and Communication Technology (SEICT)*, 1(1), 33–38. <https://doi.org/10.17509/seict.v1i1.29798>
- Badlisyah, T., Agustinur, S., & Rosa, M. (2022). Study Pengolahan Sampah Organik Dan Anorganik Pada Unit Bank Sampah Badan Usaha Milik Gampong (Bumg) Blang Krueng. *Lantanida Journal*, 9(2), 149. <https://doi.org/10.22373/lj.v9i2.12501>
- Bahtiar, Y. A., Ariyanto, D., Taufik, M., & Handayani, T. (2019). Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif. *Jurnal EECCIS*, 13(3), 109–113.
- Clasissa Aulia, D., Kiswanto Situmorang, H., Fauzy Habiby Prasetya, A., Fadilla, A., Safira Nisa, A., Khoirunnisa, A., Farhan, D., Nur, D., Nindya, A., Purwantari, H., Octaviani Dwi Jasmin, I., Aulia Akbar, J., Mesrina Cicionta Ginting, N. B., Fadhilah Lubis, R., Pangestiara Program Studi Ilmu Kesehatan Maskarakat, Z. G., & Kesehatan Masyarakat, F. (2021). Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat tentang Pengelolaan Sampah dengan Pesan Jepang. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Masyarakat (Pengmaskemas)*, 1(1), 62–70.
- Harjanti, I. M., & Anggraini, P. (2020). Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Planologi*, 17(2), 185. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v17i2.9943>
- Kurniati, K. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais. *Journal of Software Engineering Ampera*, 2(1), 16–27. <https://doi.org/10.51519/journalsea.v2i1.89>
- Rosiana, E., & Perdana, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Robot Pemilah Sampah Anorganik dengan Inductive Proximity dan LDR Sebagai Sensor. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(2). <https://doi.org/10.47065/bits.v4i2.2017>
- Zuraidah, Z., Rosyidah, L. N., & Zulfi, R. F. (2022). Edukasi Pengelolaan Dan Pemanfaatan Sampah Anorganik Di Mi Al Munir Desa Gadungan Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. *Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 1–6. <https://doi.org/10.29040/budimas.v4i2.6547>