

RANCANGAN MESIN CERDAS PEMILAH SAMPAH RUMAH TANGGA ORGANIK ANORGANIK DAN KACA BERBASIS *MOTOR SERVO* DAN SENSOR UNTUK MENGHASILKAN *ECO-ENZYME* DAN KOMPOS

Adia Pujarini¹ Gita Cahyani² Nadya Maheswari³

¹²³ Universitas Mahasaraswati Denpasar, Bali, Indonesia

Corresponding author : Adia Pujarini_adiaaaa21@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan sampah rumah tangga masih menjadi salah satu rintangan yang sedang dihadapi masyarakat Indonesia, terutama masyarakat Bali. Hal ini disebabkan oleh rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terkait pemilahan sampah secara mandiri. Pemilahan sampah secara manual dinilai kurang efektif sehingga menyebabkan masyarakat tidak memilah sampahnya secara konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang konsep sebuah mesin yang mampu melakukan pemilahan sampah secara otomatis dan praktis. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan studi literatur dengan menelaah berbagai sumber ilmiah yang relevan terkait dengan pemilahan sampah dan teknologi sensor. Berdasarkan kajian literatur Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor induktif, sensor proximity, dan sensor proximity kapasitif untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah. Sampah dimasukkan melalui satu inlet kemudian dipilah secara otomatis ke dalam tiga kategori, yaitu sampah organik, anorganik, dan kaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin cerdas pemilah sampah mampu melakukan pemilahan sampah secara otomatis sesuai dengan kategori yang ditentukan serta berpotensi meningkatkan efektivitas pemilahan dibandingkan metode manual. Dengan demikian, mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Pendahuluan

Sampah menjadi salah satu permasalahan terbesar yang dihadapi masyarakat di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia, khususnya di Bali. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia memproduksi sekitar 185.753 ton limbah setiap hari atau sekitar 67,8 juta ton dalam setahun, di mana rata-rata tiap individu menghasilkan sampah sekitar 0,8 kg sehari (KLHK, 2020). Sebagai salah satu tempat wisata ternama di dunia, Bali menanggung beban sampah yang sangat tinggi, terutama dari limbah domestik dan plastik yang sulit terdegradasi. Peningkatan jumlah limbah plastik tak hanya memperburuk pencemaran di darat, tetapi juga mencemari laut yang menjadi salah satu daya tarik utama untuk pariwisata di Bali. Salah satu tipe limbah yang paling umum terlihat di Bali adalah limbah rumah tangga, yang meliputi sampah organik (sisa makanan, dedaunan, dan limbah dari dapur) serta sampah anorganik (plastik, kaca, dan logam). Limbah rumah tangga ini umumnya tercampur tanpa pemisahan yang jelas, sehingga pengelolaannya menjadi lebih rumit dan tidak efisien. Menurut penelitian yang dilakukan di beberapa lokasi di Bali, sekitar 60-70 persen dari limbah rumah tangga terdiri dari bahan organik, sementara sisanya 30-40 persen terdiri dari bahan anorganik dan kaca (STOP, 2019). Jika tidak dikelola dengan baik,

komposisi limbah yang ada dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti pencemaran tanah, air, dan udara. Kebutuhan untuk mengelola limbah rumah tangga dengan baik di Bali menunjukkan pentingnya adanya sistem yang tidak hanya dapat memisahkan limbah menurut jenisnya, tetapi juga mengolah limbah organik menjadi produk yang berguna.

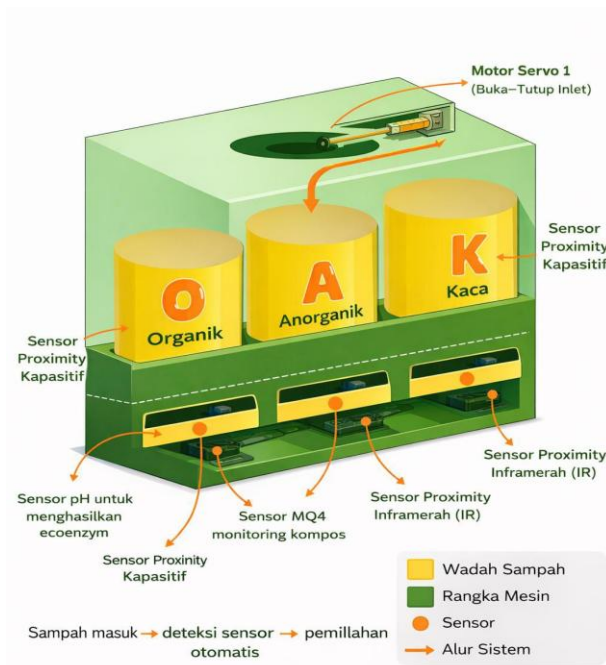
Salah satu pendekatan yang sedang dipertimbangkan adalah pemanfaatan *eco-enzyme* dan kompos, yang dapat dihasilkan melalui pengolahan limbah organik. *Eco-enzyme* merupakan cairan yang dihasilkan dari proses fermentasi limbah organik, yang bisa digunakan sebagai pembersih alami dan pestisida. Sedangkan kompos berfungsi sebagai pupuk organik yang efektif untuk meningkatkan kualitas tanah. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah rendahnya tingkat kesadaran dan kemampuan masyarakat untuk memisahkan limbah dengan baik, serta adanya keterbatasan teknologi yang mudah diakses oleh rumah tangga dalam mengelola sampah. Sehingga, pengembangan mesin pintar untuk memisahkan limbah rumah tangga yang dapat secara otomatis mengelompokkan limbah organik, anorganik, dan kaca sangatlah relevan. Mesin ini, yang berciri khas penggunaan motor servo dan sensor, akan otomatis memisahkan limbah berdasarkan jenisnya dan memproses limbah organik menjadi *eco-enzyme* dan kompos.

Penelitian bertujuan untuk mendesain dan mengembangkan mesin pintar pemisah limbah yang dapat mendukung masyarakat Bali dalam pengelolaan limbah rumah tangga secara lebih efisien dan ramah lingkungan. Melalui pemanfaatan teknologi motor *servo* dan sensor, alat ini diharapkan dapat memisahkan limbah dengan akurasi yang tinggi serta menghasilkan produk samping yang berguna, seperti *eco-enzyme* dan kompos. Selain itu, alat ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemisahan limbah dari sumbernya yang akan berkontribusi dalam mengurangi jumlah sisa yang dikirim ke tempat pembuangan akhir dan membantu mengurangi dampak buruk pada lingkungan, yang pada akhirnya dapat mendukung kebijakan pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan di Bali.

Metode

Penelitian ini merupakan studi literatur yang bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis berbagai sumber ilmiah terkait desain konsep mesin cerdas untuk pemilahan sampah dengan menggunakan teknologi sensor dan mikrokontroler. Informasi yang digunakan dalam studi ini merupakan data sekunder yang diperoleh melalui pencarian literatur di beberapa situs daring, seperti *Google Scholar*.

Pencarian literatur dilakukan dengan metode sistematis menggunakan kata kunci seperti pemilahan sampah otomatis, mesin pemilah sampah, sensor *proximity*, sensor *induktif*, sensor *proximity kapasitif*, serta mikrokontroler. Literatur yang terkumpul kemudian diseleksi berdasarkan kriteria tertentu, di mana artikel yang terpilih membahas tentang sistem pemilahan sampah otomatis, khususnya yang memanfaatkan sensor dan mikrokontroler untuk pengelolaan sampah, sedangkan artikel yang tidak relevan, tidak dapat diakses sepenuhnya, atau tidak bersifat ilmiah akan dikeluarkan dari analisis ini. Proses pengkajian literatur dilakukan secara bertahap, dimulai dari mengidentifikasi judul dan abstrak, lalu melanjutkan dengan menelaah seluruh isi artikel untuk memastikan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian. Hasil dari analisis literatur ini kemudian dijadikan sebagai landasan untuk menyimpulkan potensi penerapan mesin cerdas pemilah sampah sebagai solusi inovatif untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif, praktis, dan berkelanjutan.



Hasil dan Pembahasan

Model *prototipe* (tempat untuk membuang sampah dan memilah sampah):

Menggunakan sensor *proximity* kapasitif untuk mendeteksi sampah organik dan sensor *proximity infrared* mendeteksi sampah anorganik.

Motor *servo* merupakan sensor yang sudah dilengkapi dengan sistem kontrol *loop* tertutup di dalamnya. Motor *servo* ini dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat.

Motor *servo* merupakan sistem yang dapat bekerja secara dua arah. Motor *servo* bekerja dengan *system close feedback*.

Sensor *proximity* merupakan sebuah sensor yang dapat mendeteksi benda tanpa kontak fisik. Sensor *proximity* dapat mengalirkan medan elektromagnetik atau sinar radiasi elektromagnetik dan mendeteksi perubahan objek dengan cara mengembalikan sinyal. Sensor *proximity* bekerja berdasarkan objek terhadap sensor. Selain itu, sensor ini memiliki karakter yang dapat mendeteksi benda dengan jarak yang sangat dekat sesuai dengan tipe sensor yang digunakan.

Adapun prinsip kerja dari sensor ini, sebagai berikut.

1. Sensor ini dapat mendeteksi perubahan kapasitansi dalam medan elektromagnetik. Saat objek mendekat, kapasitansi antara sensor dan objek berubah dan diubah menjadi sinyal *output*.
2. Sensor ini dapat digunakan dalam berbagai produk salah satunya seperti mesin pemilah sampah.
3. Respon terhadap sampah, sensor *proximity* ini biasanya memiliki responsif terhadap sebuah objek yang memiliki kemampuan konduktif atau memiliki sifat *permittivity* yang berbeda dengan udara atau lingkungannya di sekitarnya. Sampah seperti logam atau material yang memiliki kemampuan konduktif memiliki respon yang baik terhadap sensor ini.

Sensor *proximity infrared* merupakan sensor yang menggunakan sinar inframerah untuk mendeteksi sebuah objek yang berada dalam jangkauan sensor. Adapun prinsip kerja dari sensor ini, sebagai berikut.

1. Sensor ini akan mengirimkan sinar inframerah ke objek. Apabila objek terdapat dalam jarak deteksi maka objek tersebut akan di deteksi.
2. Dalam mesin pemilahan sampah ini, sensor *proximity infrared* berperan dalam mendeteksi apakah sampah telah masuk ke dalam tempat sampah atau tidak.

3. Sensor ini dapat mendeteksi sampah dengan permukaan yang berbeda seperti kertas, dan plastik.

**RANCANGAN MESIN CERDAS PEMILAH SAMPAH RUMAH TANGGA
ORGANIK ANORGANIK DAN KACA BERBASIS MOTOR *SERVO* DAN SENSOR
UNTUK MENGHASILKAN *ECO-ENZYME* DAN KOMPOS**

Tabel 1: Rancangan Pengujian

No	Alat	Rencana Pengujian	Hasil Yang Diharapkan
1.	<i>Motor Servo Tower Pro MG966R 1</i>	Pengujian untuk membuka dan menutup tempat sampah.	Sensor dapat bekerja sesuai dengan derajat yang sudah ditetapkan.
2.	<i>Motor Servo Tower Pro MG966R 2</i>	Pengujian untuk memilah sampah organik, anorganik, dan kaca.	Sensor dapat bekerja sesuai dengan derajat yang sudah ditetapkan.
3.	Sensor <i>Proximity Kapasitif</i>	Pengujian untuk mendeteksi apakah sampah tersebut termasuk jenis sampah organik dan kaca.	Sensor dapat mendeteksi jenis sampah organik dan kaca sesuai dengan sistem yang telah ditetapkan.
4.	Sensor <i>Proximity Infrared</i>	Pengujian untuk mendeteksi sampah tersebut termasuk jenis sampah anorganik.	Sensor dapat mendeteksi jenis sampah anorganik dengan sistem yang telah ditetapkan.
5.	Sensor <i>pH</i>	Pengujian untuk membuat <i>eco enzyme</i> .	Sensor dapat membuat <i>eco enzyme</i> dengan memantau tingkat keasaman selama proses pemilahan sampah.
6.	Sensor <i>Mq4</i>	Pengujian ini untuk	Sensor dapat

		memonitoring berapa banyak gas metana saat proses pemilahan sampah.	memantau dan menghasilkan kompos.
7.	Mikrokontroler	Mengirimkan data dari mesin cerdas pemilah sampah untuk diintegrasikan pada perangkat (<i>handphone</i>).	Melalui mikrokontroler diharapkan penggunaan mesin cerdas pemilah sampah dapat digunakan melalui <i>handphone</i> .

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari literatur yang telah dikaji, dapat ditarik kesimpulan bahwa perancangan mesin pintar untuk memilah sampah adalah solusi yang sesuai untuk mengatasi masalah rendahnya tingkat kesadaran diri dalam melakukan pemisahan sampah secara manual di masyarakat. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler yang dikombinasikan dengan berbagai sensor dapat mendukung proses pemisahan sampah secara otomatis ke dalam kategori organik, anorganik, dan kaca melalui satu saluran masuk. Secara spesifik, sistem pemisahan otomatis ini dapat meningkatkan efektivitas serta kemudahan dalam memilah sampah bila dibandingkan dengan cara manual. Secara umum, penerapan mesin pintar pemilah sampah diharapkan menjadi sebuah inovasi yang mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan, serta turut berperan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemisahan sampah dari sumbernya.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan artikel ini. Terima kasih kepada Adia Pujarini selaku ketua tim, Gita Cahyani dan Nadya Maheswari selaku anggota tim yang telah berperan aktif dalam proses penyusunan dan pengkajian artikel ini. Apresiasi dan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dr. drg. Ni Wayan Arni Sardi, M.Biomed selaku dosen pendamping yang memberikan arahan, bimbingan, serta dukungan yang diberikan sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

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, 290–299.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Kebijakan pengelolaan sampah di Indonesia: Policy paper*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Maulana, R. A., & Windarto. (2024). *Rancang bangun pemilah sampah organik dan non organik berbasis mobile di Medang Lestari*. Jurnal Teknologi Informasi, 12–21. Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur.
- Pangestu, A. S., & Irawati, R. (2021). *Rancang prototype pemilah otomatis sampah logam dan non logam menggunakan sensor infrared, ultrasonik, proximity kapasitif, proximity induktif berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3*. Jurnal Teknologi Informasi, 24–29. Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur.
- Panjaitan, A., & Samanta, B. (2024). *"SHARK": Mesin sederhana pengolah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif kapal Slerek di Pantai Pengambangan, Bali*. Jurnal Pengelolaan Limbah dan Biota Laut (JPLB), 8(1), 13-25.
- Putri, I. G. A. K., & Dewi, N. K. (2023). *Perilaku masyarakat dalam pengelolaan sampah dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar, Provinsi Bali*. Jurnal Ilmiah Pengelolaan Lingkungan, 5(2), 45-58.
- Sari, N. M., & Wibowo, A. (2023). *Kajian pengelolaan sampah di Bali*. Jurnal Teknik Undiknas, 11(1), 45-55.