

Perancangan Mekanisme Pengaduk Kompos Sampah Organik dengan CAD/CAE

¹*Budi Basuki, ¹Andhi Akhmad Ismail, ¹Sugiyanto, ¹Dani Anggoro Hasan, ¹Muhammad Alif
¹Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Yacaranda Sekip Unit IV,
Yogyakarta

*Email: budi.basuki@ugm.ac.id

Diterima: 31.10.2024, Disetujui: 29.11.2024 Diterbitkan: 02.12.2024

ABSTRACT

The management of organic waste into compost is one of the important solutions in an effort to reduce the negative impact of organic waste on the environment. A compost mixer is one of the technologies that can be used to speed up the process of decomposing and forming compost from organic waste. This research aims to continue previous research that has succeeded in making organic waste shredding machines. The methods used in this study include a literature survey on the basic principles in organic waste management, available technologies, and the design of stirring machine mechanisms that have been carried out previously. Based on the literature analysis, some factors in the design of the compost mixer machine are the material and shape of the composting blade, adequate construction strength, the need for sufficient rotation to achieve organic waste homogenization, and the ease of operation and maintenance. The design process utilizes CAD/CAE software to compile 3D models and simulate various operational conditions. The result of this research is the design of an efficient compost mixing machine mechanism. In addition, special attention is paid to the selection of materials and the shape of the stirring blades that are resistant to wear and corrosion. This design also takes into account the ease of access for routine cleaning and maintenance.

Keywords: organic waste, mixer, CAE

ABSTRAK

Pengelolaan sampah organik menjadi kompos adalah salah satu solusi penting dalam upaya mengurangi dampak negatif limbah organik terhadap lingkungan. Mesin pengaduk kompos merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mempercepat proses penguraian dan pembentukan kompos dari sampah organik. Penelitian ini bertujuan untuk melanjutkan penelitian terdahulu yang telah berhasil membuat mesin pencacah sampah organik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi survei literatur tentang prinsip-prinsip dasar dalam pengelolaan sampah organik, teknologi yang tersedia, serta perancangan mekanisme mesin pengaduk yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan analisis literatur, beberapa faktor dalam perancangan mesin pengaduk kompos adalah material dan bentuk bilah pengaduk, kekuatan konstruksi yang memadai, kebutuhan putaran yang cukup untuk mencapai homogenisasi sampah organik, dan kemudahan pengoperasian dan pemeliharaan. Proses perancangan memanfaatkan perangkat lunak CAD/CAE untuk menyusun model 3D dan melakukan simulasi berbagai kondisi operasional. Hasil dari penelitian ini adalah perancangan mekanisme mesin pengaduk kompos yang efisien. Selain itu, perhatian khusus diberikan pada pemilihan bahan dan bentuk bilah pengaduk yang tahan terhadap keausan dan korosi. Perancangan ini juga memperhitungkan kemudahan akses untuk pembersihan dan perawatan rutin.

Kata kunci: sampah organik, pengaduk, CAE

I. Pendahuluan

Sampah adalah apa saja yang sudah tidak memiliki nilai jual sehingga biasanya akan

dibuang. Sampah dapat digolongkan pada sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik dapat terurai secara alami yang berasal

dari sisa organisme makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan. Pengelolaan sampah saat ini masih belum sepenuhnya dilakukan dengan tuntas. Kesadaran dan kepedulian masyarakat tentang sampah beraneka ragam sehingga sampah masih menjadi permasalahan yang harus diselesaikan. Dalam lingkungan rumah tangga maupun kota besar proses pengurangan sampah hanya dapat dilakukan dengan munculnya kesadaran masing-masing pribadi untuk meminimalkan terjadinya sampah, (Chen, 2022).

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah saat ini masih banyak yang bersifat sebagai lahan penimbunan. Pengelolaan dan pengolahan sampah masih sangat rendah untuk dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai. Berdasarkan data dari sistem informasi pengolahan sampah nasional (SIPSN), timbulan sampah pertahun sebesar 19 juta ton dan yang masih tidak terkelola sekitar 22% atau 4 juta ton per tahun. Diagram komposisi sampah disajikan pada Gambar 1. Komposisi sampah terbesar dihasilkan dari rumah tangga berupa sisa makanan dan kayu/ranting/daun.

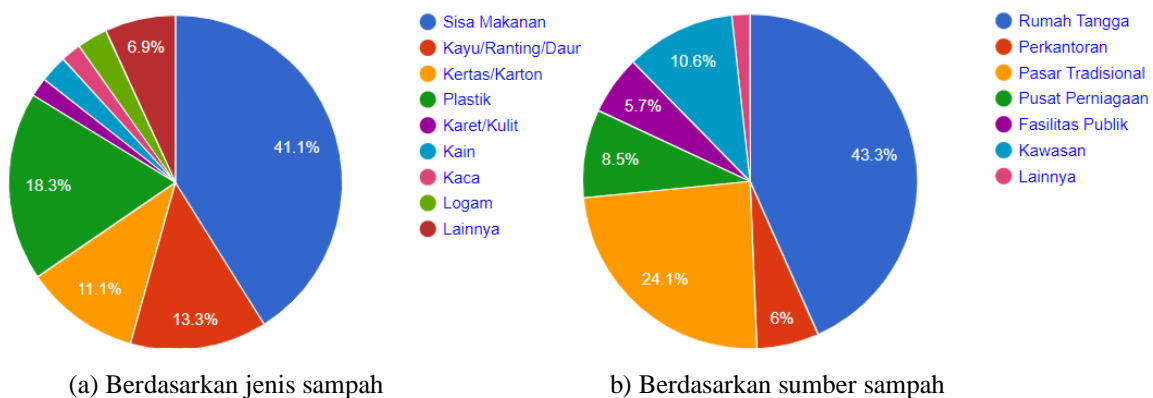
Kajian yang dilakukan oleh Rizqi (2017) merangkum dua permasalahan penting pengelolaan sampah dan tempat pembuangan akhir sampah (TPA) yaitu sampah tidak mengalami proses pengolahan dengan sistem yang tidak tepat. Pengelolaan sampah masih berfokus pada lahan urug. Hal ini kemudian disimpulkan bahwa penyelesaian permasalahan sampah tidak dilakukan secara komprehensif dari hulu sampai ke hilir dan tidak melibatkan berbagai pihak. Permasalahan sampah seperti ini menjadikan hambatan utama berjalannya pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Pengolahan sampah organik dapat dimanfaatkan untuk pupuk organik berupa

kompos, pakan ternak atau hewan peliharaan berupa pelet atau sumber energi berupa biogas. Kelebihan pengolahan menjadi kompos adalah konsumsi energi pengolahannya rendah dan ramah lingkungan karena mikro organisme tanah menjadi aktif. (Xin Liu, 2023). Pengolahan sampah organik lainnya dapat menjadi pakan ternak atau hewan peliharaan berupa pelet atau sumber energi berupa biogas. Pupuk organik berupa kompos hasil dari sampah yang telah mengalami proses penguraian atau pelapukan akibat interaksi antara mikro organisme. Cara pembuatan kompos memerlukan penyiapan wadah atau ruang yang dilengkapi dengan ventilasi udara dan saluran air. Sampah organik perlu dicacah atau dipotong-potong kecil sekitar 1cm, kemudian biasanya dicampurkan dengan larutan untuk mempercepat proses penguraian sampah. Selanjutnya didiamkan beberapa hari hingga hasil menyerupai tanah terbentuk.

Fanny (2022) melakukan rancang bangun alat pengaduk pupuk organik menggunakan rangka baja *hollow*. Sistem transmisi menggunakan gearbox yang terhubung melalui sabuk V dua jalur dengan motor penggerak. Hasil pengujian didapatkan kemampuan mesin pengaduk adalah 40 kg beban pupuk.

Perancangan mesin pengaduk sampah organik berkapasitas 50 kg/menit dengan dimensi 1000 mm x 850 mm x 900 mm dilakukan oleh Rafi (2023). Mesin pengaduk ini menggunakan plat besi ukuran 0,7 mm dengan spesifikasi *hook mixer*. Panjang poros 1100 mm dengan diameter 40 mm dan ketebalan *hook mixer* 5 mm dan panjang 580 mm serta lebar 25 mm dengan menggunakan material plat strip. Bentuk hook mixer tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Komposisi sampah (Sumber: SIPSN)

Rizsky (2023) melakukan analisis tentang pengaruh kecepatan putar pada mesin pengaduk sapaah organik. Perancangan mesin dilakukan secara langsung dibengkel teknik mesin Polstri dengan menggunakan metode Eksperimental. Penelitian tersebut menggunakan data yang terdiri dari 5 kg limbah organik ditambah 30 liter air dengan variasi waktu 2 menit, 4 menit, 7 menit, dan 9 menit pada 2650 rpm. Selang dalam waktu rata-rata 5,5 menit, menghasilkan 33,44 liter bahan untuk pupuk organik cair yang sudah diaduk. Efisiensi mesin pengaduk yang didapatkan bahan untuk pupuk organik dan media tanam adalah 42.80%.



Gambar 2. Hook Mixer (Sumber: Rafi, 2023)

Proses pengolahan sampah organik menjadi kompos memerlukan alat yang dapat memcacah atau memotong sampah menjadi berukuran kecil. Cacahan sampah kemudian dimasukkan dalam alat pengaduk untuk mendapatkan homogenitas cacahan dari berbagai jenis sampah organik dan penambahan cairan bakteri fermentasi. Sampah yang telah homogen ini secara rutin (2-3 hari sekali) dilakukan proses pengadukan. Alat pengaduk sampah organik terdiri dari beberapa elemen mesin yang perlu dirancang guna mendapatkan kinerja yang baik. Pemilihan material pahat perlu ditentukan untuk dapat menangani pengadukan sampah. Analisis perancangan elemen-elemen mesin perlu dibuat dan disimulasikan melalui perangkat lunak untuk mengetahui unuk kerja dari masing-masing elemen tersebut. Hasil rancangan ini kemudian dijadikan panduan untuk pembuatan alat atau mesin pengaduk sampah organik. Selanjutnya alat atau mesin tersebut masih memerlukan serangkaian pengujian untuk mendapatkan data yang dapat digunakan untuk memastikan hasil rancangan telah berhasil atau untuk perbaikan perancangan.

II. Bahan dan Metode

Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan dan studi literatur.
2. Membuat rancangan bilah pengaduk.
Pada perancangan nanti akan dipelajari pengaruh bentuk dan bahan pengaduk yang digunakan. Rancangan elemen mesin lainnya seperti poros, bantalan, dll. Bahan elemen-elemen mesin lainnya ditentukan berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi CAD/CAE.
3. Pembuatan mesin pengaduk.
Setelah perancangan selesai dilakukan, maka kemudian dilanjutkan pembuatan mesin pengaduk.
4. Pengujian mesin pengaduk

III. Hasil dan Pembahasan Analisis

Proses perancangan diawali dengan penentuan kapasitas mesin pengaduk, dilanjutkan dengan perhitungan komponen-komponen mesin. Komponen-komponen mesin meliputi poros, bantalan, bilah pengaduk dinamis, puli, sabuk, dan rangka mesin.

Perancangan telah berhasil dibuat dan saat ini masih dalam tahap simulasi untuk mendapatkan informasi proses pengadukannya dan pembuatannya. Hasil rancangan yang dilakukan tampak pada Gambar 3 dan Gambar 4. Selanjutnya rancangan untuk komponen lainnya juga didokumentasikan dalam gambar kerja untuk proses manufaktur dan perakitannya.

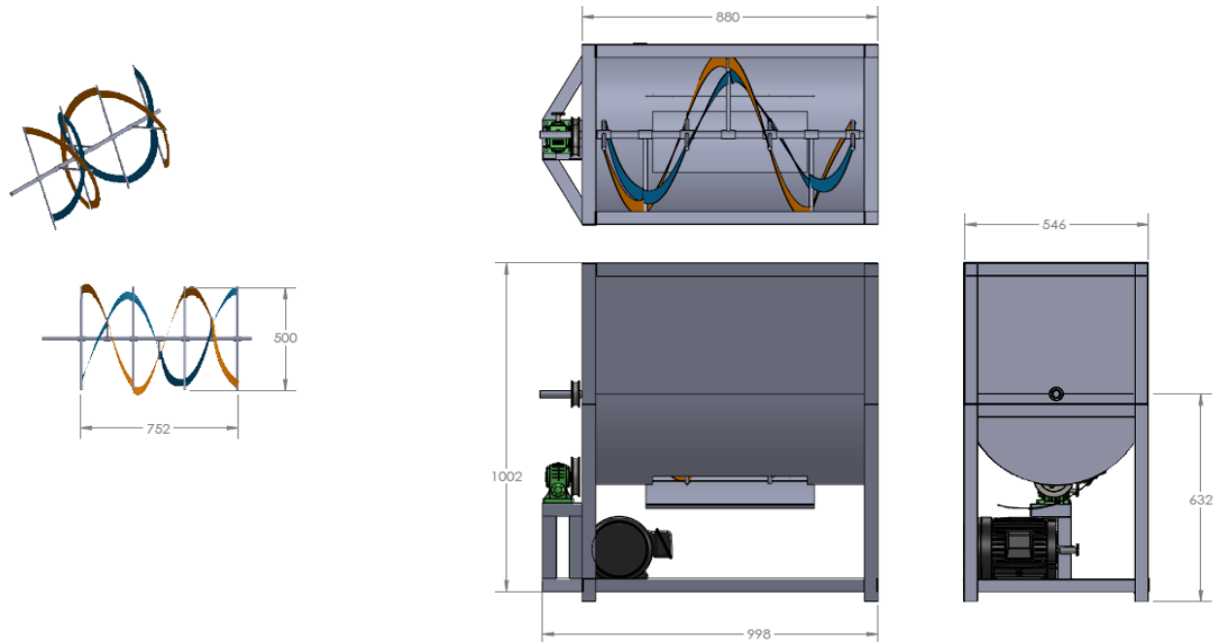
Perancangan bilah pengaduk dibuat dengan membandingkan beberapa alternatif untuk mendapatkan kemungkinan laju pengadukan merata. Alternatif rancangan bilah dengan mempertimbangkan juga pada proses manufaktur yang akan dilakukan. Pengaduk yang dirancang berupa bilah spiral ganda yang memungkinkan ketika berputar masing-masing akan mendorong material yang diaduk untuk bergerak saling berlawanan. Bahan bilah pengaduk dipilih menggunakan baja karbon rendah.

Simulasi deformasi dan tegangan yang terjadi pada bilah dilakukan pada pembebanan 300 N dan 600 N. Simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang deformasi, regangan dan tegangan yang terjadi pada bilah pengaduk. Hasil simulasi yang didapatkan menunjukkan material mengalami deformasi

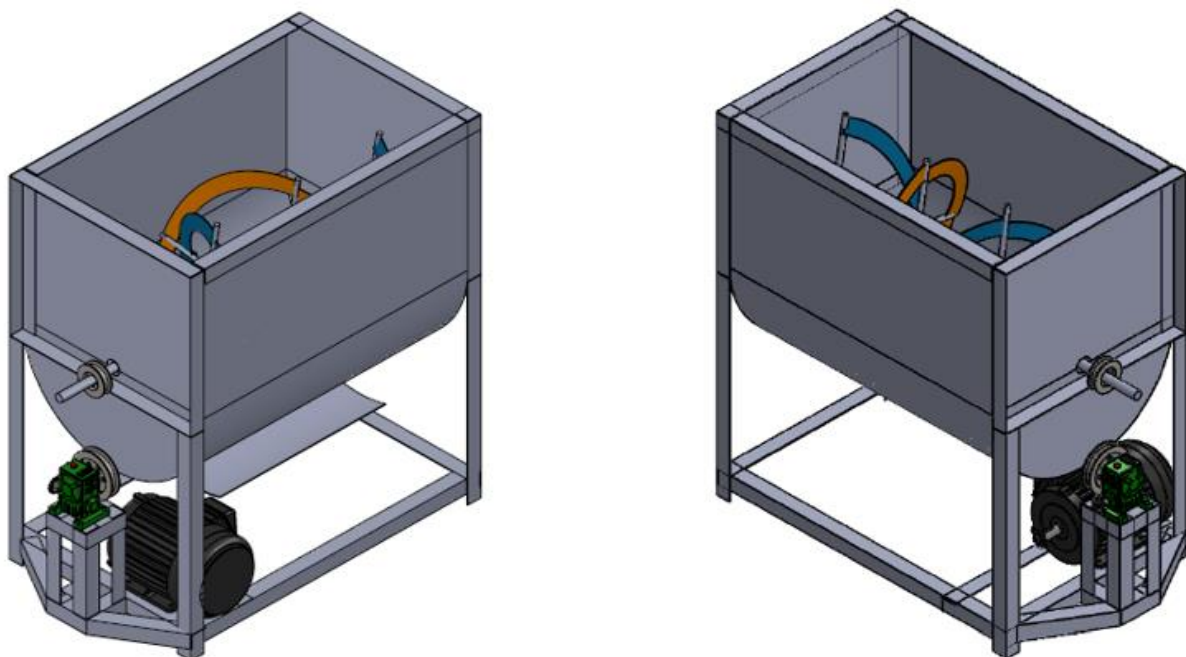
dan tegangan yang tidak signifikan terhadap batas luluh materialnya.

Dari tampilan simulasi deformasi berada pada maksimal $7,57 \times 10^{-6}$ m dan $15,15 \times 10^{-6}$ m (Gambar 5). Begitu juga pada tampilan simulasi tegangan terjadi pada maksimal 425,56 kPa dan

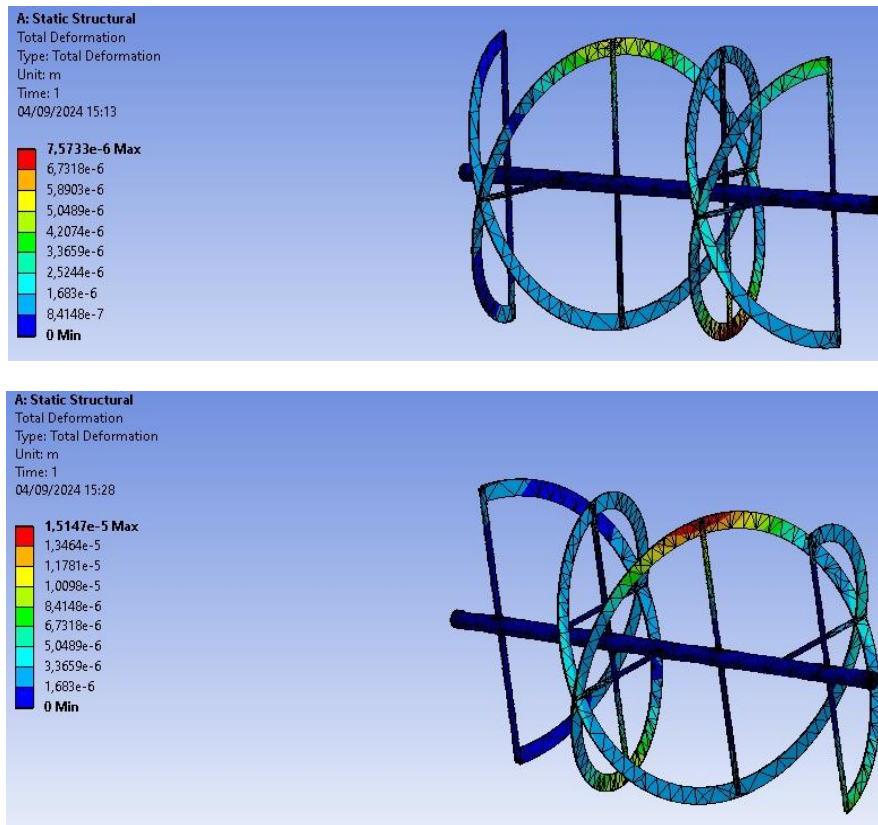
851,11 kPa (Gambar 6). Berdasarkan hasil tegangan yang terjadi maka dapat diketahui bahwa rancangan memiliki keamanan yang baik. Tegangan yang terjadi jauh dibawah tegangan luluh material, yaitu 200 Gpa.



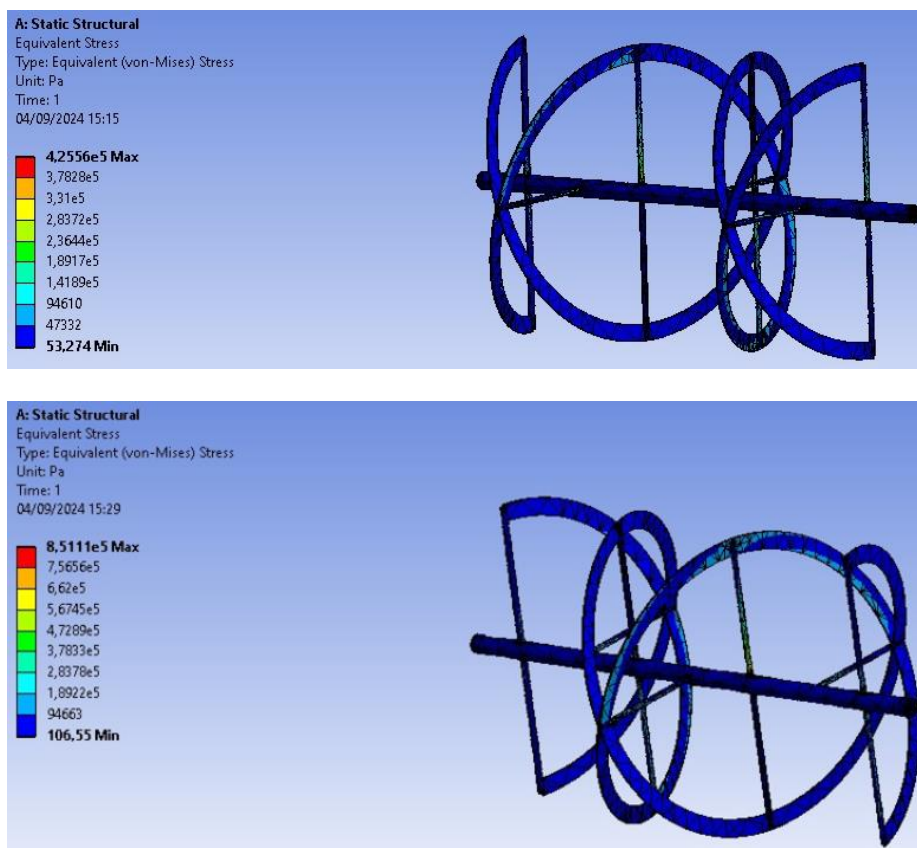
Gambar 3. Proyeksi Hasil Rancangan Mesin Pengaduk Sampah Organik



Gambar 4. Isometrik Hasil Rancangan Mesin Pengaduk Sampah Organik



Gambar 5. Hasil Simulasi Deformasi pada Pembebanan 300 N dan 600 N



Gambar 6. Hasil Simulasi Tegangan Material pada Pembebanan 300 N dan 600 N

IV. Kesimpulan

Perancangan mesin pengaduk sampah organik ini telah selesai dibuat dan ditentukan menggunakan dua bilah spiral. Material bilah untuk simulasi menggunakan baja karbon rendah (*mild steel*). Dari hasil simulasi didapatkan besarnya deformasi dan tegangan dalam material tidak signifikan dibandingkan dengan batas tegangan luluh materialnya, yaitu dibawah 200 Gpa.

Daftar Pustaka

Fanny A., (2022). Rancang Bangun Alat Pengaduk Pupuk Organik. “Smart Cuty and Sustainable Development”, Prosiding Semastek 2022.

Khurmi,R.S, & Gupta, J.K. (2002). *Machine Design*, New Delhi: S.C Had & Company LTD. Ram Nagar.

Popov, E.P. (1995). *Mekanika Teknik (Machine of Material)*, Jakarta, Erlangga.

Rafi, T.F., (2023). Rancang Bangun Mesin Pengaduk Sampah Organik Berkapasitas 50 Kilogram/Menit., Prosiding SEMNAS INOTEK.

Rizsky A.F, Azharuddin, Sairul E., 2023, Analisa Pengaruh Kecepatan Pada Mesin Pengaduk Bahan untuk Pupuk Organik terhadap Durasi Pengadukan, Machinery Jurnal Teknologi Terapan, Volume 4, Nomor 3, Oktober 2023.

Rizqi P.M., 2017, Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA, Jukung Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 3, hal 66-74.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Diakses pada 4 April 2024 dari <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

Sularso. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Xiangru Chen, Machine learning approach for a circular economy with waste recycling in smart cities, Energy Reports 8 (2023) 3127–3140, journal homepage: www.elsevier.com/locate/egy

Xin Liu a,b , Yuancheng Xie a,b , Hu Sheng b,. Green waste characteristics and sustainable recycling options. Environment and Sustainability 11 (2023) 100098, journal homepage: www.elsevier.com/locate/resenv