

Pembuatan *Drying Conveyor* Dengan Pemanfaatan Panas Insinerator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTsa)

Muhammad Faisal Novrio*, Marno, Oleh

Program Studi Teknik Mesin Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang Indonesia

*Koresponden email: muhammadfaisalnovrio@gmail.com

Diterima: 19 Juli 2024

Disetujui: 29 Juli 2024

Abstract

The aim of this research is to develop an efficient drying conveyor that uses heat from the incinerator at the Waste-to-Energy Power Plant (PLTsa). The process involves decomposing waste in the incinerator, which generates heat to drive the drying conveyor. This conveyor speeds up the drying of the waste, reduces the water content and improves the waste-to-energy efficiency. This study also discusses the main components of the conveyor, factors affecting the design, the cost of manufacturing the conveyor, and provides a practical solution for developing waste management technology that is technically and economically better. The results showed that the designed drying conveyor has a total weight of 163,716 kg and a manufacturing cost of Rp. 7,627,800. The use of this drying conveyor has also been shown to increase the reliability of the system by reducing the frequency of maintenance and the risk of damage. From a cost perspective, this solution is more effective in the long run because it reduces operating costs and additional fuel consumption. In conclusion, the use of drying conveyors with incinerator heat recovery is an innovative step that supports the energy efficiency, sustainability and operational effectiveness of the PLTsa.

Keywords: *drying conveyor, waste-to-energy power plant (PLTsa), waste treatment, energy efficiency*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan conveyor pengeringan yang efisien dengan memanfaatkan panas hasil insinerasi pembangkit listrik tenaga sampah (PLTsa). Proses ini melibatkan penguraian sampah di dalam insinerator, yang menghasilkan panas untuk menggerakkan conveyor pengeringan. Conveyor ini mempercepat pengeringan sampah, mengurangi kadar air, dan meningkatkan pengolahan sampah menjadi energi. Studi ini juga membahas komponen utama ban berjalan, faktor-faktor yang mempengaruhi desain, biaya produksi conveyor, dan menawarkan solusi praktis untuk pengembangan teknologi pengelolaan limbah yang lebih baik secara teknis dan ekonomis. Hasil penelitian menunjukkan berat total conveyor pengering yang diproduksi adalah 163.716 kg dan biaya produksi sebesar Rp. 7.627.800. Implementasi drying conveyor ini juga terbukti meningkatkan keandalan sistem dengan mengurangi frekuensi perawatan dan risiko kerusakan. Dari segi biaya, solusi ini lebih efektif dalam jangka panjang karena mengurangi biaya operasional dan konsumsi bahan bakar tambahan. Kesimpulannya, penggunaan drying conveyor dengan pemanfaatan panas insinerator adalah langkah inovatif yang mendukung efisiensi energi, keberlanjutan, dan efektivitas operasi PLTsa.

Kata Kunci: *drying conveyor, pabrik limbah (PLTsa), pengolahan limbah, efisiensi energi*

1. Pendahuluan

Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan, meskipun sebagai kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan manusia, listrik sangat dibutuhkan dalam segala aktivitas manusia. Pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk meningkatkan kebutuhan listrik. Akibat semakin berkurangnya ketersediaan bahan bakar fosil, pembangkit listrik yang banyak digunakan di Indonesia menggunakan bahan bakar fosil. Upaya telah dilakukan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, termasuk tenaga surya, angin, dan tenaga air. Energi alternatif kini terbuat dari limbah [1].

Sampah adalah limbah padat yang terdiri dari bahan-bahan organik dan anorganik yang sudah tidak layak pakai lagi dan harus diolah dengan baik agar tidak menimbulkan ancaman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Pengelolaan sampah yang efektif melibatkan beberapa langkah seperti pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan penyimpanan akhir [2].

Sampah merupakan masalah yang serius, dan kurangnya kesadaran masyarakat mengenai cara mengelola dan mendaur ulang sampah hanya akan memperburuk masalah. Oleh karena itu, sampah yang tidak diolah secara benar dapat mengancam lingkungan dan kesehatan manusia [3].

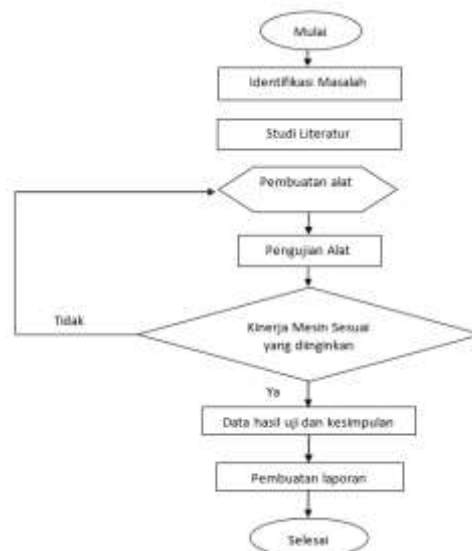
Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (*PLTSa*) merupakan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan sampah dan kebutuhan energi. *PLTSa* menggunakan limbah sebagai bahan bakar utama dan cara kerjanya sama seperti pembangkit listrik tenaga uap. *PLTSa* tidak hanya membantu mengurangi jumlah sampah yang akan diolah, tetapi juga menjadi sumber energi terbarukan yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Selain itu, *PLTSa* juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi akibat pembakaran sampah secara konvensional [4].

Istilah “*conveyor*” sangat terkenal di dunia saat ini dan memiliki berbagai penerapan yang memudahkan pekerjaan manusia. Konveyor adalah sistem mekanis yang digunakan untuk memindahkan barang atau orang dari satu tempat ke tempat lain. *Conveyor* sangat diperlukan dalam berbagai industri mulai dari manufaktur hingga logistik bahkan dalam kehidupan sehari-hari seperti pusat perbelanjaan dan bandara. Penggunaan *conveyor* tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga menjamin keamanan dan kenyamanan saat memindahkan barang dan orang [5].

Conveyor pengeringan biasanya terbuat dari baja atau besi dan digerakkan oleh motor listrik yang kecepatannya dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada mesin pembangkit listrik tenaga sampah (*PLTSa*), *conveyor* pengering merupakan salah satu bagian penting dalam proses pengolahan sampah menjadi energi listrik. Dengan adanya *conveyor* pengering, limbah *PLTS* dapat diolah lebih efisien dan efektif, menurunkan kadar air limbah dan menjamin kelancaran proses pembakaran. Hal ini mendorong produksi energi yang lebih konsisten dan ramah lingkungan [6].

2. Metode Penelitian

Research and Development (R&D), atau yang dikenal sebagai penelitian dan pengembangan, digunakan untuk menciptakan dan menguji produk tertentu serta menentukan efektivitasnya. Penelitian ini sangat penting untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan dapat berfungsi dengan baik di masyarakat luas [7]. Proses *R&D* melibatkan beberapa tahap, termasuk analisis permintaan dan pengujian produk seperti **Gambar 1** dibawah ini terdapat alur penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian
 Sumber: Analisa data

Landasan teori untuk penelitian dan pengembangan (*R&D*) produk *conveyor* pengering sampah sebagai berikut:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (*PLTSa*)

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (*PLTSa*) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar utama produksi listrik. Proses ini mirip dengan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (*PLTU*) dimana panas pembakaran digunakan untuk menghasilkan uap yang menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. *PLTSa* merupakan solusi inovatif untuk mengurangi jumlah sampah dan mengubahnya menjadi energi yang bermanfaat [8].

2. *Incinerator*

Insinerator adalah alat yang digunakan untuk membakar sampah dengan suhu tinggi. Proses pembakaran ini menghasilkan energi panas dan gas buang. *Insinerator* dapat digunakan untuk mengolah

berbagai jenis limbah, seperti limbah kota, limbah medis, dan limbah industri [7]. *Insinerator* menggunakan prinsip termodinamika untuk mengubah energi kimia limbah menjadi energi panas. Proses pembakaran sampah merupakan reaksi eksotermik, artinya panas yang dilepaskan selama reaksi berlangsung. Panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti produksi listrik, pemanas air [9].

3. Conveyor

Conveyor merupakan suatu sistem mekanis yang sangat penting dalam industri untuk pengangkutan barang secara terus menerus dari satu tempat ke tempat lain. Beberapa *conveyor* yang umum digunakan antara lain *conveyor sabuk*, *conveyor roller*, *conveyor rantai*, *conveyor ulir*, dan *conveyor pneumatik*. Setiap jenis *conveyor* memiliki tujuan dan karakteristiknya masing-masing untuk efisiensi pengangkutan barang di berbagai industri [10].

4. Drying conveyor

Conveyor pengering adalah jenis *conveyor* yang dirancang khusus untuk mengeringkan atau menghilangkan kelembapan berlebih dari barang atau bahan yang diangkut. Tujuan utama dari *conveyor* pengeringan adalah untuk mengurangi kelembapan atau mengeringkan bahan mentah atau produk sebelum tahap proses produksi selanjutnya. Beberapa model pengangkutan pengeringan dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan aplikasi spesifik, seperti menggunakan sistem pengeringan udara panas, inframerah atau kombinasi beberapa teknologi berbeda untuk mencapai hasil yang diinginkan dalam proses pengeringan [11].

5. Belt Conveyor

Conveyor jenis ini menggunakan sabuk bergerigi atau sabuk karet yang bergerak secara terus menerus untuk mengangkut barang. Sabuk tersebut digerakkan oleh drum atau pulley yang berputar. *Belt conveyor* sering digunakan untuk mengangkut barang dalam jumlah besar atau berat, seperti bahan mentah dalam industri pertambangan atau material dalam pabrik produksi [12].

3. Prosedur Pembuatan

Proses produksi adalah suatu kegiatan produksi yang digabungkan dari satu tahap ke tahap lainnya. Proses produksi juga sering disebut sebagai suatu cara, metode atau teknik untuk menciptakan atau meningkatkan kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan tenaga kerja, mesin, bahan dan aset yang ada.

1. Proses Pemotongan

Potong bahan dengan penggiling untuk membuat bagian-bagian yang diperlukan.

2. Proses Pengelasan

Menyambung atau menyambung bagian-bagian dengan las listrik.

3. Proses Pengeboran

Bor lubang untuk memasang komponen.

4. Proses Pemasangan Komponen

Pemasangan berbagai komponen seperti *bearing*, *roller*, *pulley*, motor dan ban berjalan.

5. Proses *Finishing* Rangka

Permukaan badan dihaluskan dan diselesaikan untuk menghilangkan sisa las.

6. Proses Instalasi Listrik

Penyambungan kelistrikan dari *power supply* ke *blower*, *timer*, *speed control*, dan motor penggerak.

7. Proses Akhir

Uji dan periksa kembali untuk memastikan konveyor siap digunakan [13].

4. Hasil dan Pembahasan

Untuk membuat hasil dan mendiskusikan proses pembuatan *conveyor*, berikut beberapa hal yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut:

1. Perhitungan Berat Material

Bahan yang digunakan untuk membuat *conveyor* ini adalah besi [14]. Berdasarkan literatur, berat jenis (B_{jb}) besi ditetapkan sebesar 7850 kg/m^3 . Rumus yang digunakan untuk menghitung massa besi adalah:

$B_b = V_b \times B_{jb}$ Keterangan:

B_b = massa besi (kg)

V_b = volume besi (m^3)

B_{jb} = berat jenis besi (kg / m^3)

Proses produksi *conveyor* melibatkan beberapa langkah berbeda dan penggunaan bahan yang ditentukan dengan baik. Berikut beberapa poin penting yang diperoleh dari hasil dan pembahasan seperti terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Total berat *conveyor*

No	Jenis material	Jumlah	Ukuran	Berat (Kg)
1	Besi <i>hollow</i>	2 batang	6m x 40mm x 40mm x 3mm	45,216
2	Besi UNP	1 batang	6m x 80mm x 45mm x 5mm	39,25
3	Plat lembaran besi	1,39 lembar	2400 mm x 1200 mm x 1mm	31,4
4	Pipa besi	1 pipa	3 mm, 4 inch x 0,949 m	7,85
5	Siku polos	2 batang	30mm x 30mm 6m	12
5	<i>Roller</i>	3	6mm 50mm x 500mm	3,6
6	<i>Pulley</i>	2	4inc x 480	19,6
7	<i>Pvc Belt</i>	4090mm	2mm x 470mm x 4090mm	4,8
Berat total <i>conveyor</i>				163,716

Sumber: Analisa data pada lapangan

2. Biaya per kg Material *Conveyor*

Harga per kilogram bahan yang digunakan pada *conveyor* pada pengereng sampah adalah sebagai berikut:

1. Besi *Hollow*

Harga kilo besi *hollow* dihitung sebagai berikut:

Harga Batangan = Rp. 261.000

Berat batang = 22,61 kg

Harga per kilogram = $harga : berat$

= Rp. 261.000 : 22,61 kg

= Rp. 11.544

Harga besi ontelo per kilogram adalah : Rp. 11 544

2. Besi *UNP*

Harga per kilogram besi *UNP* dihitung sebagai berikut:

Harga batangan = Rp. 362.000

Berat tongkat = 39,25 kg

Harga per kilogram = $harga : berat$

= Rp. 362.000 : 39,25 kg

= Rp. 9.222

Harga besi *UNP* per kilogram adalah : Rp. 9222

3. Plat lembaran besi

Harga kilo timah dihitung sebagai berikut:

Harga Timah = Rp. 412.000

Berat lembaran = 22.608 kg

Harga per kilogram = $harga : berat$

= Rp. 412.000 : 22.608

= Rp. 18.223

Harga per kilogram plat besi adalah : Rp. 18.223

4. Pipa besi

Perhitungan harga satu kilogram pipa besi adalah sebagai berikut:

Harga = Rp. 216.000 Berat = 7,85 kg

Harga per kilogram = $harga : berat$

= Rp. 216.000 : 7,85 kg

= Rp. 27.515

Harga kilo pipa besi adalah : Rp. 27.515.

5. Dimensi *Conveyor*

Dibawah ini adalah dimensi dan biaya material komponen *conveyor* pengering sampah

1. Rangka *Conveyor*

Terdiri dari kaki-kaki pengangkut dan alas sabuk, rangka konveyor merupakan bagian yang menahan atau menopang seluruh komponen pengangkut dan beban yang akan dipindahkan. Kaki-kaki *conveyor* terbuat dari besi *hollow* dengan ukuran panjang 2000 mm, lebar 505 mm dan tinggi 1000 mm, sedangkan bagian bawah *belt* terbuat dari besi *UNP* dengan panjang 2000 mm dan lebar 100 mm. 2000 mm. 505 mm dan tinggi 80 mm seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Dimensi rangka

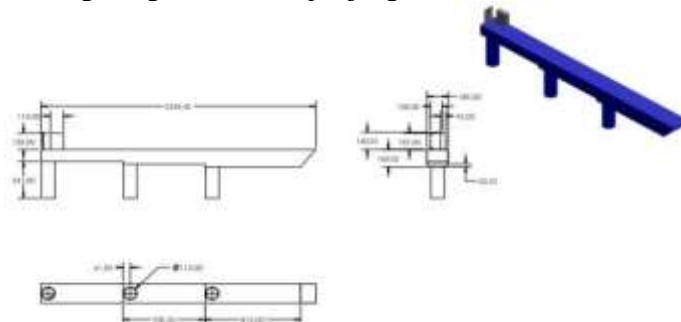
Sumber: Analisa data pada *software*

2. Ruang Pengeringan

Ruang pengering *conveyor* ini merupakan bagian yang berfungsi sebagai tempat mengeringkan sampah, dimana udara panas dialirkan dari insinerator melalui pipa saluran masuk udara panas. Pada ruang pemanas ini digunakan plat besi dengan ukuran panjang 2000 mm, lebar 505 mm dan tinggi 900 mm

3. Cerobong pengambilan udara panas

Pipa udara panas ini berfungsi sebagai saluran udara panas. dari insinerator ke pengering dengan bantuan kipas angin. Cerobong ini hadir dalam 3 ukuran berbeda, sisi luar panjang 1000mm, lebar 180mm dan tinggi 206mm, sisi tengah panjang 700mm, lebar 180mm dan tinggi 134mm, sisi dalam panjang 700mm, lebar 180 mm dan tinggi 62 mm. Cerobong atas dihubungkan ke ruang pengering melalui 3 pipa besi. Tabung pertama berukuran panjang 340 mm dan diameter 4 inci, tabung kedua berukuran panjang 268 mm dan diameter 4 inci, dan tabung ketiga berukuran panjang 196 mm dan diameter 4 inci seperti **Gambar 3**.



Gambar 3. Dimensi cerobong

Sumber: Analisa data pada *software*

3. Anggaran Biaya Berdasarkan Komponen

Berikut adalah rincian anggaran biaya material dan jasa untuk pembuatan *conveyor* pengering sampah dengan memanfaatkan panas *incinerator* seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Anggaran biaya *conveyor*

No	Nama Barang	Jumlah	Harga satuan	Total harga
1	Besi <i>hollow</i> 40mm x 40mm, tebal 3mm, panjang 6m	2	Rp. 261.000	Rp. 522.000

No	Nama Barang	Jumlah	Harga satuan	Total harga
2	Besi UNP 6m x 80mm x 45mm x 5mm	1	Rp. 362.000	Rp. 362.000
3	Plat lembar besi 2400 mm x 1200 mm x 1mm	2	Rp. 412.000	Rp. 824.000
4	Pipa besi 3 mm, 4 inch x 0,949 m	1	Rp. 216.000	Rp. 216.000
5	<i>Roller conveyor</i>	3	Rp. 76.000	Rp. 228.000
6	<i>Pulley conveyor</i>	2	Rp. 218.500	Rp. 437.000
7	<i>Sprocket dan rantai</i>	1	Rp. 225.000	Rp. 225.000
8	<i>Pvc belt conveyor</i>	1	Rp. 680.000	Rp. 680.000

Sumber: Analisa data pada lapangan

Berikut adalah rincian anggaran biaya untuk komponen elektronik yang digunakan pada *conveyor* pengering sampah **Tabel 3**.

Tabel 3. Anggaran biaya komponen elektronik *conveyor*

No	Nama Barang	Jumlah	Harga satuan	Total harga
1	Motor, dan <i>speed controller</i>	1	Rp. 960.000	Rp. 960.000
2	<i>Blower keong</i>	1	Rp. 191.000	Rp. 191.000
3	<i>Duct fan</i>	1	Rp. 239.000	Rp. 239.000
4	<i>Timer digital</i>	1	Rp. 57.000	Rp. 57.000
5	Solasi kabel	1	Rp. 15.000	Rp. 15.000
6	Kabel	5 meter	Rp. 10.000	Rp. 50.000
7	Terminal	1	Rp. 28.000	Rp. 28.000
8	Kepala colokan	1	Rp. 10.000	Rp. 10.000
Jumlah				Rp. 1.550.000

Sumber: Analisa data pada lapangan

5. Kesimpulan

Dengan menggunakan panas dari *incinerator*, *drying conveyor* dapat memanfaatkan energi yang seharusnya terbuang untuk proses pengeringan sampah. Hal ini meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem *PLTSA*. Pemanfaatan panas *incinerator* mengurangi kebutuhan energi tambahan untuk pengeringan sampah, sehingga menghemat biaya operasional dan mengurangi konsumsi bahan bakar tambahan.

Drying conveyor yang memanfaatkan panas dari *incinerator* dapat mengeringkan sampah dengan lebih cepat dan merata, meningkatkan kualitas bahan bakar yang dihasilkan dari sampah kering. Penggunaan *drying conveyor* yang didesain khusus untuk memanfaatkan panas dari *incinerator* memastikan sistem bekerja dengan optimal dan tahan lama, mengurangi risiko kerusakan dan perawatan yang sering dan Implementasi *drying conveyor* dengan pemanfaatan panas *incinerator* adalah solusi yang *cost-effective*, mengurangi biaya energi dan perawatan dalam jangka panjang.

6. Referensi

- [1] A. Gusti, B. Isyandi, S. Bahri, and D. Afandi, "Hubungan Pengetahuan, Sikap dan Intensi Perilaku Pengelolaan Sampah Berkelanjutan Pada Siswa Sekolah Dasar di Kota Padang," *Din. Lingkung. Indones.*, vol. 2, no. 2, p. 100, 2015.
- [2] N. A. Thohiroh and R. Mardiaty, "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Menggunakan Teknologi Pembakaran Yang Fisibel Studi Kasus TPST Bantargebang," *Sent.* 2017, pp. 15–16, 2017.
- [3] W. H. Chang, Q. O. Lu, H. L. Chen, N. S. Hsu, and C. C. Lee, "Insights into the long-term fates and impacts of polybrominated diphenyl ethers in sediment samples in Taiwan: The national project for background monitoring of the environmental distribution of chemical substances (BMECs)," *Environ. Pollut.*, vol. 306, no. May, 2022.

- [4] R. Aosoby, T. Rusianto, and J. Waluyo, "Perancangan Belt Conveyor sebagai Pengangkut Batubara dengan Kapasitas 2700 Ton/Jam," *J. Tek. Mesin Inst. Sains Teknol. AKPRIND*, vol. 3, no. 1, pp. 45–51, 2016.
- [5] Y. Hermawan, "Pengaruh Putaran Spindel, Gerak Makan Dan Kedalaman Potong Terhadap Getaran Spindle Head Hasil Proses Drilling," *J. ROTOR*, vol. 5, no. 1, pp. 18–25, 2012.
- [6] Z. Fakri and N. B. B. Juhan, "Analisa pengaruh kuat arus pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050 (Analysis of the effect of the GMAW welding current on the toughness of the AISI 1050 material welding joints)," *J. Arc Weld.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–10, 2019.
- [7] P. Pujono, I. M. Prasetya, and A. F. Santoso, "Rancang Bangun Mesin Sortir Ikan Berdasarkan Berat Dengan Mekanisme Pergerakan Konveyor," *Bangun Rekaprima*, vol. 5, no. 2, p. 9, 2019.
- [8] Maulana, Achmad Riza. "Desain Sistem Pengendalian Kecepatan Motor Dc Pada Rancang Bangun Mini Konveyor Berbasis Fuzzy Logic Controller." *Jurnal Teknik Elektro 7.3* (2018).
- [9] Y. Chan and A. Darius, "Analisis Pengeringan Sohun Dengan Mesin Pengering Hybrid Tipe Konveyor Otomatis," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, pp. 39–42, 2018.
- [10] A. Samudiantono, S. Suparlan, M. Marulloh, and M. Mulyani, "Rancang Bangun dan Pengujian Kinerja Bucket Elevator pada Mesin Pengering Gabah Tipe Sirkulasi," *Rona Tek. Pertan.*, vol. 16, no. 2, pp. 145–159, 2023.
- [11] M. Luthfi, Y. N. Rohmat, D. Canra, and F. Yani, "Perancangan Dan Pembuatan Mesin Pencetak Briket Dengan Menggunakan Screw Conveyor Dengan Komposisi Arang Batok Kelapa, Serbuk Kayu Mahoni Dan Perikat Tepung Tapioka," *Sentrinov*, vol. 9, no. 1, pp. 500–509, 2023.
- [12] S. Yunus, M. Anshar, Y. C. Pratiwi, and F. Ariani, "Rancangan Bangun Alat Pengering Gabah Sistem Rotary Dryer Dengan Bahan Bakar Sekam Padi," *Sci. Pros. Abdimas dan Penelit.*, pp. 1–6, 2019.
- [13] D. Sumardiyanto and E. N. H. Prasetyo, "Mesin Perontok Padi Menggunakan Energi Surya Skala Usaha Kecil Menengah Untuk Masyarakat Di Kabupaten Subang Jawa Barat," *Kami Mengabdi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2021.
- [14] T. Prasetyo, K. Abdullah, A. H. Tambunan, L. O. Nelwan, and K. . Made, "Simulasi Pengering Gabah Tipe Resirkulasi Menggunakan Konveyor Pneumatik," *Forum Pascasarj.*, vol. 32, no. 1, pp. 11–19, 2009.