



## PERANCANGAN DAN PERENCANAAN PENGGUNAAN CEROBONG ASAP UNTUK MENGURANGI DEBU PADA INDUSTRI TAHU

**Diaz Fido Saputra<sup>1)</sup>, Cahyono<sup>2)</sup>, Mulki Siregar<sup>3)</sup>, dan Wiwin<sup>4)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup> Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Jakarta

<sup>4)</sup> Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Jakarta

E-mail: [diazfidodaputra45@gmail.com](mailto:diazfidodaputra45@gmail.com)<sup>1)</sup>, [cahyono76@gmail.com](mailto:cahyono76@gmail.com)<sup>2)</sup>, [mulkisiregar@gmail.com](mailto:mulkisiregar@gmail.com)<sup>3)</sup>, [wiwinuid@yahoo.com](mailto:wiwinuid@yahoo.com)<sup>4)</sup>

### ABSTRAK

Industri tahu salah satu sektor usaha kecil yang berkembang pesat di Indonesia. Namun, di balik potensi ekonominya, proses produksi tahu—khususnya pembakaran kayu untuk pemanasan—menimbulkan dampak pencemaran udara yang cukup serius, seperti asap pekat dan debu sisa pembakaran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan cerobong asap ramah lingkungan yang dapat mengurangi emisi polutan dari proses pembakaran tersebut. Studi dilakukan di Pabrik Tahu RR, Cikampek, dengan pendekatan observasi, wawancara, serta analisis morfologi perancangan produk. Cerobong dirancang menggunakan material tahan panas seperti besi pipa, besi hollow, dan stainless steel, dengan struktur modular yang mudah dirakit. Hasilnya menunjukkan bahwa desain cerobong mampu menurunkan sebaran asap dan debu secara signifikan, serta meningkatkan kenyamanan lingkungan kerja. Penelitian ini juga mengusung prinsip green manufacturing, agar industri tahu dapat tetap produktif tanpa mengorbankan kesehatan lingkungan. Kendala seperti keterbatasan ruang, biaya, dan pengetahuan teknis masih menjadi tantangan, namun dapat diatasi dengan pendekatan desain sederhana dan edukasi yang tepat. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi solusi nyata dan aplikatif bagi industri tahu lainnya dalam mengelola dampak lingkungan secara lebih bertanggung jawab.

Kata kunci : *Industri Tahu, Pencemaran Udara, Green Manufacturing, Desain Cerobong Asap*

### ABSTRACT

*The tofu industry, as part of Indonesia's thriving small and medium-sized enterprises (SMEs), contributes significantly to the local economy. However, its traditional production methods, particularly the use of firewood combustion for heating, pose serious environmental challenges—especially in the form of air pollution from smoke and particulate matter. This research aims to design and evaluate the implementation of an environmentally friendly chimney system equipped with a simple air pollution control mechanism suitable for small-scale tofu production. The study was conducted at Tofu Factory RR, located in Cikampek, using qualitative methods including field observation, structured interviews, and morphological product design analysis. The chimney structure was developed using heat- and corrosion-resistant materials such as steel pipe, hollow steel, and stainless steel, configured in a modular system to ensure ease of installation and maintenance. The results indicate a significant reduction in airborne pollutants, contributing to improved workplace conditions and supporting the application of green manufacturing principles. Although the adoption of such technologies faces constraints related to limited space, technical capacity, and financial resources, these challenges can be mitigated through simplified design and stakeholder education. This research offers a scalable, cost-effective solution for enhancing environmental sustainability in traditional tofu industries.*

*Keywords: Tofu Industry, Air Pollution, Green Manufacturing, Chimney Design.*

## 1. PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu sektor industri kecil dan menengah yang berkembang pesat di Indonesia, khususnya di daerah pedesaan dan perkotaan padat penduduk. Proses produksi tahu yang relatif sederhana, bahan baku yang mudah didapat, serta permintaan pasar yang tinggi membuat industri ini menjadi pilihan banyak pelaku usaha. Namun, di balik manfaat ekonominya, industri tahu juga menimbulkan dampak lingkungan yang cukup signifikan, terutama dari sisi pencemaran udara[1]. Salah satu sumber pencemaran udara utama dari industri tahu adalah asap yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar, seperti kayu bakar atau limbah pertanian, untuk memanaskan kedelai. Asap ini umumnya dikeluarkan melalui cerobong tanpa melalui sistem pengendalian emisi yang memadai, sehingga menyebabkan pelepasan partikel debu, karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan senyawa lainnya yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitar. Jika tidak ditangani dengan baik, pencemaran udara ini dapat menyebabkan gangguan pernapasan, penurunan kualitas udara, serta merusak ekosistem lokal[2]. Meskipun teknologi pengendalian pencemaran udara seperti *cyclone separator*, *wet scrubber*, dan *electrostatic precipitator* sudah banyak dikenal dan diterapkan di industri besar, penerapannya di industri tahu masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh minimnya pengetahuan teknis, keterbatasan dana, dan kurangnya regulasi atau pengawasan dari pihak berwenang. Oleh karena itu, diperlukan upaya konkret untuk mengembangkan dan menerapkan alat pengendali pencemaran udara yang sederhana, murah, dan efektif agar dapat diadopsi oleh industri tahu skala kecil hingga menengah. Salah satu jenis usaha kecil menengah adalah pabrik tahu. Di Indonesia, industri ini telah berkembang

secara signifikan. Sekitar 84.000 unit usaha di Indonesia didedikasikan untuk memproduksi tahu. Peneliti melakukan observasi ke salah satu industri tahu di daerah Cikampek, Jawa Barat. Pabrik Tahu RR yang merupakan jenis usaha informal yang telah menjadi UMKM, di Pabrik Tahu RR ini setiap hari nya memproduksi 8 kwintal tahu setiap harinya yang dari kedelai mentah yang berat nya mencapai 8000 KG. Jam kerja di Pabrik Tahu RR ini dimulai dari jam 5.00 WIB sampai 17.00 WIB. Menurut hasil Survei dan Observasi pembuatan tahu ini memiliki sejumlah resiko seperti pembakaran kayu bakart di cerobong asap untuk pemanasan tahu. Perilaku dan kegiatan yang sangat berbahaya termasuk polusi udara dari pembakaran tersebut. Kegiatan tersebut sangat berbahaya bagi karyawan dan yang ada seisi di dalam pabrik tahu maupun lingkungan sekitar, keadaan tidak aman termasuk yang mengancam dan membahayakan pekerja pabrik, seperti debu sisa pembakaran asap yang berlebih sehingga bisa mengalami gangguan pernapasan. Kesehatan pekerja merupakan investasi yang penting bagi sebuah perusahaan[3].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Perancangan Produk

Perancangan produk merupakan proses yang terencana dan kreatif di mana sebuah ide dikembangkan secara bertahap menjadi produk nyata yang siap diproduksi. Dalam proses ini, berbagai aspek penting seperti fungsi, bentuk, kenyamanan penggunaan, keandalan, biaya, serta dampaknya terhadap lingkungan turut dipertimbangkan agar hasil akhirnya benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna[4]. Perancangan produk pada dasarnya adalah proses untuk merancang seluruh fitur yang menentukan bagaimana suatu produk akan terlihat dan berfungsi, sesuai dengan harapan dan kebutuhan pelanggan. Produk

sendiri dapat dipahami sebagai bentuk kepuasan yang diberikan oleh produsen kepada konsumen, baik berupa barang yang memiliki nilai guna maupun layanan yang memenuhi keinginan pengguna. Dengan kata lain, perancangan produk dan jasa merupakan langkah penting dalam merumuskan fitur dan kualitas yang dapat memberikan pengalaman terbaik bagi konsumen dan menjawab kebutuhan mereka secara optimal[5].

## 2.2 Teknologi Cerobong Asap

Cerobong asap merupakan salah satu sarana untuk membuang hasil pembakaran ke atmosfer. Fungsi utama cerobong asap adalah untuk mengarahkan gas buang agar tidak menyebar langsung ke area produksi dan lingkungan sekitar[6]. Cerobong asap yang dirancang dengan baik akan mempercepat laju pembuangan gas buang, serta memungkinkan pemasangan alat pengendali emisi seperti filter siklon atau penyaringan partikel. Teknologi cerobong asap merujuk pada penggunaan desai, material, dan sistem tambahan pada cerobong yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pembuangan emisi sekaligus mengurangi kandungan polutan yang dilepaskan ke udara.

## 2.3 Prinsip Green Manufacturing

Green Manufacturing merupakan pendekatan strategis dalam sistem produksi yang mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam seluruh tahapan proses manufaktur. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan sumber daya, serta meminimalkan timbulan limbah dan emisi yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung. Dalam penerapannya, Green Manufacturing mencakup berbagai prinsip dasar yang saling berkaitan. Pertama, efisiensi energi dan material menjadi fokus utama, dengan mendorong penggunaan sumber daya secara optimal untuk menghindari

pemborosan. Kedua, pengurangan limbah padat, cair, dan gas dilakukan melalui pemanfaatan teknologi bersih serta pengelolaan limbah yang efektif dan bertanggung jawab[7]. Ketiga, pemilihan bahan baku diarahkan pada material yang ramah lingkungan, dapat didaur ulang, dan memiliki siklus hidup yang panjang[8].

Selanjutnya, desain produk diarahkan pada prinsip *eco-design*, yaitu menciptakan produk yang tahan lama, mudah diperbaiki, dan hemat energi selama masa pakai. Selain itu, modernisasi teknologi produksi dilakukan dengan mengganti mesin-mesin konvensional menjadi peralatan yang lebih efisien dan rendah emisi. Tak kalah penting, Green Manufacturing menekankan pembangunan budaya kerja yang sadar lingkungan dan mendorong seluruh pihak dalam organisasi untuk berperan aktif dalam menjaga keberlanjutan. Penerapan prinsip ini juga menuntut kepatuhan terhadap regulasi lingkungan, baik di tingkat nasional maupun internasional[9].

Dengan mengadopsi prinsip-prinsip Green Manufacturing, pelaku industri tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi dan daya saing usahanya, tetapi juga turut berkontribusi dalam menjaga keberlangsungan ekosistem dan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan. Oleh karena itu, pendekatan ini menjadi fondasi penting dalam transformasi industri menuju praktik yang lebih berkelanjutan.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Tahu RR yang berlokasi di wilayah Cikampek dan dimulai pada bulan April 2025. Fokus utama dari studi ini adalah menelaah proses pemanasan tungku boiler yang masih memanfaatkan kayu bakar sebagai sumber energi. Proses pembakaran tersebut menghasilkan emisi berupa asap pekat dan partikel debu yang berpotensi mencemari udara, baik di area produksi maupun di lingkungan sekitar pabrik. Melalui pendekatan desain yang kontekstual, fungsional, dan sesuai

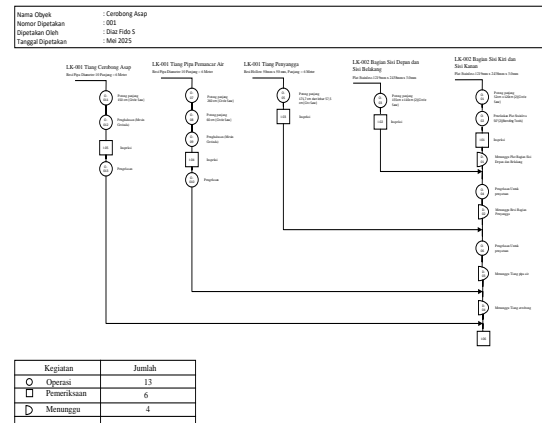
dengan kondisi lapangan, penelitian [10] ini diharapkan dapat menghasilkan solusi yang dapat diterapkan secara langsung serta memberikan dampak positif terhadap kualitas lingkungan kerja maupun mutu produk yang dihasilkan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan modifikasi pada sistem cerobong asap yang digunakan dalam proses pembakaran, serta melakukan perbandingan tingkat emisi debu sebelum dan sesudah penggunaan cerobong hasil rancangan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas cerobong dalam menurunkan konsentrasi polutan, khususnya debu dan partikel sisa pembakaran kayu.

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya [10]. Data ini diperoleh dengan ditemukan beberapa permasalahan utama yang menjadi hambatan dalam proses produksi. Pertama, belum tersedianya sistem pembuangan asap menyebabkan akumulasi polutan di dalam ruang produksi, yang berdampak pada kenyamanan dan kesehatan para pekerja. Kedua, keterbatasan ruang menjadi faktor yang menyulitkan penerapan sistem ventilasi atau cerobong yang sesuai. Ketiga, keberadaan asap dan debu dari pembakaran kayu juga berisiko menurunkan kualitas produk tahu akibat potensi kontaminasi. Permasalahan ini menjadi dasar perlunya pengembangan solusi yang tepat guna, adaptif, dan berorientasi pada keberlanjutan lingkungan industri.

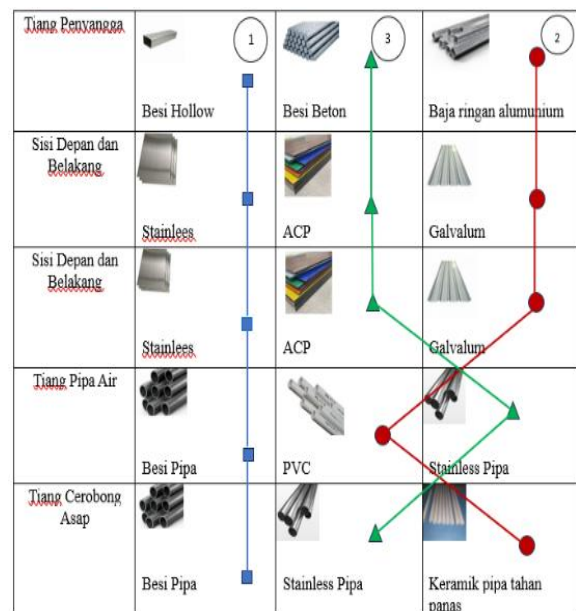
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses awal yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini, yaitu melakukan observasi. Observasi yang dilakukan yaitu dengan memperhatikan lingkungan sekitar dan mewawancarai beberapa pekerja yang ada industri tahu. Adapun OPC (*Operation Process Chart*) untuk aliran proses perancangan cerobong asap adalah sebagai berikut:



**Gambar 1.** *Operation Process Chart*

Berdasarkan gambar diatas ada beberapa operasi yang harus diperhatikan untuk perancangan cerobong asap ini dan perlu di perhatikan material yang di gunakan pada cerobong asap seperti plat stainless, besi hollow, dan besi pipa yang dimana akan dirancang untuk bagian utama pada cerobong asap dan dijelaskan melalui morfologi berikut.

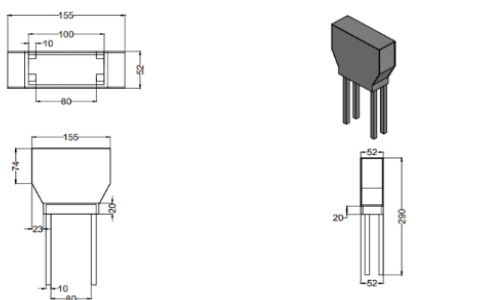


Berdasarkan gambar morfologi diatas menunjukan apa saja yang digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan dan pemilihan material untuk komponen cerobong asap pada

industri tahu. Diagram ini terdiri dari lima komponen utama, yaitu tiang penyangga, sisi depan dan sisi belakang, pipa air, serta tiang cerobong asap. Setiap baris mewakili satu bagian struktural, dan setiap kolom berisi alternatif material yang akan digunakan, dan disesuaikan dengan karakteristik teknis lingkungan industri. Pada setiap jalur mencerminkan kombinasi material yang dipertimbangkan dari segi kekuatan, ketahanan terhadap suhu tinggi, kemudahan fabrikasi, serta biaya dan ketersediaan di lapangan.

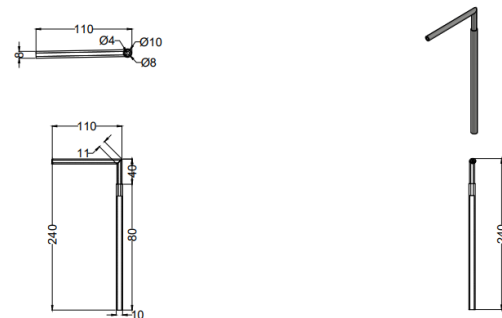
Pada pemilihan material ini sangat dibutuhkan beberapa pendapat dari para pekerja yang ada di industri tahu tersebut di antara lain dengan memilih material kuat dan tahan lama (kombinasi logam berat) pada jalur biru, pada material ini diperlukan bahan yang sangat tahan terhadap suhu panas serta tahan dengan jangka waktu yang lama untuk digunakan. Pada jalur merah menggunakan material kombinasi logam ringan dan plastik pada jalur ini cocok untuk konstruksi ringan dan tahan lama dan cocok pada dapur serta tempat diluar ruangan. Pada jalur ketiga yaitu jalur hijau yang digunakan adalah material campuran ekonomis dan tahan karat, jalur ini cocok digunakan untuk struktur menengah dengan tampilan rapi serta dapat menahan karat.

Berdasarkan pemilihan material dan penjelasan material apa yang digunakan serta apa saja yang dibutuhkan untuk industri tersebut perancangan akan dilakukan melalui desain yang sudah digambarkan dengan ukuran-ukuran yang sesuai pada OPC di atas.



**Gambar 3.** Base Cerobong Asap

Gambar ini memperlihatkan rancangan bagian dasar dari cerobong asap yang secara khusus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan industri tahu. Dalam proses perancangannya, aspek ketahanan terhadap suhu tinggi dan efisiensi dalam pelepasan asap menjadi fokus utama, dengan tujuan utama mencegah pencemaran udara di area sekitar fasilitas produksi. Sebagai pondasi dalam menjaga kestabilan dan kekuatan sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, desain dibuat dengan memperhatikan daya dukung struktural, kestabilan, serta kemudahan instalasi di ruang produksi yang umumnya terbatas.[11]

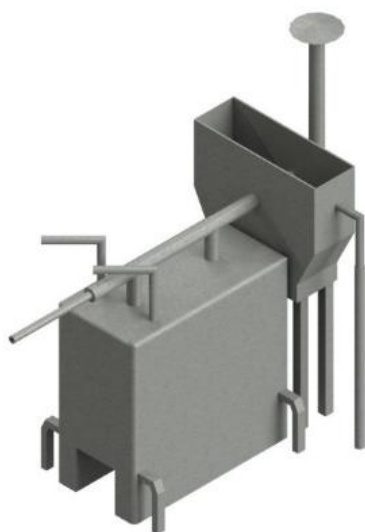


**Gambar 4.** Pipa Pemancar Air

Gambar ini menggambarkan salah satu komponen penting dari sistem cerobong asap, yaitu pipa air, yang berfungsi sebagai bagian pendukung sistem pendingin atau penyaring pada cerobong. Walaupun terlihat sederhana dalam bentuk, pipa ini dirancang dengan pertimbangan yang sangat matang agar bisa menjalankan fungsinya secara maksimal di lingkungan industri yang keras, seperti industri tahu. Jika dilihat secara visual, desain pipa ini memiliki ukuran diameter dan panjang yang telah diatur dengan cermat—seperti Ø10, Ø8, dan Ø4 mm—untuk memastikan aliran air atau udara berjalan lancar dan merata. Angka-angka tersebut bukan sekadar ukuran teknis, tapi merupakan representasi dari perhitungan real di lapangan agar sistem cerobong bekerja optimal tanpa hambatan.

Meskipun panjang 150 mm tampak singkat, pipa ini sebenarnya dirancang sebagai bagian dari sistem modular. Artinya, beberapa pipa dapat disusun secara fleksibel menjadi satu kesatuan cerobong dengan tinggi yang disesuaikan menurut kebutuhan, sehingga sangat memudahkan proses instalasi di lapangan. Lebih dari sekadar saluran asap, pipa ini juga berperan sebagai jalur penghubung antara ruang pembakaran dengan udara luar, dengan tujuan utama untuk melindungi kualitas udara di sekitarnya. Bila pipa ini gagal berfungsi dengan baik, asap pekat bisa menyebar ke lingkungan sekitar dan menimbulkan gangguan kesehatan bagi warga. Dalam proses desain, ketahanan terhadap suhu tinggi juga menjadi perhatian utama. Bahan yang digunakan harus mampu bertahan terhadap panas yang konstan tanpa mengalami deformasi atau karat dalam waktu cepat. Hal ini sangat penting, mengingat pada industri tahu, proses pembakaran bisa berlangsung selama berjam-jam setiap hari. Oleh karena itu, pipa ini harus benar-benar tangguh dan memiliki daya tahan tinggi.

114



**Gambar 6.** Keseluruhan Cerobong Asap

Gambar di atas memperlihatkan model rancangan sistem cerobong asap yang dikembangkan khusus untuk kebutuhan industri tahu skala kecil. Rancangan ini dibuat sebagai solusi terhadap permasalahan utama yang sering ditemukan di lapangan, yaitu tingginya emisi asap dan debu dari proses pembakaran kayu pada tungku perebusan tahu, yang berpotensi mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan pekerja.

Desain ini dirancang dengan pendekatan yang sederhana namun fungsional. Terdapat ruang pembakaran utama berbentuk kotak yang berfungsi sebagai tempat pembakaran bahan bakar (biasanya kayu), yang dilengkapi dengan sistem pipa dan saluran pembuangan asap menuju cerobong. Komponen vertikal yang tinggi pada bagian belakang berfungsi sebagai cerobong utama untuk mengalirkan asap keluar dari ruang produksi. Bentuk cerobong dibuat lurus dan tinggi agar dapat meningkatkan daya hisap alami (draft) serta mengarahkan emisi ke udara bebas, jauh dari aktivitas manusia.

Selain itu, bagian atas sistem dilengkapi dengan saluran air yang terintegrasi, yang berfungsi sebagai pendingin atau penyaring (jika

dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem wet scrubber sederhana). Sistem ini juga dirancang agar mudah dirakit dan dibersihkan, dengan struktur yang modular dan material tahan panas seperti besi pipa dan pelat baja ringan.

Pendekatan desain ini tidak hanya memperhatikan aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan kenyamanan dan keamanan pekerja di lapangan. Tujuan akhirnya adalah menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat, meningkatkan kualitas udara di sekitar pabrik, serta mendukung penerapan prinsip *green manufacturing* dalam industri tradisional seperti tahu.

Rancangan ini diharapkan dapat menjadi contoh nyata bagaimana solusi teknologi yang sederhana, terjangkau, dan kontekstual dapat memberikan dampak besar terhadap keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan pekerja industri kecil.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan ulang cerobong asap pada industri tahu memberikan dampak signifikan terhadap penurunan emisi debu dan asap hasil pembakaran kayu. Sebelum modifikasi dilakukan, cerobong tidak dilengkapi sistem pengendalian emisi sehingga menyebabkan pencemaran udara dan gangguan kesehatan di lingkungan kerja. Setelah penerapan cerobong yang telah dirancang ulang, terjadi perbaikan kualitas udara yang nyata, baik di ruang produksi maupun area sekitar pabrik.

Desain cerobong menggunakan kombinasi material tahan panas dan korosi, seperti besi pipa, hollow, dan stainless steel. Pendekatan morfologi digunakan untuk menentukan konfigurasi material yang optimal. Struktur modular yang diterapkan juga memberikan kemudahan dalam pemasangan dan perawatan, serta membuka kemungkinan integrasi dengan sistem filtrasi seperti *wet scrubber*.

Penerapan prinsip *green manufacturing* tercermin dari upaya mengurangi polusi udara serta penggunaan material yang ramah lingkungan. Selain memberikan manfaat ekologis, pendekatan ini juga mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan operasional.

Meskipun terdapat tantangan seperti keterbatasan ruang, biaya, dan keterampilan teknis, pendekatan desain yang sederhana dan kontekstual terbukti efektif. Penelitian ini menegaskan bahwa teknologi tepat guna dapat diimplementasikan secara praktis di sektor industri kecil seperti industri tahu, dengan hasil yang positif terhadap lingkungan dan produktivitas.

Dari hasil penelitian, disarankan agar pemilik industri tahu mulai menggunakan cerobong asap dengan sistem pengendalian emisi sederhana yang efektif. Meski ada biaya awal, manfaat jangka panjangnya besar—seperti udara yang lebih bersih, kesehatan pekerja yang lebih terjaga, dan citra usaha yang lebih positif. Pemerintah dan instansi terkait diharapkan mendukung melalui pelatihan dan bantuan alat, agar teknologi ini bisa lebih mudah diakses oleh industri kecil. Peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas studi dan mengukur emisi secara langsung, serta menilai kelayakan biaya agar penerapan teknologi ini makin kuat. Kesadaran masyarakat juga penting untuk terus dibangun, agar semua pihak bisa bersama menjaga lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Sutrisno and F. Meilasari, “Teknologi Pengolahan Emisi dengan Menggunakan Electrostatic Presipitator ( ESP ),” vol. 12, no. 3, pp. 616–623, 2024.
- [2] W. B. Adi, A. Muladi, F. Rakhman, A. K. Rais, and J. Safaat, “DAMPAK PERKEMBANGAN SENTRA INDUSTRI TAHU TEMPE LINGKUNGAN,” pp. 90–97, 2011.
- [3] P. Kerja, “PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA BERDASARKAN ANALISIS POSTUR KERJA MENGGUNAKAN METODE RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT ( REBA ) PADA INDUSTRI ALUMUNUM ( Studi Kasus : CV . Fataya Aluminium Samarinda ) DESIGN OF WORK AID BASED ON WORK POSTURE ANALYSIS USING RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT ( REBA ) METHOD IN ALUMUNUM INDUSTRY ( Case Study : CV Fataya Aluminium Samarinda ) Slamet Mulyono , Dharma Widada , Lina Dianati Fathimahhayati Program Studi S1 Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Mulawarman Jalan Sambaliung No . 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda , 75119 Email : linadianatif@gmail.com,” vol. 5, no. 2, pp. 104–114, 2017.
- [4] I. Georgina, H. Payangan, and G. S. Kattu, “Perancangan Produk Aksesoris Interior dari Limbah Ampas Kopi dan Sabut Kelapa Pendahuluan Metodologi,” vol. 02, no. 02, pp. 95–105, 2025.
- [5] R. B. Jakaria, *Buku Perencanaan Dan Perancangan Produk*, vol. 1, no. MAY. 2017.
- [6] Hurip Jayadi, “Filter Cerobong Asap Cyclone Dust Collector untuk Mengurangi Emisi Insinerator,” vol. 15, no. 7, pp. 642–646, 2024.
- [7] R. H. Borrang, Z. Arifin, and V. M. Afma, “Penggunaan Heater Sebagai Alternatif Efektif Untuk Pemanas Pada Mesin Pengereng Ikan Dan Kerupuk,” *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 145–153, 2025, doi: 10.33373/profis.v12i2.6931.
- [8] L. M. Ningsih, J. Mazancová, U. Hasanudin, and H. Roubík, “Energy audits in the tofu industry; an evaluation of energy consumption towards a green and sustainable industry,” *Environ. Dev. Sustain.*, no. 0123456789, 2024, doi:



10.1007/s10668-024-05109-z.

- [9] H. N. Isnianto, “Rancang Bangun Alat Monitoring Debu dan Karbon Monoksida Berbasis,” pp. 32–34, 2021, [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [10] M. Siregar, Z. Khodizah, I. Jakarta, J. B. Rakyat, U. Kayu, and J. Timur, “Penerapan Metode Ergonomic Function Deployment dalam Perancangan Mouse Komputer Vertikal,” *J. Rekayasa Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 28–36, 2025.
- [11] B. Anna *et al.*, “PERANCANGAN PANGGUNG RUANG BELAJAR ERGONOMI DI RUANG A101 FAKULTAS TEKNIK,” vol. 6, no. 2, pp. 72–80, 2018.