



Analisis Konsep Fisika Pada Teknologi Rotary Dryer Dan Mesin Combine Untuk Hasil Pertanian

Gischa Novi Ramadani¹, Rania Wulansari², Haikal Wicaksono³, Sudarti⁴,
Kendid Mahmudi⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Jember

Abstract

Received: 05 Oktober 2025

Revised: 17 Oktober 2025

Accepted: 28 Oktober 2025

The processing of rice and corn crops today relies heavily on the utilisation of physical principles in the use of modern machinery. Rotary dryers dry grain and corn kernels by relying on heat and mass transfer, mainly through convection and conduction processes. Factors such as air temperature, airflow speed, drum rotation, as well as the thermal properties of the material being dried, greatly affect the speed of water evaporation and the quality of the final product. Meanwhile, combine harvesters integrate various stages of work-from cutting, threshing, separating, to cleaning-by utilising the concepts of mechanical force, impulse, friction, and centrifugal force. The effectiveness and efficiency of this machine depends on the settings of drum speed, cutting angle, forces acting on the crop, and vibration frequency in the separation system. Understanding the fundamentals of physics in this technology is key to designing a more efficient and energy-efficient machine. With proper application of the principles, the productivity and quality of rice and maize crops can be improved, especially in facing the challenges of tropical climate in the main agricultural areas. An in-depth understanding of the principles of physics is instrumental in improving the efficiency and quality of rice and corn yields after harvest. Through the development of sustainable rotary dryer and combine harvester technologies, it is expected that the productivity of the agricultural sector can increase significantly, while minimising the negative impacts of erratic tropical climate conditions. With the application of this physics-based technology, the agricultural sector can achieve more optimal results, reduce post-harvest losses, and utilise resources more effectively and sustainably.

Keywords: *rice, maize, rotary dryer, combine harvester, heat transfer, mechanics of forces, postharvest.*

(*) Corresponding Author: sudarti.fkip@unej.ac.id

How to Cite: Ramadani, G., Wulansari, R., Wicaksono, H., Sudarti, S., & Mahmudi, K. (2025). Analisis Konsep Fisika Pada Teknologi Rotary Dryer Dan Mesin Combine Untuk Hasil Pertanian. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(11.A), 75-86. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13091>.

INTRODUCTION

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, yang mana pada sebagian besar penduduk Indonesia hidupnya bergantung pada sector pertanian. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), lebih dari 38 juta orang di Indonesia bekerja di sector pertanian, yang menjadikannya salah satu tulang punggung ekonomi nasional. Di berbagai daerah, terutama pada daerah pedesaan, pertanian bukan hanya menjadi mata pencaharian utama, tetapi juga termasuk bagian dari identitas budaya dan sosial masyarakat. Namun, seiring dengan perkembangan zaman dan tantangan

global yang semakin kompleks, sector pertanian di Indonesia menghadapi berbagai persoalan yang menuntut solusi strategis.

Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh para petani di Indonesia adalah masih dominannya penggunaan metode pertanian yang tradisional. Proses bercocok tanam, panen, hingga waktu pascapanen masih banyak yang dilakukan secara manual, yang tidak hanya memerlukan waktu dan tenaga besar, tetapi juga menyebabkan inefisiensi dan kerugian hasil panen. Contohnya, dalam proses pemanenan padi, petani masih banyak yang menggunakan sabit dan tenaga manusia lainnya, yang bisa memperlambat waktu panen, tetapi juga menimbulkan kehilangan hasil panen (losses) hingga 10% - 20%. Demikian pula dalam proses pengeringan hasil panen seperti padi atau jagung, para petani sering kali bergantung pada sinar matahari, yang tidak selalu dapat diandalkan, terutama pada saat musim dingin ataupun musim penghujan.

Masalah-masalah ini pada akhirnya berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Produk yang dihasilkan sering kali kurang memenuhi standar pasar, baik dari segi kadar air, kebersihan, maupun tingkat kerusakan. Akibatnya, harga jual yang rendah dan kesejahteraan petani pun sulit meningkat. Padahal, di era modern seperti ini, pertanian dituntut untuk tidak hanya mampu mencukupi kebutuhan dalam negeri, tetapi juga bersaing di pasar global yang menuntut efisiensi, kualitas, dan kontinuitas produksi.

Dalam menghadapi kenyataan tersebut, teknologi pertanian modern hadir sebagai jawaban untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas petani. Dua diantara teknologi yang saat ini mulai diperkenalkan dan dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia adalah mesin combine harvester dan rotary dryer. Mesin combine harvester ini atau biasa disebut mesin panen kombinasi adalah alat yang mampu melakukan tiga kegunaan sekaligus dalam satu waktu, yaitu memotong, merontokkan, dan juga membersihkan pada hasil panen, khususnya pada padi, jagung, dan gandum. Dengan menggunakan mesin ini, proses panen yang biasanya memakan waktu berhari-hari dapat diselesaikan dalam hitungan jam saja, sekaligus bisa mengurangi kehilangan hasil dan menekankan biaya tenaga kerja.

Sementara itu, teknologi rotary dryer berfungsi dalam proses pascapanen, khususnya dalam pengeringan hasil panen seperti padi, jagung, kedelai, atau bahkan komoditas perkebunan lainnya. Alat ini memungkinkan pengeringan yang lebih cepat dan merata, serta tidak tergantung pada kondisi cuaca. Dengan sistem pengeringan tertutup dan berbasis pemanas, rotary dryer dapat menjaga kadar air hasil panen dalam batas ideal, sehingga mutu produk tetap terjaga dan lebih tahan disimpan dalam jangka waktu panjang.

Pemanfaatan kedua teknologi ini telah menunjukkan Dampak yang positif di berbagai daerah. Di beberapa sentra produksi padi seperti di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Sumatera Selatan, penggunaan mesin combine terbukti mempercepat waktu panen dan menekan kerugian hasil panen hingga di bawah 5%. Demikian pula, penggunaan rotary dryer di wilayah sentra jagung di Gorontalo dan Sulawesi Selatan memungkinkan petani menjual hasil panen dengan kadar air sesuai standar industri, sehingga mendapat hasil harga jual yang lebih tinggi.

Pemahaman terhadap energy, panas, dan perpindahan massa mejadikunci untuk mengoptimalkan penggunaan mesin ini, dalam praktek di lapangan. Misalnya, pengaturan kecepatan drum perontok pada mesin combine perlu

disesuaikan dengan jenis tanaman dan tingkat kematangan panen untuk menghindari kerusakan biji. Begitu pula pada rotary dryer, pengaturan suhu dan kecepatan aliran udara harus diperhatikan dengan cermat untuk mencegah over-drying yang dapat merusak kualitas hasil pertanian.

Meski begitu, penerapan teknologi ini masih belum merata. Masih banyak petani, terutama yang bermodal kecil, belum mampu mengakses atau memahami cara kerja mesin-mesin tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, swasta, dan lembaga pendidikan untuk memperluas penyuluhan, pelatihan, dan penyediaan alat pertanian modern secara merata.

METHODS

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode studi literatur (literature review), dengan model narrative review sebagai pendekatan utamanya. Pada model ini, data dari berbagai jurnal nasional dan internasional dikaji secara komprehensif, kemudian dibandingkan dan dirangkum berdasarkan pengalaman penulis, serta landasan teori dan model yang relevan. Penelitian ini bersifat kualitatif dengan memiliki sumber data. Sumber data yang digunakan yaitu data sekunder yang diperoleh dari jurnal internasional, artikel ilmiah, dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas. Teknik analisis yang diterapkan adalah deskriptif analitis, melalui proses pengumpulan, identifikasi, pengorganisasian, dan analisis data yang telah diperoleh.

RESULTS & DISCUSSION

Prinsip Kerja Mesin Combine



1. Definisi dan Fungsi

Mesin combine harvester merupakan salah satu inovasi dalam bidang mekanisme pertanian yang dirancang untuk menggabungkan tiga fungsi utama pemanenan tanaman biji-bijian, seperti menuai (reaping), merontokkan (threshing), dan membersihkan hasil panen (cleaning) dalam satu sistem terintegrasi. Teknologi ini dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta meminimalkan kehilangan hasil panen (harvest loss).

2. Komponen Utama dan Fungsinya

Combine Harvester terdiri dari beberapa bagian yang cukup penting yang bekerja secara terkoordinasi, diantaranya:

- Unit Pemotong (Header unit)

Bagian ini terletak pada bagian depan mesin dan terdiri atas reel, cutter bar, dan auger. Pada bagian reel ini bekerja untuk menarik tanaman menuju pisau pemotong (cutter bar) untuk dilanjutkan proses pemotongan. Hasil dari potongan tersebut dilanjutkan kemudian dialirkan oleh auger menuju ke bagian perontokan.

- Unit Perontok (Threshing Unit)

Setelah tanaman dipotong, bahan dialirkan ke ruang perontokan yang terdiri atas drum pemukul konfak. Proses ini memanfaatkan gaya tumbukan, gesekan, dan tekanan untuk melepaskan biji dari bagian jerami dan sekam.

- Sistem Pembersih (Cleaning System)

Campuran dari biji, sekam, dan jerami kecil dari hasil perontokan kemudian masuk ke sistem pembersih yang terdiri dari blower dan ayakan, blower menghasilkan hembusan udara untuk memisahkan komponen ringan, sedangkan ayakan memisahkan partikel berdasarkan ukuran dan massa.

- Tangki Penampung Hasil Panen (Grain Tank)

Gabah yang bersih dan sudah terpisah dari kotoran akan dikumpulkan dalam tangki ini sebelum dikeluarkan menggunakan auger ke kendaraan pengangkut.

- Sistem Penggerak dan Kendali

Combine harvester yang sudah modern biasanya dilengkapi dengan sistem transmisi hidrolik, pengendali otomatis berbasis sensor, dan sistem GPS untuk navigasi dan pemetaan lahan.

3. Prinsip Kerja Mekanis

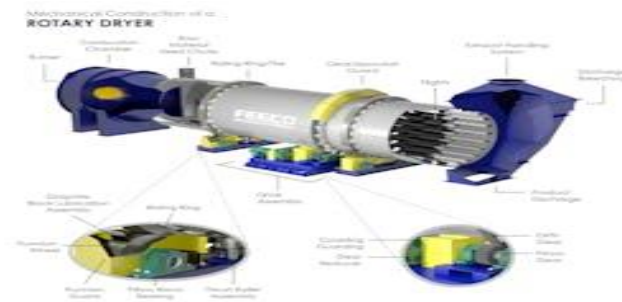
Prinsip kerja mesin combine harvester mengikuti alur sebagai berikut:

- Tanaman dipotong oleh pisau pemotong dan diarahkan oleh reel ke dalam auger
- Auger membawa tanaman menuju unit perontok
- Drum pemukul memisahkan gabah dari batang tanaman
- Sistem blower dan ayakan menyaring gabah dari sekam dan kotoran
- Gabah yang bersih ditampung, sedangkan jerami dan sisa hasil panen dikeluarkan dari bagian belakang mesin.

4. Manfaat dan Efisiensi

Dalam studi lapangan yang dilakukan oleh Balai Besar Mekanisasi Pertanian, mesin combine dapat mengurangi kehilangan hasil panen hingga di bawah 2%, jauh lebih efisien dibandingkan metode panen manual yang kehilangan panennya bisa mencapai 10-15%. Selain itu waktu kerja menjadi jauh lebih singkat, tenaga kerja lebih hemat, dan kualitas gabah hasil panen lebih bersih. Namun, mesin ini memiliki keterbatasan, sehingga harga beli yang tinggi, ketergantungan pada operator yang terlatih, serta kesulitan beroperasi di lahan sempit atau bertingkat seperti di daerah perbukitan.

Prinsip Kerja Mesin Rotary Dryer



- Definisi dan Fungsi

Mesin rotary dryer adalah alat pengering yang berfungsi mengurangi kadar air pada produk pertanian dengan cara mengalirkan udara panas ke dalam silinder drum yang terus berputar. Alat ini umumnya digunakan setelah proses panen dan perontokan, khususnya untuk mengeringkan gabah, jagung, atau kedelai agar dapat disimpan dengan aman dan tidak mudah rusak.

- Komponen dan proses Pengeringan

1. Rotary Drum (Silinder Berputar): tempat bahan basah dimasukkan dan terus berputar agar pengeringan merata.
2. Sumber Panas (Furnace/Heat Exchanger): menghasilkan udara panas dari pembakaran bahan bakar (bisa kayu, sekam, atau gas).
3. Fan dan Blower: mengalirkan udara panas ke dalam drum.
4. Feeder & Discharger: untuk memasukkan dan mengeluarkan material dari drum pengering. Selama proses pengeringan, material akan bergerak bersama drum berputar sambil terkena aliran udara panas. Evaporasi air terjadi secara bertahap, hingga kadar air menurun ke tingkat yang diinginkan (misalnya dari 22% menjadi 13–14%).

- Keunggulan dan Kelemahan

Kelebihan mesin rotary dryer:

1. Proses pengeringan cepat dan efisien (sekitar 3-6 jam tergantung kadar air awal)
2. Dapat mengeringkan dalam jumlah besar (1-3 ton)
3. Lebih merata karena sistem rotasi drum

Kelemahan mesin rotary dryer:

1. Konsumsi energy tinggi
2. Butuh sistem control suhu agar tidak merusak kualitas gabah
3. Tidak cocok untuk produk yang sensitive terhadap suhu yang tinggi.

Penggunaan rotary dryer sangat krusial untuk mencegah fermentasi atau pertumbuhan jamur pada gabah hasil panen, yang bisa menurunkan mutu atau bahkan membuat gabah tidak layak konsumsi.

Sinergi Combine Harvester dan Rotary Dryer dalam sistem Pascapanen

Dalam sistem pertanian modern, combine harvester dan rotary dryer tidak berdiri sendiri, melainkan menjadi bagian dari rantai mekanisasi pertanian. Combine harvester memungkinkan panen cepat dan bersih, sedangkan rotary dryer menjamin hasil panen tersebut tetap berkualitas untuk disimpan atau dijual. Studi di beberapa kelompok tani binaan Dinas Pertanian menunjukkan bahwa penggunaan kedua mesin ini secara terpadu dapat:

1. Meningkatkan produktivitas pascapanen hingga 30–40%.

2. Memperpendek waktu panen dan pengeringan dari 5 hari menjadi kurang dari 24 jam.
3. Menurunkan kerusakan gabah akibat penundaan pengeringan atau cuaca buruk.
Namun, keberhasilan implementasi sangat bergantung pada:
 1. Akses pembiayaan (misalnya melalui KUR atau bantuan pemerintah).
 2. Pelatihan operator dan ketersediaan suku cadang.
 3. Dukungan infrastruktur, seperti jalan pertanian dan gudang pengering.

Jika dikombinasikan, penggunaan combine harvester dan rotary dryer memberikan sinergi yang kuat dalam proses panen dan pascapanen. Combine mempercepat pemanenan dengan tingkat kehilangan yang rendah, sementara rotary dryer menjamin kualitas hasil tetap optimal untuk disimpan atau dijual. Dalam praktiknya, banyak kelompok tani maupun industri pertanian besar yang telah mengadopsi kombinasi kedua alat ini sebagai bagian dari sistem mekanisasi terpadu. Namun demikian, tantangan masih ada, terutama pada aspek biaya operasional, kebutuhan bahan bakar, dan keterampilan operator. Oleh karena itu, perlu strategi pelatihan dan insentif pemerintah agar teknologi ini dapat diterapkan secara lebih luas, khususnya di wilayah pedesaan dengan potensi pertanian tinggi.

Konsep Fisika pada Alat Teknologi

Dalam era pertanian modern, efisiensi dan kualitas hasil panen sangat bergantung pada pemanfaatan teknologi yang berlandaskan prinsip-prinsip fisika. Salah satu contohnya adalah penggunaan alat pengering rotor atau rotary dryer serta mesin panen gabung atau combine harvester. Rotary dryer berfungsi sebagai alat pengering yang memanfaatkan drum silinder berputar untuk mengurangi kadar air dalam biji-bijian, seperti jagung dan padi. Proses pengeringan ini melibatkan perpindahan panas dan massa; panas dari udara yang dipanaskan melalui pembakaran bahan bakar akan dipindahkan ke biji-bijian melalui metode konveksi dan konduksi. Air di dalam biji kemudian menguap melalui proses evaporasi. Kecepatan putaran drum sangat mempengaruhi distribusi panas dan efisiensi pengeringan. Jika drum berputar terlalu lambat, pengeringan bisa menjadi tidak merata, sementara kecepatan yang terlalu tinggi dapat merusak biji-bijian. Selain itu, suhu pengeringan harus dijaga pada tingkat optimal, biasanya antara 60 hingga 70°C, supaya kualitas biji tetap terjaga tanpa menghambat proses pengeringan.

Di sisi lain, combine harvester adalah alat yang dirancang untuk menggabungkan beberapa tahapan dalam proses panen, yakni pemotongan, perontokan, pemisahan, dan pembersihan hasil panen seperti padi dan jagung. Mesin ini menggunakan prinsip mekanika, termasuk gaya geser untuk memotong batang tanaman dan gaya sentrifugal serta tumbukan dalam proses perontokan untuk memisahkan biji dari tangkainya. Proses pemisahan biji dari limbah, seperti jerami, dilakukan dengan bantuan sistem getaran dan aliran udara, yang merupakan penerapan prinsip dinamika partikel dan aliran fluida. Efisiensi kerja mesin sangat dipengaruhi oleh kecepatan operasional yang wajib disesuaikan dengan kondisi lahan serta kepadatan tanaman agar kehilangan hasil panen dapat diminimalisir. Dengan adanya mesin combine harvester, proses panen menjadi lebih cepat, kebutuhan tenaga kerja pun berkurang, serta risiko kerusakan pada hasil panen dapat dikurangi.

Secara keseluruhan, penerapan prinsip-prinsip fisika dalam rotary dryer dan combine harvester membuat proses pascapanen menjadi jauh lebih efisien, efektif,

dan berkualitas. Hal ini mendukung peningkatan produktivitas serta pendapatan para petani, sekaligus membantu mempertahankan mutu hasil pertanian, terutama untuk komoditas utama seperti jagung dan padi.

Dampak Terhadap Kualitas dan Kuantitas Hasil Pertanian

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, di mana sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup pada sektor pertanian. Peran sektor ini sangat vital dalam menunjang ketahanan pangan nasional, menyediakan lapangan pekerjaan, serta menjadi tulang punggung ekonomi di banyak daerah pedesaan. Namun, di tengah kemajuan teknologi global, pertanian di Indonesia masih didominasi oleh metode tradisional yang kurang efisien dan rentan terhadap berbagai tantangan, seperti perubahan iklim, gagal panen, dan fluktuasi harga pasar.

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi petani di Indonesia adalah minimnya penerapan teknologi modern dalam kegiatan pertanian. Sebagai contoh, proses pemanenan dan pengeringan hasil pertanian seperti padi, jagung, dan kacang-kacangan masih dilakukan secara manual dengan alat-alat sederhana. Metode tradisional ini tidak hanya memerlukan waktu dan tenaga yang besar, tetapi juga rentan terhadap kerusakan hasil panen akibat faktor cuaca dan kontaminasi. Kurangnya adopsi teknologi modern disebabkan oleh beberapa faktor, seperti rendahnya akses informasi, keterbatasan dana, serta kurangnya pelatihan atau edukasi kepada para petani mengenai manfaat dan cara penggunaan alat-alat modern. Padahal, di era industri 4.0, berbagai inovasi teknologi seperti mesin pemanen otomatis, alat pengering berbasis tenaga surya, drone pemantau lahan, dan sistem irigasi pintar telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas hasil pertanian di berbagai negara maju.

Melihat kondisi tersebut, penting bagi semua pihak, baik pemerintah, akademisi, swasta, maupun masyarakat, untuk mendorong penggunaan teknologi pertanian modern di Indonesia. Dalam konteks ini, penelitian mengenai alat atau sistem modern yang dapat diterapkan dalam proses pertanian menjadi sangat relevan. Fokus penelitian dapat diarahkan pada teknologi yang ramah lingkungan, hemat energi, serta mudah dioperasikan dan dijangkau oleh petani kecil. Dengan penerapan teknologi yang tepat, pekerjaan petani akan menjadi lebih ringan, hasil panen lebih maksimal, dan kesejahteraan mereka pun meningkat. Selain itu, transformasi pertanian tradisional menjadi pertanian modern juga akan mendorong generasi muda untuk kembali tertarik menggeluti dunia pertanian dengan cara yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Penggunaan mesin combine harvester dan rotary dryer memberikan dampak yang sangat signifikan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja di sektor pertanian. Kedua teknologi ini membantu petani dalam mengelola hasil pertanian dengan lebih cepat, bersih, dan berkualitas, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap proses manual yang memerlukan banyak tenaga dan waktu. Mesin combine harvester memiliki kemampuan untuk melakukan tiga proses sekaligus, yaitu memanen, merontokkan, dan membersihkan hasil panen seperti padi dalam satu kali proses. Hal ini tentu sangat membantu petani dalam menghemat waktu dan biaya operasional. Sementara itu, rotary dryer berfungsi sebagai alat pengering hasil panen, yang sangat berguna terutama saat musim hujan. Dengan alat ini, proses pengeringan menjadi lebih cepat dan terkontrol, sehingga mutu hasil panen tetap terjaga dan tidak mudah rusak akibat kelembapan berlebih.

Namun demikian, penerapan teknologi ini masih menghadapi kendala, terutama dari sisi penerimaan petani terhadap perubahan. Banyak petani, khususnya yang telah berusia lanjut, masih cenderung memilih cara-cara tradisional yang sudah mereka kenal sejak lama. Oleh karena itu, peran generasi muda dalam dunia pertanian sangat penting. Petani muda diharapkan mampu menjadi penggerak perubahan dengan menjadi contoh dalam penggunaan teknologi pertanian modern.

Jika petani muda dapat menunjukkan hasil nyata dari pemanfaatan teknologi ini—baik dari segi waktu, tenaga, maupun peningkatan kualitas dan kuantitas hasil pertanian—maka secara perlahan akan tumbuh kepercayaan dari para petani lain untuk ikut beralih ke teknologi modern. Dengan demikian, akan tercipta ekosistem pertanian yang lebih adaptif terhadap perkembangan zaman dan lebih siap menghadapi tantangan ke depan. Penggunaan alat-alat pertanian modern bukan berarti menghilangkan kearifan lokal atau budaya bertani yang telah ada sejak lama, tetapi menjadi upaya untuk memperkuat sektor pertanian agar lebih berdaya saing dan berkelanjutan.

Dalam pemanfaatan mesin combine harvester dan rotary dryer, terdapat sisi positif yang sangat menguntungkan sekaligus tantangan yang tidak boleh diabaikan. Mesin combine harvester mampu memangkas waktu panen secara drastis dengan melakukan pemotongan, perontokan, dan pembersihan dalam satu kali operasional. Hal ini mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, memangkas biaya tenaga kerja, dan memungkinkan petani mengelola lahan lebih luas dalam waktu singkat. Sementara itu, rotary dryer menghadirkan solusi handal untuk proses pengeringan pascapanen, terutama saat musim hujan, sehingga kadar air produk dapat ditekan ke tingkat aman ($<14\%$) tanpa terpengaruh kondisi cuaca. Bersama-sama, kedua mesin ini turut meningkatkan mutu hasil panen dan membuka peluang pasar yang lebih luas, termasuk segmen ekspor.

Di sisi lain, penggunaan teknologi modern ini juga menimbulkan risiko yang harus dikelola dengan hati-hati. Pertama, operator yang belum berpengalaman rentan melakukan kesalahan penyesuaian kecepatan drum atau kedalaman pemotongan, sehingga dapat menyebabkan biji pecah, retak, bahkan kerusakan komponen mesin. Kedua, beban biaya investasi dan pemeliharaan mesin tidaklah kecil; harga perolehan yang mahal serta kebutuhan suku cadang dan service rutin kerap menjadi hambatan bagi petani skala kecil. Ketimpangan akses teknologi antara petani besar dan kecil pun berpotensi memperlebar kesenjangan produktivitas, di mana petani yang belum siap secara finansial dan teknis bisa tertinggal jauh. Untuk menanggulangi risiko-risiko tersebut, beberapa strategi mitigasi perlu diimplementasikan secara terpadu. Pertama, penyelenggaraan pelatihan teknis dan pendampingan lapangan secara berkala bagi para operator mesin—bekerja sama dengan penyuluh pertanian dan lembaga vokasi—dapat meningkatkan keterampilan dan menurunkan tingkat kesalahan operasional. Kedua, skema pembiayaan ringan seperti kredit mikro berbunga rendah atau subsidi alat akan meringankan beban investasi, khususnya bagi petani kecil. Ketiga, pembentukan jaringan teknisi lokal dan jadwal perawatan berkala memastikan mesin dapat beroperasi optimal dan downtime dapat diminimalkan.

Dengan pendekatan holistik yang menggabungkan pelatihan, pembiayaan, serta perawatan berkelanjutan, diharapkan manfaat mesin combine harvester dan rotary dryer dapat dirasakan secara maksimal. Transformasi ini tidak hanya akan

meningkatkan efisiensi dan produktivitas, tetapi juga memperkuat daya saing pertanian Indonesia di era modern, sambil menjaga kearifan lokal dan keberlanjutan lingkungan.

CONCLUSION

Penerapan ilmu fisika dalam pengolahan hasil panen padi dan jagung, khususnya lewat penggunaan alat seperti rotary dryer dan combine harvester, terbukti berperan besar dalam meningkatkan mutu dan efisiensi kerja pascapanen. Proses pengeringan dan pemanenan yang melibatkan perpindahan panas serta gaya mekanik dapat dijalankan secara lebih optimal apabila prinsip-prinsip fisika dipahami dan diterapkan dengan baik. Dengan dukungan teknologi yang tepat, sektor pertanian dapat memperbaiki produktivitas, menekan kerugian setelah panen, dan lebih siap menghadapi tantangan iklim tropis yang tidak menentu.

CONFLICT OF INTEREST

Sehubungan dengan penelitian, penulisan, dan publikasi artikel yang berjudul "Analisis Konsep Fisika pada Teknologi Rotary Dryer dan Mesin Combine untuk Hasil Pertanian", penulis menyatakan bahwa tidak terdapat potensi konflik kepentingan.

ACKNOWLEDGEMENT

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Sudarti, M.Kes dan Bapak Kendid Mahmudi, S.Pd, M.Pfis atas bimbingannya dalam mata kuliah ini. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan orang yang berniat membantu dan telah menawarkan bantuan.

REFERENCES

- Adi, M. W., & Purwanto, E. (2020). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Berbasis Sistem Rotary. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 45–52.
- Adriansyah , Faisal R.M., Rahayu S., Usman, Muchtar A., 2020. Miniatur Hybrid Solar Heating dan Photovoltaics Heater untuk Pengering Gabah. *Journal of Electircal Engineering. Vol.1 (1)*
- Aminah, S., Faizin, N., & Mahardiyanto, A. (2022). Implementasi Rotary Dryer dan Website Guna Meningkatkan Pendapatan pada Kelompok Tani Kopi Sumber Kembang. *Journal of Community Development*, 3(2), 97-105.
- Andrianto, D., & Sulisty, B. (2019). Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan dan Debit Udara Panas pada Rotary Dryer terhadap Efisiensi Pengeringan Gabah. *Jurnal Teknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(2), 75–83.
- Ardiansyah, M., & Nurhadi, S. (2021). Analisis Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar Gas pada Mesin Rotary Dryer untuk Pengeringan Gabah. *Jurnal Mekanisasi Pertanian*, 19(2), 55–62.
- Asngad, A., & Susanto, R. (2019). Kinerja Mesin Pengering Berbasis Rotary Drum untuk Gabah dan Jagung. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(1), 25–32.
- Bagus I.A., Susana I.G.B., 2022. Rotary Dryer in a Study Based on Participatory Principles for Smallholder Scale Drying . *Global Journal of Engineering and Technologi Advances.Vol.12(2)*.

Bagus I.A., Susana I.G.B., 2024. Thermal Performance of LPG Stove as Heat Source of Rotary Dryer for Drying Corn for Small Farmers. *JURNAL TEKNIK PERTANIAN LAMPUNG*. Vol.14 (2)

Baharuddin, A., & Wijaya, S. (2020). Studi Eksperimental Pengaruh Temperatur Inlet terhadap Laju Pengeringan Gabah pada Rotary Dryer. *Jurnal Energi dan Sistem Termal*, 11(1), 45–52.

Effendy, S. (2018). Kajian Prototipe Rotary Dryer Berdasarkan Kecepatan Putaran Silinder Pengering Dan Laju Alir Udara Terhadap Efisiensi Thermal Pengeringan Biji Jagung. *KINETIKA*, 9(2), 43-49.

Feijo F., Gomez-Gil F.J., Jaime G-G., 2020. Application of Composite Spectrum in Agricultural Machines. *Sensors*.

Handoko, D., & Lestari, F. (2018). Efisiensi Energi pada Pengeringan Gabah Menggunakan Rotary Dryer Sistem Indirect Heat. *Jurnal Teknologi Mesin dan Industri*, 13(2), 60–68.

Handoko, D., & Lestari, F. (2018). Efisiensi Energi pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Rotary Dryer Tipe Indirect Heat. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 12(1), 33–40.

Hendra, H., Silalahi, M., Indriani, A., Syaiful, M., & Hernadewita, H. (2016). Distribusi Temperatur Pada Desain dan Pemilihan Material Drum Pengering Mesin Pengering Rotary dryer Untuk Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Finite Volume Method.

Herranz-Matey I., Ruiz-Garcia L., 2023. Agricultural Combine Remaining Value Forecasting Methodology and Model (and Derived Tool). *Agriculture*.

Jaelani, T., & Kuncoro, H. (2022). Pengeringan Bagasse Menggunakan Metode Rotary Dryer Kapasitas 69,628 Kg Per Jam. *Majamecha*, 4(1), 10-23.

Juraev, F., Khamroyev, G., Khaydarova, Z., Khamroyev, I., & Ibodov, I. (2021). The usage of a combined machine in the process of preparing the land for planting. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 04092). EDP Sciences.

Karuth, A., Casanola-Martin, G. M., Lystrom, L., Sun, W., Kilin, D., Kilina, S., & Rasulev, B. (2024). Combined machine learning, computational, and experimental analysis of the iridium (III) complexes with red to near-infrared emission. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 15(2), 471-480.

Kurniawan, A., & Wicaksono, F. H. (2019). Analisis Penerapan Mesin Pengering (Dryer) Terhadap Mutu Gabah di Sentra Penggilingan Padi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(1), 45–53.

Lestari, I. D., Prasetyo, J., Sari, Y. K., Anggraini, P., Lestari, S. P., Syakdani, A., ... & Bow, Y. (2020, November). PROTOTYPE PENGERING TIPE ROTARY (Uji Kinerja pada Pengeringan Ampas Kelapa dan Tongkol Jagung untuk Produksi Bahan Bakar Biopellet). In *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia* (Vol. 1, No. 1).

Marintika, G. F., Cundari, L., & Kurniawan, F. H. (2023). Proses pengeringan NPK berdasarkan evaluasi rotary dryer dan kadar air npk di PT Petrokimia Gresik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 273-289.

Novison R., Hariansyah D., Layenza E., Wijayanto A., Ma'a M., 2024. Perancangan Mesin Pengering Sagu Tipe Rotary Dryer Dengan Sirip Right Anglet dan Screw Bersumber Panas Biomasa. *JURNAL APTEK*. Vol.17 No.1

Nurfalah R., Susilawati H., Nurpadillah S., 2021. Prototype Sistem Pengeringan Gabah Padi Berbasis Logika Crisp dengan Arduino Uno. *Jurnal FUSE. Vol.1 No.1*

Orbawati, E. B., Mukti, A., & Taufik, I. (2024). Inovasi Pengeringan Produk Pakan Ternak Menggunakan Mesin Rotary Dryer. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 9(1), 68-75.

Prasetyo, D., & Hidayat, R. (2019). Pengaruh Suhu dan Kecepatan Putar Drum Terhadap Efektivitas Pengeringan Gabah dengan Rotary Dryer LPG. *Jurnal Ilmu Teknologi Pertanian*, 8(2), 23–30.

Prasetyo, R. H., & Nugroho, S. H. (2021). Efektivitas Penggunaan Mesin Dryer dalam Meningkatkan Kapasitas Produksi Penggilingan Padi. *Jurnal Inovasi Teknologi Pertanian*, 16(2), 101–108.

Putri A.S., Alkindi.H., Sumadi., 2022. Analisa Perhitungan Keseimbangan Masa dan Kalor Pada Unit Rotary Dryer . *Jurnal ALMIKANIK.A.Vol.4(3)*

Rahmawati, S., & Taufik, M. (2021). Efektivitas Penggunaan Fluidized Bed Dryer, Cabinet Dryer, dan Rotary Dryer pada Komoditas Pertanian. *Jurnal Sains Terapan dan Teknologi*, 8(3), 78–86.

Ris , Yulianti P.S., Ahsan A.M., Elviralita Y., Hidayat M.E., 2022. RANCANG BANGUN PROTOTIPE OVEN PENERING GABBAH BERBASIS IOT. *MAPLE. Vol.4 (2)*

Romadhon, R., Mutaqqin, A. Z., & Sutjahjono, H. (2020). Pengaruh Putaran Rotary Dryer Dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 4(2), 12-18.

Simanjuntak, M. E., Manurung, N., Sitorus, M. B., Turnip, J. G., Lumbantoruan, H. H., Sutrisno, T., ... & Simanjuntak, J. P. (2023). Rancang Bangun dan Pengujian Mesin Pengereng Rotari dengan Pemanas dan Penggerak Tenaga Surya pada Pengeringan Jamur Tiram. *Jurnal Teknik Mesin*, 20(2), 31-38.

Simate, G. S., & Ndlovu, S. (2015). The fundamentals of designing rotary dryers for waste treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(4), 2282–2291.

Singla, S., Modibbo, U. M., Mijinyawa, M., Malik, S., Verma, S., & Khurana, P. (2022). Mathematical model for analysing availability of threshing combine machine under reduced capacity. *YUJOR*, 32(4), 425-437.

Sitorus, A., & Wibowo, H. (2020). Design and performance test of rotary dryer for compost fertilizer. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(2), 102–110.

Supriyanto, S., & Hidayat, T. (2022). Pengaruh Pengendalian Temperatur Otomatis Terhadap Kualitas Gabah pada Pengereng Rotary Dryer. *Jurnal Ilmu Pertanian Terapan*, 11(2), 56–63.

Suroso, S., & Harahap, R. (2021). Analisa Kinerja Rotary Dryer pada Gabah Varietas Ciherang. *Jurnal Teknologi Mekanisasi Pertanian*, 9(1), 20–28.

Suroso, S., & Harahap, R. (2021). Analisa Kinerja Rotary Dryer pada Gabah Varietas Ciherang. *Jurnal Teknologi Mekanisasi Pertanian*, 9(1), 20–28.

Susana I.G.B., Bagus I.A., 2024. Eksperimental Pemanfaatan Sumber Energi LPG pada Pengereng Rotary Kapasitas 20 Kg. *Jurnal METTEK.Vol.10(1)*

Suyitno, S., & Rahmadani, L. (2017). Desain dan Uji Kinerja Pengereng Rotary untuk Gabah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan*, 4(1), 112–118.

Syahrul M., Agung M.M., Syukur M., Aminuddin , Fachrul M., 2021. RANCANG BANGUN MESIN PENERING DAN PENGILING GABAH MINI. *Jurnal Tematis (Teknologi , Manufaktur dan Industri)*.

Waseso, B. M. P., & Setiyanto, N. A. (2023). Web phishing classification using combined machine learning methods. *Journal of Computing Theories and Applications*, 1(1), 11-18.

Widiyanto, H., & Syafrudin, A. (2016). Rancang Bangun Mesin Pengering Rotary Berbasis Bahan Bakar LPG untuk Petani Skala Kecil. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(3), 88–95.

Yuliana, R., & Nugroho, E. (2015). Pengaruh Kecepatan Putar Drum dan Suhu Terhadap Efektivitas Pengeringan Gabah Menggunakan Rotary Dryer. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 10(3), 55–61.

Yuliani, R., & Anggraini, D. (2022). Analisa Termal dan Konsumsi Energi Mesin Rotary Dryer LPG dalam Pengeringan Gabah. *Jurnal Rekayasa Teknologi Pertanian*, 11(1), 15–22.

Yunus, S., Anshar, M., Pratiwi, Y. C., & Ariani, F. (2019). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Sistem Rotary Dryer Dengan Bahan Bakar Sekam Padi. *SCIENTIA PROSIDING*, 1(1), 1-6.

Zhu, N., Zhu, C., & Emrouznejad, A. (2021). A combined machine learning algorithms and DEA method for measuring and predicting the efficiency of Chinese manufacturing listed companies. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(4), 435-448.