PENGEMBANGAN PROTOTIPE ALAT PENGERING GABAH DENGAN PEMANFAATAN KALOR DARI SISI KONDENSOR AC SPLIT

I Gusti Ngurah Oktawijaya[1], Edy Agus Juny Artha[2], Ni Made Novia Kusumayani[3], Gede Widayana[4], I Gede Wiratmaja[5]

[1,2,3,4,5]*Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia*
E-mail : [1]oktawijaya@student.undikhsa.ac.id, [2]juny.artha@undiksha.ac.id, [3]novia.k@undiksha.ac.id, [4]gedewidayana@undiksha.ac.id, [5]wiratmaja@undiksha.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the development process of a grain dryer utilizing heat from a split AC condenser, determine the feasibility of the developed grain dryer, and determine the practicality of the grain dryer based on the feasibility assessment of design and manufacturing experts. This study used a research and development (R&D) method with a 4D development model consisting of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The developed product is a grain dryer utilizing heat from a split AC condenser and is equipped with supporting components such as a power supply, step-down display, ESP 32, LCD, servo, and temperature control. Research data was obtained through validation by product design and manufacturing experts. The research results showed that the developed grain dryer achieved an average feasibility rating of 92.2% based on the assessment of product design experts and 96.5% based on the assessment of manufacturing experts, thus categorizing it as highly feasible. Based on these results, the grain dryer utilizing heat from the split AC condenser was declared highly feasible and practical for use as an alternative appropriate technology to support the grain drying process.

Keywords : *Dryer, Grain, Heat From The Condenser, Appropriate Technology*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan alat pengering gabah dengan pemanfaatan kalor dari sisi kondensor ac split, mengetahui tingkat kelayakan alat pengering gabah yang dikembangkan; dan mengetahui tingkat kepraktisan alat pengering gabah berdasarkan penilaian kelayakan ahli desain dan ahli manufaktur. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan *(Research and Development)* dengan model pengembangan *4D* yang terdiri atas tahap *Define,Design,Develop,* dan *Disseminate*. Produk yang dikembangkan berupa alat pengering gabah dengan pemanfaatan kalor dari sisi kondensor ac split serta dilengkapi dengan komponen pendukung berupa *power suplay, step down*, esp 32, lcd, servo dan kontrol suhu. Data penelitian diperoleh melalui validasi ahli desain produkdan validasi ahli manufaktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengering gabah yang dikembangkan memperoleh tingkat kelayakan dengan persentase rata-rata 92,2% berdasarkan penilaian ahli desain produk dan 96,5% berdasarkan penilaian ahli manufaktur, sehingga termasuk dalam kategori sangat layak. Berdasarkan hasil tersebut, alat pengering gabah dengan pemanfaatan kalor dari sisi kondensor ac split dinyatakan sangat layak dan sangat praktis untuk digunakan sebagai alternatif teknologi tepat guna dan mendukung proses pengeringan gabah.

Kata Kunci : *Alat Pengering, Gabah, Kalor Dari Sisi Kondesor, Teknologi Tepat Guna.*

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi salah satu fokus utama pemerintah Indonesia di tengah laju pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim. Salah satu tantangan terbesarnya terletak pada penanganan pascapanen, khususnya pengeringan gabah. Gabah yang baru dipanen umumnya memiliki kadar air yang tinggi, yaitu sekitar 20–23% saat musim kemarau dan mencapai 24–27% saat musim hujan (Putri et al., 2025). Kondisi ini membuat gabah rentan membusuk, berjamur, berkecambah, serta mengalami perubahan warna akibat meningkatnya respirasi dan reaksi enzimatik. Untuk meminimalkan kerusakan mikrobiologis tersebut agar beras aman disimpan dalam jangka panjang atau siap dipasarkan, kadar airnya harus diturunkan hingga ±14% (Lestari & Kurniawan, 2021).

Sejauh ini, mayoritas petani di Indonesia masih mengandalkan metode pengeringan konvensional dengan paparan sinar matahari langsung. Meski sederhana, metode penjemuran ini memiliki banyak kelemahan, seperti bergantung pada cuaca, memerlukan lahan luas, butuh waktu lama, berisiko terkontaminasi, dan menghasilkan tingkat kekeringan yang tidak merata. Kerugian tersebut mendorong sebagian petani beralih menggunakan alat pengering buatan (Putu Hetty, 2024).

Sebagai solusinya, energi panas buangan dari kondensor AC split berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber kalor pengering alternatif. Kondensor pada mesin pendingin pada dasarnya berfungsi sebagai alat penukar kalor (*heat exchanger*), dan proses pelepasan panasnya akan bekerja optimal jika menggunakan media pendingin berkalor jenis tinggi (Wiratmaja et al., 2021). Menurut Elisa et al. (2022), performa perpindahan panas pada kondensor AC split sangat dipengaruhi oleh desain dan material siripnya. Selain itu, penelitian Wiratmaja et al. (2022) juga mengonfirmasi bahwa sistem AC split memiliki kemampuan perpindahan panas yang baik, sehingga panas terbuang dari kondensor tersebut sangat potensial dimanfaatkan kembali untuk pengeringan produk pertanian maupun pemanas air.

Unit AC tipe split melepaskan energi panas dari kondensor yang berasal dari gabungan kalor evaporator dan kerja kompresor. Udara panas ini dapat mencapai suhu hingga 53°C meningkat sekitar 15°C hingga 20°C dari suhu ruang serta beroperasi dalam waktu lama setiap harinya (Wiratmaja et al., 2021). Panas buangan tersebut berpotensi tinggi untuk digunakan pada alat pengering mekanis melalui prinsip konveksi guna mendistribusikan udara panas secara merata ke permukaan gabah (Rahman dkk., 2018). Dibandingkan pengeringan tradisional, penggunaan alat pengering memungkinkan pengaturan suhu dan durasi secara akurat sehingga menghasilkan gabah yang seragam tanpa merusak strukturnya (Fitriani & Sari, 2019). Selain itu, pemanfaatan panas buang ini menjadi solusi hemat biaya dan ramah lingkungan untuk menggantikan pengering konvensional berbasis listrik atau bahan bakar fosil yang mahal dan beremisi tinggi (Sari dkk., 2020).

Sejumlah studi telah membuktikan efektivitas pemanfaatan limbah panas kondensor AC, Sodikin et al. (2024) menggunakan *heat exchanger double pipe* untuk menaikkan suhu air dari 29°C menjadi 37,5°C dalam 120 menit. Sementara itu, Sebayang (2019) mengaplikasikan AC jendela ¾ PK yang mampu meningkatkan suhu pipa dari 35°C ke 59°C serta memanaskan air dari 29°C hingga 46°C. Syam et al. (2019) mencatat keluaran panas kondensor AC mencapai 42,4°C (RH 31%) yang efektif mengeringkan kunyit selama 6 jam hingga mencapai kadar air 5–6% (sesuai SNI). Lebih lanjut, Petro et al. (2022) menemukan bahwa suhu udara panas kondensor yang masuk ke *plenum chamber* berkisar antara 47,00°C hingga 54,30°C (RH 19–30%) dengan

suhu rata-rata ruang pengering 30,27°C–42,93°C, yang sangat potensial untuk mengeringkan benih padi, benih jagung, dan daun kratom.

Meskipun pengering memanfaatkan panas kondensor AC telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya seperti oleh Syam et al. (2019) dan Petro et al. (2022) alat yang dirancang belum dilengkapi dengan pengontrol suhu serta katup sirkulasi udara masuk dan keluar. Hal ini menyebabkan retensi dan distribusi panas di dalam ruang pengering belum bekerja secara maksimal. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menambahkan sistem pengontrol suhu dan katup udara guna mengoptimalkan kestabilan suhu ruang pengering sekaligus menghemat energi listrik. Berdasarkan urgensi tersebut, dilakukan penelitian yang berjudul "Pengembangan Prototipe Alat Pengering Gabah dengan Pemanfaatan Kalor pada Sisi Kondensor AC Split".

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* / R&D) yang mengadaptasi model pengembangan 4-D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Pada tahap *Define*, dilakukan analisis kebutuhan terkait potensi pemanfaatan kalor buangan dari kondensor AC split 1/2 PK untuk pengeringan gabah serta pentingnya sistem pengontrolan suhu. Tahap *Design* berfokus pada penyusunan konsep, perancangan gambar teknik menggunakan perangkat lunak Fusion, dan pemetaan mekanisme kerja alat yang mengintegrasikan komponen mekanis serta elektronik (seperti ESP32, sensor suhu, servo, LCD, dan *power supply*). Selanjutnya, pada tahap *Develop*, prototipe direalisasikan dan diuji secara teknis sebelum melalui tahap evaluasi. Tahap *Disseminate* dibatasi pada penyusunan laporan akhir dan pengujian kelayakan oleh para ahli tanpa uji coba lapangan skala luas.

Proses perakitan dan pengujian prototipe dilaksanakan di Laboratorium Basement Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha. Perakitan dilakukan secara bertahap meliputi pembuatan kerangka kayu (dimensi utama 100 cm x 60 cm), dinding triplek berlapis aluminium foil sebagai isolator panas, ruang pengering dengan rak, saluran udara pipa exhaust, serta pemasangan rangkaian pengontrol suhu otomatis berbasis mikrokontroler. Data penelitian yang dikumpulkan merupakan data kuantitatif yang diperoleh melalui lembar angket/kuesioner penilaian tertutup. Instrumen penilaian terlebih dahulu divalidasi oleh dua orang validator isi menggunakan analisis rumusan pencocokan matriks Gregory untuk memastikan ketepatan dan relevansi butir instrumen sebelum disebarkan kepada para ahli.

Tingkat kelayakan dan kepraktisan prototipe alat pengering gabah dinilai oleh dua kelompok responden utama, yaitu ahli desain produk (menilai aspek rekayasa perangkat, visual, dan estetika) serta ahli manufaktur (menilai aspek keandalan *frame* dan bodi). Data kuantitatif hasil penilaian dari para ahli diolah dengan menghitung persentase tingkat pencapaian, yang kemudian dikonversikan ke dalam kriteria skala 5. Produk dinyatakan layak dan praktis untuk diterapkan apabila memperoleh persentase pencapaian nilai kelayakan sekurang-kurangnya 61% (kategori Layak/Sangat Layak). Selain itu, teknik analisis data juga mencakup perhitungan estimasi biaya operasional konsumsi daya listrik alat serta persentase penyusutan kadar air/massa gabah sebelum dan sesudah proses pengeringan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tampilan Akhir Pengembangan Alat Pengering

Melewati beberapa tahapan revisi, dari saran yang diterima melalui kuisoner uji ahli desain dan ahli manufaktur, sehingga didapatkan pengembangan alat pengering gabah yang layak digunakan.Tampilan akhir dari pengembangan alat pengering gabah dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2



Gambar 1.
Tampilan Gambar Tampak Depan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)



Gambar 2.
Tampilan Gambar Tampak Samping
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

Hasil Uji Validitas Butir Instrumen Penelitian

Validasi instrumen penelitian dilakukan oleh dua orang ahli materi/isi, yaitu Edi Elisa, S.Pd., M.Pd. dan Arif Tri Hartono, S.T. Hasil penilaian beserta saran perbaikan dari kedua validator isi tersebut dirangkum dalam bentuk matrikulasi yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Validitas Isi Instrumen

(Sumber : Angket Validitas idi Instrumen, 2026)

	Validator 1		Validator 2	
Instrumen	**Kurang Relevan**	**Relevan**	**Kurang Relevan**	**Relevan**
Ahli Desain	2,	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17, 18,19,20	11,20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 12,13,14,15,16,17, 18,19
Ahli Manufaktur	2,16	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11 12,13,14,15,17,18, 19,20	-	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 ,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20

Tabel 2. Tabulasi Validitas Isi Instrumen

(Sumber: Angket Validitas Isi Instrumen,2026)

	Validator 1	
	Kurang Relevan	**Relevan**

Validator 2	**Kurang Relevan**	A = 1	C = 2
	Relevan	B = 2	D = 35

Menghitung validitas isi instrumen dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Validitas} = \frac{D}{A+B+C+D}$$

Keterangan :

a. Jumlah item yang dinilai kurang relevan oleh kedua validator.
b. Jumlah item yang dinilai kurang relevan oleh Validator 1, tapi relevan oleh Validator 2.
c. Jumlah item yang dinilai relevan oleh Validator 1, tapi kurang relevan oleh Validator 2.
d. Jumlah item yang relevan oleh kedua validator

Berdasarkan data di atas, hasil perhitungan validitas isi butir instrumen penelitian diperoleh sebesar 0,875. Mengacu pada kriteria tingkat validitas pada Tabel 3.12, dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian ini memiliki tingkat validitas isi yang sangat tinggi sehingga layak dan dapat digunakan.

Uji Ahli Desain Produk

Pengujian tingkat kelayakan produk dari aspek desain dilakukan oleh dua orang ahli, yaitu Jhony Langgeng Baruna Wirawan, S.T., M.T. dan Ida Bagus Putu Putra Mahartana, S.T., M.T. Skor rata-rata hasil penilaian kelayakan oleh kedua ahli desain tersebut disajikan pada Tabel 4.3. Adapun kompilasi matrikulasi nilai uji kelayakan serta rangkuman saran dari para ahli desain berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 3. Hasil Rata-rata Ujian Produk Oleh Kedua Ahli Desain

(Sumber : Angket Ahli Desain 1 dan 2, 2026)

No	Komponen Penelitian	Skor Rata-rata
A	**Kelayakan Instrumen Ahli Desain Produk**	
1	Desain prototipe alat pengering telah dirancang dengan sistem pengaturan suhu yang sesuai dengan kebutuhan proses pengeringan gabah.	4
2	Alur pengaturan suhu udara panas dari sisi kondensor AC split menuju ruang pengering ditampilkan dengan jelas pada desain alat.	4,5
3	Desain prototipe alat pengering memungkinkan pengoperasian katup pengatur aliran udara panas dengan mudah dan responsif.	4
4	Sistem pengaturan suhu pada desain prototipe alat pengering dirancang pembatasan suhu untuk deteksi over-temperature	4,5
5	Penempatan komponen pengendali suhu (katup mekanis, saluran udara, dan sensor suhu) pada desain prototipe sudah tepat dan mudah dijangkau.	4
6	Desain sistem aliran udara panas mempertimbangkan pemerataan distribusi suhu di dalam ruang pengering.	4,5
7	Perancangan mekanisme buka-tutup katup pengatur suhu memungkinkan pengaturan suhu secara bertahap dan terkontrol.	4

8	Desain ruang pengering memperhatikan kapasitas muatan gabah agar proses pengeringan berlangsung optimal.	4
9	Sistem kontrol suhu pada desain telah mempertimbangkan panas buangan kondensor AC split supaya tidah overload.	4,5
10	Desain keseluruhan perangkat menunjukkan keterpaduan antara sistem mekanik dan sistem pengaturan suhu secara fungsional.	4,5
11	Gambar desain prototipe alat pengering disajikan dengan jelas dan tata letak komponen terlihat rapi.	4
12	Tampilan desain prototipe alat pengering terlihat sederhana (simple) dan tidak membingungkan pengguna.	4,5
13	Desain prototipe alat pengering memiliki nilai estetika yang baik dan proporsional secara visual.	4
14	Kombinasi warna dan finishing permukaan alat memberikan kesan bersih, aman, dan profesional.	3,5
15	Desain keseluruhan prototipe mencerminkan inovasi pemanfaatan panas buangan kondensor AC split sebagai solusi ramah lingkungan dan efisien energi.	4,5
16	Tata letak panel kontrol suhu dirancang ergonomis dan mudah dibaca.	3
17	Penataan kabel dan saluran udara pada desain terlihat rapi serta tidak mengganggu tampilan visual alat.	4
18	Bentuk ruang pengering dan rangka memiliki kesesuaian proporsi antara tinggi, lebar, dan panjang alat.	4,5
19	Desain prototipe memberikan kesan kokoh dan stabil saat dilihat secara keseluruhan.	4,5
20	Visualisasi desain memudahkan pembaca atau pengguna memahami cara kerja alat secara umum.	4
Total Rata-rata Nilai		83

Tabel 4. Matrikulasi Nilai Hasil Pengujian Produk dari Kedua Ahli Desain

(Sumber : Angket Ahli Desain 1 dan 2, 2026)

Butir Soal	Nama Ahli		Rata-rata Nilai	Total Rata-rata Nilai
	Jhony Langgeng Baruna Wirawan, S.T.,M.T.	Ida Bagus Putu Putra Mahartana, S.T.,M.T.		
1	4	4	4	83
2	5	4	4,5	
3	4	4	4	
4	5	4	4,5	
5	4	4	4	
6	5	4	4,5	
7	4	4	4	
8	4	4	4	
9	5	4	4,5	
10	5	4	4,5	

11	5	3	4
12	5	4	4,5
13	4	4	4
14	4	3	3,5
15	5	4	4,5
16	3	3	3
17	5	4	4,5
18	5	4	4,5
19	5	4	4,5
20	4	4	4

Tabel 5. Saran Ahli Desain

(Sumber : Angket Ahli Desain 1 dan 2, 2026)

Ahli desain	Jenis Yang Direvisi	Saran Untuk Revisi
Jhony Langgeng Baruna Wirawan, S.T.,M.T.	-	-
Ida Bagus Putu Putra Mahartana, S.T.,M.T.	-	-

Berdasrkan dari data diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase melihat kriteria hasil dari uji ahli desain.

$$P = \frac{\sum(Nilai\ Angket}{n \times Bobot\ Tinggi} \times 100\ \%$$

$$P = \frac{83}{20 \times 4,5} \times 100\ \%$$

$$P = \frac{8300}{90}\ \%$$

$$P = 92,2\ \%$$

Pada hasil perhitungan dari tingkat kelayakan produk oleh ahli desain, produk dapat disimpulkan bahwa pengembangan alat pengering dengan menggunakan kalor dari kondesor, masuk dalam katagori sangat layak dari sisi desain produk, dengan tingkat kelayakan sebesar 92,2 %. Dengan tingkat konversi yang tinggi dari pengembangan alat pengering tidak memerlukan revisi dari tampilan produk.

Uji Ahli Manufaktur

Pengujian tingkat kelayakan produk dari aspek manufaktur dilakukan oleh dua orang ahli, yaitu Gede Sudarmawan, S.ST. dan Ketut Gunawan, S.T., M.T. Skor rata-rata hasil penilaian kelayakan produk oleh kedua validator tersebut disajikan pada Tabel 4.6. Adapun kompilasi matrikulasi nilai uji kelayakan serta masukan dari para ahli manufaktur berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 6. Hasil Pengujian Oleh Kedua Ahli Manufaktur

(Sumber : Angket Ahli Manufaktur 1 dan 2, 2026)

No	Komponen Penelitian	Skor Rata-rata
A	**Kelayakan Instrumen Ahli Manufaktur**	
1	Rangka (*frame*) prototipe alat pengering dirancang dengan struktur yang kuat dan sesuai dengan fungsi alat.	4,5
2	Rangka prototipe alat pengering memiliki bentuk dan ukuran yang jelas sehingga mudah untuk dibuat dan digunakan.	5

3	Rangka prototipe alat pengering mendukung pemasangan komponen utama seperti ruang pengering, saluran udara panas, dan katup pengatur suhu secara optimal.	4,5
4	Rangka pada prototipe alat pengering memudahkan proses pemasangan dan pengaturan katup mekanis serta komponen pendukung lainnya.	4,5
5	Material bahan kayu pada prototipe alat pengering mudah diperoleh di pasaran sehingga memudahkan proses pembuatan dan penggantian suku cadang.	5
6	Perancangan prototipe alat pengering menggunakan material dan komponen yang sesuai dengan standar manufaktur sederhana.	5
7	Struktur rangka dirancang mampu menahan beban gabah serta komponen sistem pengering tanpa mengalami deformasi.	5
8	Sambungan rangka dirancang kuat dan aman sesuai dengan prinsip manufaktur.	5
9	Desain rangka memungkinkan proses perawatan dan pembongkaran komponen dilakukan dengan mudah.	5
10	Dimensi rangka disesuaikan dengan skala prototipe sehingga efisien dalam penggunaan bahan dan biaya produksi.	5
11	Komponen prototipe alat pengering mudah dirangkai serta memiliki konstruksi yang sederhana dan efisien.	5
12	Bentuk dan konstruksi prototipe alat pengering mudah dipahami serta mendukung penggunaan alat secara efektif dan efisien.	5
13	Bodi ruang pengering dirancang tahan terhadap suhu panas dari aliran udara kondensor AC split.	4,5
14	Material bodi dengan bahan triplek aman digunakan untuk proses pengeringan gabah.	5
15	Desain bodi memungkinkan sirkulasi udara panas berlangsung lancar tanpa hambatan.	5
16	Konstruksi bodi dirancang untuk meminimalkan kebocoran panas selama proses pengeringan.	4,5
17	Bodi alat memiliki akses yang cukup untuk proses pembersihan dan perawatan rutin.	5
18	Penyusunan panel atau dinding bodi dirancang presisi dan mudah dalam proses fabrikasi.	4,5
19	Desain bodi mempertimbangkan aspek keselamatan kerja pengguna saat proses pengoperasian.	5
20	Konstruksi bodi mendukung stabilitas alat saat digunakan dalam proses pengeringan gabah.	4,5
	Total Rata-rata Nilai	96,5

Tabel 7. Matrikulasi Hasil Pengujian Oleh Kedua Ahli Manufaktur
(Sumber : Angket Ahli Manufaktur 1 dan 2, 2026)

Butir Soal	Nama Ahli		Rata-rata Nilai	Total Rata-rata Nilai
	Gede Sudarmawan, S. ST.	Ketut Gunawan, S.T., M.T.		
1	4	5	4,5	96,5
2	5	5	5	
3	4	5	4,5	
4	4	5	4,5	
5	5	5	5	
6	5	5	5	
7	5	5	5	
8	5	5	5	
9	5	5	5	
10	5	5	5	
11	5	5	5	
12	5	5	5	
13	4	5	4,5	
14	5	5	5	
15	5	5	5	
16	4	5	4,5	
17	5	5	5	
18	4	5	4,5	
19	5	5	5	
20	4	5	4,5	

Tabel 4. 8
Saran Ahli Manufaktur
(Sumber : Angket Ahli Manufaktur 1 dan 2, 2026)

Ahli Manufaktur	Jenis Yang Direvisi	Saran Untuk Revisi
Gede Sudarmawan, S. ST.	-	-
Ketut Gunawan, S.T., M.T.	Rak pengering	Menambahkan kawat berlubang pada rak pengering

Berdasarkan dari data diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase melihat kriteria hasil dari uji ahli manufaktur.

$$P = \frac{\sum(Nilai\ Angket}{n \times Bobot\ Tinggi} \times 100\ \%$$

$$P = \frac{96,5}{20 \times 5} \times 100\ \%$$

$$P = \frac{9.650}{100}\ \%$$

$$P = 96,5\%$$

Pada hasil perhitungan dari tingkat kelayakan produk oleh ahli manufaktur, produk dapat disimpulkan bahwa pengembangan alat pengering gabah dengan pemanfaatan kalor dari sisi kondensor ac split, masuk dalam katagori sangat layak dari sisi manufaktur, dengan tingkat kelayakan sebesar 96,5 %. Dengan tingkat konversi yang tinggi dari pengembangan alat pengering gabah tidak memerlukan revisi dari tampilan awal produk.

Biaya Operasional Alat Pengering Menggunakan Kalor Dari Sisi Kondesor Dan Yang Menggunakan Sinar Matahari.

Rumus biaya listrik alat,

Biaya listrik = P_{alat} x t x Tarif PLN

P_{alat} = Daya alat kompresor + kipas

t = Waktu operasi

Tarif = Rupiah per kWh - Rp/kWh

1. Menghitung total energi yang di gunakan (kwh)

   Total energi = P_{alat} x t
   = 0,39 kw x 1,5
   = 0,585 kwh

2. Menghitung biaya operasional listrik total

   Biaya listrik = Total energi (kwh) x Tarif PLN
   = 0,585 kwh x 1.500/kwh
   = Rp 877,5
   = Rp 877 per proses

3. Menghitung beban biaya per kilogram gabah (Bkg)

   B_{kg} = Biaya listrik total / Kapasitas bahan (K)
   = Rp 877 / 8 kg
   = Rp 109,6 / kg

Rumus biaya upah pengeringan matahari,

$$B_{kg} = \frac{t_e \times U_h}{t_s \times K}$$

Keterangan :

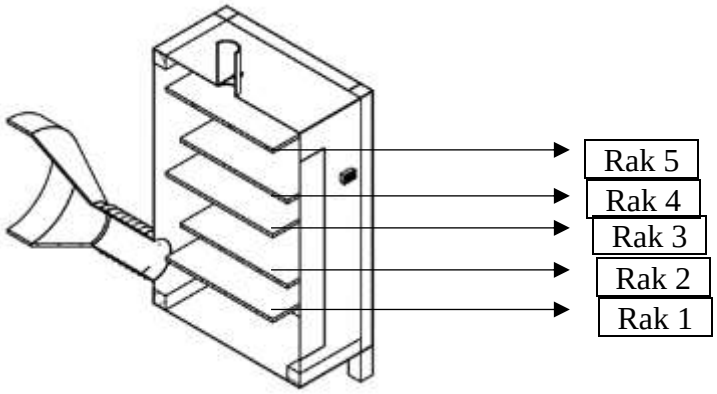
B_{kg} : Biaya upah pe kg
Te : Total kerja waktu efektif
U_h : Upah harian pekerja
t_s : Standar jam kerja perhari
K : Kapasitas bahan

$$B_{kg} = \frac{2 \times 100.000}{8 \times 8}$$

$$B_{kg} = \frac{200.000}{64} = Rp\ 3.125$$

Jadi, biaya operasional alat pengering yaitu Rp 877 dan pengering menggunakan sinar matahari yaitu Rp 3.125, selisih biaya operasional adalah Rp 2.248.

Proses Pengeringan



Gambar 4. Susunan Rak Alat Pengering
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

Tabel 9. Proses Pengeringan
(Sumber :Dokumentasi Pribadi, 2026)

Rak	Sebelum Pengeringan	Setelah pengeringan	Total Penyusutan	% Penyusutan
Rak 1	2.000 g	1.880 g	120 g	6%
Rak 2	2.000 g	1.940 g	60 g	3 %
Rak 3	2.000 g	1.940 g	60 g	3 %
Rak 4	1.000 g	0.920 g	80 g	8 %
Rak 5	1.000 g	0.940 g	60 g	6 %

$$\% \text{ Penyusutan} = \frac{W_{awal} - W_{akhir}}{W_{awal}} \times 100\ \%$$

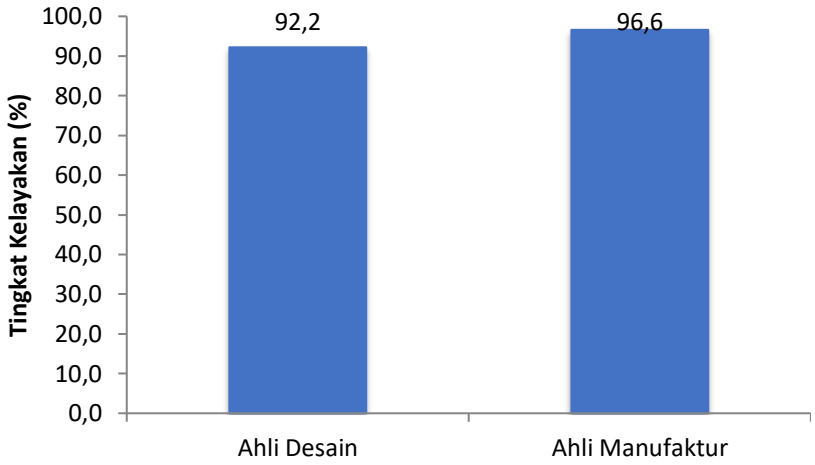
$$\% \, Penyusutan = \frac{2.000 - 1.880}{2.000} \, x \, 100$$

$$\% \, Penyusutan = \frac{120}{100} = 6\%$$

Hasil Analisis Data

Analisis data kuantitatif dari hasil penilaian validitas isi instrumen serta pengujian ahli (desain dan manufaktur) dilakukan untuk menentukan kelayakan alat pengering gabah memanfaatkan kalor buangan kondensor AC *split*. Berdasarkan penilaian dua validator isi, instrumen penelitian dinyatakan sangat tinggi dengan persentase rata-rata 0,87 karena telah memenuhi prinsip keandalan instrumen.

Sementara itu, hasil pengujian tingkat kelayakan produk memperoleh skor rata-rata sebesar 92,2% dari ahli desain produk dan 96,5% dari ahli manufaktur. Dengan capaian tersebut, prototipe alat pengering gabah dinyatakan sangat layak untuk dikembangkan dan diterapkan. Perbandingan persentase hasil validasi dari kedua kelompok ahli disajikan dalam grafik berikut.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Ahli Desain Dan Ahli Manufaktur
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2026)

Revisi Produk

Berdasarkan hasil penilaian ahli desain dan ahli manufaktur, alat pengering gabah berbasis pemanfaatan kalor kondensor AC *split* memperoleh persentase rata-rata di atas 94,3% dengan kualifikasi Sangat Layak tanpa memerlukan revisi mayor. Meskipun demikian, tahap selanjutnya tetap dilanjutkan dengan penyempurnaan alat mengacu pada saran perbaikan dari para ahli agar produk yang dihasilkan benar-benar layak dan praktis untuk digunakan oleh petani.

Pembahasan

Hasil Uji Kelayakan Dan Implikasi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pengering gabah yang memanfaatkan energi kalor buangan dari kondensor AC *split*. Tingkat kelayakan prototipe ini dievaluasi melalui kuesioner yang divalidasi oleh ahli isi instrumen, ahli desain, dan ahli manufaktur. Berdasarkan hasil analisis data penilaian dari para ahli (desain dan manufaktur), alat pengering gabah ini memperoleh persentase kelayakan akhir melebihi 94,3% yang tergolong dalam kualifikasi Sangat Layak. Capaian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki potensi besar untuk terus disempurnakan guna membantu efisiensi proses pengeringan gabah bagi para petani.

Temuan dalam penelitian ini memberikan implikasi teoritis berupa peningkatan pemahaman dan wawasan mengenai pemanfaatan limbah panas kondensor AC *split* menjadi teknologi tepat guna yang layak pakai dan dapat diterapkan secara berkala. Sementara itu, secara praktis, penelitian ini merealisasikan sebuah prototipe alat pengering gabah yang fungsional sekaligus menegaskan pentingnya riset lanjutan. Pengujian dan pengembangan susulan diperlukan agar performa alat dapat dioptimalkan secara maksimal untuk memberikan manfaat ekonomis dan teknis yang lebih luas bagi sektor pertanian.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototip alat pengering gabah berbasis pemanfaatan kalor buang dari sisi kondensor AC split sebagai solusi atas keterbatasan metode pengeringan tradisional berbasis sinar matahari yang masih mendominasi di tingkat petani. Pengembangan alat mengadopsi model 4-D (*Define*, *Design*, *Development*, *Disseminate*) yang

dibatasi hingga tahap development. Proses pengujian kelayakan dan kepraktisan alat dilakukan melalui penilaian ahli desain dan ahli manufaktur menggunakan instrumen angket berskala 5 (*Likert*) yang telah melalui uji validasi isi, di mana data kuantitatif diolah dengan rumus persentase rata-rata skor.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa alat pengering gabah ini memenuhi kriteria "Sangat Layak" dari ahli desain dengan tingkat kelayakan sebesar 92,2% dan dari ahli manufaktur sebesar 96,5%. Dengan kualifikasi capaian yang tinggi tersebut, alat dinyatakan tidak memerlukan revisi dan terbukti sangat layak serta praktis untuk digunakan dalam proses pengeringan gabah.

DAFTAR PUSTAKA

Akdon, & Ridwan. (2013). Rumus dan Data dalam Analisis Statistik. In *Bandung: Alfabeta*.

Ari, H., Arjuna, T. N., Studi, P., Pertanian, T., Pertanian, F., Sriwijaya, U., & Selatan, S. (2024). *Tamaria Panggabean *, Ari Hayati , Arjuna Neni Triana*. *12*, 197–204.

Damawidjaya, B., Deny, S. B., Waran, R., Rechman, H., M, W. F., Lukman, N., Arif, N., Computational, B., & Dynamics, F. (2022). *Jurnal teknologi*. *10*(1), 86–99.

Elisa, E., Wiratmaja, I. G., & Vidiantara, A. P. (2022). Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Jarak dan Material Sirip Kondensor AC Split Terhadap Laju Perpindahan Panas. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *13*(1), 297–304.

Elshin, F. N., Setyaningsih, N. Y. D., Dan, S., & Otomatis, B. (2025). *OPTIMASI PROSES PENGERINGAN*. *06*(1), 10–16.

Firzatullah, M. F. A. (2024). *PENGEMBANGAN ALAT PENGERING SEPATU DENGAN MENGGUNAKAN*. *7*(2), 430–440.

Gunawan, H., Soewono, A., Wirahadi, P., Christiand, C., & Hadiyatno, T. (2022). Kaji Eksperimen Pemanfaatan Kalor Terbuang Pada Air Conditioner (Ac) Tipe Split Untuk Memanaskan Air. *Cylinder : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *8*(1), 14–19. https://doi.org/10.25170/cylinder.v8i1.3906

Gustina, Z., Husnayayin, A., Eka, D., & Dewi, C. (2024). *Karakteristik, Langkah-Langkah, Research And Development, Pendidikan*. *09*, 490–501.

Hermawan, I., & Idris, I. (2014). *KAJIAN POTENSI ENERGI PANAS BUANGAN DARI AIR CONDITIONER (AC)*. *01*, 1–7.

Lestari, S., & Kurniawan, fajar. (2021). *Pemutuan Fisik Gabah dan Beras Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) Physical Qualifications of Grain dan Rice According to Indonesian National Kata Kunci : Penggilingan padi memiliki peran yang strategis dalam pemenuhan kebutuhan pangan yang merupak*. 159–168. https://doi.org/10.25047/agriprima.v5i2.438

Marinu, W., Penelitian, M., & Konsep, D. (2024). *dan Kelebihan*. *9*, 1220–1230.

Ndapamuri, M. H., Epa, M. P., Andung, V. U. T., & William, U. (2022). *SISTEM PENANGANAN PASCA PANEN PADI DI KECAMATAN LEWA*. *7*(2), 32–38.

Ningsih, D. A. S., & Komikesari, H. (2019). Kelayakan media pembelajaran prezi menggunakan pendekatan saintifik. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, *2*(2), 204–209.

Panjaitan, A. S., Gunoto, P., & Algusri, M. (2024). *RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI DAN MONITORING PENGGUNAAN PEMBATASAN ARUS LISTRIK BERBASIS IoT (INTERNET OF THINGS)*. *7*(2), 337–348.

Petro, Danial, & Taufiqurrahman, M. (2022). Desain Alat Pengering Memanfaatkan Panas Buang Alat Pengkondisian Udara. *jurnal Teknologi Rekaya Teknik Mesin*, *3*(2), 44–50.

Pranata, I. G. A., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2019). Studi Komparasi Perbandingan Air Dan Udara Sebagai Media Pendingin Kondensor Terhadap Pencapaian Suhu Optimal Siklus Primer Pada Prototipe Water Chiller. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *7*(1), 18–21.

Pratami, A. P. N., Bahri, A., & Sudarti. (2025). *Jurnal Pendidikan Multidisipliner*. *8*, 128–134.

Putri, I. M. A., Elizah, N., Putri, S. S., Sudarti, sudarti, & Mahmudi, K. (2025). Analisis Konsep Kalor Pada Proses Pengeringan Gabah Menjadi Beras. *Jurnal Agro Indragiri*, *10*(1), 24–31. https://doi.org/10.32520/jai.v10i1.3249

Putri, P. novita, Yunaida, Hendrivival, Zurrahmi, W., Munauwar Muaz MuhammadSitophilus, P., & Beras, K. (2023). *275- 283 Author(s): Putri ,, et al*. *20*.

Ramdoni, S., Mesin, J. T., Teknik, F., Mataram, U., & Majapahit, J. (2017). *Pengaruh kecepatan udara dan massa gabah terhadap kecepatan pengeringan gabah menggunakan pengering terfluidisasi*. *7*(1), 54–59.

Sahidul, A. (2021). *ANALISIS KINERJA MESIN PENGERING UDARA (AIR DRYER) FX 16 4 , 13 KW UNTUK PENGGERAK KATUP AKTUATOR*. 67–72.

Sodikin, R. I., Prasetyo, B. Y., & Mitrakusuma, W. H. (2024). Pemanfaatan Panas Buang AC Sebagai Pemanas Air Menggunakan Heat Exchanger Double Pipe. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, *15*(1), 90–95.

Sumaedi, A., Komputer, F. I., Studi, P., Komputer, S., Pamulang, U., Wemos, M., & Suhu, S. (2025). *SISTEM KONTROL SUHU RUANGAN SERVER BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER WEMOS DAN SENSOR SUHU DHT11 DI PT . XYZ*. *16*(1), 1–13.

Syam, H., Jamaluddin, Rais, M., & Lestari, N. (2019). Potensi Panas Terbuang Kondensor AC Sebagai Sumber Pemanas Pada Cabinet Dryer. *Prosiding Seminar Nasional Lp2M Unm*, 759–764.

Tamaria, P., Arjuna, T. N., Ari, H., Energy, C., Panggabean, T., Triana, A. N., & Hayati, A. (2017). *Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak dengan Energi Drying Performance for Paddy Using Tray Dryer with Solar , Biomass , and Combination Energy*. *37*(2), 229–235.

Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, P. (2009). Pemanfaatan Energi Panas Terbuang pada Kondensor AC Sentral Jenis Water Chiller untuk Pemanas Air Hemat Energi I Made Rasta. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, *3*(2), 114–120.

Wiratmaja, I. G., Dantes, K. R., & Artha, E. A. J. (2021). Peningkatan Laju Pendinginan Ruangan Dengan Media Pendingin Kombinasi Udara Dan Air Disisi Kondensor Pada Mesin Pendingin Tipe Split Air Conditioning. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *9*(1), 50–58.

Wiratmaja, I. G., Widayana, G., & Elisa, E. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Terhadap Laju Pendinginan Ruangan Dan COP Mesin Pengkondisian Udara Tipe Split Air Conditioning. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *10*(1), 75–85.