



**Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Galuh**

JURNAL MESIN GALUH



**Vol.5, No.01
(2026)**



JURNAL MESIN GALUH

ISSN 2985-9093



Vol.5 No.01 Januari 2026

PERANCANGAN ALAT PENDINGIN HELM BERBASIS PTC (<i>POSITIVE TEMPERATURE COEFFICIENT</i>) Ade Herdiana, Zenal Abidin, Dian Ahmad Aryanto	1 - 12
ANALISIS KINERJA PENDINGIN HELM MENGGUNAKAN METODE DESAIN FAKTORIAL 2^3 Irna Sari Maulani, Edi Sukmara, Khoirul Fuady	13 - 26
PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR BIOSOLAR Tia Setiawan, Ade Herdiana, Angga Mulya Lugina	27 - 46
PEMBUATAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR BIOSOLAR Slamet Riyadi, Heris Syamsuri, Gilang Maulana Muhammad	47 - 59
RANCANG BANGUN MESIN BUBUT CAMSHAFT PADA SEPEDA MOTOR Zenal Abidin, Heris Syamsuri, Yogi Herdiansah	60 - 78



JURNAL MESIN GALUH

ISSN 2985-9093



Vol.5 No.01 Januari 2026

Jurnal Mesin Galuh (JMG) dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh. Jurnal ilmiah di bidang teknologi tepat guna dan terapannya terbit 2 kali dalam setahun, yaitu bulan Januari dan Juli.

- Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Teknik Mesin
Ir. Slamet Riyadi, S.T., M.T.
- Pimpinan Redaksi : Ir. Irna Sari Maulani, S.Si., M.T.
- Mitra Bestari : 1. Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)
2. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)
3. Ir. Engkos Koswara, M.T.
(Universitas Majalengka)
4. Nia Nuraeni Suryaman
(Universitas Widyatama)
5. Ir. Heris Syamsuri, S.T., M.T.
(Universitas Galuh Ciamis)
- Redaksi Pelaksana : 1. Ir. Ade Herdiana, S.T., M.T.
2. Ir. Tia Setiawan, S.T., M.T.
3. Ir. Zenal Abidin, S.T., M.T.

SEKERTARIAT REDAKSI

JURNAL MESIN GALUH (JMG)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Galuh Jln. RE. Martadinata No 150 Ciamis

Email: mesin.galuh@gmail.com

Website: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>



JURNAL MESIN GALUH

ISSN 2985-9093



Vol.5 No.01 Januari 2026

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT selalu kami panjatkan, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Jurnal Mesin Galuh Volume 5, Nomor 1, Januari 2026 bisa diterbitkan secara elektronik (E-Jurnal) dengan 5 artikel. Jurnal ini diterbitkan sebagai wahana sosialisasi dan diseminasi hasil penelitian bagi kalangan akademisi maupun masyarakat luas, pada bidang teknologi tepat guna dan terapannya. Bidang kajian yang dicakup dalam jurnal ilmiah adalah teknologi tepat guna yang dipublikasikan dari ilmu pemmesinan seperti konstruksi, metalurgi, konversi energ dian ilmu terapan lainnya.

Penyebarluasan informasi terhadap hasil-hasil penelitian tersebut dapat disampaikan melalui publikasi atau Jurnal ilmiah yang diwadahi dalam Jurnal Mesin Galuh diterbitkan oleh Program Studi Teknik Mesin merupakan salah satu sarana dan wadah bagi para peneliti untuk dapat mendiseminasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta sekaligus juga bisa sebagai sarana untuk meningkatkan profesionalitas.

Pada edisi ke lima nomor satu ini, JMG menyajikan 5 (lima) buah artikel yang bervariasi mulai dari permesinan, metalurgi dan konversi energi, keberagaman konten tersebut menunjukkan bahwa terapan teknologi di masyarakat sangat luas dan terbuka berbagai peluang penelitian terkait.

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas Jurnal, kami akan terus berupaya untuk lebih baik. Oleh sebab itu, masukan dan saran dari semua pihak sangat diharapkan agar ke depan Jurnal Mesin Galuh (JMG) bisa lebih baik lagi. Hal ini memberikan semangat bagi kami untuk terus mengelola jurnal ini agar dapat terus terbit dan terus meningkat kualitasnya. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya Jurnal ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk kepada kita semua, dan semoga kita dapat berkarya lebih baik lagi di masa yang akan datang, Amin.

REDAKSI

ANALISIS KINERJA PENGERING HELM MENGUNAKAN METODE DESAIN FAKTORIAL 2³

Irna Sari Maulani ¹⁾, Edi Sukmara ²⁾, Khoirul Fuady ³⁾

(1,2,3) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: irna.maulani@unigal.ac.id, edisukmara@gmail.com, dian_ahmad@gmail.com

Abstract

Drying is an important process to reduce the moisture content of a material without damaging its natural content, thereby inhibiting microbial growth and preventing unwanted physical and chemical reactions. One factor that affects the drying process is temperature, where previous studies have shown that hair dryers can be repurposed as helmet dryers with specific temperature settings, capable of drying helmets effectively in varying amounts of time. This study aims to analyze and optimize product or process design, which is formal and systematic, facilitating reproduction by other researchers and application in various studies. Thus, it is expected that the optimal temperature and humidity settings for the helmet drying process can be obtained to be more efficient and effective, so that maximum drying results can be achieved without damaging the helmet material. The research method used was the 2³ factorial design method, in which repeated experiments were conducted to evaluate the temperature and humidity of the drying device. Each experimental result was analyzed to find the best patterns and parameters for achieving optimal drying results. The results showed that the PTC-based helmet dryer was able to dry helmets and shoes in an average time of 30-45 minutes with a stable heating temperature in the range of 50-60°C. The main advantages of using PTC elements are automatic temperature stability without the need for additional controls and relatively low power consumption. In addition, this device is also equipped with a ventilation system and timer, which further enhances safety and comfort for consumers.

Keywords: *Helmet dryer, PTC, temperature, humidity, 2³ factorial design, drying performance, energy efficiency.*

ABSTRAK

Pengeringan merupakan proses penting untuk menurunkan kadar air pada suatu bahan tanpa merusak kandungan alaminya, sehingga dapat menghambat perkembangan mikroba serta mencegah terjadinya reaksi fisik dan kimia yang tidak diinginkan. Salah satu faktor yang memengaruhi proses pengeringan adalah suhu, di mana penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa hair dryer dapat dialihfungsikan sebagai alat pengering helm dengan pengaturan suhu tertentu, mampu mengeringkan helm secara efektif dalam waktu yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mengoptimalkan desain produk atau proses, desainnya formal dan sistematis, memudahkan reproduksi oleh peneliti lain dan penerapan dalam berbagai penelitian. Dengan demikian, diharapkan dapat diperoleh

pengaturan suhu dan kelembaban optimal untuk proses pengeringan helm agar lebih efisien dan efisien, sehingga hasil pengeringan maksimal dapat dicapai tanpa merusak bahan helm. Metode penelitian yang digunakan adalah metode desain faktorial 2^3 , di mana dilakukan eksperimen berulang untuk mengevaluasi suhu dan kelembaban alat pengering. Setiap hasil eksperimen dianalisis untuk menemukan pola dan parameter terbaik dalam mencapai hasil pengeringan yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengering helm berbasis PTC mampu mengeringkan helm dan sepatu dalam waktu rata-rata 30 - 45 menit dengan suhu pemanasan stabil di kisaran 50–60°C. Keunggulan utama penggunaan elemen PTC adalah kestabilan suhu otomatis tanpa memerlukan kontrol tambahan serta konsumsi daya yang relatif rendah. Selain itu, alat ini juga dilengkapi sistem ventilasi dan timer, yang semakin meningkatkan keamanan dan kenyamanan penggunaan bagi konsumen.

Kata kunci: Pengeriing helm, PTC, suhu, kelembaban, desain faktorial 2^3 , kinerja pengeringan, efisiensi energi.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengeringan merupakan proses menurunkan kadar air bahan tanpa merusak dan menghilangkan kandungan pada bahan itu sendiri, pengeringan akan menurunkan kadar air bahan pada kondisi aman sehingga menghambat perkembangan mikroba maupun reaksi fisik dan kimia yang tidak diinginkan. suhu merupakan salah satu hal yang mempengaruhi proses pengeringan. (Napitupulu & Tua, 2012)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Andika & Sembodo, n.d.), ditemukan bahwa rangkaian alat pengering Hair Dryer dapat dialihfungsikan sebagai alat pengering helm. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan dua tombol suhu, yaitu tombol 1 yang menghasilkan suhu 40°C - 45°C dan tombol 2 yang menghasilkan suhu 45°C - 55°C, helm dapat dikeringkan dengan efektif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pengering helm mampu mengeringkan helm dalam waktu 120 menit untuk tombol 1 dan 100 menit untuk tombol 2, dengan kadar air yang tersisa sekitar 40%-50%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas dan tingkat kebasahan helm sangat mempengaruhi waktu proses pengeringan.

Dengan demikian, penelitian ini menganalisis kinerja mesin pengering helm menggunakan metode desain faktorial 2^3 dengan tujuan mengoptimalkan proses pengeringan melalui variasi volume ruang pengering, waktu pengeringan, dan jumlah blower.

Dari pembahasan diatas penulis tertarik untuk mengambil tema usulan penelitian analisis kinerja pengering helm menggunakan metode desain faktorial 2^3 .

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi volume ruang pengering terhadap kelembaban akhir dan temperatur akhir pada proses pengeringan helm?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu pengeringan terhadap kelembaban akhir dan temperatur akhir pada proses pengeringan helm?
3. Bagaimana pengaruh variasi jumlah blower terhadap kelembaban akhir dan temperatur akhir pada proses pengeringan helm?
4. Bagaimana interaksi antara volume ruang pengering, waktu pengeringan, dan jumlah blower dalam menentukan kinerja pengering helm yang optimal?

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh variasi volume ruang pengering terhadap kelembaban akhir dan temperatur akhir pada proses pengeringan helm.
2. Menganalisis pengaruh variasi waktu pengeringan terhadap kelembaban akhir dan temperatur akhir pada proses pengeringan helm.
3. Menganalisis pengaruh variasi jumlah blower terhadap kelembaban akhir dan temperatur akhir pada proses pengeringan helm.
4. Menganalisis interaksi antara volume ruang pengering, waktu pengeringan, dan jumlah blower dalam menentukan kinerja pengering helm yang optimal.

LANDASAN TEORI

II.1 Helm

Helm merupakan alat pelindung kepala yang wajib digunakan oleh pengendara sepeda motor. Selain sebagai pelindung keselamatan, helm juga melindungi kepala dari cuaca panas, hujan, dan debu. Namun, penggunaan helm dalam waktu lama dapat menyebabkan

kelembaban, terutama pada bagian dalam busa helm, yang berpotensi menimbulkan bau tidak sedap dan pertumbuhan jamur.

2.1.1 Jenis-jenis Helm

Terdapat beberapa jenis helm pengendara sepeda motor:

1. Helm *Half-Face*

Helm ini memiliki proteksi yang baik pada bagian kepala, mudah digunakan dan dilepas. Pada helm ini, bagian mulut tidak tertutup. Jenis helm ini sering digunakan untuk penggunaan sehari-hari dan cocok untuk semua jenis motor.

2. Helm *Full-Face*

Helm ini menawarkan perlindungan wajah termasuk mata dan perlindungan benturan kepala. Fitur utama helm ini adalah batang dagu yang memanjang ke luar, membungkus di sekitar dagu dan daerah rahang. Di atas rahang terdapat port penglihatan yang memungkinkan pemakainya memaksimalkan jarak pandang.

2.1.2 Material Helm

Beberapa jenis bahan material helm, diantaranya:

1. EPS Foam (*Expanded Polystyrene*):

- Digunakan sebagai lapisan dalam untuk menyerap benturan.
- Ringan dan memiliki kemampuan isolasi yang baik.

2. Polikarbonat:

- Bahan yang kuat dan tahan benturan, sering digunakan untuk *shell* luar helm.
- Memiliki ketahanan terhadap goresan dan kaca.

3. Fiberglass:

- Memiliki kekuatan tinggi dan ringan, sering digunakan dalam helm yang memerlukan ketahanan ekstra.
- Ideal untuk helm yang digunakan dalam kondisi ekstra.

II.2 Pengeringan

Pengeringan adalah proses perpindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan

energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Proses pengeringan berlaku apabila bahan yang dikeringkan kehilangan sebahagian atau keseluruhan air yang dikandungnya. Proses utama yang terjadi pada proses pengeringan adalah penguapan. Penguapan terjadi apabila air yang dikandung oleh suatu bahan teruap, yaitu apabila panas diberikan kepada bahan tersebut (Prabowo et al., n.d.)

2.2.1 Pentingnya Pengering Helm

- Pertumbuhan mikroorganisme: Kelembapan menciptakan lingkungan ideal bagi jamur dan bakteri, yang dapat menyebabkan bau tidak sedap dan masalah kesehatan.
- Kerusakan Material: Material helm dapat rusak jika terus-menerus terpapar kelembapan, mengurangi daya tahan dan efektivitas perlindungannya.
- Kenyamanan Pengguna: Helm yang lembap dapat menyebabkan ketidaknyamanan, seperti rasa lengket dan bau, yang mengganggu konsentrasi saat berkendara.

2.2.2 Metode Pengeringan

1. Pengeringan Alami

Helm dibiarkan di tempat yang kering dan berventilasi baik. Metode ini sederhana dan tidak memerlukan alat tambahan, tetapi memakan waktu yang cukup lama dan tidak selalu efektif dalam menghilangkan kelembapan secara menyeluruh.

2. Pengeringan Udara Panas

Menggunakan pengering udara panas atau alat pemanas untuk mengalirkan udara hangat ke dalam helm. Metode ini lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan alami, tetapi perlu diperhatikan agar suhu tidak terlalu tinggi untuk menghindari kerusakan material helm.

3. Pengeringan Menggunakan Metode Desain Faktorial 2³.

Analisis desain faktorial (dibaca "dua pangkat tiga") adalah salah satu metode dalam desain eksperimen yang sangat berguna untuk mengevaluasi pengaruh beberapa variabel sekaligus. Dalam konteks ini, ada 3 faktor, masing-masing dengan 2 level (misalnya: tinggi/rendah, ya/tidak, cepat/lambat, dll). Dengan menganalisis kombinasi yang menghasilkan hasil terbaik, desain ini membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data untuk perbaikan kualitas atau efisiensi.

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Tiga faktor utama yang memengaruhi proses pengeringan pada penelitian ini adalah:

1. Waktu Pengeringan

Waktu pengeringan merupakan faktor yang paling signifikan dalam menurunkan kelembaban akhir. Semakin lama durasi pengeringan, semakin besar jumlah air yang diuapkan sehingga kelembaban bahan menurun. Hal ini sesuai dengan teori pengeringan yang menyatakan bahwa waktu berpengaruh langsung terhadap laju evaporasi (Budiarti, Sya'bani, & Alfarid, 2021).

2. Volume Ruang Pengering

Volume ruang pengering berpengaruh terhadap pemerataan panas dan kelembaban di dalam ruang. Ruang dengan volume lebih kecil akan lebih cepat mencapai suhu optimal karena massa udara yang lebih sedikit, sehingga pemerataan panas lebih cepat tercapai. Kondisi ini mendukung penurunan kelembaban akhir sesuai teori perpindahan panas (Lavine, Bergeman, Incropera, & DeWitt, 2011).

3. Jumlah Blower

Jumlah blower memengaruhi kecepatan aliran udara di dalam ruang pengering. Semakin banyak blower, semakin tinggi

kecepatan aliran udara, yang akan mempercepat proses evaporasi air dari permukaan material yang dikeringkan. Hal ini sejalan dengan teori aliran udara yang menjelaskan bahwa peningkatan kecepatan udara mempercepat laju penguapan (McCabe et al., 2005).

II.3 Pengertian Analisis

Analisis atau Analisa berasal dari kata Yunani kuno *analusis* yang berarti melepaskan. *Analusis* terbentuk dari dua suku kata, yaitu *ana* yang berarti Kembali, dan *luein* yang berarti melepas, jika digabung berarti melepas Kembali atau menguraikan. Kata *analusis* ini diserap ke dalam Bahasa Inggris menjadi *analysis*, yang kemudian juga diserap ke dalam Bahasa Indonesia menjadi analisis.

Kata analisis tersebut digunakan dalam berbagai bidang, diantaranya bidang ilmu bahasa, ilmu sosial, ilmu ekonomi, ilmu alam (*sains*) dan lain sebagainya. Salah satu bentuk analisis adalah merangkum sejumlah besar data yang masih mentah, untuk selanjutnya diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diinterpretasikan. Semua bentuk analisis berusaha menggambarkan pola – pola secara konsisten dalam kata sehingga hasilnya dapat dipelajari dan diterjemahkan dengan mudah, singkat, dan jelas.

Analisis secara umum adalah sebuah kemampuan memecahkan atau menguraikan suatu materi atau informasi menjadi komponen-komponen yang lebih kecil sehingga lebih mudah dipahami. Analisis dapat diartikan sebagai usaha dalam mengamati sesuatu secara mendetail dengan cara menguraikan komponen pembentukannya atau menyusun sebuah komponen untuk kemudian dikaji lebih mendalam (Satriya & Nugraheni, 2023).

II.4 Desain Faktorial 2³

Analisis desain faktorial (dibaca "dua pangkat tiga") adalah salah satu metode dalam desain

eksperimen yang sangat berguna untuk mengevaluasi pengaruh beberapa variabel sekaligus. Dalam konteks ini, ada 3 faktor, masing-masing dengan 2 level (misalnya: tinggi/rendah, ya/tidak, cepat/lambat) sehingga total ada 8 kombinasi perlakuan.

Beberapa kelebihan dari penggunaan desain faktorial dalam perancangan suatu eksperimen selain Informasi yang diperoleh lebih komprehensif karena kita bisa mempelajari pengaruh utama dari interaksi, Hasil percobaan juga dapat diterapkan dalam suatu kondisi yang lebih luas karena kita mempelajari kombinasi dari berbagai faktor (Ahmad, Salomon, & Jessica, 2018). Penggunaan desain faktorial dalam perancangan suatu eksperimen tentunya memiliki beberapa kelebihan maupun kekurangan. Berikut ini adalah beberapa hal yang menjadi dasar pertimbangan:

1. Kelebihan

- Lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber yang ada.
- Informasi yang diperoleh lebih komprehensif karena kita bisa mempelajari pengaruh utama dari interaksi.
- Hasil percobaan dapat dalam suatu kondisi yang lebih luas karena kita mempelajari kombinasi dari berbagai faktor.

2. Kekurangan

- Analisis statistika menjadi lebih kompleks.
- Terdapat kesulitan dalam menyediakan satuan percobaan yang relatif homogen.
- Pengaruh dari kombinasi perlakuan tertentu mungkin tidak berarti apa-apa sehingga terjadi pemborosan sumber daya yang ada.

Eksperimen ini menyangkut 3 faktor dan masing-masing memiliki dua level atau taraf. Ketika eksperimen yang dilakukan dilakukan secara acak sempurna, maka desainnya merupakan desain eksperimen faktorial 2^3 acak sempurna. Rancangan

faktorial 2^k adalah rancangan percobaan faktorial yang menyangkut k faktor dengan tiap faktor hanya terdiri atas dua buah taraf. Banyak taraf, yaitu 2, ditulis sebagai bilangan pokok, sedangkan banyak faktor, yaitu k, ditulis sebagai pangkat. Jika untuk $k = 3$ maka akan mendapatkan 8 kombinasi perlakuan (Yuniarto, 2018).

Jika 3 faktor tersebut adalah faktor A, faktor B, dan faktor C dimana ketiganya memiliki taraf sebanyak masing – masing 2 , maka kombinasi perlakuan yang terjadi adalah seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Permisalan Nilai Respon

	Faktor B (level 1)		Faktor B (level 2)	
	Faktor C (level 1)	Faktor C (level 2)	Faktor C (level 1)	Faktor C (level 2)
Faktor A (level 1)	Replikasi 1	Replikasi 1	Replikasi 1	Replikasi 1
	Replikasi 2	Replikasi 2	Replikasi 2	Replikasi 2
	.	.	.	.
	Replikasi 10	Replikasi 10	Replikasi 10	Replikasi 10
Faktor A (level 2)	Replikasi 1	Replikasi 1	Replikasi 1	Replikasi 1
	Replikasi 2	Replikasi 2	Replikasi 2	Replikasi 2
	.	.	.	.
	Replikasi 10	Replikasi 10	Replikasi 10	Replikasi 10

Sumber: (Yuniarto, 2018)

Setelah data dikumpulkan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata respon untuk setiap kombinasi faktor pada desain faktorial 2^3 . Perhitungan ini digunakan untuk mempermudah analisis pengaruh faktor dan interaksinya secara deskriptif. Berikut adalah tabel skema data sampel untuk desain faktorial 2^3 . Pada Tabel 2.2 ditampilkan nilai rata-rata respon dari setiap kombinasi faktor. Tabel 2. 2 Skema Data Sampel Eksperimen Desain Faktorial 2^3

Volume (A)	Waktu (B)	Blower (C)	Respon Y_1	Respon Y_2
(-)	(-)	(-)	Y_{111}	Y_{111}'
(+)	(-)	(-)	Y_{211}	Y_{211}'
(-)	(+)	(-)	Y_{311}	Y_{311}'

(+)	(+)	(-)	Y_{111}	Y_{111}'
(-)	(-)	(+)	Y_{211}	Y_{211}'
(+)	(-)	(+)	Y_{311}	Y_{311}'
(-)	(+)	(+)	Y_{411}	Y_{411}'
(+)	(+)	(+)	Y_{511}	Y_{511}'

Sumber: Diolah penulis (2025) berdasarkan (Montgomery & St, 2022)

Setelah diperoleh nilai rata-rata respon dari setiap kombinasi faktor, hasil tersebut dapat divisualisasikan menggunakan grafik batang kelompok (grouped bar chart). Grafik ini menampilkan perbandingan nilai rata-rata antar kombinasi faktor dalam bentuk batang yang dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu, sehingga memudahkan identifikasi perbedaan antar perlakuan. Dalam konteks desain faktorial 2^3 , grouped bar chart membantu memperlihatkan pengaruh setiap faktor dan interaksi yang mungkin terjadi, dengan menempatkan nilai respon pada sumbu vertikal dan kombinasi faktor pada sumbu horizontal. Visualisasi ini umum digunakan dalam penelitian eksperimental karena mampu memberikan gambaran cepat dan jelas terhadap pola data sebelum dilakukan analisis lebih lanjut (Montgomery & St, 2022; Gaspersz, 1991).

II.5 Eksperimen Faktorial

Banyak eksperimen yang dilakukan dengan melibatkan dua atau lebih faktor. Dengan eksperimen faktorial, maka setiap kemungkinan level kombinasi dari semua faktor akan diselidiki. Sebagai contoh, apabila terdapat a level dari faktor A dan b level dari faktor B, maka replikasi percobaan akan dilakukan untuk setiap kombinasi ab. Faktor yang dikombinasikan pada desain faktorial ini seringkali disebut *crossed*. Efek dari suatu faktor didefinisikan sebagai respons yang dihasilkan dari perubahan level faktor tersebut. Hal ini seringkali disebut sebagai efek utama karena mengacu pada faktor primer dari percobaan. Selain efek utama, terdapat pula efek interaksi yaitu perbedaan

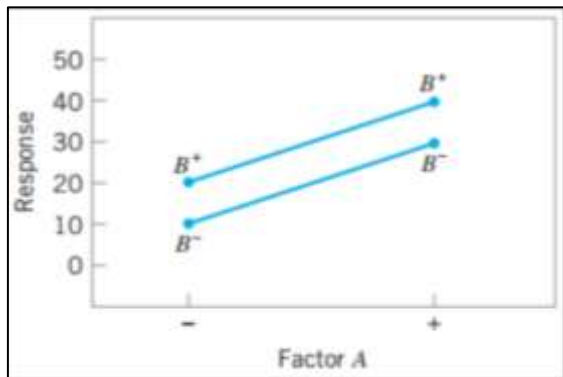
antara efek satu faktor pada level yang berbeda dari faktor lain.

Rancangan percobaan dengan desain faktorial ini pada umumnya mempunyai tiga tujuan utama, yaitu:

1. Mengukur pengaruh variabel terhadap hasil.
2. Menentukan variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil.
3. Mengukur interaksi antar-variabel terhadap hasil.

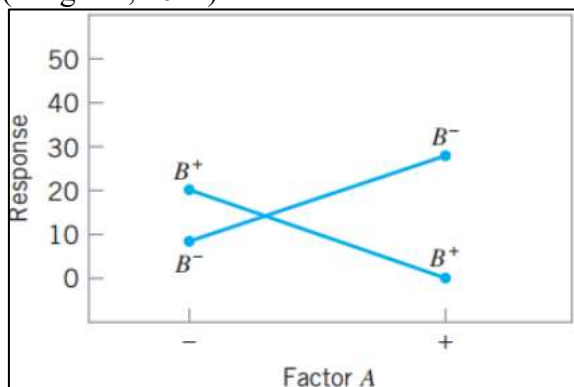
Selain pengaruh faktor utama, pengaruh interaksi antar faktor terhadap hasil percobaan, merupakan suatu hal yang penting untuk ditinjau. Hal ini disebabkan oleh pengaruh suatu faktor terhadap hasil terkadang juga sangat dipengaruhi oleh jumlah atau ada tidaknya faktor lain (Yuniarto, 2018).

Eksperimen yang melibatkan dua atau lebih faktor dilakukan dengan menyelidiki setiap kombinasi level dari semua faktor tersebut. Eksperimen faktorial dapat ditinjau apakah terdapat interaksi atau tidak antar faktor yaitu efek utama (*main effect*) dan efek interaksi (*interaction effect*) dari variabel bebas terhadap variabel respon. Grafik *main effect plot* merupakan grafik yang menunjukkan hubungan analisis variansi dan desain eksperimen untuk menguji perbedaan antara tingkat satu atau lebih faktor. Sebuah *plot* efek utama grafik respon rata-rata untuk setiap level faktor yang dihubungkan dengan garis. Grafik interaksi antar faktor seringkali digunakan untuk menginterpretasikan hasil eksperimen oleh para peneliti. Berikut merupakan eksperimen faktorial tanpa interaksi dan menggunakan interaksi antar faktor dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Faktorial Eksperimen Tanpa Interaksi. Sumber : (Ningrum, 2024)

Grafik *main effect plot* merupakan grafik yang menunjukkan hubungan analisis variansi dan desain eksperimen untuk menguji perbedaan antara tingkat satu atau lebih faktor. Sebuah plot efek utama grafik respon rata-rata untuk setiap level faktor yang dihubungkan dengan garis. Satu garis plot efek utama yang membentuk garis horizontal (sejajar dengan sumbu x), maka dapat diartikan bahwa tidak ada efek utama yang mempengaruhi variabel respon atau tidak ada interaksi antara variabel (Ningrum, 2024).



Gambar 2. 2 Faktorial Eksperimen Dengan Interaksi
Sumber : (Ningrum, 2024)

Berdasarkan Gambar 2.2 dapat diketahui bahwa garis B⁻ dan B⁺ membentuk garis horizontal (sejajar dengan sumbu x) yang menunjukkan tidak adanya interaksi antara faktor A dan B. Selain itu, pada Gambar 7 diketahui bahwa garis B⁻ dan B⁺ saling

bersilangan atau tidak sejajar yang menunjukkan adanya interaksi antara faktor A dan B. Grafik interaksi antar faktor seringkali digunakan untuk menginterpretasikan hasil eksperimen oleh para peneliti. Oleh karena itu, interaksi antar faktor dapat diketahui melalui grafik *main effect plot* (Ningrum, 2024).

II.6 Proyeksi

Proyeksi merupakan penggambaran yang menunjukkan suatu objek yang terlihat dari depan, kanan, kiri, atas, dan bawah. Pandangan proyeksi diposisikan sejajar dan saling berhubungan antara yang satu dengan yang lain sesuai dengan aturan-aturan standar. Standar ini telah diakui di seluruh penjuru dunia dan menjadi patokan paten dalam menggambar. Dalam proyeksi sendiri terbagi atas beberapa jenis proyeksi diantaranya (Hendri & Indriani, 2022)

2.6.1 Elemen Pemanas PTC (*Positive Temperature Coefficient*)

Komponen termistor PTC (*Positive Temperature Coefficient*) adalah suatu resistor yang mempunyai koefisien temperatur positif yang sangat tinggi. Dimana nilai resistansi PTC akan semakin tinggi pada saat perubahan suhu disekitar PTC semakin tinggi. PTC memiliki sifat yang berkebalikan dengan NTC. PTC akan memberikan perubahan resistansi semakin rendah pada saat suhu disekitar body PTC semakin dingin.

Bentuknya bervariasi, tergantung aplikasi:

- Disk (bulat pipih) sering ditemukan di rangkaian elektronik, *power supply*, dan peralatan rumah tangga.
- Silinder kecil (*bead*) dipakai di sirkuit kecil atau untuk perlindungan alat elektronik.
- Pelat pipih / chip umumnya di perangkat elektronik miniatur atau rangkaian PCB.
- Film atau lapisan tipis untuk sensor atau heater khusus.

Material pembuatnya biasanya adalah keramik semikonduktor berbasis barium titanate ($BaTiO_3$) yang telah diproses khusus.



Gambar 2. 3 Elemen PTC

II.7 Prinsip Kerja Kipas DC

Kipas DC merupakan motor listrik yang menghasilkan aliran udara searah. Dalam alat pengering helm, kipas digunakan untuk menyebarkan udara panas dari elemen PTC ke seluruh bagian dalam helm. Aliran udara ini mempercepat proses penguapan air dan mengurangi kelembapan.



Gambar 2. 4 Kipas DC

II.8 Penelitian Terdahulu

Berikut ini beberapa penelitian yang menjadi acuan dalam pengembangan alat pengering helm berbasis PTC:

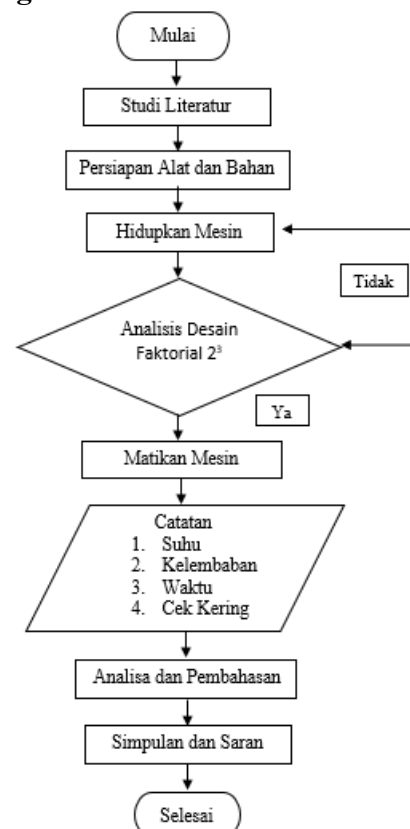
1. (Andika & Sembodo, 2014) Dalam penelitian berjudul “Alat Pengering Helm Otomatis Berbasis LDR (*Light Dependent Resistors*) Dengan Memanfaatkan Mesin *Hair Dryer*”, sistem menggunakan LDR sebagai sensor dan *hair dryer* sebagai pemanas. Kelemahannya adalah konsumsi daya tinggi dan suhu tidak stabil.
2. Kusuma, D. & Rahmat, Y. (2020) Meneliti alat pengering helm berbasis

blower dan pemanas keramik. Pengujian menunjukkan efektivitas dalam waktu < 40 menit. Namun, sistem tidak portabel dan relatif besar.

3. (Ahmad, Salomon, & Jessica, 2018) Desain eksperimen untuk meningkatkan kualitas kekuatan produk dengan pendekatan analisis desain faktorial.
4. (Yuniarto, 2018) Analisis Desain Eksperimen Pembuatan Material Komposit Berbahan Pelepeh Pisang dengan Metode Desain Faktorial 2^3 .
5. Ayu, N. & Fahmi, A. (2024) Meneliti efisiensi elemen PTC pada pengering rambut mini. Ditemukan bahwa PTC lebih hemat energi dan tidak memerlukan pengendalian suhu manual.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



3.1 Diagram Alir/Flow Chart

PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian dan analisis kinerja mesin pengering helm dengan variasi volume ruang pengering, waktu pengeringan, dan jumlah blower menggunakan metode desain faktorial 2^3 . Analisis dilakukan terhadap parameter kelembaban akhir dan temperatur untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh serta interaksi antar faktor.

4.1 Konsep Desain

Penelitian ini menggunakan desain faktorial 2^3 , yaitu metode percobaan yang melibatkan 3 faktor, masing-masing pada 2 level (tinggi dan rendah) yang akan di tunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Faktor yang dipertimbangkan untuk dianalisis lebih lanjut

	Volume	Waktu	Blower
(-)	70.707 cm ³	30 menit	2
(+)	106.782 cm ³	45 menit	4

Setiap kombinasi faktor diuji sebanyak 5 kali. Data kelembaban dan temperatur yang dihasilkan kemudian diolah menjadi nilai rata-rata untuk setiap kombinasi.



Gambar 4. 1 Helm basah

Gambar 4.1 Menjelaskan helm kering diberikan 100 ml air, sebagai asumsi

sebenarnya dari helm terkena cipratan air hujan.



Gambar 4. 2 Helm dikeringkan dengan Lemari Mesin Pengering

Gambar 4.2 Menjelaskan helm basah dikeringkan dengan lemari pengering dengan volume 70707 cm³, waktu 30 menit blower 4.



Gambar 4. 1 Helm Kering Hasil Pengeringan

Gambar 4.3 Menjelaskan helm kering hasil dari pengeringan, dengan volume 70707 cm³, waktu 30 menit blower 4.

4.2 Desain Faktorial 2³

Metode desain faktorial 2³ digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor dan interaksinya terhadap respon pengujian. Tabel 4.3 menunjukkan kombinasi level untuk setiap faktor.

Tabel 4. 1 Kombinasi Desain Faktorial 2³

Kombinasi	A (Volume)	B (Waktu)	C (Blower)
1	70.707 cm ³ (-)	30 <u>menit</u> (-)	2 unit (-)
2	106.782 cm ³ (+)	30 <u>menit</u> (-)	2 unit (-)
3	70.707 cm ³ (-)	45 <u>menit</u> (+)	2 unit (-)
4	106.782 cm ³ (+)	45 <u>menit</u> (+)	2 unit (-)
5	70.707 cm ³ (-)	30 <u>menit</u> (-)	4 unit (+)
6	106.782 cm ³ (-)	30 <u>menit</u> (-)	4 unit (+)
7	70.707 cm ³ (-)	45 <u>menit</u> (+)	4 unit (+)
8	106.782 cm ³ (-)	45 <u>menit</u> (+)	4 unit (+)

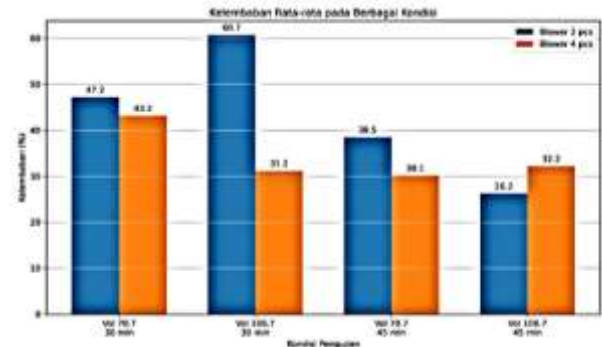
4.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan pada 8 kombinasi percobaan (2³) dengan 5 kali pengulangan untuk setiap kombinasi. Nilai rata-rata kelembaban akhir helm (%) dan temperatur akhir (°C) ditunjukkan pada Tabel 4.2, sedangkan data mentah pengukuran disajikan pada lampiran.

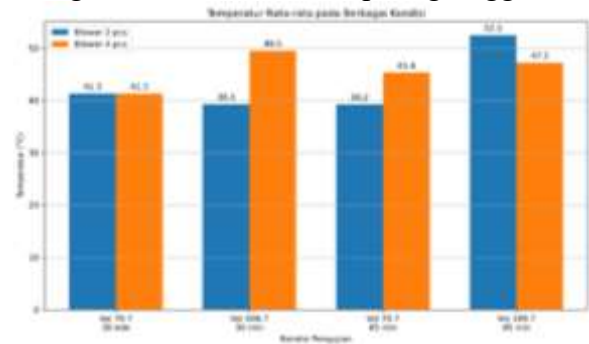
Tabel 4. 3 Rata-rata Kelembaban dan Temperatur

Volume (cm ³)	Waktu (menit)	Blower (unit)	Rata-rata kelembaban (%)	Rata-rata Temperatur (°C)
70.707	30	2	47.20	41.30
106.782	30	2	60.72	39.32
70.707	45	2	38.46	39.22
106.782	45	2	26.20	52.50
70.707	30	4	43.16	41.28
106.782	30	4	31.20	49.50
70.707	45	4	30.14	45.36
106.782	45	4	32.18	47.22

Sebagai visualisasi dari data pada Tabel 4.2, nilai rata-rata kelembaban akhir dan temperatur akhir untuk setiap kombinasi percobaan ditampilkan pada Gambar 4.4, dan Gambar 4.5 dalam bentuk grafik grouped bar, sehingga perbedaan antar kombinasi faktor dapat terlihat dengan lebih jelas.



Gambar 4. 2 Grafik Kelembaban Rata-rata Pada Gambar 4.4 grafik ini terlihat bahwa kombinasi waktu 45 menit dengan volume kecil dan blower 4 pcs menghasilkan kelembaban terendah. Sementara kombinasi volume besar dan waktu singkat menghasilkan kelembaban paling tinggi.

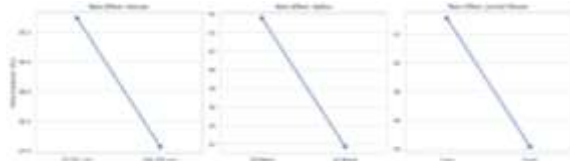


Gambar 4. 3 Grafik Temperatur Rata-rata

Pada Gambar 4.5 grafik ini terlihat temperatur tertinggi tercapai pada kombinasi volume besar, waktu lama, dan blower banyak. Ini menunjukkan bahwa aliran udara dari blower berperan besar menaikkan suhu di dalam ruang pengering.

Berdasarkan kedua grafik tersebut, dapat diamati adanya perbedaan tren antara kelembaban akhir dan temperatur akhir pada masing-masing kombinasi faktor. Analisis lebih lanjut dilakukan pada bagian berikutnya melalui *main effect plot* dan *interaction plot* untuk mengetahui kontribusi masing-masing faktor terhadap respon.

4.3.1 Analisis Pengaruh Utama (*Main Effect Plot*)



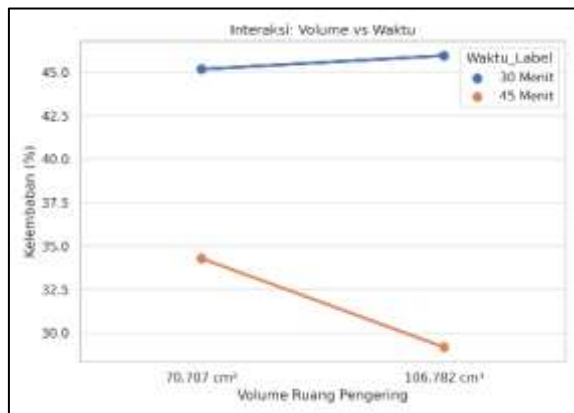
Gambar 4. 4 Main Effect Plot

Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh masing-masing faktor terhadap kelembaban akhir. Terlihat bahwa:

1. Volume ruang pengering dengan level tinggi menurunkan kelembaban lebih signifikan dibandingkan level rendah.
2. Waktu pengeringan yang lebih lama secara konsisten menurunkan kelembaban.
3. Jumlah blower yang lebih banyak meningkatkan laju pengeringan.

4.3.2 Interaksi Antar Faktor

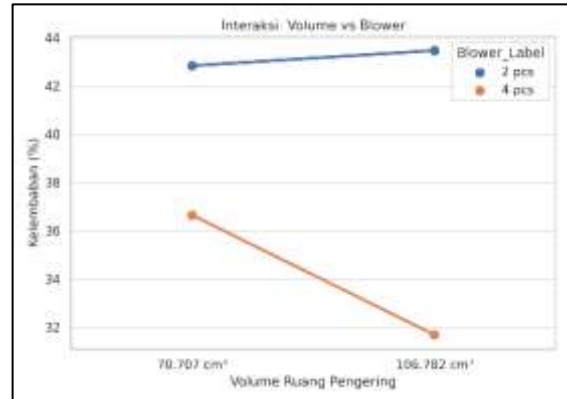
■ Volume x Waktu



Gambar 4. 5 Volume x Waktu

Pada Gambar 4.7 efek waktu pengeringan lebih signifikan saat volume ruang besar, artinya ruang besar butuh waktu lebih lama untuk hasil maksimal.

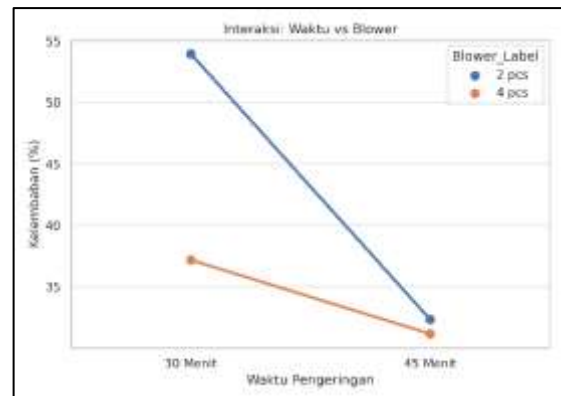
■ Volume x Blower



Gambar 4. 6 Volume x Blower

Gambar 4.8 jumlah blower memberikan efek lebih besar pada volume besar dibandingkan volume kecil, menunjukkan blower penting saat volume besar.

■ Waktu x Blower



Gambar 4. 7 Waktu x Blower

Pada Gambar 4.9 efek penambahan blower lebih terasa pada waktu pengeringan singkat (30 menit), artinya dengan waktu pendek, jumlah blower sangat menentukan.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada lima kali percobaan untuk setiap kombinasi faktor, diperoleh nilai rata-rata kelembaban akhir dan temperatur akhir. Nilai rata-rata tersebut disajikan pada grafik grouped bar untuk memudahkan visualisasi perbedaan antar kombinasi faktor.

a. Analisis Grafik Grouped Bar

Grafik grouped bar kelembaban akhir menunjukkan bahwa faktor volume pengeringan, waktu pengeringan, dan jumlah blower memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap nilai kelembaban akhir. Pada volume yang lebih kecil (70.707 cm^3), nilai kelembaban akhir cenderung lebih rendah, menunjukkan proses pengeringan yang lebih efektif. Waktu pengeringan 45 menit umumnya menghasilkan kelembaban akhir yang lebih rendah dibandingkan 30 menit. Penambahan jumlah blower dari 2 unit menjadi 4 unit juga mempercepat penurunan kelembaban akhir, terutama pada volume ruang pengering yang besar.

Grafik grouped bar temperatur akhir memperlihatkan bahwa jumlah blower memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kenaikan temperatur. Kombinasi waktu pengeringan yang lebih lama dan jumlah blower yang lebih banyak menghasilkan temperatur akhir yang lebih tinggi, yang berkontribusi terhadap proses pengeringan yang lebih cepat. Namun, kenaikan temperatur perlu tetap dikontrol untuk menghindari potensi kerusakan material helm.

b. Analisis Main Effect Plot

Main effect plot untuk kelembaban akhir menunjukkan bahwa ketiga faktor — volume, waktu, dan jumlah blower — mempengaruhi nilai respon. Faktor waktu dan jumlah blower memiliki kemiringan garis yang lebih curam, menandakan pengaruh yang lebih besar terhadap penurunan kelembaban akhir. Sementara itu, main effect plot temperatur akhir menunjukkan bahwa jumlah blower adalah faktor dominan yang meningkatkan temperatur, diikuti oleh waktu pengeringan, sedangkan volume ruang pengering relatif memiliki pengaruh lebih kecil terhadap temperatur.

c. Analisis Interaction Effect Plot

Interaction effect plot kelembaban akhir mengindikasikan adanya interaksi antara faktor volume dan jumlah blower. Hal ini menunjukkan bahwa efek jumlah blower terhadap kelembaban akhir dipengaruhi oleh besarnya volume ruang pengering. Pada temperatur akhir, interaksi yang cukup terlihat adalah antara waktu pengeringan dan jumlah blower. Kombinasi waktu pengeringan yang lebih lama dengan jumlah blower yang lebih banyak menghasilkan kenaikan temperatur yang lebih signifikan dibandingkan kombinasi lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kinerja pengering helm menggunakan metode desain faktorial 2^3 , dapat disimpulkan bahwa faktor waktu pengeringan dan jumlah blower berpengaruh signifikan terhadap penurunan kelembaban akhir serta kenaikan temperatur akhir. Volume ruang pengering juga memengaruhi kinerja pengeringan, terutama ketika dikombinasikan dengan jumlah blower yang lebih banyak. Kombinasi volume ruang pengering 70.707 cm^3 , waktu pengeringan 45 menit, dan jumlah blower 4 unit terbukti menghasilkan kelembaban akhir terendah dan temperatur akhir yang optimal untuk proses pengeringan. Selain itu, ditemukan adanya interaksi antar faktor, terutama antara volume dengan jumlah blower serta antara waktu dengan jumlah blower, yang memberikan pengaruh nyata terhadap hasil akhir pengeringan helm.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian mengenai analisis pengering helm menggunakan metode desain faktorial 2^3 adalah sebagai berikut. Untuk aplikasi praktis, disarankan menggunakan kombinasi faktor dengan waktu pengeringan 45 menit dan jumlah blower 4 unit pada volume ruang

pengering yang lebih kecil agar menghasilkan proses pengeringan yang lebih efektif. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengkaji variasi faktor tambahan seperti jenis material helm dan suhu awal udara pengering, sehingga diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan dapat memperluas penerapan mesin pengering helm ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abou, M. M., S. M., & M. B. (2019). Effect of Drying Air Velocity on Drying Kinetics of Tomato Slices in a Forced-Convective Solar Tunnel Dryer. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 64-78.
- Andika, R., & Sembodo, B. P. (2014). Alat Pengering Helm Otomatis Berbasis Ldr (Light Dependent Resistors) Dengan Memanfaatkan Mesin Hair Dryer. In *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA* (Vol. 12, Nomor 2). <https://doi.org/10.36456/waktu.v12i2.910>
- Ahmad, A., Salomon, L. L., & Jessica, J. (2018). Desain Eksperimen Untuk Meningkatkan Kualitas Kekuatan Produk Dengan Pendekatan Analisis Desain Faktorial. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 211-212.
- Al-Kindi, H., & Suntoro, D. (2014). Perhitungan Koefisien Pindah Panas Pada Heat Exchanger Untuk Pengeringan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 18-21.
- Budiarti, G. I., Sya'bani, I., & Alfarid, M. A. (2021). Pengaruh Pengeringan Terhadap Kadar Air Dan Kualitas Bolu Dari Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L). *Jurnal Fluida*, 75-76.
- Gaspersz, V. (1991). Metode perancangan percobaan. Jakarta, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama.
- Lavine, A. S., Bergeman, T. L., Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2011). *Introduction to Heat Transfer*. Jefferson: Don Fowley.
- Montgomery, D., & St, C. (2022). *Design and Analysis of Experiments, 9th Edition*.
- Napitupulu, F. H., & Tua, P. M. (2012). Perancangan dan Pengujian Alat Pengering Kakao dengan Tipe Cabinet Drayer untuk Kapasitas 7,5 Kg Per-Siklus. *Jurnal Dinamis*, 8-18.
- Ningrum, D. E. (2024). Peningkatan kualitas Pada Produk Genteng Menggunakan Six Sigma Dan Metode Taguchi . 28-30.
- Oktavian, Victor, & Tuapetel, A. S. (2022). Rancang Bangun Mesin Pengering Helm Berbahan Bakar Gas LPG. *Tugas Akhir*, 1-2.
- Satriya, A. M., & Nugraheni, A. (2023). Analisis Deskriptif Sistem Payment Pajak Kendaraan Bermotor Pada Aplikasi Samsa Mobile Jawa Barat (SAMBARA). *Journal of Management and Social Sciences* , 2(1), 120-130.
- Yuniarto, T. (2018). Analisis Desain Eksperimen Pembuatan Material Komposit Berbahan Pelepah Pisang dengan Metode Desain Faktorial 23. 9-10.