

Rancang Bangun Alat Pengering Helm Berbasis QFD beserta Analisis Keuangan

Naufal Izzul Kamal¹, Aldinu Riskianto², Raihan Yufi Pradana³, Muhammad Faiq Nadhliful Akhyar⁴, Dony Satriyo Nugroho^{5*}

Universitas Dian Nuswantoro

^{1,2,3,4,5} Prodi Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula I No. 5-11, Kota Semarang

*Penulis Korespondensi: dony.satriyo.nugroho@dsn.dinus.ac.id,

Abstract

UMKM Helmet and Care is a type of business engaged in the field of helmet washing services. The helmet drying process is still done manually, resulting in the business process not being able to run optimally. So a solution is needed in the form of a helmet dryer that suits the needs of UMKM. The design of the helmet dryer using the QFD method resulted in the helmet dryer being equipped with a DHT22 sensor and a Temostat sensor. , the material used is Stainless Steel, the price of the helmet dryer is IDR 5,500,000, the dimensions of the tool are based on worker anthropometry, namely 140 cm = frame height, 70 cm = frame width, 64 cm = frame leg height, 60 cm = frame length, 60 cm = frame length, 83 cm = frame length. The automatic helmet dryer has proven effective in reducing humidity from 80% to 30% in 30 minutes. During the process, the temperature inside the helmet rises from 25°C to 35°C, thus accelerating the drying and showing a positive correlation between decreasing humidity and increasing temperature. Cost analysis calculation using BEP and NPV methods, namely, Investment cost = 3,550,000 can be met for 1.6 months calculated using the BEP method, the results of the NPV calculation in the 36th month produce Pv of proceed = 48,472,051. NPV of 44,922,571. NPV is positive, so the project proposal should be accepted.

Keywords: Automation, BEP, NPV, QFD

Abstrak

UMKM Helmet and Care merupakan jenis usaha yang bergerak di bidang jasa pencucian helm. Proses pengeringan helm masih dilakukan manual, mengakibatkan proses bisnis tidak bisa berjalan secara optimal. Sehingga diperlukan solusi berupa alat pengering helm yang sesuai kebutuhan UMKM. Perancangan alat pengering helm memakai metode QFD didapatkan hasil bahwa alat pengering helm dilengkapi dengan sensor DHT22 dan sensor Temostat. , bahan yang dipakai adalah Stainless Steel, harga alat pengering helm sebesar Rp 5.500.000, dimensi alat berdasarkan antropometri pekerja yaitu 140 cm = tinggi rangka, 70 cm = lebar rangka, 64 cm = tinggi kaki rangka, 60 cm = panjang rangka, 60 cm = panjang rangka, 83 cm = panjang rangka. Alat pengering helm otomatis terbukti efektif dalam mengurangi kelembaban dari 80% menjadi 30% dalam 30 menit. Selama proses, suhu dalam helm naik dari 25°C menjadi 35°C, sehingga mempercepat pengeringan dan menunjukkan korelasi positif antara penurunan kelembaban dan peningkatan suhu. Perhitungan analisis biaya dengan metode BEP dan NPV yaitu, Biaya investasi = 3.550.000 dapat terpenuhi selama 1,6 bulan dihitung dengan metode BEP, hasil perhitungan NPV pada bulan ke-36 menghasilkan Pv of proceed = 48.472.051. NPV sebesar 44.922.571. NPV bernilai positif, maka sebaiknya usulan proyek tersebut diterima.

Keywords: BEP, NPV, Otomasi, QFD

Pendahuluan

Jasa pencucian helm merupakan suatu kegiatan usaha yang berfokus pada pembersihan helm yang kotor. Proses pada cuci helm sebagian besar dilakukan secara manual khususnya pada proses pengeringan helm. Salah satu UMKM yang bergerak di bidang jasa pencucian helm adalah UMKM *Helmet and Care*.

Seluruh proses pencucian masih dilakukan secara manual karena keterbatasan anggaran. Cuci helm dilakukan dengan cara melepas seluruh komponen pada helm terlebih dahulu seperti gabus, busa, kaca, dan lain-lain. Setelah itu, helm beserta komponen-komponen yang telah dipisah dibersihkan satu persatu memakai sabun dan dibilas dengan air bersih. Proses bisnis dari pencucian helm hingga ke tangan konsumen untuk 1 helm biasanya membutuhkan waktu selama 1 hari apabila cuaca cerah, jika cuaca mendung biasanya sampai dengan 2 hari. Lamanya proses pengeringan di *Helmet and Care* menjadikannya tidak efektif karena menyita waktu yang sangat banyak. Hal ini berakibat pada banyaknya antrian customer yang menumpuk sehingga perlu adanya solusi atau tindakan untuk mengatasi masalah tersebut.

Tabel 1. Keseluruhan Proses UMKM *Helmet and Care*

No.	Proses pengerjaan	Waktu	Alat bantu
1.	Permintaan customer	2 menit	-
2.	Pembongkaran komponen helm	5 menit	obeng
3.	Pembersihan busa helm	5 menit	sikat
4.	Pembersihan kaca helm	3 menit	Kain
5.	Perendaman busa helm	10 menit	ember
6.	Pengeringan busa helm	3 jam	-
7.	Pemasangan komponen helm	5 menit	obeng

Sumber : Data primer, 2024

Pengeringan adalah proses untuk menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan menguapkannya menggunakan energi panas (Nurwidah et al., 2021). Hasil dari proses pengeringan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air yang lebih rendah. Pada proses pengeringan ini air diuapkan menggunakan udara tidak jenuh yang dihisap pada bahan yang akan

dikeringkan. Air (atau cairan lain) menguap pada suhu yang lebih rendah dari titik didihnya karena adanya perbedaan kandungan uap air pada bidang antar-muka bahan padat-gas dengan kandungan uap air pada fasa gas. Gas panas disebut medium pengering, menyediakan panas yang diperlukan untuk penguapan air dan sekaligus membawa air keluar.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan alat pengering helm yang dapat membantu proses pengeringan helm supaya lebih efektif dan efisien. Perancangan alat yang dilakukan oleh peneliti menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan prioritas kebutuhan dan keinginan konsumen serta mengelompokkannya, QFD dapat digunakan baik pada perusahaan yang menawarkan produk ataupun jasa. Dalam penelitian ini metode *Quality Function Deployment* digunakan untuk mengetahui tingkat kebutuhan dan kepentingan yang diperlukan oleh para karyawan (Suseno & Theodossy Tigang Huvat, 2019).

Perancangan produk menggunakan metode QFD telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Diantaranya penelitian yang telah dilakukan oleh Sundari yang menggunakan QFD untuk merancang alat cabut singkong. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa keinginan konsumen terhadap alat cabut singkong dapat digambarkan pada atribut *customer requirements* yaitu alat cabut singkong berbahan ringan, dan seterusnya (Sundari et al., 2023). Karakter teknis (*technical requirements*) yang berpengaruh pada proses pembuatan alat adalah kemampuan dan kekuatan mesin penggeran, dan lain sebagainya. Dan untuk hasil dari analisis HOQ menunjukkan yang memiliki bobot kepentingan terbesar (30%) yaitu alat yang dibuat dapat mencabut lebih dari satu batang singkong sekaligus, hal ini

menjadi acuan dasar pengembangan desain ulang alat cabut singkong otomatis yang dibuat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Susanti menggunakan metode QFD menunjukkan bahwa terdapat beberapa komponen penting dalam QFD yang digunakan untuk perancangan, antara lain : 1) *customer requirements* yang berguna untuk menggambarkan keinginan konsumen (pekerja) pada alat yang akan dirancang, 2) *technical requirements* yang berpengaruh pada proses pembuatan alat, 3) *house of quality* (HoQ) yang berguna untuk mengetahui hasil rekapitulasi QFD (Susanti et al., 2023)

Metode QFD juga digunakan untuk merancang Pemotong Ring AMDK Gelas Plastik (Eko Ari Wibowo et al., 2024). Penelitian ini menggunakan QFD untuk menentukan aspek penting pada desain alat potong. Berdasarkan QFD diperoleh urutan aspek penting pada alat pemotong menurut Wibowo adalah desain alat pemotong manual, desain alat pemotong intuitif, alat pemotong *adjustable*, desain alat *portable*, komponen standar, material baja, biaya manufaktur terjangkau, material non korosif dan bentuk pegangan silinder dan tidak licin.

Dalam melakukan perancangan produk yang akan diinvestasikan ke dalam proses busus dibutuhkan Analisis kelayakan investasi terhadap alat tersebut. Analisis kelayakan investasi dapat menggunakan metode NPV, IRR, *Benevit Cost Ratio* (Virnanda et al., 2023). Analisis investasi pada alat bioreactor anaerob pada proses fermentasi nutrisi organik oleh Virnanda, et al menunjukkan NPV bernilai positif sebesar Rp. 9.266.620., IRR sebesar 9,34% dimana $IRR > \text{tingkat suku bunga awal}$ yaitu 8,34%, *Benefit Cost Ratio* dengan hasil 1.37 dimana $BCR > 1$. Berdasarkan perhitungan Analisis Kelayakan Investasi Mesin Pemotong Kerupuk di UMKM Dua Putri Sangkapura Bawean

ini layak untuk dilakukan atau layak untuk dilanjutkan.

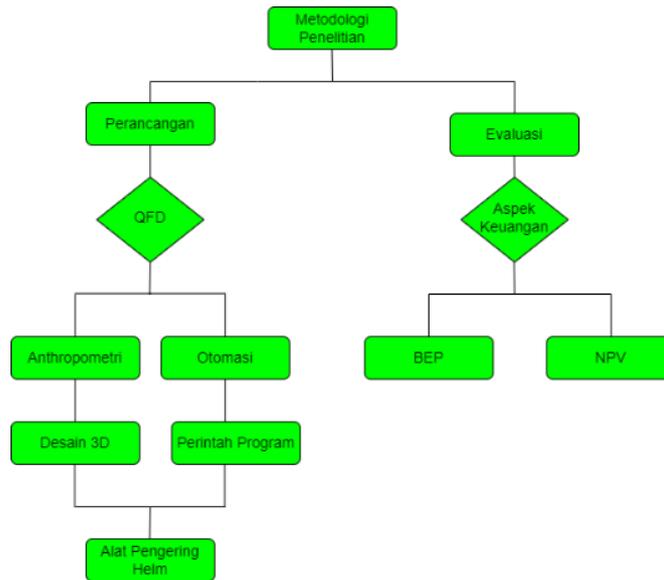
Perancangan produk menggunakan metode QFD beserta analisis kelayakan investasi telah dilakukan beberapa peneliti, namun masih belum ada yang melakukan penelitian tersebut pada objek pengering *helm* otomatis. Maka dari itu, alat dirancang menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) supaya dapat menyesuaikan kebutuhan pada UMKM *Helmet and Care* di Kabupaten Kendal. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi terkait perancangan alat pengering *helm* otomatis. Mengetahui tingkat kelembapan yang pas saat mengeringkan bagian dalam helm dan untuk mengetahui berapa lama waktu untuk mencapai kelembapan helm tertentu agar dapat mengeringkan. Selain itu, diharapkan alat ini dapat digunakan di masyarakat secara ekonomi.

Metodologi Penelitian

Subjek penelitian ini dapat memberikan suatu informasi terkait yang sudah diteliti, subjek yang dimaksud adalah industri UMKM *Helmet and Care* yang bertempat di Desa Kangkung, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Penelitian ini menjelaskan seluruh proses pengeringan helm dan penyelesaian suatu masalah yang ada di UMKM *Helmet and Care* Kabupaten Kendal.

Sedangkan objek yang akan diteliti adalah proses pengeringan yang masih dikerjakan secara manual atau tenaga manusia yang mengakibatkan tidak maksimalnya produktivitas pada UMKM. Objek penelitian ini didapatkan pada hasil observasi yang dilakukan dengan cara wawancara terhadap para pekerja UMKM.

Sehingga didalam penelitian ini, terdapat 2 tahapan yang akan dilaksanakan supaya dapat mengatasi masalah yang ada di UMKM, yaitu tahapan perancangan dan tahapan evaluasi :



Gambar 1. Alur Penelitian

Sumber : Pengolahan data, 2024

A. Perancangan

Pada tahapan perancangan terdapat beberapa metode dan *tools* yang digunakan, antara lain :

1. QFD

Dalam mengidentifikasi suatu kebutuhan pelanggan (subjektif) yang diterjemahkan menjadi spesifikasi dan karakteristik produk yang dapat diukur (objektif) maka diperlukanlah metode *Quality Function Deployment* QFD (Ginting et al., 2020)

Penelitian ini melibatkan analisis kebutuhan pelanggan dengan *Voice of Customer* (VoC) untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan dapat memenuhi harapan pengguna (Fajrah & Perdana, 2019)

Salah satu fungsi utama dari *House of Quality* (HOQ) adalah memetakan dan menggambarkan hubungan antara kebutuhan pelanggan dan karakteristik desain yang diharapkan. HOQ berperan dalam mengidentifikasi keterkaitan antara kebutuhan pelanggan dengan elemen

desain produk atau layanan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan menggunakan matriks HOQ, perusahaan dapat menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke dalam karakteristik desain yang lebih terperinci (Sabillah & Daonil, 2023).

2. Antropometri

Penelitian (Anita & Asmungi, 2023) membuktikan bahwa dengan penerapan antropometri ukuran tubuh manusia yaitu siswa SDN dalam merancang fasilitas meja dan kursi belajar kelas ternyata dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal sebesar 32,57%, dengan kata lain dapat menambah kenyamanan siswa SDN dalam belajar.

3. Otomasi

Otomasi dalam industri dilakukan untuk mengurangi kesalahan manusia (*Human Error*), karena sifat alami manusia yang cenderung menjadi Lelah dan tidak presisi ketika melakukan pekerjaan secara terus-menerus dalam

jangka waktu yang lama (Ma'arif et al., 2021)..

Peter Salim mengemukakan bahwa pengertian otomasi (*automation*) adalah merupakan teknik atau sistem menjalankan atau mengendalikan proses alat-alat serba otomatis dengan alat elektronis untuk mengurangi penggunaan tenaga manusia.

Mikrokontroler adalah komputer di dalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang mengatur efisiensi dan efektivitas biaya (Valentin et al., 2020).

Arduino Uno adalah salah satu jenis papan mikrokontroler berbasis ATmega328, dan Uno adalah istilah Bahasa Italia yang artinya satu (Hafidhin et al., 2020).

B. Evaluasi

Pada tahapan evaluasi peneliti melakukan perhitungan ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan investasi alat yang dirancang bagi perusahaan, Adapun perhitungan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Perhitungan NPV

Perbedaan antara suatu nilai sekarang dari seluruh pendapatan dan nilai sekarang dari seluruh investasi adalah nilai bersih sekarang (Tomasoa & Arief, 2022). Kriteria investasi berdasarkan *net present value* adalah: (Putra et al., 2017)

- Pada $NPV > 0$, Layak
- Pada $NPV < 0$, tidak layak atau ditolak

2. Perhitungan BEP

Break even point adalah posisi dimana perusahaan tidak memperoleh laba dan tidak menderita kerugian. BEP atau

titik impas sangat penting bagi manajemen untuk mengambil keputusan untuk menarik produk atau mengembangkan produk, atau untuk menutup anak perusahaan yang tidak menguntungkan (Maram et al., 2024).

Hasil dan Pembahasan

A. QFD

1. Customer Requirement

Customer requirement adalah tahap pertama yang dilakukan ketika akan menyusun matriks HoQ. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keinginan dan kebutuhan responden terhadap produk alat pengering *helm* yang akan dirancang menggunakan metode QFD. Beberapa keinginan responden di UMKM *Helmet and Care* diperoleh dari hasil kuisisioner terbuka yang diolah menjadi kuisisioner tertutup dengan beberapa atribut untuk perancangan produk dengan skala kepentingan yang telah ditentukan. Prosedur penggunaan matriks HoQ adalah :

1). Penyebaran Kuisisioner Terbuka

Supaya dapat menentukan jawaban terkait atribut yang dianggap penting untuk proses perancangan alat pengering helm, maka sebanyak 3 responden yang merupakan pekerja atau pengguna yang ada di UMKM *Helmet and Care* harus mengisi kuisisioner terbuka yang telah dibagikan oleh peneliti.

Tabel 2. Kuisisioner Terbuka

No	Nama	Umur	Kebutuhan Bahan	Kebutuhan Desain	Kebutuhan Ukuran	Kebutuhan Fungsional
1	Raihan Yufi P.	21	Kuat dan tahan lama	Mudah dibersihkan	Tidak memakan tempat	Mempermudah operasional alat
2	Barokta Amiludin	20	Murah tapi berkualitas	Mudah dipindah-pindah	Proporsional	Nyaman digunakan
3	Agung Wibowo	20	Ringan dan tidak cepat rusak	Persegi panjang	Kapasitas minimal 2 helm	Fitur memudahkan proses pengeringan

Sumber : Data primer, 2024

2) Penyebaran Kuisisioner Tertutup

Hasil yang didapat dari kuisisioner terbuka kemudian dijadikan sebagai atribut pertanyaan untuk kuisisioner tertutup. Sehingga *customer*

requirement dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Customer Requirement

No.	Nama	SKALA KEPENTINGAN									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Raihan Yufi P.	3	4	2	5	3	4	4	5	5	3
2	Barokta Amiludin	2	4	3	4	2	2	3	5	4	3
3	Agung Wibowo	3	2	2	3	4	2	4	4	4	2
TOTAL		8	10	7	12	9	8	11	14	13	8

Sumber : Data primer, 2024

Setelah itu, kesimpulan dari kuisisioner tertutup akan dijadikan pedoman Ketika menentukan tingkat kepentingan untuk atribut perancangan alat. Adapun nilai skala kepentingan ditentukan berdasarkan nilai modus pada setiap item pertanyaan.

• **Perhitungan Importance to Customers dalam Tingkat Kepuasan Konsumen (Customer Satisfaction Performance) :**

Hasil perhitungan ini berguna untuk mengetahui tingkat kepentingan pernyataan konsumen.

Dengan rumus :

$$\text{Skala kepentingan} = \frac{\text{Nilai kepentingan}}{\Sigma \text{Responden}}$$

Keterangan :

1. Nilai = (5XA) + (4XB) + (3XC) + (2XD) + (1XE)
2. Σ Responden = 4
3. A = SP (Sangat Penting), B = P (Penting)
4. C = CP (Cukup Penting), D = TP (Tidak Penting)
5. E = STP (Sangat Tidak Penting)

Sehingga mendapatkan lima pertanyaan yang skala kepentingannya tinggi dan sangat dibutuhkan di UMKM *Helmet and Care* terkait pembuatan Alat Pengering Helm yakni :

1. Alat pengering dapat mengetahui tingkat kelembapan pada helm secara otomatis,
2. Alat pengering secara otomatis dapat mempertahankan tingkat kelembapan,
3. Alat pengering tidak mudah berkarat,
4. Alat pengering memiliki harga yang terjangkau,

5. Alat pengering mempunyai ukuran yang sesuai dengan pengguna,

2. Respon Teknis

Persyaratan teknis harus ditentukan karena sebagai penerjemah keinginan konsumen kedalam bentuk istilah atau 146ahasa teknis, sehingga dapat menjadi petunjuk rancangan usaha teknis dalam hal mewujudkan kebutuhan konsumen. Berikut ini adalah tabel penentuan persyaratan teknis :

Tabel 4. Penentuan Persyaratan Teknis

No	Kebutuhan Konsumen	Pernyataan Teknis Produk
1	Pengering otomatis mendeteksi kelembapan helm	Dilengkapi sensor kelembapan
2	Pengering otomatis menjaga suhu	Dilengkapi sensor suhu
3	Pengering tidak mudah berkarat	Body alat menggunakan bahan anti karat
4	Pengering memiliki harga terjangkau	Harga alat berkisar Rp 5.000.000 – Rp 6.000.000
5	Pengering memiliki ukuran sesuai kebutuhan pengguna	Menggunakan aspek ergonomi untuk ukuran alat

Sumber : Pengolahan data, 2024

3. Benchmarking

Untuk mengetahui seberapa tepat produk yang telah dirancang dengan produk yang sudah ada, maka diperlukan *benchmarking*. Berikut adalah hasil *benchmarking* yang telah dibuat pada 3 pekerja atau pengguna.

Tabel 5. Penilaian Perbandingan Produk

No	Pernyataan Penilai	Nama Produk Kami	Helm 2 (Gas)	Helm 4 (Gas)
1	Pengering mendeteksi kelembapan secara otomatis	Raihan, Barokta, Agung	5	2 2
Nilai rata-rata			4,6	2 2
2	Pengering menjaga suhu otomatis	Raihan, Barokta, Agung	5	2,3 2
Nilai rata-rata			4,6	2,3 2
3	Pengering tidak mudah berkarat	Raihan, Barokta, Agung	4	4,3 4,3
Nilai rata-rata			4,3	4,3 4,3
4	Pengering memiliki harga terjangkau	Raihan, Barokta, Agung	4	3 2
Nilai rata-rata			4	3 2
5	Pengering sesuai ukuran pengguna	Raihan, Barokta, Agung	4	4,3 3
Nilai rata-rata			4,3	3 3

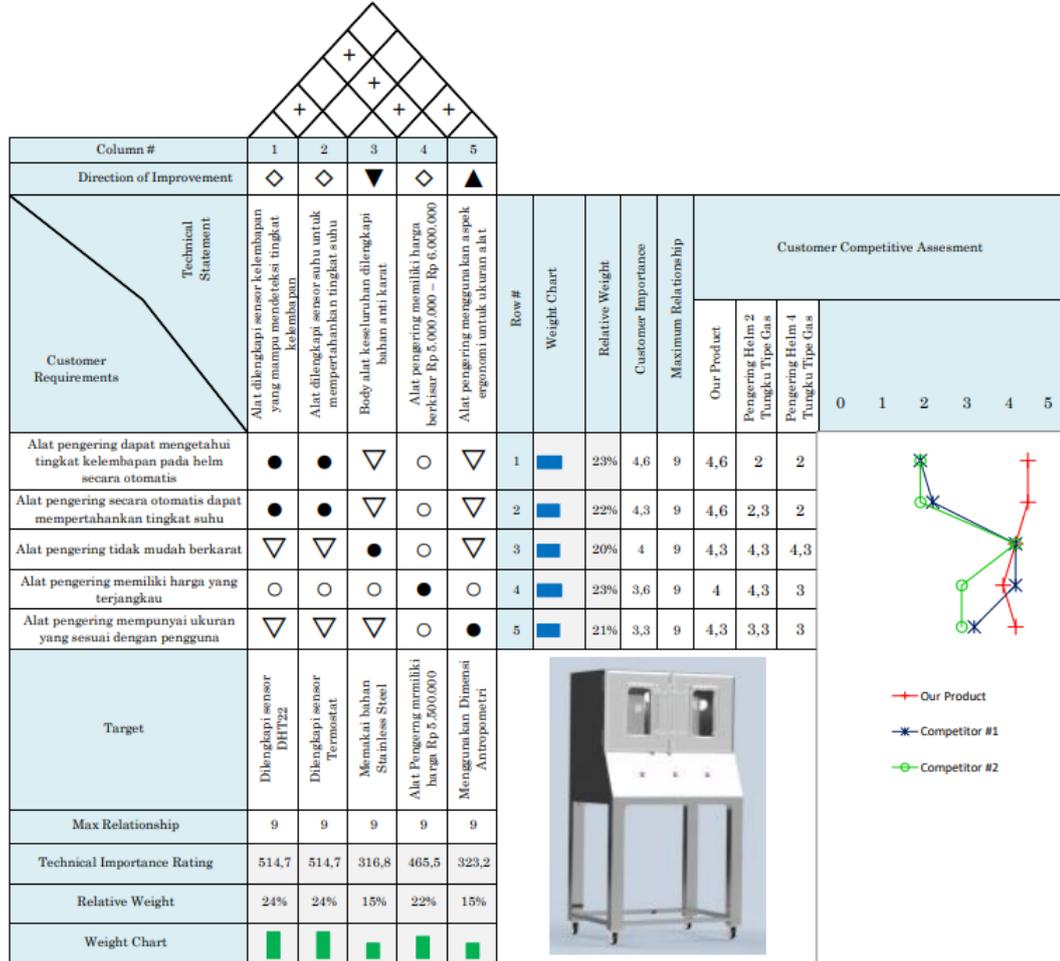
Sumber : Data primer, 2024

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwasanya dari kelima pernyataan yang ada, “produk kami” mempunyai nilai rata-rata yang hampir lebih tinggi semua daripada “alat

pengereng helm 2 tungku tipe gas” dan “alat pengereng helm 4 tungku tipe gas”.

4. House of Quality (HoQ)

Adapun House of Quality sebagai berikut :



Gambar 2. House of Quality
Sumber : Pengolahan data, 2024

Konsep alat yang akan dirancang sesuai dengan House of Quality adalah sebagai berikut :

1. Alat dilengkapi dengan sensor DHT22
2. Alat dilengkapi dengan sensor Temostat
3. Bahan yang dipakai untuk perancangan alat adalah Stainless Steel
4. Harga alat sebesar Rp 5.500.000
5. Alat menggunakan dimensi antropometri pekerja

B. Antropometri

a. Perhitungan Nilai Rata-Rata Antropometri Pekerja

Tabel 6. Nilai Rata-Rata Antropometri Pekerja

Nama	Tmb	PrS	TtR	PRtK	PTgK	TS
Raihan	140	70	58	50	50	83
Yufi	146	76	64	60	60	85
Barokta	143	73	61	55	55	81
Rata-	143	73	61	55	55	83

Sumber : Data primer, 2024

Hasil dari pengukuran pekerja di Umkm Helmet and Care memiliki nilai rata-rata Tinggi mata berdiri senilai 143, Tinggi Tulang Ruas dengan nilai 61,

Panjang rentang tangan kesamping dengan nilai 55, Panjang Tangan genggam kedepan dengan nilai 55, Tinggi siku dengan nilai 83.

a. Penentuan persentil dan Ukuran Alat

Tabel 7. Persentil dan Ukuran alat

DIMENSI	NILAI RATA-RATA PEKERJA (CM)	PERSENTIL YANG DIGUNAKAN (TH)	UKURAN ALAT (CM)
TMB	143	50	1326
RS	73	50	68
TR	61	50	64
RK	55	5	68
PGD	55	5	68
TS	83	95	850

Sumber : Data primer, 2024

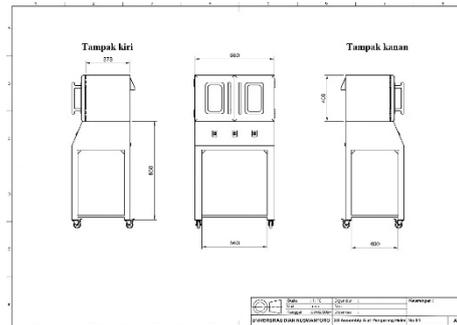
Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Tinggi mata berdiri
Tinggi mata berdiri menggunakan persentil 50 th ukuran rancangan 1326 cm Penilaian Antropometri 140 cm Untuk menentukan tinggi rangka Alasan Agar nyaman digunakan dan mengurangi kerja oprator untuk bekerja dengan sikap posisi membungkuk
2. Panjang rentangan siku
Panjang rentangan siku menggunakan persentil 50 th ukuran rancangan 68 cm penilaian Antropometri 70 cm Fungsi Untuk menentukan lebar rangka. Alasan Agar nyaman digunakan semua pengguna dan agar oprator tidak menggunakan jarak jangkauan yang maksimum
3. Tinggi tulang ruas
Tinggi tulang ruas menggunakan persentil 50 th ukuran rancangan 64 cm penilaian anthropometri 64 cm Fungsi untuk tinggi kaki rangka. Alasan Agar nyaman saat pemindahan rangka mesin ke sudut lain.
4. Panjang rentang tangan kesamping

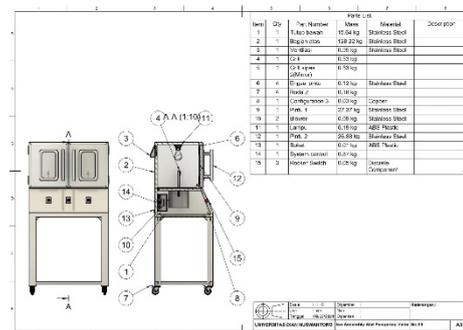
Panjang rentang tangan kesamping menggunakan persentil 5 th ukuran rancangan 68 cm penilaian anthropometri 60 cm Fungsi untuk panjang rangka. Alasan Agar nyaman dalam peletakan *helm*.

5. Panjang Tangan genggam kedepan
Panjang Tangan genggam kedepan menggunakan persentil 5 th ukuran rancangan 68 cm penilaian anthropometri 60 cm Fungsi untuk panjang rangka. Alasan Agar nyaman dalam peletakan *helm*.
6. Tinggi Siku
Tinggi Siku menggunakan persentil 95 th ukuran rancangan 850 cm penilaian anthropometri 83 cm Fungsi untuk panjang rangka. Alasan Agar nyaman dalam peletakan *helm*.

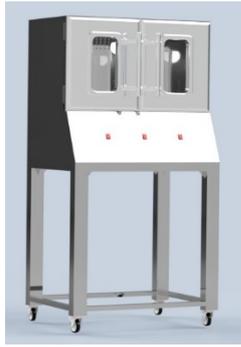
b. Desain 2D dan 3D Alat



Gambar 3. 2D Desain Assembly
Sumber : Pengolahan data, 2024



Gambar 4. 2D Desain Isometric Assembly
Sumber : Pengolahan data, 2024



Sumber : Pengolahan data, 2024

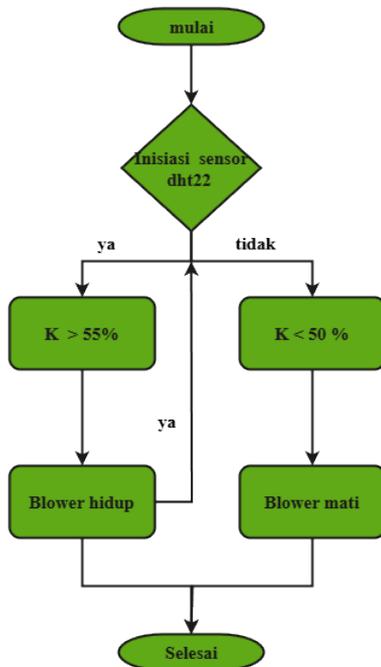
Gambar 5.A. 3D Desain



Gambar 5.B. Alat Pengering Helm

Sumber : Pengolahan data, 2024

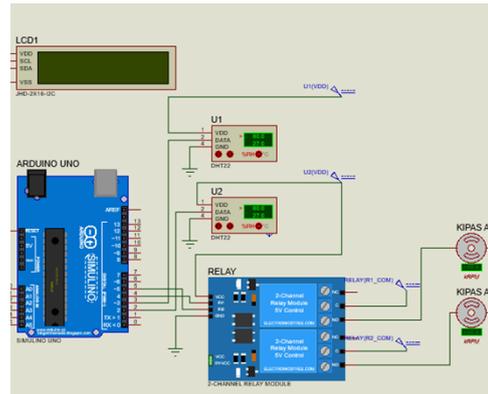
C. Otomasi



Gambar 6. FlowChart Proses Alat Pengering

Sumber : Data primer, 2024

Flowchart ini menggambarkan sistem pengendalian blower yang menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur kelembaban udara. Proses dimulai dengan menetapkan ambang batas kelembaban udara pada 50%. Sensor DHT22 membaca kelembaban udara saat ini dan blower akan mati jika kelembaban sama dengan atau lebih besar dari 55% blower akan hidup.



Gambar 7 Rangkaian Sistem kontrol

Sumber : Pengolahan data, 2024

Rangkaian ini adalah sistem pengendalian kelembaban otomatis menggunakan Arduino Uno. Dua sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban, data ini kemudian diproses oleh Arduino untuk mengaktifkan atau menonaktifkan dua kipas AC melalui modul relay 2-channel. Informasi mengenai suhu dan kelembaban ditampilkan pada LCD. Rangkaian ini menggunakan logika histeresis untuk mencegah perubahan status relay yang terlalu sering, memastikan pengendalian kelembaban yang efisien dan efektif.

Program ini mengendalikan relay berdasarkan pengukuran kelembaban dengan logika yang jelas. Saat kelembaban tinggi (> 55%), blower dimatikan untuk mencegah kelembaban berlebih. Sebaliknya, saat kelembaban rendah (< 55%), blower dinyalakan untuk meningkatkan kelembaban.

Dalam rentang 50%-55%, program menggunakan histeresis dengan penundaan untuk mencegah perubahan

status relay yang terlalu sering, mengurangi keausan pada relay dan blower.

Fungsi *display Scrolling Text* menampilkan pesan saat status relay berubah, memberikan indikasi visual yang membantu pengguna memantau kondisi sistem. Pengendalian ini memastikan operasi yang efisien dan efektif dalam menjaga tingkat kelembapan yang diinginkan.

Tabel 8. Pengujian Pembacaan Sensor

No.	Kondisi Pengujian	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Status Sensor	Catatan
1	Normal (suhu & kelembapan)	25	50	OK	Berfungsi normal
2	Suhu tinggi / rendah ekstrem	30-10	20 / 90	OK	Berfungsi normal
3	Kelembapan berubah menurun	25	60 → 30	OK	Perubahan terdeteksi
4	Suhu meningkat, kelembapan tetap	20 → 30	50	OK	Mengikuti perubahan suhu
5	Suhu & kelembapan berubah	20 → 40	60 → 40	OK	Berfungsi baik
6	Pengujian ekstrem (helm basah/kering)	25	80 / 30	OK	Berfungsi baik di kondisi helm

Sumber : Data primer, 2024

Berdasarkan tabel pengujian sensor DHT22, sensor menunjukkan performa yang andal dan akurat dalam berbagai kondisi suhu dan kelembaban. Pada kondisi normal (25°C, 50%), sensor memberikan pembacaan yang sesuai dengan nilai referensi. Sensor juga akurat dalam kondisi ekstrem, baik suhu tinggi (35°C, 20%) maupun suhu rendah (10°C, 90%).

Sensor mampu mengikuti perubahan kelembapan dengan suhu konstan dan perubahan suhu dengan kelembapan konstan, menunjukkan kepekaannya terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, sensor memberikan pembacaan yang akurat saat suhu dan kelembapan berubah bersamaan, serta tetap berfungsi baik dalam kondisi ekstrem, seperti suhu sangat tinggi (50°C, 20%) dan sangat rendah (0°C, 80%).

Pengujian dalam helm basah (25°C, 80%) dan kering (25°C, 30%) juga menunjukkan hasil yang akurat. Secara keseluruhan, sensor DHT22 terbukti dapat diandalkan untuk mengontrol proses pengeringan helm otomatis dengan pengukuran yang tepat.

Tabel 9. Pengujian Alat Pengering Helm *Half-Face*

No.	Kondisi	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Blower	Waktu (menit)	Catatan
1	Basah baru dicuci	25	80	ON	0	Pengeringan dimulai
2	Proses awal	25	70	ON	5	Kelembaban turun
3	Setengah waktu	25	60	ON	15	Suhu meningkat
4	Hampir kering	30	40	OFF	25	Hampir selesai
5	Kering	35	30	OFF	30	Selesai
6	Setelah kering	35	30	OFF	35	Tetap kering

Sumber : Data Primer, 2024

Alat pengering helm otomatis terbukti efektif dalam mengurangi kelembaban dari 80% menjadi 30% dalam waktu 30 menit. Proses pengeringan dimulai dengan kondisi helm basah yang memiliki kelembaban tinggi, namun alat berhasil mengeringkannya dengan efisien dalam rentang waktu yang ditentukan.

Selama proses pengeringan, suhu dalam helm meningkat dari 25°C menjadi 35°C, mempercepat pengeringan dan menunjukkan korelasi positif antara penurunan kelembaban dan peningkatan suhu. Relay dan *blower heater* berfungsi dengan baik, aktif ketika kelembaban di atas 50% dan mati otomatis ketika kelembaban turun di bawah ambang batas. Setelah pengeringan, helm tetap kering dengan sedikit peningkatan kelembaban, menunjukkan alat pengering mampu menjaga kelembaban rendah dan helm tetap dalam kondisi optimal.

D. Analisa Aspek Ekonomi

a. Perhitungan Biaya Pembuatan (Modal)

Modal awal yang dikeluarkan untuk membuat alat pengering helm dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 10. Total Biaya Produksi Alat

No.	Barang	Jml	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Aluminium Stainless Steel	1	1.495.000	1.495.000
2	Kabel & Jumper	6	-	61.250
3	Lampu & Fitting	2	5.000	10.000
4	Power Socket & Switch	5	-	19.750
5	Arduino & Sensor (DHT, KSD)	5	-	131.000
6	Besi, Plat, & Siku	11	-	540.000
7	Kipas, Grill, & Blower	6	-	310.000
8	Kaca, Lem, & Tabung	4	-	75.000
9	Solasi & Kabel Ties	7	-	25.000
10	Power Supply, LCD, & Modul	3	-	59.000
11	Handle & Cat	4	-	56.000
12	Jasa Pengelasan	5	120.000	600.000
Total			3.594.500	

Sumber : Data primer, 2024

Berdasarkan tabel analisa biaya diatas maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan alat sebesar Rp. 3.550.000.

Pada proyek kali ini investasi sebesar Rp 3.550.000 dengan umur penggunaan 36 bulan tanpa nilai sisa, keuntungan *netto* dari proyek tersebut adalah :

Tabel 11. Perhitungan Laba Bersih Selama 36 Bulan

Bulan	Laba Bersih (Rp)
01-Mar	3.129.000
4	4.350.000
5	2.430.000
6	3.720.000
07-Aug	3.250.000
9	3.080.000
10	4.050.000
Nov-13	3.720.000
14-16	3.250.000
17-19	3.840.000
20-21	4.130.000
22-23	2.390.000
24-26	3.840.000
27-30	3.129.000
31-33	4.350.000
34-35	3.720.000
36	4.050.000

Sumber : Data primer, 2024

Tingkat bunga yang berlaku adalah 2-7%.

b. Perhitungan NPV

Berikut adalah perhitungan NPV pada alat pengering helm yang telah dirancang.

Tabel 12. Perhitungan NPV

Bulan	Proceed	DF (2-7%)	PV of Proceed
1	2,227,900	5.28	2,116,166.41
2	2,227,900	5.47	2,112,354.22
3	3,227,900	4.97	3,075,069.07
4	4,448,000	4.33	4,263,394.99
5	2,528,000	4.00	2,430,769.23
6	3,818,000	3.52	3,688,176.20
7	3,348,000	3.08	3,247,962.75
8	3,178,000	3.27	3,077,370.00
9	4,148,000	2.28	4,055,533.83
10	2,328,000	2.56	2,269,890.80
11	3,598,000	2.86	3,497,958.39
12	3,858,000	2.61	3,759,867.46
13	2,318,000	2.57	2,259,920.05
14	3,438,000	2.75	3,345,985.40
15	4,378,000	3.05	4,248,423.10
Total			114,333,003.00
PV of Outlays			3,594,500.00
NPV			110,783,003.00

Sumber : Data primer, 2024

Menurut tabel diatas terdapat hasil PV Of *Proceed* sebesar 114,333,003 dan PV Of *Outlays* Sebesar 3.550.000 menghasilkan NPV sebesar 110,783,003 NPV bernilai positif, maka sebaiknya usulan proyek tersebut dapat diterima.

c. Perhitungan BEP

Perhitungan BEP dilakukan supaya dapat mengetahui di rentang waktu kapan modal yang sudah dikeluarkan akan kembali ke pemodal. Dalam hal ini, secara garis besar BEP yang telah didapat yaitu :

$$BEP = \frac{11.442}{3.550.000}$$

Adapun sebab didapatkannya nilai tersebut diperoleh dari perhitungan dibawah ini :

- Modal per helm (*dry clean*)
Sabun Rp. 28
Listrik(kwh) Rp. 605
Total modal per helm Rp. 633
- Modal per helm (*wet clean*)
Pewangi Rp 140
Listrik(kwh) Rp 605
Total modal per helm Rp. 745
- Modal per helm (karyawan) Rp. 2,200
- Laba bersih per helm
Rp 15.000 - Rp 3.578 = Rp 11.422
Dalam sehari 15 helm
- Maka pendapatan kotor dalam 1 bulan (belum termasuk biaya investasi)
Rp 11,422 x 450 helm = Rp 5,139,900
- Pendapatan bersih = pendapatan kotor – biaya investasi
= Rp. 5,139,900 - Rp 3,550,000
= Rp. 1,589,900

Jika harga alat pengering helm sebesar Rp, 3.550.000 maka BEP pada investasi alat pengering helm akan selesai pada pencucian ke 311 kali.

Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu :

Perancangan alat dengan menggunakan metode QFD dapat disimpulkan bahwa alat pengering helm dilengkapi dengan sensor DHT22 dan sensor Temostat, bahan yang dipakai untuk perancangan alat adalah *Stainless Steel*, harga alat pengering helm sebesar Rp 5.500.000, alat pengering helm menggunakan dimensi antropometri pekerja dengan ukuran 140 cm untuk menentukan tinggi rangka, 70 cm untuk menentukan lebar rangka, 64 cm untuk tinggi kaki rangka, 60 cm untuk panjang rangka, 60 cm untuk panjang rangka, 83 cm untuk panjang rangka.

Alat pengering helm otomatis terbukti efektif dalam mengurangi

kelembaban dari 80% menjadi 30% dalam 30 menit. Proses pengeringan dimulai dengan helm basah yang memiliki kelembaban tinggi, namun alat ini berhasil mengeringkannya secara efisien. Selama proses, suhu dalam helm naik dari 25°C menjadi 35°C, membantu mempercepat pengeringan dan menunjukkan korelasi positif antara penurunan kelembaban dan peningkatan suhu. Relay dan *blower heater* bekerja sesuai logika yang ditentukan, aktif saat kelembaban di atas 50% dan mati otomatis di bawah ambang batas tersebut, menunjukkan kontrol yang baik dalam proses pengeringan. Setelah selesai, helm tetap dalam kondisi kering dengan sedikit peningkatan kelembaban, menunjukkan alat ini mampu mempertahankan kelembaban rendah dan menjaga helm dalam kondisi optimal.

Perhitungan analisis biaya dengan menggunakan metode BEP dan NPV yaitu, Biaya investasi sebesar 3.550.000 dapat terpenuhi dalam waktu 1,6 bulan dihitung dengan metode BEP dan dari hasil perhitungan NPV pada bulan ke-36 menghasilkan *Pv of proceed* sebesar 114,333,003. NPV sebesar 110,783,003. NPV bernilai positif, maka sebaiknya usulan proyek tersebut dapat diterima.

Daftar Pustaka

- Anita, L. A., & Asmungi, A. (2023). Perancangan Meja-Kursi Belajar Ergonomis Siswa Sekolah Dasar Berbasis Pemetaan Perubahan Data Antropometri. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2), 191–198. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v7i2.982>
- Eko Ari Wibowo, Galih Mahardika Munandar, Muhammad Nur Wahyu Hidayah, & Widyastuti. (2024). Formula Optimal dalam Penentuan Aspek Penting pada Desain Alat Pemotong Ring AMDK Gelas Plastik Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(1), 162–169. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v8i1.1>

354

- Fajrah, N., & Perdana, Y. . (2019). Analisis Penentuan Kriteria Kualitas Layanan Pengecatan Mobil. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 21(2). <https://doi.org/10.32734/jsti.v21i2.1222>
- Ginting, R., Ishak, A., Fauzi Malik, A., & Satrio, M. R. (2020). Product Development with Quality Function Deployment (QFD): A Literature Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012022>
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Rahmanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 59–66. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.210>
- Ma'arif, M. I., Adhim, F. I., & Istiqomah, F. (2021). Implementasi Metode PID untuk Mengontrol Posisi Motor Servo pada Sistem Sortir Berat Adonan. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.71125>
- Maram, G., Susanto, A. M., & Suwarso, S. (2024). Perhitungan Break Event Point (BEP) pada Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) “Yuli Bakery” Jember. *ACCOUNT (Journal of Accounting and Finance)*, 2(1), 101–106. <https://doi.org/10.31537/account.v2i1.1689>
- Nurwidah, A., Asni, A., & Haq, A. (2021). Evaluasi Kadar Air Gabah. *JASATHP: Jurnal Sains Dan Teknologi Hasil Pertanian*, 1(2), 41–45. <https://doi.org/10.55678/jasathp.v1i2.548>
- Putra, M. F., Usman, R., & Rusmiland, R. (2017). Analisis Kelayakan Investasi Pembelian Mesin Filter Press untuk Pengurangan Limbah Sludge. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 2(2), 142. <https://doi.org/10.30998/string.v2i2.2100>
- Sabilah, A. I., & Daonil, D. (2023). Analisis Promosi Penjualan dan Kualitas Pelayanan di CV SAU dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1), 84–93. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i1.292>
- Sundari, S., Wahyu Pratama, A., Hidayat, G., & Suharto, S. (2023). Penerapan Quality Function Deployment (QFD) Dalam Mendesain Ulang Alat Cabut Singkong Otomatis. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(3), 285–291. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v7i3.1128>
- Susanti, S., Gunawan, W., & Koswara, I. (2023). Pemanfaatan Media Sosial dalam Mengembangkan Pemasaran Batik Sukapura. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(1), 95–104. <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i1.215>
- Suseno, & Theodossy Tigang Huvat, T. (2019). Perancangan Alat Panggangan Otomatis Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment). *Jurnal Teknologi*, 12(2), 123–129.
- Tomasoa, R. C., & Arief, Z. (2022). Analisis Kelayakan Investasi Mesin Braiding Di Pada Pt.Hapete Di Surabaya. *Prosiding Senakama*, 1(September), 109–119.
- Valentin, R. D., Diwangkara, B., Jupriyadi, J., Riskiono, S. D., & Gusbriana, E. (2020). Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 28–33. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.87>
- Virnanda, V., Sonia, N., Murnawan, H., & Harijanto, S. D. (2023). Analisis Kelayakan Investasi Alat Bioreaktor Anaerob Sebagai Reaktor Proses Fermentasi Nutrisi Organik. *Industrika: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(3), 216–224. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v7i3.989>