



RANCANG BANGUN ALAT PENGERING KOPRA SKALA INDUSTRI KECIL MENENGAH DENGAN PENDEKATAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

Kadex Widhy Wirakusuma^{a*}, Kadriadi^a, Muhammad Alfian^a, Moh. Afandy^b, Abdul Haris Mubarak^b.

^aProgram Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, Labota, Kec. Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah 94974, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Listrik & Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali, Labota, Kec. Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah 94974, Indonesia

*Corresponding authors at: e-mail: kadex@pilm.ac.id (Kadex Widhy Wirakusuma) Tel: +62 822-3403-5413

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 28 Juni 2024

Direvisi pada 02 Agustus 2024

Disetujui pada 19 Agustus 2024

Tersedia daring pada 06 September 2024

Kata kunci:

Pengering Kopra, Desain, *Quality Fuction Development* (QFD)

Keywords:

Kopra Dryer, design, *Quality Fuction Development* (QFD)

ABSTRAK

Proses pengolahan kopra yang dilakukan oleh petanikelapa dengan cara pengasapan, cara ini tidaklah efektif, karena asap yang ditimbulkan dari proses pengasapan menjadi polusi sehingga proses pengeringan dengan metode pengasapan tidak ramah lingkungan, dan proses relatif tidak optimal karena proses pengeringan memanfaatkan asap pembakaran menggunakan bahan bakar sambuk kelapa menyebabkan suhu dan kelembapan tidak terkontrol sehingga kualitas kopra yang dihasilkan bermutu rendah. Sehingga dibutuhkan proses pengering kopra yang lebih ramah lingkungan. Tujuan dari metode ini adalah menghasilkan rancangan yang sesuai dengan harapan dari pelaku IKM pengering kopra, sehingga dalam proses mendesain alat pengering kopra penelitian ini menggunakan pendekatan QFD, dengan pendekatan QFD dalam proses mendesain alat pengering kopra memungkinkan para pelaku IKM terlibat langsung dalam prosesnya sehingga hasil rancangan sesuai dengan keinginan pengguna alat. Rancang bangun ini menghasilkan alat yang mempunyai dimensi, panjang 119 cm, lebar 93 cm, dan tinggi 142,8 cm. Dari matriks HoQ diperoleh kebutuhan teknis dari harapan pengguna alat berupa bahan yang berkualitas, bentuk alat tidak membutuhkan *space* yang banyak, kehandalan alat, dan *maintenance* alat. Aspek teknis dari matriks HoQ menjadi pertimbangan dalam mendesain alat pengering kopra. Dari hasil uji coba alat diperoleh suhu 75°C dengan lama waktu pengeringan selama 3 jam.

ABSTRACT

Coconut producers' use of the smoking method in the copra processing process is ineffective. This drying method is not environmentally friendly because it produces pollutants from the smoke created during the smoking process. Furthermore, the procedure is not very good since low-quality copra is produced because the drying process depends on the smoke from burning coconut husks, which causes unregulated temperature and humidity. Consequently, a copra drying method that is more ecologically friendly is required. This approach aims to produce a design that satisfies the requirements of the SMEs engaged in the copra drying process. SMEs can participate directly in the process of developing the copra drying equipment by utilising the QFD approach, which guarantees that the design fulfils the requirements of the users. The finished equipment design is 142,8 cm in height, 119 cm in length, and 93 cm in width. The HoQ matrix indicates that high-quality materials, a space-efficient design, dependable equipment, and ease of maintenance are among the technical requirements based on user expectations. When developing the copra drying apparatus, several technical elements from the HoQ matrix are taken into account. The trial's findings indicated a 75°C temperature and a 3-hr drying period.

1. PENGANTAR

Kabupaten Morowali terletak di wilayah Sulawesi Tengah. Luas wilayah Kabupaten Morowali berupa daratan seluas 5.472,00 km². Komoditas tanaman perkebunan yang ada di Kabupaten Morowali didominasi oleh 3 komoditi yaitu kelapa sawit, kakao, dan kelapa. Selain sebagai penghasil devisa, komoditi unggulan ini juga mampu menciptakan lapangan kerja sehingga dapat menyerap tenaga kerja. Perkebunan kelapa di Kabupaten Morowali sebanyak 3.315 hektar dengan nilai produksi 1.239.350 ton/tahun yang umumnya diolah menjadi barang setengah jadi yaitu kopra (Statistik Kabupaten Morowali, 2020). Kopra merupakan produk turunan kelapa yang dihasilkan

dari proses pengeringan daging buah kelapa yang telah berumur sekitar 300 hari (Suharningsih dkk., 2017). Kopra memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat baik dari segi produksi dan juga ekonomis, olahan kopra menjadi minyak kelapa digunakan sebagai bahan baku sabun cuci, detergen, *hair tonics*, dan kosmetik (Subash dkk., 2019). Proses pembuatan kopra yang dilakukan oleh petani kelapa di Kabupaten Morowali umumnya dilakukan dengan cara konvensional yaitu dimulai dari pengupasan kelapa, memecah kelapa menjadi 1/2 bagian, memisahkan daging kelapa dari tempurung dan kemudian dilakukan proses pengeringan dengan metode pengasapan diatas api (*Smoke Curing or Drying*) dengan bahan bakar yang digunakan berupa tempurung kelapa dan sabuk kelapa.

Menurut Lay & Maskromo, (2016) kopra yang dihasilkan dari proses pengasapan akan menghasilkan produk kopra bermutu rendah, sehingga minyak yang dihasilkan kopra bermutu rendah berwarna cokelat, berbau tengik dan tidak layak dikonsumsi secara langsung sebelum melalui proses pemurnian, selain itu kopra akan terkontaminasi *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) menyebabkan karsinogenik. Menurut Kakade dkk., (2018) pengeringan merupakan proses menghilangkan kelembapan melalui perlakuan panas secara simultan dan perpindahan massa yang merupakan metode klasik pada proses pengawetan makanan sehingga dapat memperpanjang umur simpan, mengurangi berat dan volume. Berbagai jenis sistem pengeringan kopra telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas produk kopra dan mengurangi dampak lingkungan dari proses produksi kopra. Udana & Amarasinghe, (2016) mendesain sistem pengering kopra berupa oven dengan rak tunggal dengan suhu pengeringan kurang dari 600 °C. Arunsandep dkk, (2018) mendesain sistem pengeringan dengan rak tunggal, dengan susunan belahan kopra berkisar 4-5 lapis dengan suhu udara 280-700 °C. Tedesco dkk., (2019) merancang sistem pengeringan dengan mengevaluasi sistem pengeringan tin box diperoleh efisiensi pengeringan sebesar 78,95% dengan suhu maksimum 54 °C. Desain pengering kopra yang telah diteliti sebelumnya bergantung pada radiasi matahari, curah hujan, dan juga menggunakan bahan bakar berupa sabuk kelapa atau tempurung kelapa. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang pengering kopra, terdapat beberapa kekurangan dari sisi kemampuan alat dalam efektivitas alat dari waktu pengeringan. Oleh sebab itu untuk meningkatkan efisiensi hasil pengeringan kopra khususnya petani kelapa di Kabupaten Morowali Kecamatan Bahodopi maka penelitian ini akan merancang alat pengering kopra dengan mempertimbangkan prsfektif pengguna alat dalam hal ini IKM pengering kopra, untuk itu dalam rancangan desain menggunakan pendekatan *Quality Fuction Development* (QFD).

Semua aktivitas produksi Perusahaan diintegrasikan dan mempertimbangkan kriteria konsumen, QFD menciptakan aliran informasi berkelanjutan yang dapat menjamin perusahaan memahami keinginan konsumen untuk proses pengembangan produk dan layanan (Wicaksono dkk., 2021). QFD dianggap sebagai cara yang sangat efektif untuk menghubungkan kebutuhan pasar dengan spesifikasi produk atau jasa yang akan dibuat. Selain itu, QFD dapat digunakan untuk meningkatkan integrasi bisnis antar perusahaan atau antara perusahaan dan pasarnya (Haq & Boddu, 2017; Marson & Sartor, 2019). Dalam penerapannya, QFD memanfaatkan alat bantu berupa *matrix house of quality* (HoQ) untuk menghubungkan kebutuhan pelanggan dengan setiap atribut dan karakteristik suatu produk baik berupa barang atau jasa (Zhang, 2019). Menurut Ginting dkk., (2020) HoQ pada QFD digunakan untuk menetapkan parameter desain, dan menunjukkan keterkaitan antara kebutuhan responden dan matriks untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sering kali, metode QFD diaplikasikan dalam bidang penelitian yang berkaitan dengan pengembangan produk, peningkatan kualitas, dan rantai pasok (Lam & Bai, 2016). Implementasi QFD dapat dijadikan sebagai acuan dalam membentuk *House of Quality* (HoQ) yang dapat digunakan untuk menentukan atribut dalam desain yang akan dibuat (Wahyudi dkk., 2022).

2. METODE

Dalam penelitian ini dilakukan di workshop Prodi Teknik Perawatan Mesin Politeknik Industri Logam Morowali. Awal mula kegiatan ini dilakukan saat melakukan FGD dengan pihak IKM dan kemudian ditindaklanjuti dengan melakukan visit ke IKM untuk melihat aktivitas produksi kopra, saat mengetahui permasalahan yang ada dilanjutkan dengan melakukan studi literatur untuk mencari metode dan solusi alternatif terhadap permasalahan yang ada. Tahap selanjutnya adalah menentukan responden yang akan mengisi kuesioner dan wawancara untuk mendukung penyelesaian masalah dengan pendekatan QFD. Responden berjumlah 6 orang pelaku IKM kopra berdasarkan pengalaman dalam melakukan aktivitas pengering kopra sehingga memperoleh kebutuhan dan harapan pengguna alat.

Menurut Franceschini, (2002) adapun tahapan dalam pengerjaan dengan pendekatan QFD adalah sebagai berikut; (a) Menentukan apa yang diinginkan oleh calon pengguna alat pengering kopra, fase ini juga disebut *Voice of Customer* (VoC). Melalui wawancara dan pengisian kuesioner terhadap 6 orang, VoC dapat mempelajari harapan pelanggan. (b) Menentukan response teknis. Pada tahap ini memungkinkan identifikasi fitur-fitur teknis yang diperlukan oleh alat sehingga dapat dicapai selama desain hingga perancangan alat pengering kopra. Fase ini, ekspektasi pengguna alat telah ditetapkan. Karakteristik ekspektasi konsumen dapat dikaitkan dengan kategorisasi yang diharapkan. (c) Membuat matriks untuk perencanaan. Matriks konektivitas antara solusi teknis dan atribut pelanggan dibuat selama tahap ini. Hubungan yang kuat, sedang, atau lemah antara tanggapan teknis dan harapan konsumen dapat diidentifikasi dengan menggunakan matriks tersebut. Korelasi teknis perlu diperiksa untuk mencegah terjadinya tanggapan yang melemahkan satu sama lain. (d) Menyusun matriks *House of Quality* (HoQ). Pada tahap ini menggabungkan hasil dari analisa kekuatan hubungan antara respon teknis dan seluruh nilai yang diperoleh dari matrik perencanaan yang berisikan informasi secara detail terkait dengan perancangan alat pengering kopra. Untuk menciptakan hubungan antara faktor teknik atau teknis dan tujuan pelanggan (Ismail dkk, 2017), maka metode *House of Quality* (HoQ) digunakan dalam desain alat pengering kopra. Jika matrik HoQ telah tersusun, maka perancangan alat pengering kopra dapat dilanjutkan. Tahap terakhir menerjemahkan respon teknis menjadi karakteristik produk dan hasil akhir dalam penelitian ini adalah rancang bangun alat pengering kopra.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Voice of Customer* (VoC)

Voice of Customer (VoC) digunakan untuk memperoleh data melalui wawancara dan pengisian kuisisioner. Dari hasil indentifikasi menggunakan *Voice of Customer* (VoC) terhadap para pelaku IKM pengering kopra didapatkan 8 atribut yang menjadi harapan para pengguna terhadap alat pelepas *bearing*. Adapun atribut dari kebutuhan pengguna alat terhadap alat dituangkan pada tabel 1.

Tabel 1. Item dan Kategori VoC

No	Voice of Customer (VoC)
1	Material alat berkualitas
2	Alat bekerja lebih cepat
3	Alat aman digunakan
4	Memiliki masa pakai yang panjang
5	Mudah dipindahkan
6	Mudah dilakukan pemeliharaan
7	Alat mudah dioperasikan
8	Biaya produksi terjangkau

3.2 Menentukan Respon Teknis

Setelah atribut kebutuhan pengguna alat diketahui, maka proses selanjutnya dengan menentukan response teknis yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk menjawab keinginan pengguna alat terhadap atribut yang telah ditentukan. Tabel 2 menunjukkan respon teknis yang telah diidentifikasi.

Tabel 2. Item Respon Teknis

No	VoC	Kebutuhan Teknik
1	Material alat berkualitas	Jenis bahan alat Bahan bermutu tinggi
2	Alat bekerja lebih cepat	Bentuk alat sederhana Kehandalan alat
3	Alat aman digunakan	Alat sederhana Bahan bermutu tinggi Kehandalan alat
4	Memiliki masa pakai yang panjang	Bahan bermutu tinggi Kehandalan alat
5	Mudah dipindahkan	Alat sederhana Kerumitan rancangan alat
6	Mudah dilakukan perawatan	Bentuk produk Ukuran produk Bahan bermutu tinggi
7	Alat mudah dioperasikan	Bentuk produk Alat sederhana
8	Biaya produksi terjangkau	Alat sederhana Ukuran Produk

3.3 Membentuk Matriks Perencanaan

Pada tahap ini terdapat perhitungan yang akan dilakukan sehingga mampu membentuk matriks perencanaan, dari matriks perencanaan yang nantinya dapat menghasilkan matriks HoQ. Untuk melakukan perhitungan, maka diperlukan beberapa data. Data yang diperlukan berupa nilai rata-rata dari kuisioner yang disebarkan kepada para pelaku IKM Kopra yang totalnya berjumlah 6 orang. Dalam tahapan ini akan menentukan nilai *goal*, nilai ini diperoleh dari skala yang dipakai untuk mengukur tingkat kepuasan akan hasil rancangan alat pelepas *bearing* yang diinginkan sesuai dengan harapan dan dapat memenuhi kebutuhan pengguna alat. Matriks HoQ yang akan dirancangan dalam penelitian ini yaitu *improvement ratio*, *sales point*, *raw weight*, dan matriks keterkaitan antara kebutuhan teknik terhadap kebutuhan konsumen dan prioritas kebutuhan pengguna.

3.4 Matriks House of Quality

Matriks HoQ merupakan fase ke empat dari tahapan QFD, penyusunan matriks berdasarkan pendapat para ahli, sehingga dapat membentuk matriks perencanaan (Ju & Sohn, 2015). Matriks HoQ dapat menggambarkan dengan jelas hubungan yang tinggi, sedang, dan bahkan lemah antara jawaban teknis dan harapan pengguna. Tahap ini juga dilakukan analisis *technical correlation*, analisa yang dilakukan untuk mengurangi potensi saling melemahkan antara jawaban teknis dan harapan pengguna. Kebutuhan teknik dapat saling terhubung, yang dimana hubungan dapat digambarkan berupa kuat positif yang artinya naik turunnya kebutuhan teknis dipengaruhi oleh kebutuhan teknis itu sendiri. Hubungan negatif yang artinya jika kebutuhan teknis naik, maka yang lain akan turun. Setelah mengumpulkan semua nilai yang mewakili kekuatan korelasi antara kualitas respon teknis dan respon teknis, semua nilai digabungkan untuk membuat matriks yang berisi data rinci tentang alat pelepas pengering kopra. Matriks HoQ memberikan gambaran umum tentang jawaban teknis yang harus disiapkan sesuai dengan tingkat pengaruhnya dalam mencapai kualitas yang diinginkan. Gambar 1 merupakan penjabaran matriks HoQ alat pelepas pengering kopra.

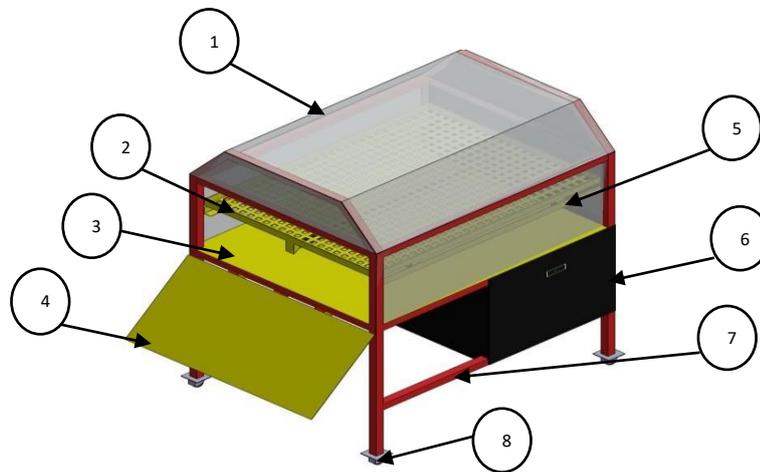
HoQ Relationship Symbol														
	Strong	9	Customer Importance	Tool Shape	Tool Reability	Type of Material	Excellent Material	Tool Dimension	Complexity of Tool Design	Goal	IR	Sales Point	RW	NRW (%)
	Medium	3												
	No assignment	0												
Customer Requirements	Quality tools Materials	4,17								5	1,20	1,6	6,53	14,42
	The tool work faster	4,25								5	1,17	1,6	6,58	15
	The tool is safe when used	3,90								5	1,28	1,6	6,52	14,8
	The tool has a long usefule life	4,20								5	1,19	1,6	6,42	14,58
	Easy to move	3,77								4	1,06	1,2	4,03	9,15
	Easy to do maintenance	3,78								4	1,05	1,2	3,94	8,94
	The tool easy to operate	3,87								5	1,29	1,6	6,30	14,30
	Production cost are affordable	3,76								4	1,06	1,2	3,89	8,83
Importance			38 2,0 4	475 ,45	28 0,7 7	603 ,36	26 0,5 5	20 0,4 7						
Importance Rating			16, 52	21, 74	12, 81	27, 5,3	11, 88	9,4 9						
Importance			3	2	4	1	5	6						

Gambar 1: Matriks HoQ alat pengering kopra

Dari matriks HoQ terlihat bahwa hubungan antara kebutuhan pengguna alat dalam hal ini pelaku IKM dan kebutuhan teknis memiliki hubungan yang kuat, dari semua aspek dapat dilihat bahwa material, kehandalan alat, bentuk alat menjadi nilai tertinggi sehingga menjadi pertimbangan utama dalam menyusun desain rancangan alat pengering kopra. Hasil ini merupakan hasil dari Matrix HoQ yang parameternya diperoleh dari proses wawancara.

3.5 Hasil Rancangan Alat Pengering Kopra

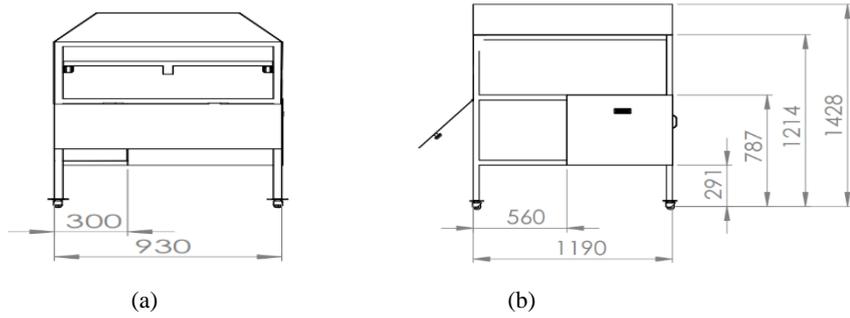
Dalam proses perancangan desain alat aplikasi yang digunakan adalah *Computer Aided Design (CAD)*, dalam proses perancangan alat dilakukan disesuaikan dengan inputan dari atribut dan respon teknis pengguna alat yang diterjemahkan ke dalam matrik HoQ. Sehingga diperoleh desain yang menjadi harapan dan keinginan pengguna ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2: Rancangan desain alat pengering kopra

Keterangan: (1) Cover Atas Akrilik, (2) Area Pengeringan Kopra, (3) Dudukan Heater, (4) Cover depan, (5) Penyangga Area Pengering (6) Box Panel, (7) Rangka, (8) Roda.

Dalam proses perancangan desain alat pengering kopra dilakukan proses wawancara untuk meghasilkan response teknis dari petani kopra. Inputan dari petani kopra diterjemahkan ke dalam atribut respon teknis yang membantu dalam menentukan spesifikasi rancangan alat. Sebagai conoth pada matriks HoQ masa pakai alat panjang, maka respon teknis adalah kehandalan alat, jenis material dan kualitas material. Sehingga material yang digunakan pada alat pelepas *bearing* adalah besi holo, plat, yang semua merupakan jenis material baja karbon. Spesifikasi rancangan berdasarkan dimensi alat pengering kopra yang telah didesain, berikut ini tampak depan dan tampak samping dari rancangan alat pengering kopra.



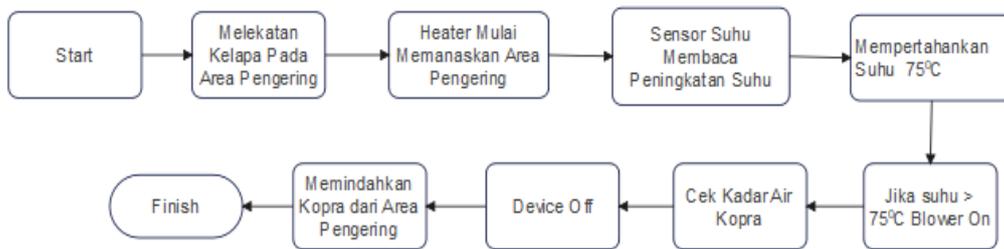
Gambar 3: Desain alat pengering kopra (a) tampak depan, (b) tampak samping

Gambar 3 menunjukkan hasil desain alat pengering kopra, dimensi pengering kopra panjang 119 cm, lebar 93 cm, dan tinggi 142,8 cm, bahan yang digunakan berupa besi hollow 3x3, akrilik ketebalan 5 mm, plat *stainless steel* ketebalan 2 mm. Dari hasil desain kemudian dilanjutkan ketahap perancangan yang dimana dalam proses perancangan menggunakan alat berupa mesin las, gerinda potong, gerinda penghalus.



Gambar 4. Rancangan alat pengering kopra

Gambar 4 menunjukkan rancangan akhir alat pengering yang akan diimplementasikan pada proses pengering buah kelapa menjadi kopra bagi IKM pengering kopra di wilayah Morowali. Gambar 5 menunjukkan mekanisme kerja alat pengering kopra, alat pengering kopra sumber panas menggunakan *heater*, dalam proses pengeringan juga suhu didalam ruang pengering terkontrol pada suhu 75 °C sehingga pada alat dilengkapi sensor suhu. Jika suhu yang terbaca dalam ruang pengering > dari 75 °C maka sistem akan mengaktifkan *blower* untuk membuang udara panas dalam area pengering. Setelah proses pengeringan berlangsung maka dilakukan cek kadar air untuk mengetahui berat awal kopra dan berat akhir kopra. Untuk mengetahui berat awal dan berat akhir kopra sistem pengering dilengkapi dengan sensor *Loadcell*. Dari hasil penelitian telah menghasilkan rancangan alat pengering kopra, sistem pengering kopra. pada alat pengering terdapat beberapa komponen untuk menjalankan proses pengeringan. komponen elektrik yang menjadi satu bagian dalam alat pengering. Dari hasil uji coba yang dilakukan pada alat pengering, alat pengering kopra mampu menghasilkan suhu 75°C dengan lama waktu pengeringan 3 jam. Adapun komponen elektrik yang dimaksud adalah baterai, *inverter*, *mppt*, LCD, *Heater*. Komponen elektrik sangat menentukan keberhasilan dari kinerja sistem pengering. Suhu yang dibutuhkan dihasilkan oleh heater yang sumber energi listriknya berasal dari baterai, baterai sebagai penyimpanan arus yang diperoleh dari hasil konversi energi matahari menjadi energi listrik.



Gambar 5. Mekanisme kinerja alat

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perencanaan, perancangan, dan pembuatan dapat disimpulkan rancangan desain dengan dimensi panjang 119 cm, lebar 93 cm, dan tinggi 142,8 cm. Dari matriks HoQ diperoleh kebutuhan teknis dari harapan pengguna alat berupa bahan yang berkualitas, bentuk alat tidak membutuhkan *space* yang banyak, kehandalan alat, dan *maintenance* alat. Aspek teknis dari matriks HoQ menjadi pertimbangan dalam mendesain alat pengering kopra. Dari hasil uji coba alat pengering kopra, alat pengering kopra mampu menghasilkan suhu 75 °C dengan lama waktu pengeringan 3 jam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak IKM yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian terkait rancang bangun alat pengering kopra dengan pendekatan QFD dan diberikan fasilitas untuk mengakses aktivitas produksi sehingga membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini, selain itu juga kami mengucapkan Terima kasih kepada Politeknik Industri Logam Morowali yang memfasilitasi pengerjaan penelitian sehingga penelitian ini dapat selesai dan digunakan oleh IKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Arunsandeep, G., Lingayat, A., Chandramohan, V. P., Raju, V. R. K., & Reddy, K. S. (2018). A numerical model for drying of spherical object in an indirect type solar dryer and estimating the drying time at different moisture level and air temperature. *International Journal of Green Energy*, 15(3), 189–200.
- Franceschini, F. (2002). *Advanced Quality Function Deployment: Vol. 1 (I)*. CRC Press.
- 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.
- Haq, A. N., & Boddu, V. (2017). Analysis of enablers for the implementation of leagile supply chain management using an integrated fuzzy QFD approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(1), 1–12.
- Ismail, I. N., Halim, K. A., Sahari, K. S. M., Anuar, A., Jalal, M. F. A., Syaifoelida, F., & Eqwan, M. R. (2017). Design and Development of Platform Deployment Arm (PDA) for Boiler Header Inspection at Thermal Power Plant by Using the House of Quality (HOQ) Approach. *Procedia Computer Science*, 105, 296–303.
- Ju, Y., & Sohn, S. Y. (2015). Patent-based QFD framework development for identification of emerging technologies and related business models: A case of robot technology in Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, 94, 44–64.
- Kakade, S. R., Devhade, T. P., Patil, B. N., & Gupta, S. V. (2018). Development of Low Cost Tin Solar Dryer. *International Journal of Agriculture Sciences(IJAS)*, 10(1), 4969.
- Lam, J. S. L., & Bai, X. (2016). A quality function deployment approach to improve maritime supply chain resilience. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 92, 16–27.
- Lay, A., & Maskromo. (2016). Kinerja Alat Pengeringan Kopra Sistem Oven Skala Kelompok Tani dan Karakteristik Produk. *Buletin Palma*, 7(12), 175–183.
- Marson, E., & Sartor, M. (2019). Quality Function Deployment (QFD). In *Qual. Manag. Tools Methods Stan.* Qual. Manag. Tools Methods Stan.
- Subash, A., R. K. Ashwin, Vigneshwaran C., & R. Jayenthi. (2019). Design of Control System for a Smart Coconut Dryer. *Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*, 1–6.
- Suhariningsih, Rakhmawati, R., & Pamungkas Indi Putra, F. (2017). Temperature Control System on a Coconut Dryer Using Solar Cells With Buck-Boost Converter on Charging Battery. *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, 115–120.
- Tedesco, F. C., Buhler, A. J., & Wortmann, S. (2019). Design, construction, and analysis of a passive indirect solar dryer with chimney. *Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME*, 141(3).
- Udana, H. P. K., & Amarasinghe, A. D. U. S. (2016). Evaluation of single bed and multi bed dried copra on the quality of extracted coconut oil. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 44(4), 359–365.
- Wahyudi, T., Rahmahwati, R., & Uslianti, S. (2022). Rancang Bangun Pengering Buah Pinang Otomatis Menggunakan Pendekatan Quality Function Deployment (QFD). *OPSI*, 15(2), 266.
- Wicaksono, T., Hossain, M. B., & Illés, C. B. (2021). Prioritizing business quality improvement of fresh agri-food smes through open innovation to survive the pandemic: A qfd-based model. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2).
- Zhang, X. (2019). User selection for collaboration in product development based on QFD and DEA approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(5), 2231–2243.