



Scripta Technica: Journal of Engineering and Applied Technology

Vol 2 No 1 June 2026, Hal. 269-279
ISSN:3110-0775(Print) ISSN: 3109-9696(Electronic)
Open Access: <https://scriptainteletektual.com/scripta-technica>

Pengembangan Alat Es Puter Manual Menjadi Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi UMKM

Farhan Alrasyid Nasution^{1*}, Mohammad Iqbal Pratama², Alvin Najihul Amin³, Adefito Wahyu Saputra⁴, Muhammad Sagaf⁵, Eli Mas'idah⁶

¹⁻⁶ Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia

Email: farhan.alrasyid1010@gmail.com¹

Article Info :

Received:
23-04-2026
Revised:
15-05-2026
Accepted:
02-06-2026

Abstract

This study aims to design and develop an automatic ice cream maker based on an electric motor to address efficiency challenges faced by small and medium-sized ice cream businesses that still use manual methods, with production times reaching 2–2.5 hours. The main problems identified include the high physical strain on operators, long production times, and inconsistent ice cream texture due to unstable manual churning. The methodology employed includes problem identification, anthropometric data collection, design development using a 12V DC motor system, and technical economic analysis. The research results indicate that this automated machine is capable of producing more stable and consistent rotation, accelerating the freezing process, and reducing work-related fatigue. Economically, this device has a production cost of Rp1,755,000 with a selling price of Rp2,018,250, where the break-even point is reached after selling 7 units. The implementation of this device is expected to increase the productivity and competitiveness of MSMEs through the modernization of appropriate technology that maintains the characteristics of traditional products.

Keywords: Es Puter, Automation, Production Efficiency, SMEs, Electric Motor.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pembuat es puter otomatis berbasis motor listrik guna mengatasi kendala efisiensi pada UMKM es puter yang masih menggunakan metode manual dengan waktu produksi mencapai 2–2,5 jam. Permasalahan utama yang diidentifikasi meliputi tingginya beban fisik operator, waktu produksi yang lama, serta ketidakkonsistenan tekstur es akibat putaran manual yang tidak stabil. Metodologi yang digunakan mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data antropometri, perancangan desain menggunakan sistem motor DC 12V, hingga analisis ekonomi teknik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat otomatis ini mampu menghasilkan putaran yang lebih stabil dan konsisten, mempercepat proses pembekuan, serta mengurangi kelelahan kerja. Secara ekonomi, alat ini memiliki biaya produksi sebesar Rp1.755.000 dengan harga jual Rp2.018.250, di mana titik impas (Break Even Point) tercapai setelah penjualan sebanyak 7 unit. Implementasi alat ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing UMKM melalui modernisasi teknologi tepat guna yang tetap mempertahankan karakteristik produk tradisional.

Kata kunci: Efisiensi Produksi, Es Puter, Motor Listrik, Otomatisasi, UMKM.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Percepatan adopsi teknologi produksi berbasis otomasi dan transformasi digital pada sektor industri kecil, dinamika pengembangan teknologi tepat guna menjadi semakin strategis dalam meningkatkan daya saing usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), khususnya pada subsektor pangan tradisional yang menghadapi tekanan efisiensi dan konsistensi kualitas produksi di tengah meningkatnya permintaan pasar yang semakin variatif dan kompetitif (Setiawan et al., 2025). Fenomena ini memperlihatkan bahwa modernisasi alat produksi tidak lagi sekadar pilihan teknis, melainkan kebutuhan struktural untuk menjawab tantangan produktivitas, pengurangan beban kerja manual, serta optimalisasi waktu produksi, sebagaimana tercermin pada berbagai inovasi berbasis mekanisasi sederhana hingga semi-otomatis yang mulai diimplementasikan pada berbagai unit usaha berbasis rumah tangga (Tumanggor et al., 2025).

Industri es puter sebagai bagian dari produk kuliner tradisional menghadapi dilema antara mempertahankan metode produksi konvensional yang sarat nilai budaya dengan tuntutan efisiensi operasional yang semakin mendesak, sehingga memunculkan kebutuhan akan rekayasa teknologi yang

mampu menjembatani kedua kepentingan tersebut. Sejumlah penelitian terdahulu telah berupaya merespons tantangan tersebut melalui pengembangan desain alat dan integrasi teknologi sederhana dalam proses produksi es puter maupun produk sejenis, meskipun dengan pendekatan dan fokus yang beragam. Nugroho (2020) menekankan pentingnya aspek ergonomi dalam perancangan ulang alat es puter guna mengurangi kelelahan operator, sementara Rahman et al. (2021) mengembangkan mesin es krim putar otomatis berbasis pengaturan kecepatan motor yang dipengaruhi oleh perubahan temperatur sebagai upaya meningkatkan efisiensi proses pendinginan.

Yuniati et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan mesin es puter elektrik mampu meningkatkan kapasitas produksi pada skala home industry, sedangkan Ramadhan (2024) berfokus pada rancang bangun sistem penggerak tabung dengan kapasitas tertentu untuk meningkatkan performa mekanis alat. Dalam domain yang lebih luas, inovasi alat produksi berbasis teknologi progresif seperti yang dikembangkan oleh Sabon et al. (2024) pada alat pemotong kelapa muda serta intervensi teknologi tepat guna pada UMKM es puter oleh Hadi et al. (2022) menunjukkan bahwa modernisasi alat secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi operasional.

Telaah kritis terhadap literatur tersebut mengindikasikan adanya keterbatasan konseptual dan empiris yang cukup mendasar, terutama terkait dengan integrasi menyeluruh antara aspek desain mekanis, efisiensi energi, kemudahan operasional, dan keberlanjutan penggunaan dalam konteks UMKM yang memiliki keterbatasan sumber daya. Sebagian besar penelitian cenderung berfokus pada satu dimensi tertentu, seperti ergonomi (Nugroho, 2020) atau performa mekanis (Ramadhan, 2024), tanpa mengelaborasi secara komprehensif keterkaitan antarvariabel yang mempengaruhi efisiensi produksi secara holistik. Di sisi lain, pendekatan berbasis otomasi yang dikembangkan masih terbatas pada prototipe atau skala eksperimen dengan minimnya evaluasi implementatif pada kondisi riil UMKM, sehingga menyisakan celah dalam pemahaman mengenai efektivitas dan keberterimaan teknologi tersebut di tingkat pengguna (Rahman et al., 2021).

Integrasi aspek manajemen produksi dan digitalisasi yang terbukti meningkatkan efisiensi pada sektor lain (Setiawan et al., 2025; Lubis et al., 2020) belum secara eksplisit diadopsi dalam pengembangan alat es puter. Kesenjangan tersebut menjadi semakin signifikan ketika dikaitkan dengan urgensi peningkatan efisiensi produksi pada UMKM es puter yang masih didominasi oleh metode manual dengan tingkat ketergantungan tinggi terhadap tenaga kerja, waktu produksi yang relatif lama, serta inkonsistensi hasil produksi yang berpotensi menghambat ekspansi pasar. Praktik produksi konvensional yang mengandalkan tenaga manusia dalam memutar tabung es secara terus-menerus tidak hanya menimbulkan kelelahan fisik, tetapi juga membatasi kapasitas produksi harian, sehingga berimplikasi pada rendahnya produktivitas dan daya saing usaha (Hadi et al., 2022).

Kebutuhan akan alat yang mampu mengotomatisasi proses tanpa menghilangkan karakteristik produk tradisional menjadi semakin mendesak, terutama dalam rangka mendorong keberlanjutan usaha dan peningkatan pendapatan pelaku UMKM sebagaimana ditunjukkan dalam berbagai studi pengembangan produk dan inovasi usaha berbasis teknologi sederhana (Handayani & Niam, 2018; Tumanggor et al., 2025). Penelitian ini menempatkan dirinya pada persimpangan antara rekayasa teknologi tepat guna dan optimalisasi sistem produksi UMKM dengan mengusulkan pengembangan alat es puter manual menjadi sistem otomatis yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan kapasitas produksi, tetapi juga pada efisiensi energi, kemudahan penggunaan, serta adaptabilitas terhadap kondisi operasional UMKM.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung parsial, studi ini mengintegrasikan pendekatan desain mekanis, sistem penggerak berbasis motor listrik, serta pertimbangan ergonomi dan efisiensi waktu dalam satu kerangka pengembangan yang komprehensif, sekaligus menguji implementasinya dalam konteks nyata pelaku usaha. Pendekatan ini diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara inovasi teknis dan kebutuhan praktis pengguna, sekaligus memperkaya literatur mengenai penerapan teknologi otomasi pada sektor industri pangan tradisional skala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji kinerja alat es puter otomatis sebagai transformasi dari sistem manual guna meningkatkan efisiensi produksi pada UMKM, sekaligus memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan model integratif teknologi tepat guna berbasis kebutuhan pengguna serta kontribusi metodologis melalui pendekatan rancang bangun yang mengombinasikan analisis teknis, uji performa, dan evaluasi implementatif dalam konteks operasional riil.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan (design research) yang berfokus pada pengembangan alat es puter manual menjadi otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi UMKM. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan konsep, pembuatan desain detail, pembuatan prototipe, pengujian alat, serta evaluasi dan penyempurnaan alat. Pengumpulan data dilakukan melalui studi lapangan dan studi literatur. Penelitian lapangan dilakukan dengan metode observasi dan wawancara pada salah satu UMKM pembuat es puter untuk mengetahui kondisi proses produksi, mekanisme kerja alat manual, serta permasalahan yang terjadi selama proses pembuatan es puter. Selain itu, dilakukan pengukuran antropometri terhadap operator sebagai dasar dalam menentukan dimensi alat yang ergonomis. Penelitian kepustakaan dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi berupa jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perancangan alat, ergonomi, keselamatan kerja, dan pengembangan produk (Nugroho, 2020).

Populasi dalam penelitian ini adalah operator atau pengguna alat es puter pada skala UMKM, sedangkan sampel penelitian berupa data antropometri sebanyak 30 responden yang digunakan untuk menentukan dimensi alat. Data antropometri yang digunakan meliputi tinggi pergelangan tangan berdiri, jangkauan tangan ke depan, dan lebar bahu. Tahap perancangan dilakukan dengan membuat konsep alat berdasarkan hasil identifikasi masalah dan kebutuhan pengguna. Selanjutnya dilakukan pembuatan desain detail yang meliputi penentuan ukuran alat, pemilihan material, serta penentuan komponen seperti motor penggerak, rangka, tabung, dan sistem transmisi mekanik. Setelah desain selesai, dilakukan pembuatan prototipe alat es puter otomatis sesuai spesifikasi yang telah ditentukan (Ramadhan, 2024; Yuniati et al., 2018). Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dalam proses produksi es puter. Pengujian meliputi kestabilan putaran motor, efisiensi waktu produksi, kenyamanan penggunaan alat, serta keamanan sistem penggerak. Teknik analisis data yang digunakan meliputi uji kecukupan data, uji keseragaman data, dan perhitungan persentil antropometri untuk menentukan dimensi alat yang sesuai dengan pengguna. Selain itu, dilakukan analisis deskriptif terhadap hasil pengujian alat guna mengevaluasi performa dan efektivitas alat es puter otomatis yang telah dirancang (Rahman et al., 2021; Setiawan et al., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Identifikasi Masalah sebagai Dasar Pengembangan Alat Es Puter Otomatis

Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung pada proses produksi es puter di tingkat UMKM yang masih mengandalkan sistem manual berbasis tenaga manusia. Temuan empiris menunjukkan bahwa operator harus memutar tabung secara kontinu selama 30–45 menit untuk satu siklus produksi. Kondisi tersebut memunculkan beban kerja fisik yang tinggi dan berpotensi menurunkan produktivitas kerja harian. Pola ini selaras dengan temuan sebelumnya yang menekankan keterbatasan sistem manual dalam mendukung efisiensi produksi UMKM (Susilowati dan S. E., 2020). Hasil wawancara mengindikasikan bahwa kelelahan operator berdampak langsung terhadap ketidakstabilan putaran tabung selama proses pembekuan.

Ketidakstabilan tersebut menyebabkan distribusi suhu dan pencampuran adonan menjadi tidak merata. Dampaknya terlihat pada variasi tekstur produk yang dihasilkan dalam satu batch produksi. Fenomena ini sejalan dengan analisis mekanika sistem putar yang menunjukkan hubungan antara kestabilan rotasi dan kualitas produk (Kurdi, 2018). Selain aspek teknis, proses manual juga menyebabkan inefisiensi waktu produksi yang cukup signifikan pada skala UMKM. Rata-rata waktu produksi lebih panjang dibandingkan sistem semi-otomatis yang telah dikembangkan dalam beberapa studi eksperimental. Hal ini menghambat kemampuan UMKM dalam memenuhi permintaan pasar yang fluktuatif. Kondisi serupa juga diidentifikasi dalam penelitian pengembangan mesin es krim skala kecil yang menyoroti pentingnya otomasi untuk meningkatkan output produksi (Jatmiko, 2021).

Aspek keselamatan kerja menjadi perhatian penting dalam identifikasi masalah karena alat manual tidak memiliki sistem pelindung mekanis. Operator berinteraksi langsung dengan komponen bergerak tanpa adanya pelindung transmisi. Risiko cedera seperti terjepit atau tergelincir meningkat terutama pada kondisi kerja yang lembab. Temuan ini konsisten dengan studi ergonomi yang menekankan pentingnya desain alat berbasis keselamatan pengguna (Arta dan Astuti, 2012). Evaluasi awal juga menunjukkan bahwa alat manual tidak memiliki standar kecepatan putaran yang terukur. Variasi kecepatan sangat bergantung pada kondisi fisik operator dan ritme kerja individu. Hal ini

menyebabkan hasil produksi sulit distandarisasi dalam jangka panjang. Ketidakkonsistenan ini menjadi salah satu hambatan utama dalam pengembangan kualitas produk UMKM (Silalahi dan Trisno, 2016).

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa sistem produksi manual membatasi kapasitas produksi harian secara signifikan. Operator hanya mampu menyelesaikan sejumlah siklus produksi tertentu sebelum mengalami kelelahan. Hal ini berimplikasi pada rendahnya efisiensi tenaga kerja dalam konteks produksi berulang. Penelitian lain menunjukkan bahwa otomatisasi sederhana dapat meningkatkan produktivitas hingga dua kali lipat pada UMKM kuliner (Wahono et al., 2025). Dalam konteks kebutuhan pasar, UMKM es puter juga menghadapi tuntutan peningkatan kualitas dan konsistensi produk. Konsumen cenderung menginginkan tekstur yang halus dan homogen dalam setiap pembelian. Ketidakkonsistenan produk dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan dan loyalitas pasar. Studi terkait manajemen hubungan pelanggan menunjukkan bahwa kualitas produk berperan penting dalam mempertahankan konsumen (Hasan et al., 2023).

Identifikasi masalah juga memperlihatkan adanya gap antara kebutuhan produksi dan teknologi yang digunakan oleh UMKM. Keterbatasan akses terhadap teknologi menyebabkan pelaku usaha tetap menggunakan metode konvensional. Padahal, inovasi sederhana dapat memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi produksi. Studi rancang bangun alat menunjukkan bahwa pendekatan teknologi tepat guna dapat menjawab kebutuhan tersebut secara efektif (Fikrialdi, 2025). Temuan pada tahap identifikasi masalah menjadi dasar dalam merumuskan kebutuhan sistem otomatis yang akan dikembangkan. Kebutuhan tersebut mencakup kestabilan putaran, efisiensi waktu, keamanan kerja, dan kemudahan penggunaan. Setiap kebutuhan diintegrasikan dalam konsep desain alat yang akan dikembangkan pada tahap berikutnya. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip design thinking yang menekankan pemecahan masalah berbasis kebutuhan pengguna (Attilio dan Budiman, 2025).

Tahap Perancangan Produk sebagai Realisasi Pengembangan Sistem Otomatis

Tahap perancangan produk dilakukan sebagai bentuk realisasi dari hasil identifikasi masalah dan analisis kebutuhan pengguna. Pada tahap ini, konsep alat manual dikembangkan menjadi alat es puter otomatis dengan sistem penggerak motor listrik yang mampu menggantikan proses pemutaran manual. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsional, kekuatan struktur, ergonomi, kemudahan pengoperasian, serta keselamatan kerja agar alat dapat digunakan secara optimal oleh pelaku UMKM (Nugroho, 2020; Hadi et al., 2022). Produk yang dirancang berupa mesin es puter otomatis dengan kapasitas tabung 10 liter yang menggunakan motor DC 12V sebagai penggerak utama. Sistem penggerak dirancang agar mampu menghasilkan putaran yang stabil sehingga proses pembekuan adonan dapat berlangsung secara merata.

Tekstur es puter yang dihasilkan menjadi lebih homogen dibandingkan metode manual. Selain itu, penggunaan motor listrik juga mampu mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia sehingga operator tidak perlu lagi melakukan pemutaran secara terus-menerus selama proses produksi berlangsung (Rahman et al., 2021; Ramadhan, 2024). Dari aspek konstruksi, alat dirancang menggunakan rangka besi hollow sebagai penyangga utama agar mampu menopang seluruh komponen mesin secara stabil selama proses operasi. Sementara itu, bagian tabung dalam dan tabung luar menggunakan material stainless steel karena memiliki sifat tahan karat, aman untuk bahan pangan, serta mudah dibersihkan. Penggunaan material stainless steel juga bertujuan untuk menjaga kualitas dan higienitas produk es puter selama proses produksi berlangsung (Yuniati et al., 2018; Setiawan et al., 2025).

Tabel 1. Part List

No	Komponen	Bahan	Ukuran	Jumlah	Harga	Keterangan
1	Besi Hollow	Besi	2,5 x 2,5 cm (6m)	1	Rp.280.000	Rangka utama penyangga alat
2	Plat Aluminium	Aluminium	L=120 cm P=100 cm	1	Rp.50.000	Penutup / body luar alat

3	Motor Dinamo	Logam & Tembaga	12V	1	Rp.220.000	Penggerak utama tabung
4	SMPS	Komponen Elektronik	220V AC to 12V/24V DC	1	Rp.125.000	Pengubah arus AC ke DC
5	Volt Meter	Plastik	0–12 Volt DC	1	Rp.25.000	Indikator tegangan listrik
6	Potensio	Plastik	10K Ohm	1	Rp.20.000	Pengatur kecepatan putaran
7	Tombol On Off	Plastik	220V	1	Rp.5.000	Saklar utama alat
8	Mur dan Baut	Besi	M8 x 20 mm	2	Rp.15.000	Pengikat komponen
9	Karet Pelindung	Karet	2,5x2,5 cm	4	Rp.20.000	Peredam getaran & alas kaki alat
10	Tabung Dalam	Stainless Steel	D=18 cm T=50 cm	1	Rp.200.000	Wadah adonan es puter
11	Tabung Luar	Stainless Steel	D=34 cm T=50 cm	1	Rp.250.000	Wadah es batu dan garam sebagai media pendingin yang mengelilingi tabung dalam
12	Kabel Listrik	Tembaga berisolasi PVC	150 cm	1	Rp.15.000	Penghubung arus listrik dari sumber ke sistem
13	Steker listrik	Plastik & Tembaga	220V	1	Rp.5.000	Penghubung kabel ke sumber listrik (stop kontak)
14	Cat	Cat Besi	-	1	Rp.20.000	mengecat, melapisi, dan melindungi berbagai permukaan besi
15	Kran	Plastik PVC	½ inch	1	Rp.5.000	membuang air lelehan es
Total					Rp.1.255.000	

Perancangan alat juga memperhatikan aspek keselamatan operator melalui penambahan penutup pada bagian sistem transmisi dan komponen penggerak. Penutup tersebut berfungsi untuk mengurangi risiko kontak langsung operator dengan bagian yang bergerak, sehingga potensi kecelakaan kerja dapat diminimalkan. Selain itu, alat juga dilengkapi dengan pengatur kecepatan putaran yang memungkinkan operator menyesuaikan kecepatan motor sesuai kebutuhan proses pembekuan adonan. Secara dimensi, alat dirancang dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 70 cm sehingga memiliki bentuk yang relatif ringkas dan tidak membutuhkan ruang produksi yang terlalu besar. Dimensi tersebut ditentukan berdasarkan data antropometri operator agar alat lebih ergonomis dan nyaman digunakan

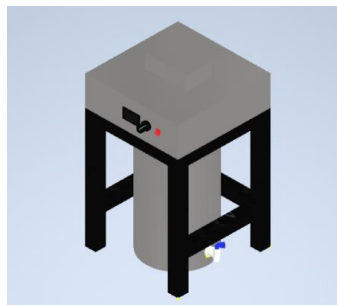
pada lingkungan kerja UMKM. Dengan desain yang kompak dan ergonomis, alat diharapkan dapat mempermudah proses pengoperasian serta meningkatkan efisiensi ruang kerja.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Persentil

No	Data Antropometri	Persentil			Tujuan
		P5	P50	P95	
1	Tinggi pergelangan tangan berdiri	66 cm	72 cm	81 cm	Untuk menentukan tinggi rangka
2	Jangkauan Tangan Kedepan	46 cm	52 cm	57 cm	Untuk menentukan panjang rangka
3	Lebar Bahu	37 cm	44 cm	52 cm	Penentuan lebar dimensi rangka

Berdasarkan Tabel 2, nilai persentil yang dipilih digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi alat agar sesuai dengan postur tubuh pengguna dan memberikan kenyamanan saat pengoperasian. Penggunaan data antropometri pada perancangan ini bertujuan untuk menghasilkan alat yang ergonomis, mudah dijangkau, serta mampu mengurangi kelelahan operator selama proses produksi berlangsung. Tinggi rangka alat ditentukan berdasarkan data tinggi pergelangan tangan berdiri, panjang rangka disesuaikan dengan jangkauan tangan ke depan, sedangkan lebar alat ditentukan berdasarkan lebar bahu pengguna. Dengan penerapan dimensi yang sesuai, alat diharapkan dapat memberikan posisi kerja yang lebih aman dan nyaman bagi operator UMKM.

Berdasarkan hasil perhitungan persentil dan analisis kebutuhan pengguna, selanjutnya dilakukan proses perancangan desain alat es puter otomatis. Desain rancangan dibuat dengan mempertimbangkan aspek fungsional, ergonomi, keselamatan kerja, serta kemudahan pengoperasian agar alat dapat digunakan secara optimal pada lingkungan produksi UMKM. Adapun hasil desain rancangan alat es puter otomatis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Rancangan

Berdasarkan desain rancangan yang telah dibuat, tahap selanjutnya adalah proses pembuatan alat es puter otomatis sesuai dengan spesifikasi dan desain yang telah ditentukan sebelumnya, yang dilaksanakan secara bertahap mulai dari penyiapan bahan baku hingga proses pemeriksaan akhir guna memastikan seluruh komponen dapat berfungsi secara optimal. Proses ini dirancang secara sistematis untuk menghasilkan alat yang tidak hanya kokoh secara struktural tetapi juga aman digunakan serta memiliki performa yang stabil dalam mendukung proses produksi es puter pada skala UMKM. Pendekatan bertahap ini mencerminkan prinsip rekayasa manufaktur yang menekankan akurasi, konsistensi, dan efisiensi dalam setiap tahapan produksi alat. Implementasi metode tersebut juga sejalan dengan praktik pengembangan teknologi tepat guna dalam meningkatkan produktivitas usaha kecil (Ramadhan, 2024; Setiawan et al., 2025).

Tahap awal dimulai dengan pengambilan dan penyiapan bahan baku berupa besi hollow, plat aluminium, stainless steel, motor penggerak, serta komponen pendukung lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan desain. Selanjutnya dilakukan proses pengukuran material berdasarkan dimensi yang telah dirancang untuk memastikan kesesuaian antar komponen dalam proses perakitan. Setelah itu, material dipotong menggunakan alat potong sesuai ukuran, kemudian dilakukan proses pengelasan pada besi hollow untuk membentuk rangka utama alat dengan kekuatan struktur yang memadai. Proses finishing dilakukan melalui penghalusan permukaan sambungan untuk menghilangkan sisi tajam serta meningkatkan kualitas visual dan keamanan alat, yang menunjukkan pentingnya presisi dalam proses fabrikasi (Nugroho, 2020; Hadi et al., 2022).

Tahap berikutnya meliputi proses pengecatan rangka besi untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi sekaligus memperbaiki tampilan alat secara keseluruhan. Setelah proses pengecatan selesai dan mengering, dilakukan perakitan seluruh komponen utama seperti motor penggerak, tabung dalam dan luar berbahan stainless steel, sistem transmisi, instalasi kelistrikan, serta komponen pengatur kecepatan putaran. Seluruh komponen dirakit sesuai dengan desain yang telah direncanakan agar sistem kerja alat berjalan secara optimal dan aman digunakan oleh operator. Tahap akhir berupa pemeriksaan menyeluruh dan pengujian awal dilakukan untuk memastikan kestabilan putaran motor, kelayakan sistem kelistrikan, serta keamanan struktur alat sebelum digunakan dalam proses produksi (Rahman et al., 2021; Yuniati et al., 2018).

Perhitungan engineering economic analysis dilakukan untuk menentukan estimasi biaya produksi dan harga jual alat es puter otomatis secara rasional dan terukur. Perhitungan ini mencakup seluruh biaya material seperti besi hollow, stainless steel, motor penggerak, serta komponen kelistrikan, ditambah dengan biaya proses produksi seperti pemotongan, pengelasan, pengecatan, dan perakitan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya pembuatan satu unit alat sebesar Rp 1.755.000 yang kemudian ditambahkan margin keuntungan sebesar 15% untuk menentukan harga jual. Pendekatan ini memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya layak secara teknis tetapi juga ekonomis dan kompetitif di pasar UMKM (Setiawan et al., 2025; Lubis et al., 2020).

Berdasarkan perhitungan tersebut, harga jual alat es puter otomatis ditetapkan sebesar Rp 2.018.250 per unit dengan keuntungan sebesar Rp 263.250 per unit. Analisis break even point menunjukkan bahwa titik impas tercapai pada penjualan minimal 7 unit, yang menandakan bahwa alat ini memiliki potensi kelayakan usaha yang cukup baik dalam konteks produksi skala kecil. Perhitungan ini memberikan gambaran bahwa investasi dalam pengembangan alat memiliki prospek ekonomi yang realistis dan terukur. Hal ini memperkuat argumen bahwa inovasi teknologi sederhana dapat memberikan dampak signifikan terhadap keberlanjutan usaha UMKM (Tumanggor et al., 2025). Setelah proses perancangan dan perakitan selesai, dilakukan tahap pengujian motor penggerak untuk mengevaluasi performa sistem dalam kondisi operasional. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa motor mampu menghasilkan putaran yang stabil dan konsisten selama proses pengadukan dan pembekuan adonan es puter. Stabilitas putaran menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas produk serta efisiensi kerja alat. Hasil pengujian ini menjadi dasar dalam menilai kesiapan alat untuk diimplementasikan pada skala produksi UMKM secara nyata (Rahman et al., 2021; Ramadhan, 2024).

Tabel 3. Uji Motor Penggerak

Kecepatan	Volt	Beban Maksimal (Rpm)	Tanpa Beban (Rpm)
Minimal	3	12	28
Maximal	6	56	88

Untuk mengetahui keunggulan dan posisi produk yang dirancang dibandingkan alat sejenis yang telah digunakan sebelumnya, dilakukan perbandingan antara alat es puter otomatis hasil pengembangan dengan produk pesaing maupun alat manual konvensional. Perbandingan ini dilakukan berdasarkan beberapa aspek penting seperti sistem pengoperasian, kestabilan putaran, keamanan penggunaan, kenyamanan operator, serta efisiensi proses produksi. Melalui perbandingan tersebut dapat

diketahui nilai tambah dan keunggulan dari alat es puter otomatis yang dirancang, sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan produk yang lebih kompetitif dan sesuai dengan kebutuhan pelaku UMKM. Adapun hasil perbandingan dengan produk pesaing dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perbandingan dengan produk Pesaing

No	Aspek Perbandingan	Alat Es Puter Manual	Alat Es Puter Otomatis Rakitan Sederhana	Alat Es Puter Otomatis dengan Pengatur Kecepatan
1	Sistem Penggerak	Diputar manual dengan tenaga manusia	Menggunakan motor otomatis	Menggunakan motor otomatis dengan pengatur kecepatan
2	Kecepatan Putaran	Tidak stabil	Stabil tetapi tidak dapat diatur	Stabil dan dapat diatur sesuai kebutuhan
3	Efisiensi Waktu	Proses lebih lama	Lebih cepat dari manual	Lebih cepat dan lebih efisien
4	Konsistensi Hasil	Kurang merata	Cukup merata	Lebih halus dan homogen
5	Keamanan Pengguna	Relatif aman	Resiko kecelakaan tinggi karena vanbelt terbuka	Lebih aman karena sistem penggerak tertutup
6	Tingkat Kelelahan Operator	Tinggi	Rendah	Sangat rendah

Analisis Ergonomi dan Antropometri pada Perancangan Alat

Penerapan aspek ergonomi dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran data antropometri operator sebagai dasar dalam menentukan dimensi alat yang sesuai dengan pengguna. Penggunaan data antropometri bertujuan untuk menciptakan alat yang nyaman digunakan, mudah dijangkau, serta mampu mengurangi kelelahan operator selama proses produksi berlangsung. Pengukuran dilakukan terhadap 30 responden dengan tiga dimensi utama, yaitu tinggi pergelangan tangan berdiri, jangkauan tangan ke depan, dan lebar bahu, yang merupakan parameter penting dalam desain alat kerja berbasis manusia. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ergonomi yang menekankan kesesuaian antara karakteristik pengguna dan desain produk untuk meningkatkan efisiensi serta keselamatan kerja (Nugroho, 2020; Hadi et al., 2022).

Hasil uji kecukupan data menunjukkan bahwa seluruh data antropometri yang digunakan telah memenuhi syarat kecukupan karena nilai N' lebih kecil dibandingkan jumlah data pengamatan ($N = 30$), sehingga data dinyatakan memadai untuk dianalisis lebih lanjut. Kondisi ini mengindikasikan bahwa jumlah sampel yang digunakan telah mampu merepresentasikan populasi pengguna alat secara statistik. Selain itu, hasil uji keseragaman data juga menunjukkan bahwa seluruh data berada di dalam batas kendali atas dan batas kendali bawah, sehingga data dinyatakan homogen dan tidak mengandung penyimpangan signifikan. Validitas dan reliabilitas data ini menjadi landasan penting dalam proses perancangan dimensi alat yang akurat dan dapat diimplementasikan secara praktis (Ramadhan, 2024; Setiawan et al., 2025).

Berdasarkan hasil pengolahan data antropometri, dimensi alat kemudian disesuaikan dengan karakteristik tubuh operator agar alat dapat digunakan secara nyaman pada posisi kerja berdiri tanpa menimbulkan postur kerja yang tidak alami. Tinggi rangka ditentukan berdasarkan tinggi pergelangan tangan berdiri untuk menghindari posisi membungkuk yang dapat menyebabkan kelelahan otot. Panjang alat disesuaikan dengan jangkauan tangan ke depan sehingga operator dapat mengakses seluruh komponen kontrol dengan mudah, sedangkan lebar alat dirancang berdasarkan lebar bahu agar ruang gerak operator tetap optimal. Penyesuaian ini menunjukkan integrasi antara data empiris dan prinsip

desain ergonomis dalam menghasilkan alat yang user-centered (Rahman et al., 2021; Yuniati et al., 2018).

Penerapan prinsip ergonomi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan alat tidak hanya difokuskan pada peningkatan performa produksi, tetapi juga memperhatikan kenyamanan dan kesehatan operator selama proses kerja berlangsung. Desain yang ergonomis berkontribusi dalam mengurangi kelelahan kerja serta meningkatkan efisiensi operasional dalam jangka panjang. Kondisi ini juga berimplikasi pada peningkatan produktivitas karena operator dapat bekerja dalam durasi lebih lama tanpa mengalami penurunan performa. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pengembangan teknologi tepat guna yang tidak hanya menitikberatkan pada aspek teknis, tetapi juga pada kesejahteraan pengguna sebagai bagian dari sistem produksi (Lubis et al., 2020; Tumanggor et al., 2025).

Analisis Efisiensi dan Pengembangan Produk

Pengembangan alat es puter otomatis dalam penelitian ini memberikan perubahan signifikan dibandingkan alat manual yang sebelumnya digunakan oleh pelaku UMKM. Sistem otomatis yang menggunakan motor penggerak mampu menghasilkan putaran yang lebih stabil sehingga proses pengadukan dan pembekuan adonan berlangsung lebih cepat dan merata. Dengan demikian, waktu produksi dapat dipersingkat dan kapasitas produksi menjadi lebih meningkat dibandingkan metode manual. Peningkatan efisiensi ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi sederhana berbasis mekanisasi mampu memberikan dampak nyata terhadap kinerja produksi pada skala usaha kecil (Setiawan et al., 2025; Ramadhan, 2024). Selain meningkatkan efisiensi waktu produksi, alat yang dirancang juga mampu mengurangi penggunaan tenaga manual secara signifikan. Operator tidak lagi melakukan pemutaran tabung secara terus-menerus sehingga beban kerja fisik menjadi lebih ringan dan risiko kelelahan dapat diminimalkan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan mekanisasi sederhana pada UMKM tidak hanya berpengaruh terhadap produktivitas, tetapi juga terhadap aspek kenyamanan dan kesehatan kerja operator.

Teknologi yang dikembangkan mampu memberikan nilai tambah baik dari sisi teknis maupun human-centered design (Hadi et al., 2022; Nugroho, 2020). Dari aspek pengembangan produk, alat es puter otomatis yang dirancang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan alat manual maupun alat otomatis sederhana lainnya, yaitu adanya pengatur kecepatan putaran, desain yang lebih ergonomis, serta penutup sistem transmisi yang meningkatkan keselamatan kerja operator. Kombinasi fitur tersebut menjadikan alat lebih aman, mudah dioperasikan, dan sesuai digunakan pada skala produksi UMKM. Keunggulan ini memperlihatkan bahwa integrasi antara aspek teknis, ergonomi, dan keselamatan kerja merupakan faktor penting dalam menghasilkan produk yang inovatif dan berdaya saing (Rahman et al., 2021; Yuniati et al., 2018).

Berdasarkan hasil keseluruhan perancangan dan pengembangan, alat es puter otomatis yang dibuat mampu memberikan solusi terhadap permasalahan produksi es puter secara manual. Penggunaan sistem otomatis terbukti dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, menghasilkan putaran pengadukan yang lebih stabil, mengurangi kelelahan operator, serta meningkatkan aspek keselamatan dan kenyamanan kerja. Dengan demikian, alat yang dikembangkan memiliki potensi untuk diterapkan sebagai inovasi teknologi sederhana pada usaha mikro dan menengah dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing usaha.

Analisis Kelayakan Ekonomi Pada Pengembangan Produk

Analisis ekonomi dilakukan dengan menghitung total biaya pembuatan alat berdasarkan seluruh kebutuhan material dan komponen yang digunakan pada proses perancangan alat es puter otomatis. Komponen dengan kontribusi biaya terbesar berasal dari tabung stainless steel, motor DC 12V, besi hollow, serta sistem kelistrikan yang berfungsi sebagai sistem utama penggerak alat. Meskipun biaya investasi awal alat relatif lebih tinggi dibandingkan alat manual, penggunaan material yang mudah diperoleh dan sistem mekanik sederhana membuat biaya produksi alat masih tergolong ekonomis dan sesuai untuk skala UMKM. Selain itu, penggunaan motor DC 12V dengan daya rendah juga membantu menekan konsumsi energi listrik sehingga biaya operasional alat menjadi lebih efisien dalam penggunaan jangka panjang.

Penggunaan sistem otomatis memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi proses produksi. Pada sistem manual, operator harus melakukan pemutaran tabung secara terus-menerus selama proses pembekuan adonan berlangsung sehingga membutuhkan tenaga fisik yang besar dan waktu kerja yang

lebih panjang. Sementara itu, pada alat otomatis proses pemutaran dilakukan secara kontinu oleh motor penggerak dengan putaran yang lebih stabil, sehingga operator tidak lagi terfokus pada proses pengadukan secara manual. Kondisi tersebut menyebabkan beban kerja operator berkurang dan waktu produksi menjadi lebih efisien. Selain itu, kestabilan putaran motor juga meningkatkan homogenitas adonan sehingga kualitas es puter yang dihasilkan menjadi lebih konsisten dan risiko kegagalan produk dapat diminimalkan.

Peningkatan efisiensi produksi tersebut berdampak langsung terhadap penurunan biaya produksi per siklus kerja. Waktu produksi yang lebih singkat memungkinkan peningkatan kapasitas produksi harian, sedangkan pengurangan aktivitas manual membantu menekan kebutuhan tenaga kerja tambahan. Selain itu, adanya penutup pelindung pada sistem transmisi dan komponen penggerak juga memberikan keuntungan ekonomis secara tidak langsung karena mampu mengurangi risiko kecelakaan kerja dan potensi kerusakan komponen selama proses operasi.

Analisis ekonomi juga dapat ditinjau menggunakan metode *Break Even Point* (BEP) untuk mengetahui titik impas dari investasi alat yang dirancang. Perhitungan BEP dilakukan dengan membandingkan total biaya investasi alat terhadap keuntungan yang diperoleh dari peningkatan kapasitas produksi dan efisiensi operasional. Dengan meningkatnya jumlah produksi dan berkurangnya biaya tenaga kerja manual, maka waktu pengembalian modal alat menjadi lebih cepat. Semakin tinggi tingkat produksi yang dihasilkan, maka semakin cepat pula alat mencapai kondisi impas. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan alat es puter otomatis memiliki potensi ekonomi yang baik untuk diterapkan pada UMKM karena mampu meningkatkan produktivitas sekaligus memberikan keuntungan finansial dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Pengembangan alat es puter manual menjadi alat es puter otomatis berhasil meningkatkan efisiensi produksi pada skala UMKM, baik dari segi waktu, tenaga kerja, maupun kualitas hasil produksi. Penerapan sistem penggerak motor listrik mampu menghasilkan putaran yang stabil sehingga proses pembekuan berlangsung lebih merata dan cepat, sementara penggunaan data antropometri dalam perancangan dimensi alat terbukti mampu meningkatkan kenyamanan serta mengurangi kelelahan operator. Selain itu, alat yang dirancang memiliki keunggulan dari aspek ergonomi, keselamatan kerja, dan kemudahan pengoperasian, sehingga layak digunakan sebagai teknologi tepat guna bagi pelaku UMKM. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya memberikan solusi teknis terhadap permasalahan produksi, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha kecil secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aradiansyah, Y., Wibolo, A., & Adiaksa, I. (2022). *Redesain Sistem Pemutar pada Alat Produksi Es puter* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Arta, A. D., & Astuti, R. D. (2012). Perancangan Ulang Alat Mesin Pembuat Es Puter Berdasarkan Aspek Ergonomi. 11(2), 135–142.
- Attilio, Riadi Budiman, R. R. (2025). Rancang Bangun Kemasan Ayam Geprek Jagoan Menggunakan Metode Design Thinking. 9(2), 453–460.
- Dini, Sari, I., Zurmansyah, E., & Mukaromah, L. (2024). Analisis Break Even Point (Bep) Pada Umkm Es Nona (Studi Pada Es Nona Fendi Di Tanjung Bugis). 42–54.
- Fikrialdi, A. (2025). *Rancang Bangun Alat Es Krim Putar Kapasitas 20 Liter Dengan DuaTabung* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- Hadi, Y., Purnomo, P., & Taneo, S. Y. M. (2022). Teknologi Tepat Guna Mesin Pemeras Santan untuk UMKM Es Puter Kelurahan Ngaglik Kota Batu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Charitas*, 2(02), 105-112. <https://doi.org/10.25170/charitas.v2i02.2574>
- Handayani, T., & Niam, H. M. A. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Pupuk Cair Organik dan Es Krim Untuk Meningkatkan Pendapatan dan Pengembangan Produk. *Jurnal Dedikasi*, 15.
- Hasan, G., Lim, J., Huang, C., Sembiring, E. I., & Syukriansyah, A. (2023). Analisa customer relationship management pada UMKM Es Potong Moex. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(2), 1402-1411. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i2.1099>
- Jatmiko, R. W. (2021). Rancang Bangun Mesin Pembuat Es Krim. 7(1).

- Kurdi, O. Analisa Tegangan Mesin Pemutar Es Puter Dengan Menggunakan Perangkat Lunak. *Rotasi*, 8(4), 12-17.
- Lubis, Z., Ghofur, A., & Mauladi, K. F. (2020). Pelatihan Manajemen Usaha Es Puter Melalui Pemanfaatan Teknologi Digital Dalam Upaya Memperkuat Perekonomian Masyarakat Di Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan. *BERDAYA: Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 69-74. <https://doi.org/10.36407/berdaya.v2i2.216>
- Nugroho, O. A. (2020). *Perancangan Ulang Alat Pembuat Es Puter Dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomi Menggunakan Metode Benchmarking* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Rahman, R., Marzuarman, M., & Zulkifli, Z. (2021, December). Analisa dan Rancang Bangun Mesin Es Krim Putar Otomatis dengan Kecepatan Putaran Motor Berbasis Perubahan Temperatur. In *International Conference on Industrial Technology and Business (INTECHBIZ)* (pp. 483-490).
- Ramadhan, B. F. (2024). *Rancang Bangun Mesin Penggerak Tabung Es Puter dengan Kapasitas 10 Kg* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Sabon, J. A. D., Ompusunggu, F. C., Hasibuan, F., & Hakim, A. R. (2024). *Pembuatan Alat Pemotong Kelapa Muda Berbasis Teknologi Progresif untuk Meningkatkan Produktivitas*. LovRinz Publishing.
- Setiawan, R. D., Juliyarsi, I., Melia, S., & Azzahra, C. (2025). Peningkatan Kapasitas Produksi dan Efisiensi Manajemen pada Usaha Rendang Kemasan di Pasaman Barat melalui Modernisasi Peralatan dan Digitalisasi Pencatatan Produksi. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 8(4), 378-387. <https://doi.org/10.25077/jhi.v8i4.907>
- Silalahi, P., & Trisno, M. (2016). Pelatihan Pembuatan Es Krim Untuk Peningkatan Kualitas Dan Produksi UKM PKK Kelurahan Cipto Mulya Kecamatan Sukun Kota Malang. *Prosiding SENIATI*, 2(1), 177-A. <https://doi.org/10.36040/seniati.vi0.1334>
- Susilowati, D. S. Dan S. E. (2020). Rancang Bangun Mesin Pembuat Es Puter Mekanik Untuk Home Industry Di Wilayah Watulimo , Trenggalek Jawa Timur Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. 3(2), 1-6.
- Tumanggor, A. H. U., Rohama, R., Melviani, M., Hastika, F. Y., Khuluqia, M., Ceroline, P., ... & Nabila, Y. (2025, April). Pengembangan UMKM Melalui Inovasi Olahan Tape Ketan Dalam Menunjang Ketahanan Pangan Tingkat Rumah Tangga: UMKM Development through Glutinous Rice Tape Processed Innovation in Supporting Home-Level Food Resilience. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Tangguh* (Vol. 4, No. 1, pp. 129-139). <https://doi.org/10.33859/pkmmatang.v4i1.1523>
- Wahono, W. T., Putra, D. R. H., Asti, I. S., Radianto, D., & Hidayat, A. R. (2025). Peningkatan Produktivitas Umkm Kuliner Melalui Pemanfaatan Alat Cetak Bakso Otomatis Di Desa Tamanharjo. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 4(4), 1535-1542. <https://doi.org/10.59025/eh0xnz53>
- Yuniati, Y., Purwiyanti, S., & Martin, Y. (2018). Electric Es Puter Maker Machine for Home Industries in Rajabasa Bandar Lmapung Region [Mesin Pembuat Es Puter Elektrik untuk Home Industry di Wilayah Rajabasa Bandar Lampung]. *Proceeding of Community Development*, 1, 82-88. <https://doi.org/10.30874/comdev.2017.13>