

Redesain Mesin Pengiris Singkong dengan Mekanisme *Counterweight Gravity Feeder* untuk Meningkatkan Produktivitas

Wiranti Kusuma Dewi*, Hery Murnawan

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

E-mail: wirantikusumadewi9@gmail.com*

Abstract

The Bojonegoro Cassava Chip MSME "Pak Ipul" faces production capacity constraints because its cassava slicing machine can only process 30 kg of cassava per hour. This study aims to redesign the cassava slicing machine by improving several key components such as the cassava feed chute, cutting blade, frame, motor + reducer, and drive system. The machine redesign is based on operator anthropometric data, referencing body dimensions such as elbow height while seated (64.46 cm), polyptal height (40.85 cm), knee height (50.33 cm), distance from elbow to fingertip (74.66 cm), and hip width while seated (45.15 cm), to create an ergonomic and safe design for the operator. The newly designed machine has a production capacity of 60 kg per hour, which is more efficient than the previous machine. The total cost of manufacturing the new machine is Rp 6,000,000, with raw material costs of Rp 3,900,000 and labor costs of Rp 2,100,000. Test results show a 50% increase in productivity, with a reduction in the time required to slice 75 kg of cassava from 2.5 hours to 1.25 hours. Depreciation analysis indicates that the new machine has a longer economic lifespan of 5 years, with annual depreciation of Rp 1,080,000, compared to the old machine, which only lasted 1 year. The Net Present Value (NPV) calculation for the new machine shows Rp 1,060,798.76, significantly higher than the old machine, which only generates Rp 24,235.45. Therefore, although the initial investment for the new machine is higher, it offers more significant long-term benefits and is worthwhile as an investment.

Keywords: Anthropometry, Cassava Slicing Machine, Redesign

Abstrak

UMKM Keripik Singkong Bojonegoro "Pak Ipul" menghadapi kendala dalam kapasitas produksi karena mesin pengiris singkong yang hanya dapat mengolah 30 kg singkong per jam. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang mesin pengiris singkong dengan memperbaiki beberapa komponen utama seperti saluran masuk singkong, pisau pemotong, rangka, motor + reducer, serta sistem penggerak. Redesain mesin didasarkan pada data antropometri operator, mengacu pada dimensi tubuh seperti tinggi siku saat duduk (64,46 cm), tinggi polipteal (40,85 cm), tinggi lutut (50,33 cm), jarak dari siku ke ujung jari (74,66 cm), dan lebar panggul saat duduk (45,15 cm), untuk menciptakan desain yang ergonomis dan aman bagi operator. Mesin baru yang dirancang memiliki kapasitas produksi 60 kg per jam, yang lebih efisien dibandingkan mesin sebelumnya. Total biaya pembuatan mesin baru ini sebesar Rp 6.000.000, dengan rincian biaya bahan baku Rp 3.900.000 dan biaya tenaga kerja Rp 2.100.000. Hasil uji coba menunjukkan peningkatan produktivitas sebesar 50%, dengan pengurangan waktu pengirisan 75 kg singkong dari 2,5 jam menjadi 1,25 jam. Analisis depresiasi menunjukkan bahwa mesin baru memiliki umur ekonomis lebih panjang, yaitu 5 tahun, dengan depresiasi tahunan sebesar Rp 1.080.000, dibandingkan dengan mesin lama yang hanya bertahan 1 tahun. Perhitungan Net Present Value (NPV) untuk mesin baru menunjukkan Rp 1.060.798,76, jauh lebih tinggi dibandingkan mesin lama yang hanya menghasilkan Rp 24.235,45. Dengan demikian, meskipun investasi awal mesin baru lebih besar, mesin ini memberikan keuntungan jangka panjang yang lebih signifikan dan layak untuk dijadikan investasi.

Kata kunci: Antropometri, Mesin Pengiris Singkong, Redesain

1. Pendahuluan

UMKM Keripik Singkong Bojonegoro "Pak Ipul" merupakan sebuah usaha mikro, kecil, dan

menengah yang bergerak dalam bidang produksi dan penjualan keripik singkong. Usaha ini didirikan oleh Bapak Saipul seorang warga Bojonegoro, pada tahun 2021 dan hingga saat ini

tetap beroperasi secara independen. Proses produksi dilaksanakan di Jalan Pucangan Gang 3 Nomor 6 Surabaya yang memudahkan konsumen di kawasan perkotaan untuk mengakses produk tersebut.



Gambar 1. Tampilan Gerobak Operasional

UMKM ini telah mengalami kemajuan pesat sejak didirikan, melibatkan enam tenaga kerja yang semuanya berasal dari Bojonegoro, termasuk pendirinya yang juga berperan aktif sebagai pekerja. Penjualan produk dilakukan melalui tujuh gerobak yang digunakan untuk mendistribusikan keripik singkong. Aktivitas penjualan berlangsung setiap hari mulai pukul 09.00 hingga 21.00 WIB.



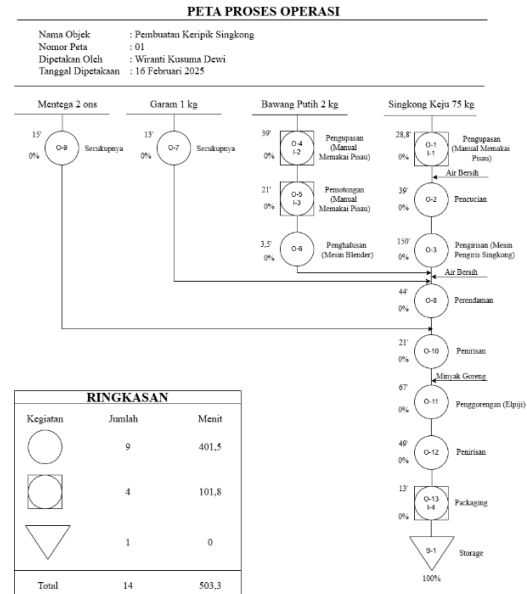
Gambar 2. Produk Keripik Singkong

UMKM ini menghasilkan keripik singkong dengan berbagai pilihan rasa yang disesuaikan dengan keinginan konsumen. Tersedia varian rasa seperti original, balado, keju, barbeku, dan manis dengan taburan gula halus. Penambahan rasa dilakukan sesuai dengan permintaan konsumen saat produk disajikan.

Bahan baku utama yang digunakan dalam produksi adalah singkong jenis keju dari Banyuwangi, yang dikenal dengan kualitasnya yang tinggi. Pembelian dilakukan setiap dua hari sekali, dengan total tiga karung yang memiliki berat kotor 3 kuintal dan berat bersih 1,5 kuintal. Dalam satu bulan, dengan asumsi 30 hari operasional, jumlah bahan baku yang digunakan mencapai 45 karung, dengan berat kotor 45 kuintal dan berat bersih 22,5 kuintal. Proses produksi dimulai pada pukul 22.00 WIB.

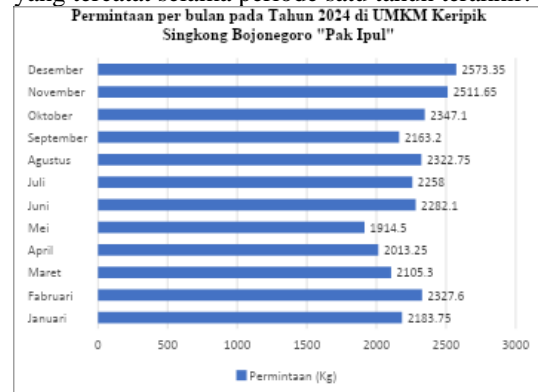
Proses produksi dijalankan dengan hati-hati untuk menjaga kualitas produk. Metode Operational Process Control (OPC) digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja, menggambarkan tahapan produksi secara terstruktur, mulai dari pengupasan singkong

hingga pengemasan akhir. Penerapan OPC memungkinkan pemetaan yang sistematis dan terukur, sehingga memberikan gambaran menyeluruh tentang setiap tahap dalam proses produksi keripik singkong di UMKM Keripik Singkong Bojonegoro "Pak Ipul".



Gambar 3. Operational Process Control (OPC) Produk Keripik Singkong "Pak Ipul"

Dinamika permintaan produk Keripik Singkong "Pak Ipul" dianalisis melalui pemantauan rutin terhadap tingkat penjualan setiap bulannya. Grafik berikut menggambarkan fluktuasi permintaan berdasarkan data penjualan yang tercatat selama periode satu tahun terakhir.



Gambar 4. Permintaan per Bulan pada Tahun 2024

Permintaan produk Keripik Singkong "Pak Ipul" di Surabaya fluktuatif, dipengaruhi oleh faktor musiman dan sosial-ekonomi. Analisis bulanan menunjukkan tren yang terkait dengan perayaan besar, liburan, dan kebiasaan konsumsi. Fluktuasi ini menjadi tantangan bagi UMKM, terutama dalam memenuhi target produksi tinggi dalam waktu singkat.

Proses pengolahan singkong menggunakan mesin kapasitas 30 kg per jam masih

memerlukan waktu lama, sekitar 150 menit untuk 75 kg singkong. Meskipun mesin digunakan, efisiensinya lebih rendah dibandingkan proses lain. Hambatan utama adalah desain mesin pengiris singkong yang belum mendukung kebutuhan operasional, khususnya dalam kecepatan.



Gambar 5. Desain Mesin Pengiris Singkong Terdahulu

Gambar 5 menunjukkan desain mesin pengiris singkong yang digunakan pada tahap awal operasional UMKM "Pak Ipul." Mesin ini menggunakan pipa paralon sebagai tempat masuk singkong dan satu buah pisau baja karbon yang berputar secara horizontal untuk memotong singkong. Namun, mesin ini memiliki banyak kekurangan, seperti ketidakmampuan dalam memotong secara seragam, yang menghambat efisiensi produksi.



Gambar 6. Posisi Pengoperasian Mesin Pengiris Singkong Terdahulu

Gambar 6 menunjukkan posisi pengoperasian mesin pengiris singkong terdahulu. Mesin ini dianggap tidak ergonomis dan tidak aman, karena tidak ada pelindung di sekitar area pemotongan. Operator berisiko terkena pisau dan bahan baku sering miring atau tidak masuk dengan benar.

Tabel 1. Kelemahan Mesin Pengiris Singkong Terdahulu

Komponen Mesin	Spesifikasi Teknis	Kelemahan	Dampak
Tempat Masuk Singkong	Pipa paralon Ø2 inch, panjang ±25 cm	Tanpa sistem pengaman atau pemandu bahan	Tinggi risiko jari tangan terkena pisau dan bahan baku sering

			tidak masuk lurus
Pisau Pemotong	Pisau baja karbon (tidak terstandar), sistem rotari horizontal	Mata pisau terbatas, tanpa pelindung, dan tajamnya tidak merata	Proses menjadi lambat, hasil irisan tidak seragam, serta berisiko membahayakan keselamatan operator
Kerangka Mesin	Kombinasi besi dan kayu; dimensi ± 40x60 x80 cm	Kayu mudah lapuk, besi berkarat, dan tidak ergonomis	Rangka tidak tahan lama, berisiko mencemari bahan pangan, serta sulit dipindahkan
Tombol ON/OFF	Saklar listrik manual tanpa pelindung, posisi terbuka di atas permukaan	Rentan terhadap air dan kotoran	Potensi korsleting, risiko kejutan listrik, dan kemungkinan alat menyala secara tidak sengaja
Motor	Motor Listrik 0,5 HP, kecepatan tetap tanpa pengaturan	Tidak dapat mengatur kecepatan, menghasilkan irisan tidak konsisten	Kualitas irisan tidak merata, mengurangi efisiensi produksi

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan pasar dan tuntutan produksi, perancangan ulang mesin pengiris singkong diperlukan dengan pendekatan desain yang lebih ergonomis, efisien, dan produktif. Mesin baru diharapkan dapat meningkatkan kapasitas pemotongan, mengurangi waktu produksi, serta menciptakan

lingkungan kerja yang aman bagi operator. Analisis kelayakan investasi juga akan dilakukan untuk menilai keuntungan ekonomis dari redesain ini.

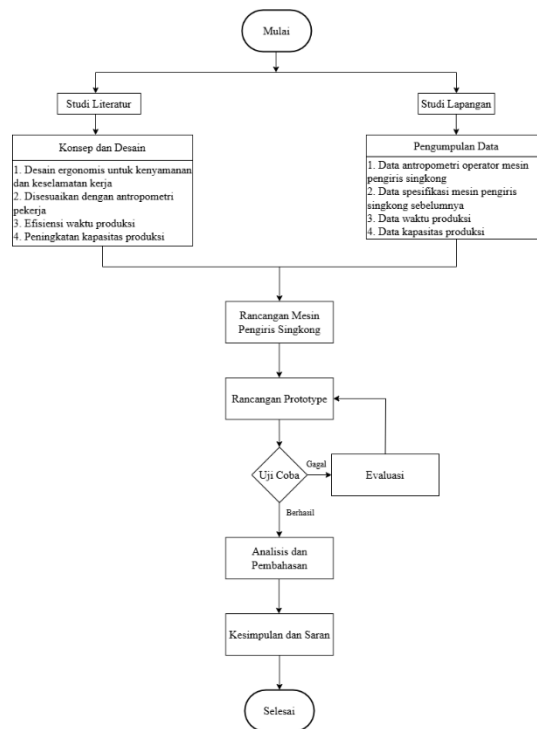
Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pengiris singkong yang dapat meningkatkan produktivitas pada UMKM Keripik Singkong "Pak Ipul" di Bojonegoro, serta untuk menggandakan kapasitas produksi dari 30 kg/jam menjadi 60 kg/jam.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah studi lapangan untuk mengumpulkan data primer, termasuk pengukuran antropometri operator, spesifikasi mesin lama, serta data operasional dan pendapatan. Pada tahap identifikasi masalah, dianalisis kekurangan mesin pengiris singkong yang ada, seperti ketidaksesuaian desain, ketajaman pisau yang tidak merata, dan masalah ergonomis serta keamanan.

Perumusan masalah fokus pada kapasitas produksi terbatas, ketidakkonsistenan hasil irisan, dan desain yang tidak ergonomis. Studi literatur digunakan untuk merancang mesin yang lebih efisien dan ergonomis. Pengolahan data dilakukan dengan mengembangkan spesifikasi mesin baru, memperhitungkan harga pokok produksi, biaya operasional, dan kelayakan investasi. Redesain mesin mencakup frame dari besi hollow, motor + reducer 0,5 HP, cutter dengan 4 mata pisau stainless steel, dan sistem pengaman serta pusher otomatis. Setelah prototipe dibuat, uji coba dilakukan untuk memastikan kecepatan pemotongan, kualitas irisan, dan durabilitas. Hasil analisis dan pembahasan menunjukkan bahwa mesin baru meningkatkan kapasitas dan efisiensi produksi.

Kesimpulan dan saran disusun untuk mengonfirmasi keberhasilan redesain dan memberikan masukan untuk pengembangan lebih lanjut. Flowchart Penelitian menyajikan alur penelitian secara terstruktur untuk memastikan setiap langkah dilakukan sesuai tujuan yang ditetapkan.







Gambar 7. Flowchart Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Konsep Redesain

Teori *Reverse Engineering* adalah proses analisis untuk memahami desain dan komponen produk atau mesin yang ada dengan tujuan memperbaiki atau meningkatkan fungsionalitasnya. Proses ini membantu merancang ulang mesin dengan mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan desain yang sudah ada [1].

Tabel 2. Perumusan Konsep Redesain

Komponen	Perbandingan Fitur	
	Desain Awal	Redesain
Tempat Masuk Singkong	 Pipa paralon tanpa perlindungan yang cukup	Penggunaan seling dan pendorong berbahan <i>Stainless Steel SUS 304</i>
Pisau Pemotong	 1 mata pisau	 4 mata pisau
Kerangka	 Kombinasi besi dan kayu	Terbuat dari besi hollow yang

		dilapisi stainless steel dan disesuaikan dengan antropometri operator.
Tombol ON/OFF	 Tidak ada pelindung tombol dan posisinya di atas sangat berdekatan dengan kedudukan operator	 Ditambahkan pelindung tombol serta posisinya di rangka bagian depan
Motor Listrik	 0,5 HP	 0,5 HP + Reducer 1:30
Roda dan Pengunci	Tidak ada	

3.2 Antropometri

Antropometri dengan sampel terbatas, terutama kurang dari 100 responden, sering menggunakan rata-rata (*mean*) untuk desain alat atau fasilitas. Pendekatan ini efektif karena rata-rata mewakili kecenderungan umum tanpa memerlukan asumsi statistik rumit. Rata-rata menyederhanakan data terbatas dan tetap valid untuk desain yang luas. Rata-rata adalah ukuran pemusatan data yang umum digunakan karena merangkum informasi menjadi satu angka yang representatif [2].

Tabel 3.

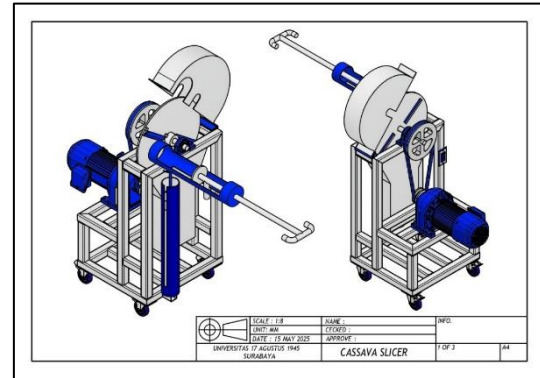
Ukuran Mesin Berdasarkan Rata-Rata Dimensi Tubuh

No	Antropometri	Aplikasi Dimensi Mesin	Ukuran Mesin (cm)
1	Tinggi siku posisi duduk	Tinggi permukaan kerja mesin	64,47
2	Tinggi Polipteal	Tinggi dudukan kursi mesin	40,85
3	Tinggi lutut	Tinggi rangka bawah mesin	50,33

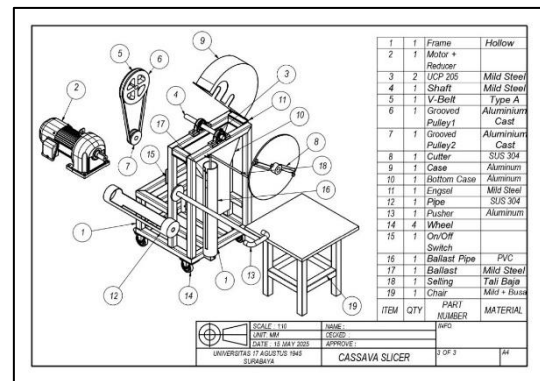
4	Jarak dari Siku ke Ujung Jari	Jangkauan tangan operator ke hopper	74,67
---	-------------------------------	-------------------------------------	-------

3.3. Desain Mesin Pengiris Singkong

Desain ini meliputi komponen utama seperti saluran masuk singkong, mekanisme pemotongan, rangka, dan sistem penggerak.



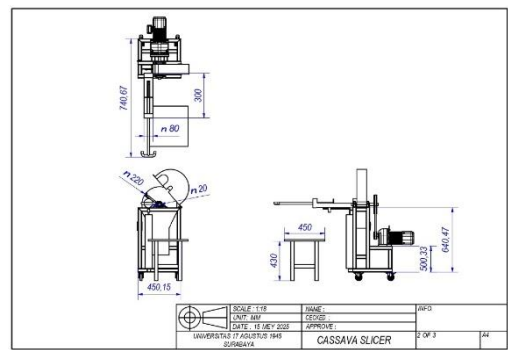
Gambar 8. Desain 3D Mesin Pengiris Singkong



Gambar 9. Desain Komponen Mesin Pengiris Singkong

3.4 Perancangan Produk

Gambar berikut menunjukkan visualisasi desain mesin pengiris singkong yang disesuaikan dengan data rata-rata antropometri operator. Desain ini menggabungkan aspek teknis dan ergonomis untuk memastikan pengoperasian alat yang optimal.



Gambar 10. Ukuran Bagian Mesin Pengiris Singkong

3.5 Prototype Alat

Proses pembuatan *prototype* mesin pengiris singkong melibatkan beberapa langkah teknis untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan optimal. Dimulai dengan persiapan bahan dan alat yang mencakup besi *hollow*, *stainless steel*, baja, aluminium, dan *V-belt*, serta alat seperti mesin las dan mesin bubut. Langkah pertama adalah perakitan *frame* mesin yang terbuat dari besi *hollow*, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan motor 0,5 HP dan *reducer* rasio 1:30 untuk transmisi daya yang efisien. Setelah itu, pemasangan *shaft* dan *bearing* dilakukan untuk menopang poros yang menghubungkan motor dengan pisau pemotong.

Pemasangan *pulley* dilakukan untuk memastikan rasio putaran yang sesuai, diikuti dengan pemasangan *cutter* yang terbuat dari *stainless steel SUS 304*. *Case* pelindung dan *bottom case* dipasang untuk melindungi pisau dan menjaga kebersihan area kerja. Selanjutnya, rel pemandu bahan dan pusher dipasang untuk memastikan bahan bergerak lurus ke pisau, dengan pusher yang digerakkan oleh sistem *counterweight* otomatis. Sistem pemberat dipasang untuk menjaga tekanan bahan tetap stabil, sementara roda *swivel* dan rem dipasang untuk memudahkan mobilitas mesin. Tombol *On/Off switch* dipasang di posisi ergonomis dengan fitur tahan air dan debu untuk kenyamanan operator. Terakhir, mesin menjalani pemeriksaan akhir dan finishing untuk memastikan fungsi yang baik dan kebersihan sebelum siap digunakan.



Gambar 11. *Prototype* Redesain Mesin Pengiris Singkong

3.6 Hasil Uji Coba Alat

Pengujian awal mesin pengiris singkong dilakukan untuk menilai efisiensi dan keseragaman irisan. Mesin ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri rumah tangga dan skala kecil yang fokus pada efektivitas produksi. Tabel berikut merinci perubahan pada setiap komponen untuk meningkatkan kinerja mesin.

Tabel 4.
Perumusan Konsep Redesain

No	Komponen	Validasi Komponen
1	Tempat Masuk Singkong	
2	Pisau Pemotong	
3	Kerangka	
4	Tombol ON/OFF	
5	Motor + Reducer	
6	Roda dan Pengunci	

Proses pengujian melibatkan pengamatan terhadap kecepatan pemotongan, ketebalan irisan, dan kapasitas produksi. Parameter yang diamati kemudian dianalisis untuk mengevaluasi sejauh mana mesin memenuhi standar teknis dan fungsional yang ditetapkan. Penentuan celah pisau dilakukan dengan mencari hasil irisan terbaik, mengacu pada standar celah 1–3 mm menurut SNI 0838-1:2014 [3]. Kecepatan pemotongan ditentukan oleh putaran poros pisau dan diameter piringan pemotong. Mesin pengiris singkong menggunakan motor 0,5 HP berkecepatan 1400 rpm dengan *reducer* 1:30, menghasilkan kecepatan pemotongan sebesar 29,33 meter per menit. Pengujian ketebalan irisan pada variasi berat bahan 3 kg, 6 kg, dan 9 kg menunjukkan hasil konsisten, dengan rata-rata ketebalan 1,5712 mm yang sesuai dengan standar SNI 0838-1:2014 (1–3 mm). Kapasitas produksi diuji pada tiga variasi beban, masing-masing menghasilkan 60 kg/jam, menandakan stabilitas kinerja mesin pada berbagai kapasitas

input. Biaya total pembuatan mesin sebesar Rp6.000.000 dihitung dari biaya bahan baku sebesar Rp3.900.000 dan tenaga kerja sebesar Rp2.100.000 untuk proses selama 30 hari. Analisis perbandingan produktivitas menunjukkan peningkatan 50%, dari 30 kg/jam menjadi 60 kg/jam, dengan waktu produksi 75 kg singkong berkurang dari 2,5 jam menjadi 1,25 jam. Perhitungan depresiasi tahunan menggunakan metode garis lurus menunjukkan nilai Rp1.800.000 untuk mesin lama dan Rp1.080.000 untuk mesin baru, berdasarkan umur ekonomis masing-masing 1 dan 5 tahun. Nilai NPV mesin baru sebesar Rp1.060.798,76 lebih tinggi dibanding mesin lama sebesar Rp24.235,45, menandakan bahwa mesin baru merupakan alternatif investasi yang lebih menguntungkan secara jangka panjang.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian di UMKM Keripik Singkong Bojonegoro "Pak Ipul", dapat disimpulkan bahwa redesain mesin pengiris singkong berhasil meningkatkan kapasitas produksi, efisiensi waktu, dan produktivitas. Berikut adalah hasil utamanya:

1. Redesain mesin pengiris singkong meningkatkan produktivitas alat produksi di UMKM "Pak Ipul". Perbaikan meliputi penggantian tempat masuk singkong dengan seling dan pendorong Stainless Steel SUS 304, serta penggunaan empat mata pisau untuk efisiensi pemotongan. Rangka mesin yang sebelumnya terbuat dari kombinasi besi dan kayu diganti dengan besi hollow yang lebih kokoh dan ergonomis. Penempatan tombol ON/OFF yang lebih aman juga mengurangi risiko kecelakaan. Secara finansial, mesin baru memberikan NPV Rp 1.060.798,76, menunjukkan investasi yang layak dan menguntungkan.
2. Mesin baru meningkatkan kapasitas produksi dari 30 kg/jam menjadi 60 kg/jam, yang setara dengan peningkatan produktivitas 50%. Hal ini meningkatkan efisiensi produksi, memungkinkan UMKM untuk mengoptimalkan waktu dan output, serta lebih mampu menghadapi fluktuasi permintaan pasar, yang berdampak pada daya saing dan keberlanjutan usaha jangka panjang.

Daftar Pustaka

- [1] Gao, W., Liu, Y., & Zhang, L. A survey of reverse engineering technology in the mechanical industry. *Journal of Mechanical Design*. 2015, Vol 137(10): 1011-1025.
- [2] Stevens, S. (2015). *Statistical Methods for Research*. New York: Wiley & Sons.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. SNI 0838-1:2014. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2014.