

## RANCANG BANGUN MESIN ES KRIM DENGAN KONTROL SUHU

**Ahmad Musyafa' Ghozali<sup>1</sup>, Sunyoto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang  
Email: [ghozali428@gmail.com](mailto:ghozali428@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The purpose of this study is to design and build an ice cream machine equipped with temperature control. According to a survey, the current market products have many flaws making them less effective, efficient, and ergonomic. The study's method was a modified R&D 4D, comprising Define, Design, Development, and Dissemination processes. The instruments used are design validation and performance observation sheets. The data were collected from respondents, experts of engineering design, and Small and Medium Business partners. The data obtained is analyzed using a descriptive-statistic analysis. The ice cream machine is more effective than its predecessor because it measures dough temperature and sets the machine's power off at a specific temperature. It only takes 18 minutes to make the ice cream, compared to its predecessor of 20 minutes, thus gives a time efficiency of 10%. The capacity efficiency is 22,23% and more cost-effective in terms of electricity at Rp 17,337. The machine is also considered more ergonomic than the previous one.*

**Keywords:** ice cream machines, temperature control, effective, efficiency, ergonomic

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat mesin es krim yang efektif, efisien, dan ergonomis dengan kontrol suhu. Berdasarkan survey yang dilakukan mesin yang lama atau mesin yang sudah ada memiliki beberapa kekurangan sehingga kurang efektif, efisien, dan ergonomis. Metode yang digunakan adalah model R&D 4D yang dimodifikasi yaitu Define, Design, Development, dan Dissemination. Instrumen yang dipakai adalah validasi desain dan lembar observasi kinerja mesin. Data berasal dari responden, Dosen Ahli perancangan, dan pihak UMKM. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif. Keefektifan mesin baru lebih baik karena mampu mengukur suhu adonan dan mensetting mesin mati pada suhu yang ditentukan. Efisiensi waktu 10% waktu pembuatan hanya 18 menit, mesin sebelumnya 20 menit. Efisiensi kapasitas 22,23%, Efisiensi biaya 10% dan lebih hemat biaya listrik Rp 17,337. Keergonomisan mesin baru dalam angket sangat layak dan lebih ergonomis dari sebelumnya.

**Kata kunci:** mesin es krim, kontrol suhu, efektif, efisiensi, dan ergonomis

## **PENDAHULUAN**

Es krim adalah salah satu hidangan tradisional yang sudah ada sejak lama. Salah satu jenis es krim yang dikenal di Indonesia adalah es dung dung atau es puter. Es krim ini, dibuat dengan cara memutar-mutar adonan di dalam tabung yang diletakkan di sekitar es dan garam. Pembuatan es krim umumnya masih banyak yang menggunakan cara konvensional sehingga cepat merasa lelah. Selanjutnya istilah es krim digunakan untuk mengganti penyebutan es puter.

Pembuatan es krim dengan cara memutar tabung adonan masih banyak digunakan karena es krim yang dihasilkan lebih lembut dan tidak ada kristal es. Adonan yang diproses dengan memutar tabung adonan ini lebih homogen dibandingkan dengan pembuatan es krim instan yang langsung dimasukkan ke kulkas.

Masalah yang ada dilapangan adalah waktu pemutaran secara konvensional memerlukan waktu yang lama dan cepat merasa lelah, efektivitas, efisiensi, dan keergonomisan juga kurang jika pembuatan secara konvensional. Mesin-mesin yang sudah ada memang cukup membantu dalam proses pembuatan es krim secara konvensional, akan tetapi belum ada mesin es krim (es puter) yang menggunakan kontrol suhu dalam pembuatannya.

Potensi yang tercipta dari penggunaan kontrol suhu adalah peningkatan dari efektivitas, efisiensi, dan keergonomisan dalam pembuatan es krim. Mesin lebih efektif dalam penentuan berapa temperature dari es krim yang diinginkan, tidak ada daya yang akan dibuang, waktu dipersingkat karena tidak perlu membuka tutup tabung adonan untuk memastikan es krim sudah jadi atau belum, keergonomisan juga meningkat karena lebih nyaman apabila pengguna tidak perlu membuka tabung adonan untuk memastikan es krim sudah jadi atau belum.

Berdasarkan survey lapangan yang sudah dilakukan pada UMKM Es krim Pancasona milik bapak Paiman yang beralamat di Jl.Pringgodani Dalam II No.3, RT 06/RW.XI, Krobokan, Semarang, Jawa Tengah. Hasil dari survey tersebut adalah

Mesin Es krim yang berada di tempat pak Paiman kurang efektif, efisien, dan ergonomis. Keefektifan dari mesin kurang karena dalam pembuatan es krim harus mengangkat dan menurunkan tabung es ke atas dudukan tabung es. Kekerasan dari es juga bisa berkurang apabila waktu yang digunakan tetap 15 menit tetapi harus membuka dan menutup adonan dalam proses pembuatan es. Hal ini, kurang efektif apabila dalam pembuatannya hanya ada satu orang. Keefisienan mesin juga berkurang karena patokan waktu pembuatan yaitu 15 menit belum tentu menghasilkan es krim yang baik. Efisiensi proses pembuatan es krim berkurang karena membutuhkan waktu untuk mengangkat dan menurunkan tabung es. Pada praktiknya pembuatan es krim bisa saja kurang dari 15 menit, apabila adonan sudah membeku dan menjadi es krim. Hal ini tentu berpengaruh terhadap efisiensi dari daya motor yang mempengaruhi biaya. Waktu pembuatan juga bisa bertambah apabila pengecekan adonan dilakukan dengan membuka tutup adonan dimana es krim belum memenuhi kriterianya. Faktor ergonomis dalam penggunaan mesin ini juga perlu dipertimbangkan lagi. Ketika mengangkat adonan otomatis otot pinggang, otot punggung, dan otot lengan juga harus bekerja lebih berat. Kenyamanan juga kurang karena harus mengangkat dan menurunkan tabung es.

Mesin-mesin yang berada di pasaran sekarang ini juga belum ada yang menggunakan konsep penggunaan kontrol suhu dalam pembuatan es krim, seperti pada mesin es krim yang dijual di Tokopedia dan yang lainnya pada laman <http://tokopedia.link/nJEYss5r8cb>, <http://image.s.app.goo.gl/jmCvMzWuK4HAQaF8>, dan laman <http://images.app.goo.gl/7FrpAtpiep7z1ka67>. Mesin-mesin tersebut dalam pembuatan es krim masih menggunakan patokan waktu dan perasaan untuk mengetahui apakah es krim sudah jadi atau belum. Pengecekan dengan membuka dan menutup tabung adonan juga dilakukan untuk memastikan apakah es krim sudah jadi atau belum.

Studi pustaka juga dilakukan penulis untuk memperkuat survey lapangan yang sudah dilakukan. Hasil dari studi pustaka adalah mesin es krim dengan desain baru

diperlukan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan ergonomis dari pembuatan es krim yang masih diproduksi manual. Menurut Yuniati, dkk. (2017: 84), mesin es krim elektrik untuk home industry sangat bermanfaat untuk pembuat es krim home industry yang menjadikan pekerjaan ini sebagai mata pencaharian keluarga supaya proses yang manual dan lama menjadi lebih singkat. Proses pembuatan es krim sekitar  $\pm 12$  Kg adonan membutuhkan waktu selama  $\pm 3$  jam tanpa henti untuk memutar tangki tersebut. Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Suwahyo dan Khumaedi (2016: 48), mesin es krim juga bisa meningkatkan produktivitas dan kualitas es krim. Lama pemutaran es krim setiap tabung secara manual memerlukan waktu 1,5 sampai 2 jam dan setiap pekerja dapat memutar 2 tabung sekaligus. Apabila sehari mendapatkan pesanan 12 tabung, dengan dua pekerja membutuhkan waktu 5 jam dan proses pembuatan ini sangat tidak efisien. Es krim yang dijual dalam waktu serentak membutuhkan tenaga kerja yang banyak untuk memutar tabung tersebut sehingga menghasilkan es krim dalam jumlah banyak. Aspek kebersihan atau higienitas makanan dengan pembuatan manual juga kurang terjamin dan pegawai cepat lelah/ capai.

Survey lapangan dan studi pustaka ini terkait dengan es krim yang terbuat dari campuran bahan-bahan berbentuk zat cair yang memiliki titik beku dibawah nol. Pengukuran suhu adonan ini dilakukan dengan memasukan termocople ke dalam tabung adonan agar proses pembuatan es krim tidak perlu lagi membuka tutup tabung adonan selama beberapa waktu. Alat pengontrol suhu diperlukan untuk mengukur berapa suhu yang harus dicapai oleh tabung untuk memastikan bahwa adonan yang ada didalam sudah menjadi es dan siap untuk dikonsumsi. Pengujian berapa suhu juga harus dilakukan sebagai salah satu standard suhu dalam pembuatan es krim dengan mesin ini. Menurut Aziz, dkk. (2017: 33), sistem kontrol otomatis adalah sistem kontrol dengan menggunakan peralatan umpan balik untuk membandingkan dengan masukan acuan, dengan perubahan konstanta tersebut seiring berjalannya waktu

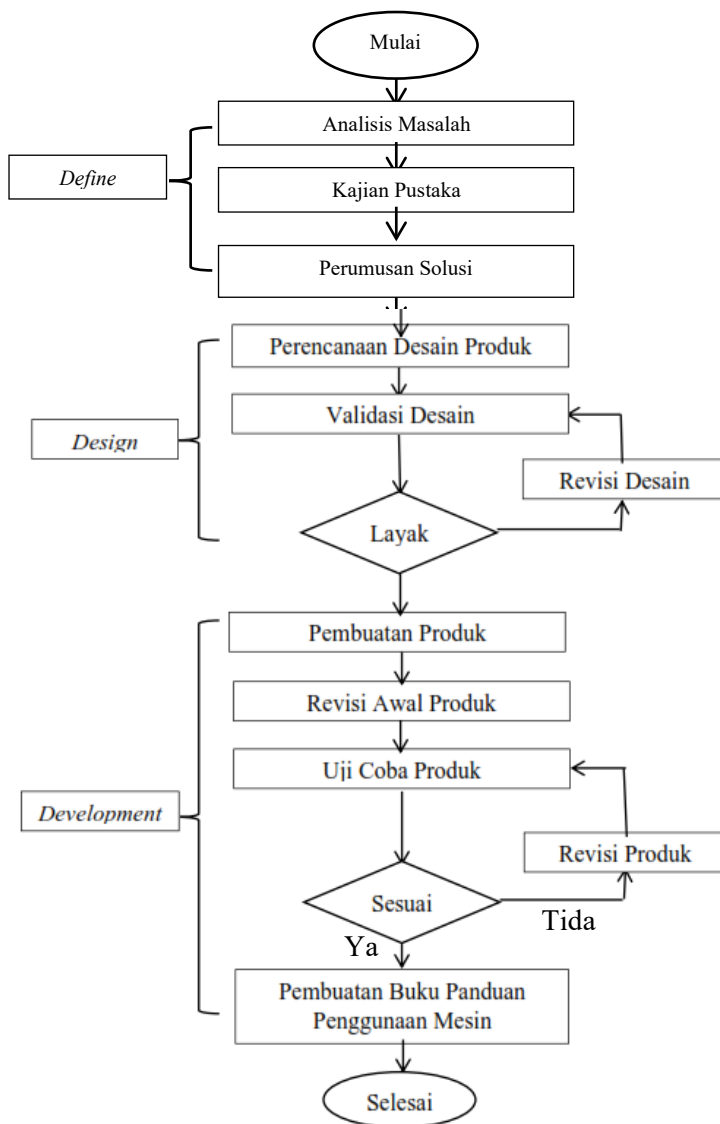
sistem akan bisa stabil sesuai dengan masukan acuan yang diinginkan. Sistem kontrol harus direkayasa untuk mendapatkan kondisi sistem yang stabil, ketika masih ada gangguan yang mempengaruhi sistem tersebut sistem tidak dapat terpengaruh dan hanya terjadi lonjakan sesaat tetapi sistem tidak akan beresilasi dengan amplitudo yang besar.

Pada pembuatan es krim diperlukan alat untuk membuat adonan menjadi homogen. Setelah adonan homogen, dilakukan proses pendinginan pada temperature dibawah  $5^{\circ}\text{C}$  (Harper and Hall, 1976), kemudian adonan dibekukan hingga mengeras di dalam freezer sampai temperature  $-5^{\circ}\text{C}$  sampai  $-7^{\circ}\text{C}$  (Desrosier, 1998). Pada pembuatan adonan dan penurunan temperature dibawah  $5^{\circ}\text{C}$  ini, diperlukan alat untuk pembuatannya agar lebih mudah.

Permasalahan yang ada sebelumnya dijadikan sebagai landasan mengapa perlu merancang dan membuat mesin es krim yang efektif, efisien, dan ergonomis dengan alat pengontrol suhu. Berdasarkan uraian sebelumnya, maka akan dilakukan penelitian yang berjudul Perancangan Mesin Es Krim dengan Kontrol Suhu.

## **METODE**

Penelitian yang akan dilakukan memerlukan acuan dalam pengembangan mesin es krim. Acuan dalam pengembangan produk disebut sebagai model pengembangan. Metode yang digunakan penulis adalah menggunakan metode Research and Development 4D yang dimodifikasi. Model pengembangan dari Thiagarajan yaitu metode 4D yang merupakan singkatan dari Define, Design, Development, dan Dissemination (Sugiyono, 2015: 28). Namun pada penelitian ini hanya dibatasi sampai tahap pengembangan (development) dan tidak sampai tahap penyebaran (dissemination) karena keterbatasan biaya dan waktu penelitian.



**Gambar 1. Diagram Prosedur Pengembangan**

Berdasarkan diagram alir prosedur pengembangan atau R & D, berikut ini adalah tahapannya:

Tahap pertama adalah penentuan (define) dari masalah, kajian pustaka, dan perumusan solusi. Analisis masalah terkait dengan mesin es krim dan pembuatan es krim diperoleh berdasarkan studi pustaka dan survey lapangan. Setelah masalah selesai dianalisis dilakukan kajian Pustaka terkait dengan masalah tersebut dan beberapa solusi yang memungkinkan dipakai. Akhirnya perumusan solusi dapat dilakukan.

Tahapan berikutnya adalah perancangan (design). Perancangan yang dilakukan dimulai dari perencanaan desain produk dan validasi desain dari ahli perancangan. Jika desain yang dibuat layak maka akan lanjut ke tahapan berikutnya, dan jika perlu revisi desain maka dilakukan revisi desain terlebih dahulu.

Tahap terakhir adalah tahap pengembangan (development) yang dimulai dari pembuatan produk, apabila terdapat kesalahan dalam pembuatan produk maka otomatis langsung dilakukan revisi awal produk. Ketika produk sudah jadi maka dilakukan uji coba dari produk. Apabila dalam uji coba produk tidak sesuai dengan tahap perancangan (design) maka dilakukan revisi. Setelah produk sesuai Langkah selanjutnya adalah pembuatan buku panduan penggunaan mesin.

Pembuatan produk menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

#### Alat

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1. Mesin las SMAW | 11. Kunci pas |
| 2. Mesin bubut    | 12. Gergaji   |
| 3. Mesin las GTAW | 13. Kikir     |
| 4. Gerinda tangan | 14. Palu      |
| 5. Gerinda duduk  |               |
| 6. Bor tangan     |               |
| 7. Bor duduk      |               |
| 8. Mata bor       |               |
| 9. Meteran        |               |
| 10. Jangka sorong |               |

#### Bahan

1. Motor listrik ½ PK
2. Pulley diameter 50 mm dan 300 mm
3. Sabuk/Belt
4. Bearing diameter inside 50 mm
5. Bearing duduk diameter inside 20 mm
6. Mur dan baut
7. Ring
8. Besi pipa hitam diameter 90 mm x 5 mm
9. Besi pipa hitam diameter 75 mm x 3 mm
10. Besi pipa hitam diameter 50 mm x 5 mm
11. Plat stainless steel tebal 2 mm
12. Besi poros diameter 17 mm
13. Poros stainless steel diameter 20 mm
14. Besi beton ulir diameter 10 mm
15. Besi kanal U 100 mm x 50 mm x 5 mm
16. Pengaduk
17. Tabung adonan
18. Tabung es batu
19. Cat
20. Minyak cat
21. Amplas

Pada penelitian ini perlu variabel dalam melakukan uji coba produk. Variabel tersebut adalah variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.

#### Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain disebut juga independen variabel. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengaturan kontrol suhu yaitu suhu 0°C, -1°C, dan -2°C untuk

pencampuran adonan dan penurunan suhu sampai dibawah 5°C seperti yang disampaikan Harper and Hall (1976). Kemudian pembekuan lanjutan dilakukan di dalam freezer seperti yang disampaikan Desrosier (1998).

#### Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel akibat atau variabel yang dibentuk oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kualitas es krim dan waktu pembuatan es krim. Kualitas es krim yaitu kekerasan es krim, pencampuran adonan es krim, dan keenakan rasa es krim.

#### Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

1. Rpm motor direduksi menjadi 280 rpm.
2. Pengaduk yang digunakan memiliki sudu berjumlah 10 dengan pengerik di sisi samping.
3. Perbandingan es dengan garam adalah 10 kg : 4 kg.
4. Pembuatan adonan es krim sebanyak 11 liter menggunakan es batu berjumlah 20 bungkus untuk 1 kali pembuatan. Rasa es krim yang digunakan adalah stroberi.
5. Desain mesin memiliki kaki berbentuk H dengan tambahan penguat agar menarik dan kuat. Desain ini juga memudahkan pengguna agar tidak menaikkan dan menurunkan tabung es beserta tabung adonan. Peletakan tabung adonan dan tabung es dengan menggeser tabungnya membuat pengguna lebih nyaman.

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu lembar observasi. Lembar observasi pada penelitian ini berupa tabel observasi yang ada pada efektivitas dan efisien dari mesin yang lama dibandingkan dengan mesin yang baru. Lembar observasi ini diperoleh dari angket yang sudah diberikan kepada 25 orang yang telah mencoba es krim yang dibuat dari mesin

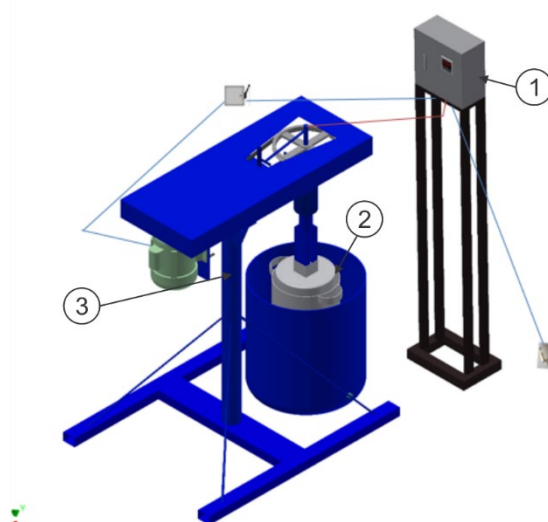
sebelumnya dan mesin yang baru. Kualitas es krim yang dinilai adalah kekerasan es krim, pencampuran adonan, dan keenakan rasa. Penulis tidak meneliti lebih detail tentang kualitas es krimnya, tetapi sebatas kinerja dari mesin dalam membuat es krim. Penilaian kualitas tidak ada indikator khusus hanya berdasar kepada selera masing-masing responden.

Responden berjumlah 25 orang berasal dari teman kelas penulis dan teman kos dari penulis karena keterbatasan penulis sebagai mahasiswa. Tingkat kesukaan dibagi menjadi tiga nilai yaitu kurang suka(KS), Cukup Suka(CS), dan Sangat Suka(SS). Keergonomisan dari mesin diperoleh dari angket uji ergonomis yang diberikan kepada dua pekerja yang menggunakan mesin es krim lama dan mesin es krim baru. Keergonomisan mesin juga diperoleh dari analisis dokumentasi.

Analisis menggunakan statistik deskriptif untuk mendeskripsikan atau menggambarkan data. Teknik analisis data desain dan konstruksi mesin yang digunakan adalah perhitungan perancangan, penentuan material, desain mesin, spesifikasi mesin, dan validasi desain. Khusus validasi desain digunakan angket uji kelayakan. Angket uji kelayakan yang digunakan dianalisis dengan teknik analisis statistik deskriptif. Teknik analisis data statistik deskriptif merupakan teknik analisis dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul disajikan dengan menggunakan tabel (Sugiyono, 2015: 254-255).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain Mesin



Gambar 2. Rangkaian Mesin Es Krim Dengan Kontrol Suhu

### Keefektifan dan Efisiensi Mesin

Keefektifan mesin dapat dianalisis berdasarkan lembar observasi pengujian mesin sebelumnya dan mesin yang terbaru. Lembar observasi uji keefektifan mesin yang lama didapatkan berdasarkan survey dan dokumentasi hasil es krim dari mesin yang lama yang terdapat pada hasil pengembangan akhir. Keefektifan mesin lama diperoleh dari 25 responden, ringkasannya seperti tabel berikut ini:

Tabel 1. Perhitungan Lembar Observasi Uji Keefektifan Dan Efisiensi Mesin Sebelumnya

No. Pengujian Ke-	Waktu (menit)	Kekerasan es krim			Pencampuran adonan			Keenakan Rasa		
		KS	CS	SS	KS	CS	SS	KS	CS	SS
1	1	15	19	6	25			5	20	
2	2	20		8	17	5	20	3		22

Perhitungan jumlah angket sebelumnya akan dimasukkan ke dalam lembar observasi pengujian mesin yang sebelumnya. Berdasarkan angket sebelumnya maka lembar observasi pengujian mesin sebelumnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Lembar Observasi Uji Keefektifan Dan Efisiensi Mesin Sebelumnya.

No.	Pengujian Ke-	Waktu (menit)	Kekerasan es krim			Pencampuran adonan			Keenakan Rasa		
			KS	CS	SS	KS	CS	SS	KS	CS	SS
1	1	15	√			√					√
2	2	20			√			√			√

Keefektifan mesin yang baru juga diperoleh dari 25 responden, ringkasannya seperti tabel berikut ini:

**Tabel 3.** Perhitungan lembar observasi mesin yang baru

No	Setting Suhu	Waktu (menit)	Tingkat Kesukaan								
			KEKERASAN ES KRIM			PENCAMPURAN ADONAN			KEENAKAN RASA		
			KS	CS	SS	KS	CS	SS	KS	CS	SS
1	0°C	14	25			25			25		
2	-1°C	16	4	19	2	7	18	7	18		
3	-2°C	18	7	18		2	23	4	21		

Perhitungan jumlah angket sebelumnya akan dimasukkan ke dalam lembar observasi pengujian mesin yang baru. Berdasarkan angket sebelumnya maka lembar observasi pengujian mesin baru adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.** Lembar Observasi Uji Keefektifan Dan Efisiensi Mesin .

No	Setting Suhu	Waktu (menit)	Tingkat Kesukaan								
			KEKERASAN ES KRIM			PENCAMPURAN ADONAN			KEENAKAN RASA		
			KS	CS	SS	KS	CS	SS	KS	CS	SS
1	0°C	14	√			√			√		
2	-1°C	16		√				√			√
3	-2°C	18			√			√			√

Hasil dari pengujian mesin yang tercatat pada lembar observasi adalah mesin yang baru dapat membuat adonan es krim dengan suhu 0°C, -1°C ,dan -2°C, sedangkan mesin yang lama hanya berpatokan pengujian pertama yaitu waktu 15 menit dan pengujian kedua 20 menit untuk membuat es krim.

Mesin yang baru lebih efektif dari mesin lama karena mampu mengukur suhu dari adonan dan dapat mensetting mesin agar mati pada suhu yang ditentukan, sedangkan mesin yang lama harus mengecek adonan didalam tabung ketika waktu yang sudah ditentukan tadi sehingga hasilnya kurang pasti jadi atau tidak. Mesin ini juga lebih efektif karena tidak ada daya yang terbuang jika suhu yang diinginkan sudah tercapai. Mesin yang lama perlu dua orang pekerja untuk mengangkat dan menurunkan tabung adonan beserta tabung es,

sedangkan mesin yang baru bisa membuat es krim dengan satu orang pekerja.

Uji efisiensi mesin dianalisis berdasarkan tabel uji efisiensi mesin sebelumnya dan mesin yang terbaru. Uji efisiensi dibagi menjadi tiga hal yaitu berdasarkan waktu, kapasitas, dan biaya. Uji efisiensi yang dilakukan dengan perhitungan data-data yang sudah diketahui hasilnya. Berikut ini adalah rumus perhitungannya:

1. Waktu

$$Ef_1 = \frac{(x_1 - y_1)}{x_1} \times 100\%$$

$$Ef_1 = \frac{(20 \text{ menit} - 18 \text{ menit})}{20 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$Ef_1 = \frac{2 \text{ menit}}{20 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$Ef_1 = 10\%$$

Jadi, efisiensi mesin dari segi waktu mencapai 10%.

2. Kapasitas

$$Ef_2 = \frac{Kp_2 - Kp_1}{Kp_1} \times 100\%$$

$$Ef_2 = \frac{(Va_2 \times \frac{60 \text{ menit}}{y_1}) - (Va_1 \times \frac{60 \text{ menit}}{x_1})}{(Va_1 \times \frac{60 \text{ menit}}{x_1})} \times 100\%$$

$$Ef_2 = \frac{Kp_2 - Kp_1}{Kp_1} \times 100\%$$

$$Ef_2 = \frac{(Va_2 \times \frac{60 \text{ menit}}{y_1}) - (Va_1 \times \frac{60 \text{ menit}}{x_1})}{(Va_1 \times \frac{60 \text{ menit}}{x_1})} \times 100\%$$

$$Ef_2 = \frac{36,67 \text{ liter} - 30 \text{ liter}}{30 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$Ef_2 = \frac{6,67 \text{ liter}}{30 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$Ef_2 = 22,23\%$$

Jadi, efisiensi dari segi kapasitas mencapai 22,23%

3. Biaya

$$W_u = P \times t$$

Setelah mendapatkan W maka biaya dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Biaya listrik} = W_u \times \text{tarif pln per kWh}$$

$$Ef_3 =$$

$$\frac{\text{Biaya listrik mesin lama} - \text{Biaya listrik mesin baru}}{\text{Biaya listrik mesin lama}}$$

$$\times 100\%$$

4. Mesin Lama

$$W_u = (372,85 \text{ Watt}) \times 20 \text{ menit}$$

$$W_u = 7457 \text{ Wattmenit}$$

$$W_u = 0,124 \text{ kWh}$$

$$\text{Biaya listrik mesin lama} = 0,124 \times \text{Rp } 1444,7$$

$$\text{Biaya listrik mesin lama} = \text{Rp } 179,143$$

#### 5. Mesin Baru

$$W_u = (372,85 \text{ Watt}) \times 18 \text{ menit}$$

$$W_u = 6711,3 \text{ Wattmenit}$$

$$W_u = 0,112 \text{ kWh}$$

$$\text{Biaya listrik mesin baru} = 0,112 \times \text{Rp } 1444,7$$

$$\text{Biaya listrik mesin baru} = \text{Rp } 161,806$$

$$E_{f_3} =$$

$$\frac{\text{Biaya listrik mesin lama} - \text{Biaya listrik mesin baru}}{\text{Biaya listrik mesin lama}}$$

$$\times 100\%$$

$$E_{f_3} = \frac{\text{Rp } 179,143 - \text{Rp } 161,806}{\text{Rp } 179,143} \times 100\%$$

$$E_{f_3} = \frac{\text{Rp } 17,337}{\text{Rp } 179,143} \times 100\%$$

$$E_{f_3} = 10\%$$

Jadi, mesin yang baru lebih hemat biaya listrik yaitu Rp **Rp 17,337** dan efisiensi biayanya mencapai 10%.

#### 6. Keergonomisan



Mesin Baru

Gambar 3. Uji Ergonomis Oleh Pengguna Mesin

Mesin yang lama ketika mengangkat adonan dan tabung es otomatis otot pinggang, otot punggung, dan otot lengan juga harus bekerja lebih berat sehingga kurang aman,

cukup susah, dan kurang nyaman. Kenyamanan dan kemudahan dalam membuat es krim kurang karena harus membuka dan menutup tutup tabung adonan. Pada saat memasukkan poros tabung adonan pada bantalan di tabung es juga kurang nyaman karena lebih kecil dan susah pada proses pembuatan. Mesin yang baru lebih aman, mudah, dan nyaman karena hanya perlu mendorong atau menarik tabung adonan dan tabung es sehingga lebih ringan. Pada pembuatannya pun bisa dilakukan oleh satu orang sebab tidak perlu mengangkat dan menurunkan tabung adonan dan tabung es. Mesin yang baru hanya perlu memasukkan tabung adonan ke dudukan tabung adonan setelah dudukan tabung di setting sehingga lebih nyaman dan lebih mudah. Keamanan tabung adonan juga lebih baik dari sebelumnya karena tidak terjadi gesekan antara tabung adonan dengan dudukan tabung adonan.



Tabel 4.1 Lembar observasi uji ergonomis mesin

No	Aspek Penilaian	TS	S
<b>Kenyamanan</b>			
1	Lebih nyaman memasukkan tabung adonan ke dudukan tabung adonan daripada memasukkan tabung adonan dengan cantolan kecil ke lubang kecil	1	
2	Lebih nyaman memasukkan tabung es yang berisi tabung adonan dengan menggeser daripada mengangkat tabung es yang berisi tabung adonan	1	
3	Ketinggian mesin pas sehingga nyaman dalam mensetting sudu	1	
4	Lebih nyaman menggunakan mesin es krim dengan kontrol suhu daripada mesin tanpa kontrol suhu karena harus mengawasi adonan dalam tabung adonan	1	
<b>Kemudahan</b>			
5	Lebih mudah memasukkan tabung adonan ke dudukan tabung adonan daripada memasukkan tabung adonan dengan cantolan kecil ke lubang kecil	1	
6	Lebih mudah memasukkan tabung es yang berisi tabung adonan dengan menggeser daripada mengangkat tabung es yang berisi tabung adonan	1	
7	Ketinggian mesin pas sehingga mudah dalam mensetting sudu	1	
8	Lebih mudah menggunakan mesin es krim dengan kontrol suhu daripada mesin tanpa kontrol suhu karena harus membuka dan menutup tabung adonan untuk memastikan es krim sudah jadi atau belum	1	
<b>Keamanan</b>			
9	Keamanan kontrol suhu dari getaran dengan memisahkan rumah kontrol suhu	1	
10	Keamanan putaran <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i> menggunakan kap atas/ penutup	1	
Skor(n)		10	
Presentasi $\frac{n}{10} \times 100\%$		100%	

No	Aspek Penilaian	TS	S
<b>Kenyamanan</b>			
1	Lebih nyaman memasukkan tabung adonan ke dudukan tabung adonan daripada memasukkan tabung adonan dengan cantolan kecil ke lubang kecil	1	
2	Lebih nyaman memasukkan tabung es yang berisi tabung adonan dengan menggeser daripada mengangkat tabung es yang berisi tabung adonan	1	
3	Ketinggian mesin pas sehingga nyaman dalam mensetting sudu	1	
4	Lebih nyaman menggunakan mesin es krim dengan kontrol suhu daripada mesin tanpa kontrol suhu karena harus mengawasi adonan dalam tabung adonan	1	
<b>Kemudahan</b>			
5	Lebih mudah memasukkan tabung adonan ke dudukan tabung adonan daripada memasukkan tabung adonan dengan cantolan kecil ke lubang kecil	1	
6	Lebih mudah memasukkan tabung es yang berisi tabung adonan dengan menggeser daripada mengangkat tabung es yang berisi tabung adonan	1	
7	Ketinggian mesin pas sehingga mudah dalam mensetting sudu	1	
8	Lebih mudah menggunakan mesin es krim dengan kontrol suhu daripada mesin tanpa kontrol suhu karena harus membuka dan menutup tabung adonan untuk memastikan es krim sudah jadi atau belum	1	
<b>Keamanan</b>			
9	Keamanan kontrol suhu dari getaran dengan memisahkan rumah kontrol suhu	1	
10	Keamanan putaran <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i> menggunakan kap atas/ penutup	1	
Skor(n)		10	
Presentasi $\frac{n}{10} \times 100\%$		100%	

Berdasarkan angket yang sudah dinilai oleh dua pekerja dari UMKM es puter pancasona maka dapat dihitung presentasi dari skor. Berikut ini adalah perhitungannya:

1. Bapak Satya →  $n_1 = 10$
2. Bapak Afif →  $n_1 = 10$

Skor max pada angket validasi adalah 10.

$$\text{Persentase} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{n_1+n_2}{10 \times 2} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{10+10}{10 \times 2} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{20}{20} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 100\%$$

Berdasarkan perhitungan presentase maka dapat disimpulkan keergonomisan dari mesin es krim dengan kontrol suhu sangat layak yaitu mencapai 100%. Dengan demikian, mesin yang baru lebih ergonomis dibandingkan mesin sebelumnya.

Pengembangan dari mesin es krim pada perancangan adalah yang awalnya tidak bisa mengontrol berapa suhu yang diperlukan dari adonan dikembangkan sehingga bisa mengontrol berapa suhu yang diperlukan dari adonan, ditambah dengan mematikan mesin jika suhu yang diinginkan tercapai. Bentuk kaki dari mesin diubah menjadi bentuk huruf H ditambah dengan penguat agar memudahkan dalam proses penataan tabung adonan dan tabung es sekaligus memperkuat rangka dari mesin. Mesin sebelumnya menggunakan konsep poros penahan yang dilas dengan tabung adonan sekarang diubah dengan dudukan adonan untuk menghindari gesekan tabung adonan dengan kayu penahan poros. Sudu yang digunakan diubah agar bisa menggantung tetapi bisa dilepas. Penggunaan konsep penahan es diterapkan pada mesin es krim yang terbaru agar tidak perlu menata lagi es, tinggal mengganti tabung adonan nantinya.

Selain mesin yang berada dirumah bapak paiman ada juga mesin yang umum digunakan dan terbaru tetapi tidak menggunakan kontrol suhu dalam rancangan mesinnya. Berikut ini adalah gambarnya:



Gambar 4. Mesin Sebelumnya Di Rumah Bapak Paiman  
Sumber: <http://images.app.goo.gl/2Z9JwASU89syLLh4A>



Gambar 5. Mesin Sebelumnya di Tokopedia  
Sumber: <http://tokopedia.link/nJEYss5r8cb>



Gambar 6. Mesin Sebelumnya di google  
Sumber: <http://images.app.goo.gl/7FrpAtpiep7z1ka67>



Gambar 7. Mesin Sebelumnya dari soloinnovation  
Sumber: <http://images.app.goo.gl/jmCyMzWuK4HAQaF8>



Gambar 8. Mesin Hasil Pengembangan

Pembahasan produk akhir disetelah melakukan studi pustaka dan studi lapangan terkait dengan mesin es krim di UMKM es puter pancasona. Penelitian milik Suwahyo dan Khumaedi (2016: 50-53) dijadikan sebagai pedoman utama untuk melakukan pengujian mesin. Setelah mesin jadi maka bahan adonan dan langkah-langkah pembuatan mesin harus dilakukan secara prosedural.

Berikut ini adalah bahan dari adonan:

1. Tepung hongkwe 1 ons (Rp 2.000)
2. Telor ayam 6 butir (diambil kuningnya saja)
3. Susu kental manis (carnation) = 3 kaleng
4. Kelapa 8 butir (diambil santannya)
5. Gula pasir 3 kg
6. Perasa (kelapa muda, coklat, strawberry, dll)
7. Kelapa muda (diambil dagingnya)
8. Buah (durian, mangga, dll sesuai selera)
9. Air minum (untuk membuat santan dan adonan).
10. Vanilli

Bahan kelengkapan mesin pemutar:

1. Garam grosok 3 kg
2. Es balok 1/3 balok

Kemudian siapkan mesin dan ikuti panduan penggunaan yang ada di lampiran.

Catatan:

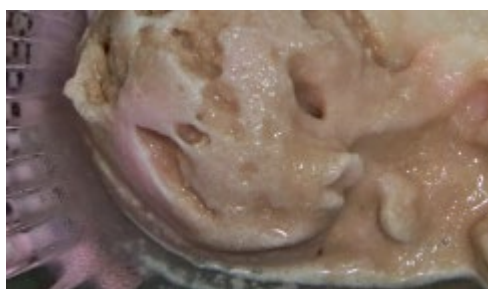
1. Dalam setiap proses memerlukan es balok 1/3 balok (1 balok berat 50 kg harga Rp 20.000 untuk 3 proses).

2. Balok es dicampur dengan garam sebanyak 3 kg (Harga garam grosok Rp 500,- sd 1.000,-).
3. Dalam 1 tabung (15 liter) memerlukan biaya Rp 160.000,-. Transport dll Rp 40.000,-. Harga jual Rp 250.000,-. Laba bersih Rp 50.000,- per tabung.
4. Apabila konsumen menghendaki kualitas yang lebih baik, dengan menambah bahan, misalnya telur menjadi 10 butir, susu menjadi 5 kaleng, ditambah buah asli, dll. Harga menjadi lebih tinggi sekitar 350.000,-/tabung.

Berikut ini dokumentasi terhadap hasil dari pembuatan es krim dengan mesin yang lama ada dibawah ini:



Gambar 9. Pengujian mesin lama selama 15 menit



Gambar 10. Pengujian mesin lama selama 20 menit

Dibawah ini merupakan dokumentasi dari es krim hasil pengujian dari mesin es krim yang terbaru:



Gambar 11. Pengujian mesin baru selama 14 menit



Gambar 12. Pengujian mesin baru selama 16 menit



Gambar 13. Pengujian mesin baru selama 18 menit

Berdasarkan dokumentasi dari gambar 11 dan gambar 9 diketahui bahwa hasil dari pembuatan selama 14 menit dengan setting kontrol suhu  $0^{\circ}\text{C}$  menghasilkan adonan yang halus dan setara dengan hasil dari pembuatan es menggunakan mesin lama yaitu selama 15 menit. Berdasarkan gambar 13 dengan gambar 10 dapat diketahui bahwa hasil dari pembuatan es krim selama 18 menit dengan kontrol suhu  $-2^{\circ}\text{C}$  pada mesin baru, hasilnya sama dengan menggunakan mesin yang lama selama 20

menit. Analisis ini diperkuat dengan angket uji kualitas es krim dan lembar observasi pengujian mesin yang baru.

## SIMPULAN

Mesin Es Krim dengan Kontrol Suhu yang dirancang berhasil dibuat. Spesifikasi dan kinerjanya adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi
  - a. Penggunaan Daya: 0,5 HP (372,85 Watt)
  - b. Tegangan: 220 Volt
  - c. Volume tabung: 18,9 liter (Direkomendasikan diisi maksimal 15 liter adonan)
  - d. Bahan Tabung: SS 304 food great
  - e. Dimensi mesin: 1000 x 770 x 1215 mm
  - f. Kecepatan Putaran: 280 rpm
  - g. Kontrol suhu: Mengukur suhu dan mematikan mesin secara otomatis ketika suhu tercapai disarankan setting ke  $-2^{\circ}\text{C}$
  - h. Dudukan tabung: Bahan SS 304 untuk menopang tabung adonan ketika berputar dan mencegah gesekan dengan tabung
  - i. Kaki mesin : Berbentuk huruf H memudahkan untuk memasukan tabung es dan memasang tabung adonan ke mesin
  - j. Penahan Es : Bahan SS304 untuk menahan Es agar tidak runtuh
  - k. Waktu produksi : 18 menit
  - l. Perbandingan Es dengan garam: 10 kg : 4 kg
  - m. Sudu : Bisa disetting menggantung bahan SS304.
2. Kinerja Mesin
  - a. Keefektifan mesin es krim dengan kontrol suhu lebih baik dibandingkan mesin sebelumnya karena mampu mengukur suhu dari adonan dan dapat mensetting mesin agar mati pada suhu yang ditentukan.
  - b. Efisiensi waktu mencapai 10% karena waktu pembuatan hanya 18 menit sedangkan mesin sebelumnya 20 menit. Efisiensi kapasitas mencapai 22,23% karena kapasitas pembuatan lebih satu

liter dibandingkan mesin sebelumnya. Efisiensi mesin biaya mencapai 10% dan lebih hemat biaya listrik Rp Rp 17,337 karena daya lebih kecil dari mesin sebelumnya.

- c. Keergonomisan mesin baru sangat layak dan lebih baik dari sebelumnya dapat dilihat dari angket dan analisis gambar penggunaan mesin.

## DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. 1996. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Edisi Revisi*. Jakarta: Rineka Cipta
- Aziz, R., Afkar, M. T., Sunanto, dan Karsid. 2017. Sistem Kontrol Suhu Penyimpan Buah-Sayur Pada Mesin Pendingin Termoelektrik. *Teknologi Terapan*, 3(2): 32–36
- BSN. Badan Standarisasi Nasional. *SNI (Standar Nasional Indonesia) No. 01-3713-1995. Es Krim*. Jakarta. 2–7
- Desrosier, N.W. 1998. *Teknologi Pengawetan Pangan. Edisi III*. Penerjemah Muchji Mulyohardjo. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Harper, W. J. and C. W. Hall. 1976. *Dairy Technology and Engineering*. The AVI Publishing Co. Inc. Westport. Connecticut
- <http://images.app.goo.gl/2Z9JwASU89syLLh4>  
A. mesin es krim sebelumnya di rumah bapak paiman. Diakses pada 20 januari 2020
- <http://images.app.goo.gl/7FrpAtpiep7z1ka67>  
Mesin Sebelumnya di google. Diakses pada 20 januari 2020
- <http://images.app.goo.gl/jmCvMzWuK4HAQaF8>  
Mesin Sebelumnya dari soloinovation. Diakses pada 20 januari 2020
- <http://tokopedia.link/nJEYss5r8cb>  
Mesin es krim ditokopedia. Diakses pada 20 januari 2020
- Khurmi, R. S., dan Gupta, J. K. 2005. *A TEXTBOOK OF Machine Design (S.I. UNITS)*. EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD

- Muslim, M. 2017. Redesain Mesin Pemutar Dan Revitalisasi Manajerial Pengusaha Es krim Di Medan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 23(3): 366-371
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian & pengembangan Research and Development. Cetakan Ke-11*. Bandung: Alfabeta
- Sularso, dan Suga, K. 2004. *Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin Cetakan Ke-11*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Sunyoto. 2018. *Alat Pemasak Bandeng Duri Lunak Dengan Kontrol Suhu Dan Waktu*. Patent No. IDP000058557
- Suwahyo dan Khumaedi, M. 2016. Penerapan Mesin Pemutar Untuk Meningkatkan Produktivitas Dan Kualitas Es Puter. *Rekayasa*, 14(1): 47–54
- Widiyatmoko. 2015. Perancangan, Perakitan, dan Pengujian Peforma Mesin Pembuat Es krim Manual Kapasitas 5 Liter. *Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara Politeknik Sekayu(PETRA)* 1(1): 55-72
- Yuniati, Y., Purwiyanti, S., dan Martin, Y. 2017. Mesin Pembuat Es krim Elektrik untuk Home Industry di Wilayah Rajabasa Bandar Lampung. *Proceeding of Community Development*. Universitas Lampung. 82-88