

DISAIN ALAT PEMBUAT ES KRIM DENGAN PENGADUK DAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK 0,25 HP

Agustian Parlindungan Hutaeruk, Vicky Yosia Butarbutar, Azhari Alvin Darmawan, Jandri Fan HT. Saragi*

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

*Email: jandrifan@gmail.com.

ABSTRAK

Permasalahan pokok yang dihadapi dalam pembuatan es krim adalah bagaimana memproduksi es secara efisien dan efektif. Maka untuk mengatasi masalah tersebut perlu dibuat alat pembuat es krim secara mekanik dan semi otomatis. Keberadaan usaha es krim sangat berarti terhadap lingkungannya, karena dapat melibatkan para masyarakat setempat maupun pencari kerja dari daerah sekitar. Menurut pimpinan usaha ini, untuk mengatasi masalah pengangguran, kapasitas masih dapat ditingkatkan menjadi 20 orang produksi/pemasar, bila teknologi produksinya dapat disempurnakan lewat penerapan teknologi tepat guna. Tujuan dari penelitian ini adalah Tujuan kegiatan ini adalah untuk mewujudkan alat pembuat es krim yang mempunyai sistem sederhana, murah, mudah dioperasikan dan dipelihara, serta dapat meningkatkan penggunaan alat mesin tersebut dan memotivasi pengusaha es krim untuk mengoptimalkan penggunaan alat tersebut. Pada penelitian ini dilakukan tiga kali percobaan dengan menguji total waktu yang digunakan untuk menghasilkan adonan pembekuan es krim yang baik. Hasil penelitian ini menunjukkan kapasitas sebanyak 10 liter diperlukan waktu antara 1,5 sampai 2 jam hingga membentuk es krim yang sudah beku dengan dilakukan pengadukan secara berkala.

Keywords: es krim, pengaduk, motor listrik

PENDAHULUAN

Produk es krim merupakan salah satu kebutuhan yang digemari masyarakat pedesaan dan kalangan anak-anak hingga orang tua. Umumnya pengusaha kecil dalam kegiatan produk es krimnya masih tradisional. Es krim mempunyai struktur berupa busa yaitu gas yang terdispersi dalam cairan, yang diawetkan dengan pendinginan sampai suhu beku. Es krim tampak sebagai wujud yang padu, tetapi bila dilihat dengan menggunakan mikroskop akan tampak empat komponen penyusun yaitu padatan globula lemak susu, udara yang ukurannya tidak lebih dari 0,1 mm, kristal-kristal kecil es, dan air yang melarutkan gula, garam dan protein susu [1].

Es krim dapat dibedakan berdasarkan komponen dan kandungannya. Komponen terpenting dari es krim adalah lemak susu dan susu skim. Di Inggris, pemerintah menetapkan standar tersendiri untuk produk es krim yaitu harus mengandung 2,5 persen lemak susu dan 7,5 persen susu skim (padatan susu non lemak) [2]. Dan jika dicampur dengan buah maka kandungan lemak susu 5 persen atau 7,5 persen, kandungan susu skim 7,5 persen atau 2,0 persen [3]. Sedangkan Standar Nasional Indonesia (1995) menetapkan komposisi es krim yang memenuhi syarat mutu es krim adalah lemak minimum 5 persen, gula dihitung sebagai sakarosa minimum 8 persen, protein minimum 2,7 persen dan jumlahan padatan minimum 3,4 persen [4].

Pembuatan es krim umumnya masih banyak yang menggunakan cara konvensional sehingga cepat merasa lelah. Selanjutnya istilah es krim digunakan untuk mengganti penyebutan es puter [5]. 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 [6].

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.

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, 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 ± 12 Kg adonan membutuhkan waktu selama ± 3 jam tanpa henti untuk memutar tangki tersebut [1]. Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Suwahyo dan Khumaedi, mesin es krim juga bisa meningkatkan produktivitas dan kualitas es krim [7]. 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 [8]. 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 [9]. 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 [10]. 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.

METODE PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan mesin pembuat es puter Mesin pembuat es puter ini mempunyai 5 komponen utama yang harus dirancang dan dibuat atau dipilih sesuai dengan fungsinya. Komponen – komponen tersebut adalah :

- Rangka Utama berfungsi sebagai rangka dasar dari mesin es puter ini untuk menopang motor listrik, reducer dan komponen – komponen lainnya dibuat dari profil L ukuran 50 x 4 mm.
- Rangka Penutup berfungsi meneruskan putaran dari reducer ke tabung es puter melalui flexible coupling dan transmisi bevel gear dibuat dari profil L ukuran 35 x 3 mm.
- Penutup tabung dan pengaduk berfungsi sebagai tutup tabung es puter yang dilengkapi dengan bevel gear diatasnya untuk meneruskan putaran dan juga pengaduk adonan yg terhubung melalui poros pada bevel gear.

- Pencekam tabung es puter berfungsi untuk mencekam tabung sekaligus sebagai penyeimbang tabung es puter saat berputar dibuat menggunakan strip plat dengan tebal 4 mm.
- Tabung es puter berfungsi sebagai tempat penampung adonan es puter yaitu menggunakan plat stainless steel dengan tebal 0,4 mm.
- Tabung es batu berfungsi untuk menampung es batu dengan campuran garam saat proses pembuatan es puter yaitu menggunakan tong plastik.

1. Spesifikasi Perencanaan.

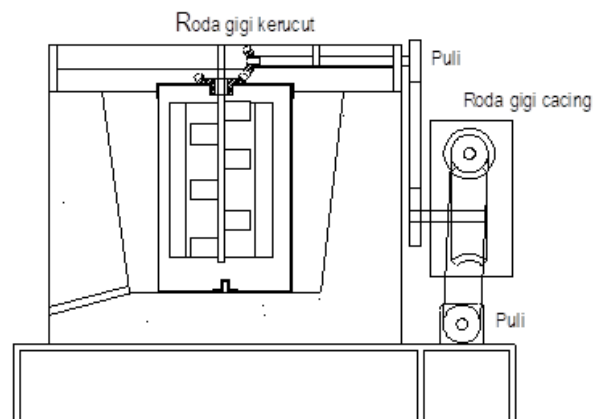
Jenis Fluida : Cairan kental (adonan es krim)
Kapasitas tabung : 4 kg adonan es krim
Sistem transmisi : Puli dan roda gigi

Selanjutnya adalah cara kerja alat pembuat es krim:

- a. Setelah adonan es krim selesai kemudian diletakkan didalam tabung es .
- b. Pada sistem ini alat pembuat es krim dilengkapi dengan motor penggerak sebagai penggerak utama , dimana dalam perencanaan ini motor penggerak yang dipergunakan adalah elektromotor.
- c. Tenaga yang dihasilkan elektromotor ditransmisikan melalui puli dan roda gigi, roda gigi yang dipergunakan disini adalah roda gigi cacing yaitu untuk mentransmisikan putaran pada sumbu poros yang tidak sejajar dan roda gigi kerucut untuk mentransmisikan putaran pada poros horisontal menjadi vertikal.

2. Pengujian mesin puter

Parameter pengujian yang digunakan adalah kapasitas adonan ,massa jenis adonan, temperatur pembekuan, putaran pengaduk. Data-data yang didapatkan dari pengujian ini adalah gaya pengadukan, massa jenis adonan dan waktu sekali proses produksi. Prosedur pengujian menggunakan komposisi adonan yang sudah ditentukan dan dibuat sebelumnya. Data pengujian didapat dengan cara menghidupka mesin pada variasi waktu atau lama saat proses pengadukan. Prosedur pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali untuk satu sampel uji. Dari data pengujian tersebut diatas maka akan diketahui lama proses sekali pembuatan atau produksi es puter dalam satu siklus sampai menghasilkan produk yang paling baik.



Gambar 1. Sistem Transmisi Alat pembuat es krim

Tabel 1. Sfesifikasi data tabung pendingin

Bagian	Bahan	Ukuran
Dinding bagian luar	Drum minyak bekas	Ø 60 cm × 54 cm
Coran	30 kg semen 50 kg Pasir 3 kg Batu kerikil	Tebal coran 10 cm, tinggi coran 50 cm, kemiringan 20°
Dinding bagian dalam	Kayu duren	43 cm × 5 cm × 2 cm (14 batang)
Tempat duduk tabung adonan es krim	Baja St 37	Ø 10 mm × 15 mm



Gambar 2. Tabung pendingin

Tabel 2. Spesifikasi data tabung tempat adonan es krim

Bagian	Bahan	Ukuran
Tabung tempat adonan es krim	Pelat talang (seng)	Ø 22,86 cm × 40 cm
Pemutar tabung (roda gigi gerdang)	S45C	Dk = 85,1548 mm, Z = 16 gigi



Gambar 3. Tabung tempat adonan

Tabel 3. Spesifikasi data rangka dudukan dan transmisi

Bagian	Bahan	Ukuran
Rangka dudukan	Pelat profil L	L 40
Puli	Besi cor	3 inchi (3 buah), 4 inchi (1 buah)
Sabuk	Karet	27 inchi dan 38 inchi
Roda gigi cacing	Bahan ulir cacing dari baja S50C , Roda cacaing FC 19.	Modul 7
Roda gigi gerdang (kerucut)	S45C	Modul 5,08



Gambar 4. Rangka batang dan transmisi

Tabel 4. Spesifikasi data pengaduk

Bagian	Bahan	Ukuran
Poros	St 37	Ø15 mm × 60 cm
Pengaduk	Kayu jati Besi pelat	35 cm × 5 cm × 2 cm 6 cm × 5 cm



Gambar 5. Pengaduk

3. *Analisa Gaya Pada Baling-baling Pengaduk*

Di dalam alat pembuat es krim, bejana tempat adonan es krim ini di putar sedangkan baling-baling pengaduk tetap diam, sehingga kecepatan sudut bejana tempat adonan es krim adalah [11]:

$$\omega = \frac{2.\pi.n.\mu_s}{60} \quad (1)$$

dimana : ω = Kecepatan sudut bejana (rad/s)
 n = Putaran (rpm)
 μ_s = Koefesien gesek statis

Maka untuk tosi (T) (kg.m) adalah :

$$T = F.d_t / 2 \quad (2)$$

Dimana F = Berat adonan es krim (kgf)
 d_t = Diameter bejana tempat adonan (m)

Daya penggerak bejana (P) (Watt) adalah :

$$P = \frac{T.\omega}{102} \quad (3)$$

Karna berbagai macam faktor keamanan dalam perencanaan, sehingga perlu dikalikan dengan faktor koreksi daya (f_c) dan persamaan (3) menjadi :

$$P = \frac{T.\omega}{102} \times f_c \quad (4)$$

Untuk f_c diambil dari daya rata-rata yang diperlukan yaitu 2,0

4. *Daya motor penggerak*

Daya motor penggerak (P_{motor}) dapat dihitung dari daya poros penggerak bejana (P) dibagi dengan efisiensi mekanisme-total (η_m) sebagai berikut [11]:

$$P_{Motor} = \frac{P}{\eta_m} \quad (5)$$

Dimana : P_{motor} = Daya motor penggerak (kW)
 P = Daya poros penggerak bejana (kW)
 η_m = Efisiensi mekanisme-total (efisiensi sistem transmisi)

5. *Poros*

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Jika diketahui bahwa poros yang akan direncanakan tidak mendapat beban lain kecuali torsi, maka perencanaan diameter porosnya adalah sebagai berikut [11]:

$$\tau = \frac{16.T}{\pi.d_s^3} \quad (6)$$

Supaya konstruksi aman maka $\tau_{izin} (\tau_a) \geq \tau_{timbul} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

$$\tau_a \geq \frac{16.T}{\pi.d_s^3}$$

$$d_s \geq \left[\frac{16.T}{\pi.\tau_a} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s \geq \left[\frac{5,1.T}{\tau_a} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

Dimana : d_s = Diameter poros (mm)

T = Torsi (kg.mm)

τ_a = Tegangan izin (kg/mm²)

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak (kW), maka berbagai faktor keamanan bisa diambil, sehingga koreksi pertama bisa diambil kecil. Jika faktor koreksi adalah f_c , maka daya perencana adalah :

$$Pd = f_c.P \quad (8)$$

Dimana Pd = Daya perencana (kW)

Harga f_c dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan

Daya yang Akan Ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

Untuk menghitung Torsi T (kg.mm) dapat dihitung dari daya perencana (kW) sebagai berikut :

$$T = \frac{Pd}{\omega}$$

$$T = \frac{Pd \times 102 \times 60 \times 1000}{2\pi n}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{Pd}{n} \quad (9)$$

Tegangan izin dapat dihitung sebagai berikut :

$$\tau_a = \frac{\tau_B}{sf_1 \times sf_2} \quad (10)$$

Dimana : τ_B = Kekuatan tarik bahan (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan bahan, untuk bahan

SF = 5,6

S-C = 6,0

Sf_2 = Faktor keamanan akibat alur pasak (1,3 ÷ 3,0)

Dalam perencanaan diameter poros, ada faktor-faktor lain seperti faktor koreksi akibat momen puntir (K_t) dan faktor akibat beban lenturan (C_b), maka persamaan (7) menjadi :

$$d_s \geq \left[\frac{5,1.T}{\tau_a} \times Kt \times Cb \right]^{\frac{1}{3}} \quad (11)$$

Dimana harga $Kt = 1,0$ (jika beban halus)

$1,0 \div 1,5$ (Jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan)

$1,5 \div 3,0$ (Jika beban dikenakan dengan kejutan)

$Cb = 1,2 \div 2,3$ (jika tidak ada beban lentur maka $Cb = 1$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tahap persiapan pembuatan es puter dibutuhkan beberapa bahan adonan. Diantaranya Air, santan, potongan buah / sirup, susu kental manis, garam halus dan gula pasir dengan komposisi yang sudah ditentukan, air 40 %, santan 30 %, susu kental manis 10 %, tepung maizeena 5 %, garam halus 2 %, gula pasir 9 %, panili 2 %, perasa adonan 2 %, kemudian untuk pembekuan dibutuhkan es batu dan garam kasar (krasak) dengan komposisi es batu 85 %, dan garam kasar 15%.

Setelah melakukan pengujian didapatkan data-data sebagai berikut :

1. Hasil adonan dengan pengadukan selama 60 menit



Gambar 6. Adonan pembekuan belum merata

2. Hasil adonan dengan pengadukan selama 90 menit



Gambar 7. Adonan pembekuan kurang sempurna

3. Hasil adonan dengan pengadukan selama 120 menit



Gambar 8. Adonan pembekuan baik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan uraian rancang bangun “Mesin Pembuat Es Krim dengan Pengaduk dan Penggerak Motor Listrik 0,25 HP” maka dapat disimpulkan bahwa rancang bangun Mesin Pembuat Es Krim dengan Pengaduk dan Penggerak Motor Listrik 0,25 HP dinyatakan berhasil, pembuatannya dilakukan mulai dari tahapan perancangan sampai dengan proses pengujian. Mesin Pembuat Es Krim dengan Pengaduk dan Penggerak Motor Listrik 0,25 HP berfungsi dengan baik dengan tingkat pencampuran menggunakan variasi waktu 60, 90, hingga 120 menit dan untuk pengadukan yang stabil dapat menggunakan tingkat kecepatan 31 Rpm, dengan komposisi adonan air 40 %, santan 30 %, susu kental manis 10 %, tepung maizeena 5 %, garam halus 2 %, gula pasir 9 %, panili 2 %, perasa adonan 2 %, kemudian untuk pembekuan dibutuhkan es batu dan garam kasar (krasak) dengan komposisi es batu 85 %, dan garam kasar 15%. Dengan kapasitas sebanyak 10 liter diperlukan waktu antara 1,5 sampai 2 jam hingga membentuk es krim yang sudah beku dengan dilakukan pengadukan secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Yuniati, S. Purwiyanti, and Y. Martin, “Mesin Pembuat Es Puter Elektrik untuk Home Industry di Wilayah Rajabasa Bandar Lampung,” *Proceeding Community Dev.*, vol. 1, p. 82, 2018, doi: 10.30874/comdev.2017.13.
- [2] E. S. Hartatie, “Kajian Formulasi (Bahan Baku, Bahan Pemantap) dan Metode Pembuatan Terhadap Kualitas Es Krim,” *J. Gamma*, vol. 7, no. 1, pp. 20–26, 2011.
- [3] A. Zainal and Suryanto, “Desain dan Uji Experimental Mesin Pembuat Es Krim Dengan Menggunakan Nitrogen Cair,” *Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2019, pp. 165–168, 2019, [Online]. Available: <http://repository.poliupg.ac.id/1538/>.
- [4] T. Pendingin and P. Sekayu, “PERANCANGAN , PERAKITAN , DAN PENGUJIAN PERFORMA MESIN PEMBUAT ES KRIM MANUAL KAPASITAS 5 LITER Widiyatmoko,” vol. 1, no. 1, 2015.
- [5] S. Satriani, A. Sukainah, and A. Mustarin, “Analisis Fisiko-Kimia Es Krim Dengan Penambahan Jagung Manis (*Zea Mays L. Saccharata*) Dan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*),” *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 1, p. 105, 2018, doi:

- 10.26858/jptp.v1i0.6237.
- [6] J. Dinamika and V. Teknik, “Rancang bangun mesin es krim dengan kontrol suhu 12,” vol. 6, no. April, pp. 84–97, 2021.
 - [7] M. Khumaedi, “Produktivitas Dan Kualitas Es Puter,” pp. 47–54.
 - [8] M. Muslim, “Redesain Mesin Pemutar Dan Revitalisasi Manajerial Pengusaha Es Krim Di Medan,” *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 23, no. 3, p. 366, 2017, doi: 10.24114/jpkm.v23i3.7471.
 - [9] M. I. Syafutri and E. Lidasari, “KARAKTERISTIK ES KRIM HASIL MODIFIKASI DENGAN FORMULASI BUBUR TIMUN SURI (Cucumis melo L.) DAN SARI KEDELAI [Characteristics of Modified Ice Cream Formulated with Cucumis melo L. Puree and Soybean Milk],” *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 23, no. 1, pp. 17–22, 2012.
 - [10] A. Nurjaman, “Analisis Mesin Pemutar Es Krim Dengan Sistem Control Timer,” *J. Media Teknol.*, pp. 171–180, 2014.
 - [11] M. El-Dairi and R. J. House, “Optic nerve hypoplasia,” *Handbook of Pediatric Retinal OCT and the Eye-Brain Connection*. pp. 285–287, 2019, doi: 10.1016/B978-0-323-60984-5.00062-7.