

# PERANCANGAN SISTEM UNIT PEMBEKUAN PADA INDUSTRI FROZEN YOGHURT KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

Saarah Dhiyaa'ul Hasanah dan Dwina Moentamaria  
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[saarohdhiyaaul@gmail.com](mailto:saarohdhiyaaul@gmail.com) ; [[dwina\\_mnt@yahoo.com](mailto:dwina_mnt@yahoo.com)]

## ABSTRAK

Yoghurt merupakan salah satu minuman yang memiliki daya simpan tidak lama yang menyebabkan produk cepat mengalami pembusukan. Alternatif memperlama daya simpan yoghurt yaitu dibuat produk inovasi berupa *frozen yoghurt (froyo)*. Bahan baku pembuatan yoghurt sendiri antara lain adalah susu sapi segar, bakteri asam laktat (*Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*), ekstrak buah-buahan, serta gelatin. Proses pembuatan *froyo* dimulai dari unit produksi yoghurt secara fermentasi dan unit pembekuan *froyo*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem unit pembekuan *froyo* dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun. Metode penelitian ini dimulai dari uraian proses secara umum pembuatan *froyo* dan perancangan unit pembekuan *froyo* yaitu *homogenizer*, tangki *aging*, tangki *freezing*, dan tangki *hardening*. Perhitungan dimensi tebal tutup atas dan bawah, tinggi tutup atas dan bawah. Data yang diperoleh dari hasil perancangan, 1) *homogenizer*: panjang 79 in, lebar 79 in, tinggi 67 in. 2) Tangki *aging*: panjang 40 in, lebar 43 in, dan tinggi 63 in. 3) Tangki *freezing*: tebal silinder, tebal tutup atas, dan bawah adalah 3/16 in, tinggi *impeller* 22 in, diameter pengaduk 19 in, tinggi 105 in, panjang *leg* 66 in. Bahan yang digunakan yaitu *stainless steel SA 240 Grade M 316*. Jenis tutup atas dan bawah menggunakan *standard dished*. 4) Tangki *hardening* 1.023 in, lebar 157 in, tinggi 118 in. Hasil perancangan unit pembekuan menunjukkan *froyo* dapat diproduksi secara kontinyu.

**Kata kunci:** *frozen yoghurt, homogenizer, tangki aging, tangki freezing, tangki hardening*

## ABSTRACT

*Yoghurt is one of the short-storage drinks that spoil quickly. An alternative to extending the shelf life of yoghurt is to make an innovative product in the form of frozen yoghurt (Froyo). The raw materials for making yoghurt include fresh cow's milk, lactic acid bacteria (Lactobacillus Bulgaricus and Streptococcus Thermophilus), fruit extracts, and gelatin. The process of making froyo starts from the yoghurt production unit by fermentation and the froyo freezing unit. This study aims to design a froyo freezing unit system with a production capacity of 10,000 tons/year. This research method starts from the description of the general process of making froyo and designing the freezing unit of froyo, namely homogenizer, aging tank, freezing tank, and hardening tank. Calculations of the thickness and height dimensions of the top and bottom lids. The data obtained from the design, 1) homogenizer: length 79 in, width 79 in, height 67 in. 2) Aging tank: 40 in long, 43 in wide, and 63 in high. 3) Freeze tank: cylinder thickness, top, and bottom cap thickness are 3/16 in, impeller height 22 in, stirrer diameter 19 in, 105 in height, leg length 66 in. The material used is SA 240 Grade M 316 stainless steel. The top and bottom lids use standard dishes. 4) Hardening tank 1,023 in, 157 in wide, 118 in high. The result of the freezing unit design shows that froyo can be produced continuously.*

**Keywords:** *frozen yoghurt, homogenizer, aging tank, freezing tank, hardening tank*

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, produksi susu sapi perah meningkat pada tiap tahunnya. Pada tahun 2018 – 2020 produksi susu sapi perah adalah 135.033,79 – 221.868,95 ton [1]. Selain dikonsumsi secara langsung oleh masyarakat, juga dapat dijadikan olahan salah satunya yaitu yoghurt [2]. Namun, beberapa tahun terakhir terdapat perkembangan inovasi dari yoghurt misalnya *frozen yoghurt* atau sering dikenal dengan sebutan *froyo* [3].

*Froyo* memiliki khasiat bagi kesehatan, dapat dibuktikan dengan adanya kandungan probiotik di dalam yoghurt yang baik bagi tubuh karena proteinnya mengandung bakteri *Streptococcus thermophiles* dan *Lactobacillus bulgaricus* [2]. *Froyo* memiliki tekstur serupa seperti es krim [4] yang dapat meningkatkan daya tarik bagi konsumen. Bahan baku pembuatan yoghurt sendiri antara lain adalah susu sapi segar, bakteri asam laktat (yang digunakan adalah *Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*), ekstrak buah-buahan, pewarna, serta *stabilizer* berupa gelatin [5]. Produksi *froyo* dimulai dari unit pembuatan yoghurt dan unit pembekuan *froyo*.

Unit pembuatan yoghurt meliputi persiapan bahan baku, pasteurisasi, pembibitan bakteri, fermentasi, dan penambahan bahan pendukung seperti *stabilizer* dan perasa. Unit pembekuan menentukan keberhasilan dari proses pembekuan *froyo* untuk menghasilkan produk dengan kristal es yang kecil dan bertekstur halus [6]. Pada unit pembekuan *froyo* dimulai dari proses *homogenizer*, tangki *aging*, tangki *freezing*, dan tangki *hardening* [7]. Mixer digunakan untuk mencampurkan bahan-bahan yang berbeda fase, *homogenizer* mampu meningkatkan *overrun* (meningkatkan volume *froyo* karena adanya udara yang terperangkap didalam campuran) dan mengurangi kristal es, *aging* merupakan proses berfungsi untuk meningkatkan viskositas, *freezing* adalah proses untuk dilakukan pengadukan agar tekstur *froyo* menjadi lebih lembut, dan *hardening* adalah proses yang memastikan semua *liquid* di dalam *froyo* telah menjadi fase solid [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem unit pembekuan pada produksi *frozen yoghurt* kapasitas 10.000 ton/tahun.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan menentukan satu sistem unit pembekuan pada produksi *frozen yoghurt*, menentukan rancangan *homogenizer*, menentukan rancangan tangki *aging*, menentukan rancangan tangki *freezing*, dan menentukan rancangan tangki *hardening*.

### 2.1. Menentukan Satu Unit Pembekuan

Prinsip pembekuan *frozen yoghurt* terdiri dari *homogenizer*, *aging*, *freezing*, dan *hardening*. Tujuan dari unit pembekuan ini adalah untuk menghasilkan produk akhir *frozen yoghurt* yang maksimal dengan dibuktikan tekstur yang halus, lembut, dan meningkatkan viskositas. Adapun prinsip kerja dari proses unit pembekuan antara lain, *homogenizer* adalah menghomogenkan bahan tambahan agar menghasilkan tekstur yang stabil, halus, dan lembut [7]. *Aging* adalah proses penuaan es krim dengan cara mendinginkan campuran (yoghurt, *stabilizer*, gula, dan ekstrak) secara cepat selama 3 – 24 jam dengan suhu 4°C atau dibawahnya [8]. *Freezing* adalah untuk mencampurkan kembali adonan dari proses *aging*. *Hardening*, proses kristalisasi karena proses pelepasan panas saat suhu air turun sehingga

menyebabkan molekul-molekul air diperlambat, selain itu untuk mengkristalkan sepenuhnya kandungan air sehingga produk akhir dari *frozen* yoghurt maksimal.

### 2.2. Menentukan Rancangan Homogenizer

Penentuan kebutuhan alat pada *homogenizer* adalah

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Kapasitas Produksi Froyo}}{\text{Kapasitas Alat}} \quad (1)$$

Data kapasitas alat diperoleh dari [9].

### 2.3 Menentukan Rancangan Tangki Aging

Penentuan kebutuhan alat pada aging adalah

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Kapasitas Produksi Froyo}}{\text{Kapasitas alat}} \quad (2)$$

Data kapasitas alat diperoleh dari [10].

### 2.4 Menentukan Rancangan Tangki Freezing

Langkah-langkah yang akan dilakukan untuk merancang sistem unit pembekuan pada alat yang berbentuk tangki *freezing* yaitu dimulai dari penentuan tebal tutup atas dan bawah berbentuk *standard dishead* dan kondisi tekanan operasi yaitu 1 atm menggunakan rumus [11] sebagai berikut:

$$th_a = th_b = \frac{0,885 \times P_i \times r}{2 (f.E - 0,1P_i)} + C \quad (3)$$

$th_a$  = tebal tutup atas

$th_b$  = tebal tutup bawah

$P_i$  = tekanan dari tutup atas dan bawah dan bawah *freezig tank*

$r$  = merupakan jari-jari

$f$  = *maximum allowable stress*

$E$  = efisiensi pengelasan

$C$  = faktor korosi

$$h_a = h_b = 0,169 d \quad (4)$$

$h_a$  = tinggi tutup atas

$h_b$  = tinggi tutup bawah

$d$  = diameter dari tutup atas dan bawah tangki *freezing*

Selanjutnya untuk penentuan tebal *freezing tank* yaitu [11]:

$$t_s = \frac{P_i \times d_i}{2 (f.E - 0,6 P_i)} + C \quad (5)$$

$t_s$  = tebal tangki

Tahap selanjutnya menentukan tinggi total dari tangki *freezing* dengan rumus [11], sebagai berikut:

$$H \text{ total} = L_s + h_a + h_b \quad (6)$$

$L_s$  = tinggi silinder

Adapun langkah selanjutnya yaitu perancangan jenis pengaduk pada tangki *freezing* menggunakan *impeller marine propeller* dengan 3 *blades*. Rumus perhitungan [12]:

$$d = 0,3 dt \quad (7)$$

$$\text{Lebar } \textit{impeller} = \frac{d}{8} \quad (8)$$

$$\text{Lokasi } \textit{impeller} = \frac{H}{6} \quad (9)$$

Keterangan:

d = diameter *impeller*

dt = diameter dalam tangki yang sudah di standarisasi

H = ketinggian level larutan

Penentuan *lug* desain dimulai dari penentuan baut, penentuan lebar dan panjang horizontal *plate*, penentuan dimensi *gusset vertical plate*, penentuan tebal horizontal *plate*, dan penentuan tebal vertikal *plate* [11]:

1. Penentuan diameter baut

$$A = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{allowable baut}}} \quad (10)$$

$$P_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{leg}}}{n_{\text{baut}}} \quad (11)$$

$$d_{\text{baut}} = \sqrt{\frac{A_{\text{baut}}}{0,785}} \quad (12)$$

Keterangan:

$n_{\text{baut}}$  = jumlah baut yang digunakan

$P_{\text{leg}}$  = beban leg yang didapatkan pada persamaan (8)

2. Penentuan lebar dan panjang horizontal *plate*

$$b_{\text{hp}} = b + 2d_{\text{baut}} \quad (13)$$

$$l_{\text{hp}} = h + 2d_{\text{baut}} \quad (14)$$

Keterangan:

$b_{\text{hp}}$  = lebar horizontal plate

$l_{\text{hp}}$  = panjang horizontal plate

$d_{\text{baut}}$  = diameter baut

3. Penentuan dimensi *gusset vertical plate*

$$l_g = l_{\text{hp}} = h + \frac{1}{2} 2d_{\text{baut}} \quad (15)$$

$$a_g = \frac{1}{2} l_g \quad (16)$$

$$h_g = \frac{5}{3} l_g \tag{17}$$

Keterangan:

$l_g$  = lebar guesset

$h_g$  = tinggi guesset

$a_g$  = lebar bagian atas guesset

### 2.5 Menentukan Rancangan Tangki *Hardening*

Penentuan kebutuhan alat pada *hardening* adalah

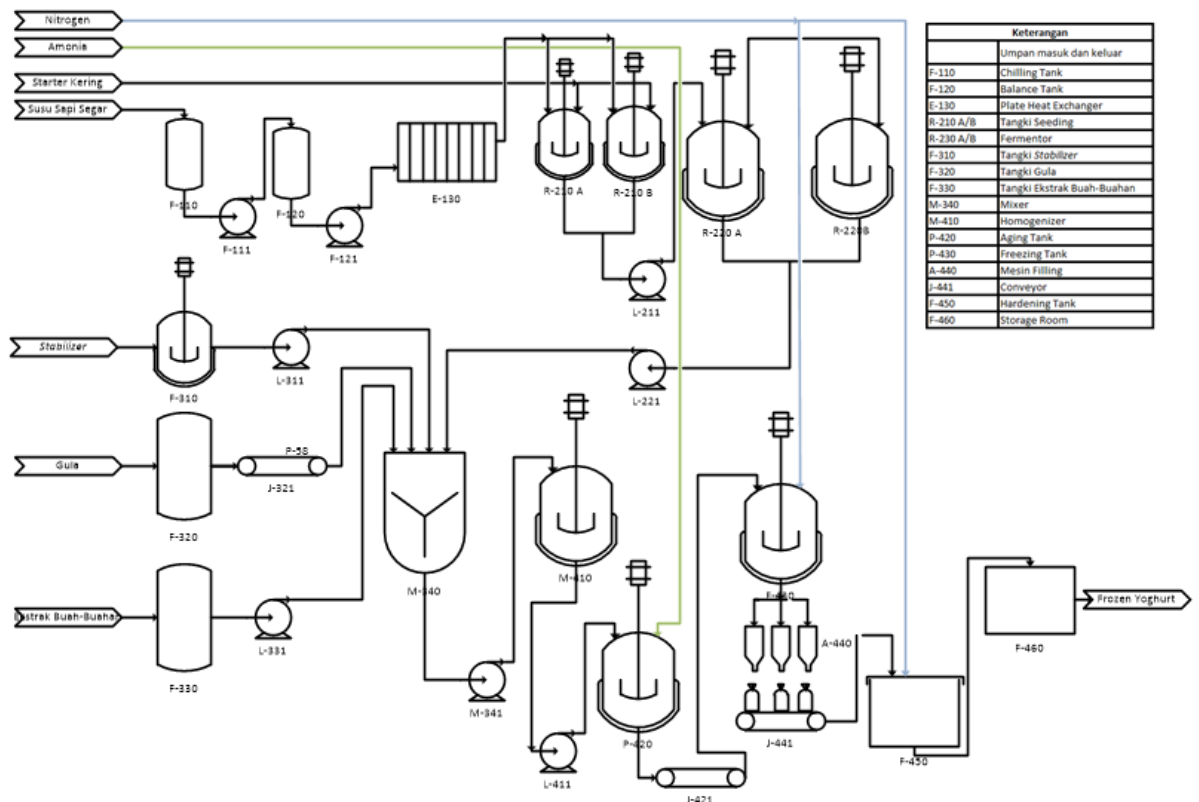
$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Kapasitas Produksi Froyo}}{\text{Kapasitas alat}} \tag{18}$$

Data kapasitas alat diperoleh dari Alibaba.com [13].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Menentukan Satu Unit Pembekuan

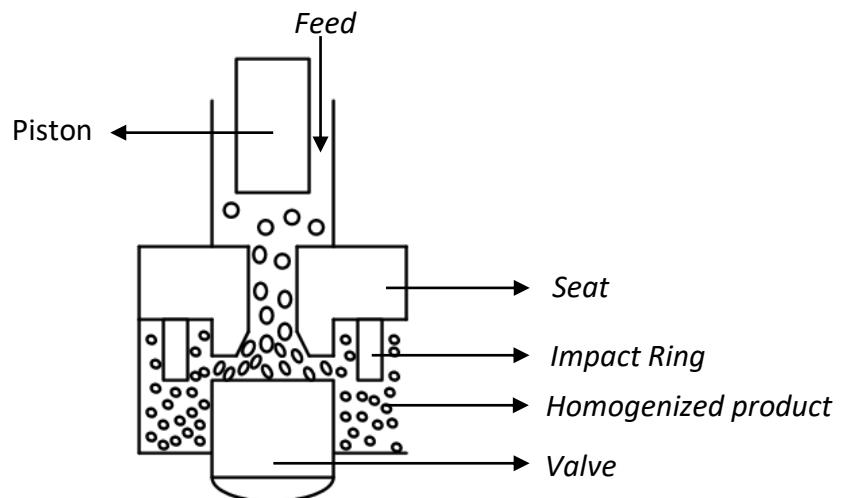
Pada proses pembuatan *frozen* yoghurt terdapat dua unit proses. Pertama, unit pembuatan yoghurt meliputi persiapan bahan dan pasteurisasi. Pasteurisasi bertujuan untuk membunuh mikroba-mikroba patogen dalam susu serta untuk menonaktifkan enzim [14]. Proses selanjutnya yaitu pembiakan *mother culture* murni *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, kemudian diinokulasikan hingga menghasilkan *bulk starter* [15]. Proses terakhir yaitu pencampuran bahan tambahan berupa ekstrak buah-buahan, pewarna, serta *stabilizer* berupa gelatin. Kedua, unit pembekuan *frozen* yoghurt terdiri dari *homogenizer*, tangki *aging*, tangki *freezing*, dan tangki *hardening*.



Gambar 1. Proses pembuatan *froyo* di industri

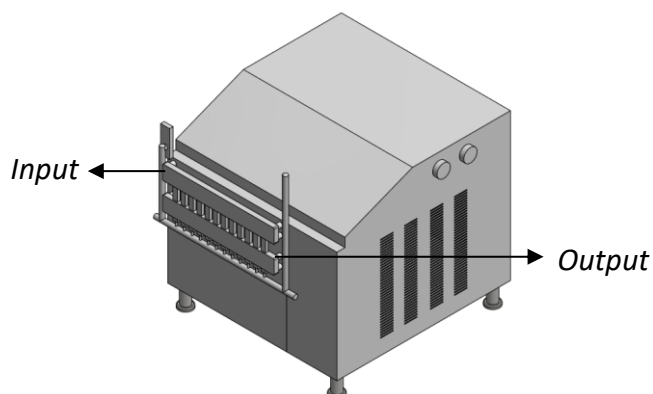
### 3.2. Menentukan Rancangan *Homogenizer*

Proses *homogenizer* yaitu menghomogenkan bahan tambahan agar menghasilkan tekstur yang stabil, halus, dan lembut [7]. *Homogenizer* juga bertujuan untuk menurunkan ukuran partikel lemak dari susu atau adonan hingga mencapai ukuran kurang dari 1  $\mu\text{m}$ . Pada *homogenizer* terdapat piston yang memberikan tekanan tinggi serta *valve homogenizer*. Proses homogenasi dilakukan dengan cara, piston menekan bahan campuran (yoghurt, gula, ekstrak buah-buahan, dan gelatin) melalui celah hingga piston bertemu dinding (*seat*) yang menyebabkan bahan campuran terbentur *valve* dan menghasilkan produk dengan struktur globula menjadi kecil serta seragam yaitu pada ukuran kurang dari 1  $\mu\text{m}$ . Saat produk keluar, aliran fluida menyentuh *impact ring*.

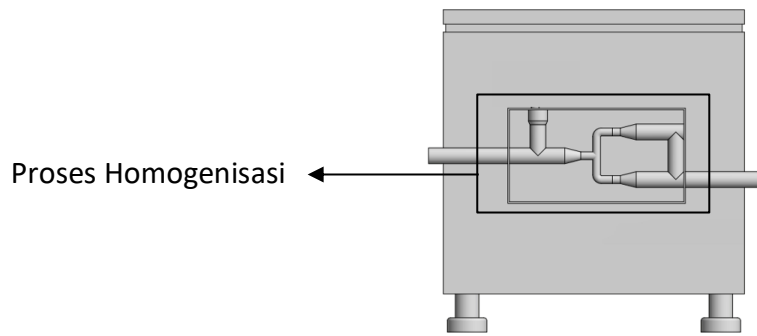


**Gambar 2.** Proses homogenasi

Bahan yang masuk pada *homogenizer* berupa fase cair dan keluaran berupa fase cair dengan temperatur 37°C. Pada Gambar 3a, bahan masuk melalui aliran yang berbentuk pipa kemudian terjadi proses homogenisasi didalam *homogenizer*, selanjutnya dihasilkan produk dengan ukuran lebih kecil dan seragam yang dialirkan ke pipa keluaran. Proses homogenisasi pada *homogenizer* dapat dilihat pada Gambar 3b. Spesifikasi alat yang umum digunakan dipasaran adalah panjang 79 in, lebar 79 in, dan tinggi 67 in [9]. Kapasitas penyimpanan alat yaitu 2.464 kg/jam dengan massa *froyo* 1.388 kg/jam. Untuk kapasitas 10.000 ton/tahun dibutuhkan 1 alat *homogenizer* dari pembagian massa *froyo* dengan kapasitas penyimpanan alat.



**Gambar 3a.** *Homogenizer*



Gambar 3b. Homogenizer tampak dalam

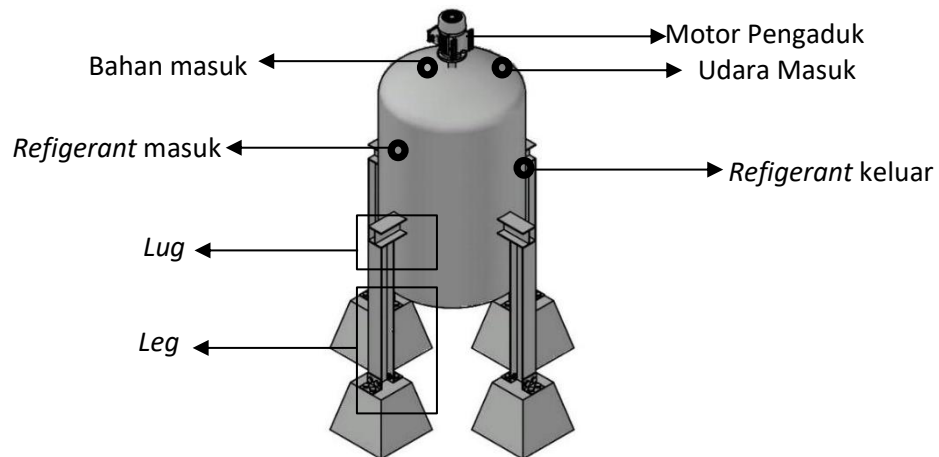
### 3.3 Menentukan Rancangan Tangki Aging

*Aging* adalah menonaktifkan bakteri asam laktat di dalam campuran (yoghurt, gula, ekstrak buah-buahan, dan gelatin). Tangki *aging* dapat meningkatkan viskositas, menjadikan protein, lipid, pengemulsi dan *stabilizer* mengembang penuh dengan air [7]. Waktu yang diperlukan untuk *aging* yaitu selama 4 sampai 12 jam dengan temperatur 4°C. Efek utama pada suhu 4°C adalah mengakibatkan mikroba mengalami *heat shock* yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga mikroba akan turun drastis. Pada tangki *aging* input dan output berupa fase cair. Tangki *aging* adalah *double jacketed tank* dimana ruang antar kedua *jacket* dapat dialiri *refrigerant*. *Refrigerant* yang digunakan adalah amonia, karena merupakan zat pendingin yang efisien dalam pemrosesan dan pengawetan makanan [16]. Titik didih amonia adalah -33,4 °C. Spesifikasi alat yang umum digunakan di pasaran adalah panjang 40 in, lebar 43 in, dan tinggi 63 in [13]. Kapasitas penyimpanan alat yaitu 150 kg/jam dengan massa *froyo* 1.388 kg/jam. Untuk kapasitas 10.000 ton/tahun dibutuhkan 9 alat tangki *aging* didapatkan dari pembagian massa *froyo* dengan kapasitas penyimpanan alat. Gambar tangki *aging* sama seperti tangki *freezing* (Gambar 4 a dan b) dengan bentuk silinder, namun yang membedakannya yaitu tidak ada penambahan udara masuk.

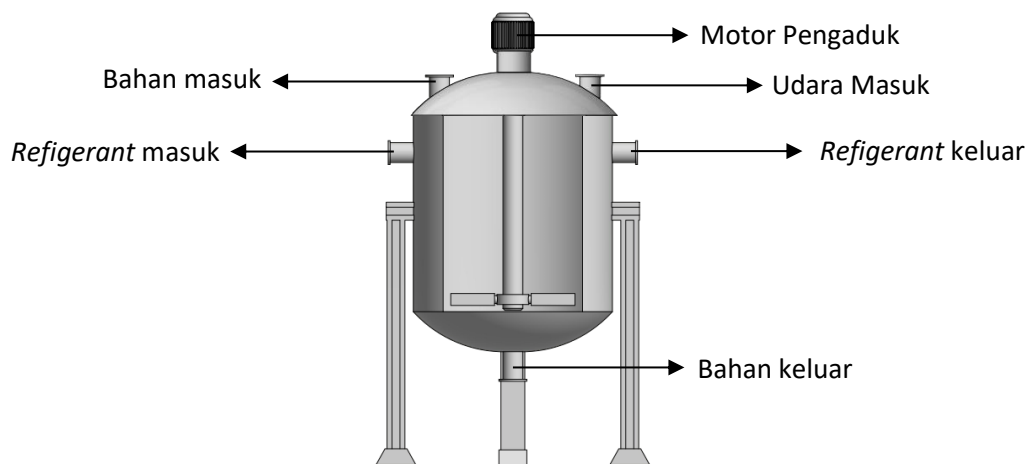
### 3.4 Menentukan Rancangan Tangki Freezing

Proses *freezing* dilakukan pada alat yang bernama *freezing tank* yang dilengkapi dengan pengaduk. Tujuan dari *freezing* adalah untuk mencampurkan kembali adonan dari proses *aging*, sehingga adonan akan menjadi setengah beku dan akan mengembang lebih lanjut lagi sehingga didapatkan tekstur yang lebih halus [7]. Prosedur *freezing* harus dilakukan di tempat yang bersih karena untuk menghindari masuknya patogen dari udara, artinya area tersebut harus diisolasi sepenuhnya oleh lingkungan lainnya [17]. Suhu operasi pada tangki *freezing* yaitu -5°C. Proses pada *freezing* berupa kontinyu karena memiliki kelebihan yaitu tekstur produk akhir lebih lembut dan penambahan udara kedalam adonan dapat diatur sehingga mencapai *overrun* yang diinginkan. Udara dialirkan kedalam silinder sehingga udara ditangkap masuk oleh bahan campuran (yoghurt, gula, stabilizer, dan ekstrak) yang menyebabkan produk akhir memiliki tekstur yang lebih lembut. Gelembung udara yang tertangkap pada campuran akan meningkatkan volume dan membentuk *overrun*. *Overrun* adalah pertambahan volume *froyo* yang dihasilkan dibandingkan dengan volume adonan yang digunakan untuk memproduksi *froyo*. Bahan masuk berupa fase cair dan keluar berupa semi solid namun belum mengeras. Pendingin pada tangki *freezing* menggunakan nitrogen karena memiliki suhu yang sangat rendah, dengan titik didih -196 °C.

Pada tangki *freezing* tutup atas dan bawah menggunakan jenis material *standard dishead* dengan tebal yaitu 3/16 in. Tangki *freezing* juga dilengkapi *impeller* dengan tinggi 22 in sedangkan untuk diameter pengaduk yaitu 19 in. Tinggi tangki *freezing* yaitu 105 in. *Leg* adalah kaki bejana yang menghubungkan *lug* dengan plate sehingga perancangan tangki *freezing* tidak akan lengkap tanpa adanya penyangga, panjang *leg* pada tangki *freezing* yaitu 66 in. Perancangan *lug* bertujuan untuk menghubungkan *leg* dengan badan tangki *freezing* pada perancangan *lug* jumlah baut yang digunakan berjumlah 4 buah dengan diameter baut yaitu 0,1 in, desain lebar dan horizontal *plate* yaitu 24 dan 12 in.



Gambar 4a. Tangki *freezing*



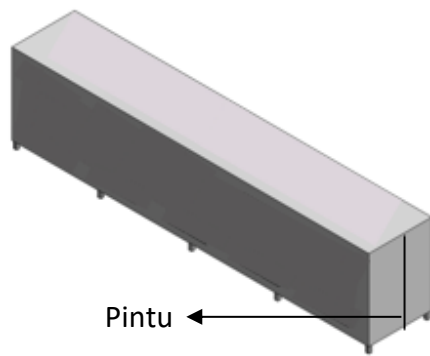
Gambar 4b. Tangki *freezing* tampak dalam

### 3.5 Menentukan Rancangan Tangki *Hardening*

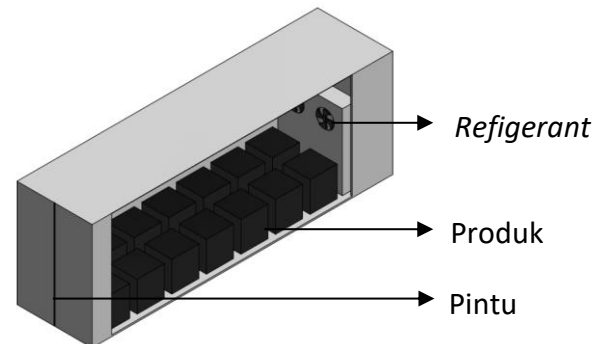
Tahapan terakhir dari unit pembekuan yaitu *hardening*. Tujuan dari proses *hardening* yaitu untuk mengkristalkan sepenuhnya kandungan air sehingga produk akhir dari *frozen* yoghurt maksimal. Proses *hardening* dilakukan dalam waktu singkat normalnya selama 12 – 24 jam dengan suhu  $-30^{\circ}\text{C}$  [18]. Spesifikasi alat yang umum digunakan dipasaran adalah panjang 1.023 in, lebar 157 in, dan tinggi 118 in [13]. Kapasitas penyimpanan alat yaitu 1.500 kg/jam dengan massa *froyo* 1.388 kg/jam. Untuk kapasitas 10.000 ton/tahun dibutuhkan 1 alat *hardening*, dari pembagian massa *froyo* dengan kapasitas penyimpanan



alat. Pada Gambar 5a terdapat ruangan yang didalamnya digunakan untuk mengeraskan *froyo* dengan bantuan *refrigerant* berupa nitrogen, bahan masuk dan keluar melalui pintu seperti pada Gambar 5a. Penggunaan nitrogen sebagai pendingin karena memiliki suhu sangat rendah yang sangat bermanfaat untuk pengawet makanan dan minuman serta mampu mencegah pertumbuhan bakteri yang dapat menyebabkan produk mengalami proses pembusukan.



Gambar 5a. Tangki *hardening*



Gambar 5b. Tangki *hardening* tampak dalam

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem unit pembekuan pada produksi *frozen yoghurt* dapat dilakukan dalam beberapa proses yaitu *mixer*, *homogenizer*, *aging*, *freezing*, dan *hardening*. *Homogenizer* mampu menghomogenkan dan meningkatkan  *overrun* dan mengurangi kristal es, tangki *aging* berfungsi agar meningkatkan viskositas, tangki *freezing* dilakukan untuk pengadukan agar tekstur *frozen yoghurt* menjadi lebih lembut dan halus, dan tangki *hardening* memiliki kelebihan yaitu agar memastikan semua kandungan air di dalam *froyo* telah menjadi fase solid sehingga menghasilkan produk akhir yang maksimal.

Data yang diperoleh dari hasil perancangan, 1) *homogenizer*: panjang 79 in, lebar 79 in, tinggi 67 in. 2) Tangki *aging*: panjang 40 in, lebar 43 in, dan tinggi 63 in. 3) Tangki *freezing*: tebal silinder, tebal tutup atas, dan bawah adalah 3/16 in, tinggi *impeller* 22 in, diameter pengaduk 19 in, tinggi 105 in, panjang *leg* 66 in. Bahan yang digunakan yaitu *stainless steel* SA 240 Grade M 316. Jenis tutup atas dan bawah menggunakan *standard dished*. 4) Tangki *hardening* 1.023 in, lebar 157 in, tinggi 118 in. Hasil perancangan unit pembekuan menunjukkan *froyo* dapat diproduksi secara kontinyu.

#### REFERENSI

- [1] B. I. Badan Pusat Statistik, "Produksi Susu Perusahaan Sapi Perah 2018-2020," *Badan Pusat Statistik*. 2019.
- [2] J. T. Kimia dan P. N. Malang, "Studi Kelayakan Industri Yoghurt," Vol. 7, No. 9, Hal. 310–319, 2021.
- [3] I. E. Rossi dan S. P. Rahmayuni, "Penggunaan Whippy Cream Dalam Pembuatan Es Krim Soyghurt Used Of Whippy Cream To Making Ice Cream Soyghurt Noven Rae Pangga (0806121113)."
- [4] S. Budirahayu, A. M. Legowo, Dan Susanti, "Karakteristik Uji Kesukaan, Fisik, Dan Kimia Frozen Yoghurt Dengan Penambahan Milk Cascara," *J. Teknol. Pangan*, Vol. 4, No. 1,

- Hal. 55–64, 2020.
- [5] E. Ntau Dkk., "Sam Ratulangi Journal Of Food Research Pengaruh Penambahan Gelatin Terhadap Kualitas Fisik Es Krim Sari Jagung Manis The Effect Of Gelatin On The Physical Quality Of Sweet Corn Ice Cream."
- [6] R. A. B., C. P. E., dan W. S. D., "Influence of Freezing Conditions On Ice Crystallisation In Ice Cream," *J. Og Food Eng.*, Vol. 39, No. 2, Hal. 179–191, 1999.
- [7] J. Lu, X. H. Pua, C. Te Liu, C. L. Chang, dan K. C. Cheng, "The Implementation Of Haccp Management System In A Chocolate Ice Cream Plant," *J. Food Drug Anal.*, Vol. 22, No. 3, Hal. 391–398.
- [8] F. B. Riset, D. Standardisasi, I. Padang, dan J. Raya, "Karakteristik Es Krim Bengkuang Dengan Menggunakan Beberapa Jenis Susu Bengkoang Ice Cream Characteristics With Difference Kind Of Milk," *J. Litbang Ind.*, Vol. 3, No. 1, Hal. 11–20, 2013.
- [9] "https://indonesian.alibaba.com/p-detail/Ce18-20743964.html?spm=A-2700.Galleryofferlist.Normal\_Offer.DImage.14d96-075luuyi."
- [10] "https://www.alibaba.com/product-detail/Milk-Refrigerator-Machine-Juice-BeverageCooling\_1600237230471.html?spm=A2700.Galleryofferlist.Normal\_Offer.D\_Image.1e4c4cf7z2l2sa."
- [11] E. H. Brownell, L.E. and Young, "Process Equipment Design By Brownell Young". 1979
- [12] S. M. Walas, *Chemical Process Equipment Selection And Design*. Washington, Butterworth-Heinemann: 1990.
- [13] "https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Liquid-Nitrogen-Chillerflash-Freezer-Iqf-Freezing-Tunnels-6066837-1827.html?spm=A2700.7724857.Normal\_Offer.D\_Title.111d4795xf8ek&S=P."
- [14] D. Astuti Herawati Dan D. A. A. Wibawa, "Lidah Buaya," *Dinas Pertanian, Perikan. Dan Kehutan.*, Vol. Xv, No. 1, Hal. 1–3.
- [15] R. Y. Trisnaningtyas, A. M. Legowo, dan K. Kusrahayu, "Pengaruh Penambahan Susu Skim Pada Pembuatan Frozen Yoghurt Dengan Bahan Dasar Whey Terhadap Total Bahan Padat, Waktu Pelelehan Dan Tekstur," *Anim. Agric. J.*, Vol. 2, No. 1, Hal. 217–224, 2013.
- [16] Ashrae, "Ashrae Position Document On Ammonia As Refrigerant," *Am. Soc. Heating, Refrig. Air-Conditioning Eng. Ashrae*, 2014.
- [17] H. Y. J. Jeng dan T. J. Fang, "Food Safety Control System In Taiwan - The Example Of Food Service Sector," *Food Control*, Vol. 14, No. 5, Hal. 317–322.
- [18] W. Li, "Li, W. 'Manufacturing Engineering Of The Ice Cream.' Zhongguo Gong Xiao Shang Qing (Dairy Guide) 4 (2005): 23e6.," Vol. 4, Hal. 2005, 2005.