

PERENCANAAN RANCANGAN PERALATAN PASTERIUSASI SUSU KAPASITAS 28 LITER

Abdul Muchlis¹, Abdul Rahman Agung Ramadhan²

Teknik Mesin Universitas Gunadarma

Email : muchlis07@staff.gunadarma.ac.id ,

abdulrahman02@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Pasteurisasi susu adalah sebuah proses pemanasan susu. Pasteriusasi ini bertujuan untuk membunuh organisme merugikan seperti bakteri, protozoa, kapang, dan khamir serta memperlambat pertumbuhan mikroba pada susu sehingga memperpanjang usia konsumsi susu. Tujuan penulisan ini adalah merancang sebuah peralatan pasteurisasi susu sapi dengan kapasitas 28 liter dengan menggunakan metode Phal and Beitz, menghitung kapasitas tabung, daya rencana pada motor penggerak, diameter poros yang akan digunakan, serta untuk memperoleh suatu varian terbaik peralatan pasteurisasi susu.

Dalam proses perancangannya diperlukan peralatan pasteurisasi yang ukurannya tidak terlalu besar sehingga mudah dipindahkan, mudah dioperasikan, mudah dalam perawatannya, dan aman dalam penggunaannya. Pembentukan 2 varian berguna untuk memberikan beberapa solusi utama konsep produk, selanjutnya dievaluasi berdasarkan persyaratan teknis dan ekonomis dan lain-lain. Dalam perancangan ini menghasilkan 2 varian peralatan pasteurisasi susu yaitu, varian 1 dengan menggunakan pemanas berupa heater, blade mixer, dan termo control digital. Sedangkan untuk varian 2 menggunakan pemanas berupa kompor LPG, penggaduk jenis paddle. Didapat varian 1 lebih efektif dengan nilai 7,636. Perancangan ini menggunakan tabung dengan kapasitas 28 liter, motor listrik sebagai penggerak blade mixer dengan daya 0,02 kW, untuk poros dengan diameter minimal 12.5 mm.

Kata kunci : Pasteurisasi, Perancangan, Susu

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu adalah cairan bergizi berwarna putih yang dihasilkan oleh kelenjar susu mamalia betina. Kandungan gizi dalam susu terdapat vitamin B2, vitamin A, protein dan juga kalsium. Susu meliputi susu segar, susu murni, susu sterilisasi, dan susu pasteurisasi. Susu segar adalah susu murni yang tidak mengalami proses pemanasan.

Susu yang mengalami proses pemanasan disebut juga susu pasteurisasi. Proses pasteurisasi adalah proses pemanasan makanan dengan tujuan membunuh organisme merugikan seperti bakteri, virus, protozoa, kapang dan khamir. Karena proses

pasteurisasi juga dapat membunuh bakteri pembusuk yang memperpendek daya simpan susu, maka susu yang sudah dipasteurisasi relatif lebih awet dari pada susu segar. Mengenai gizinya relatif sama dengan susu segar

Dalam dunia industri yang memproduksi minuman khususnya susu sapi segar dibutuhkan peralatan yang mampu lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak hasil produksinya, dan juga produk yang dihasilkan lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

Oleh karena itu perlu sistem untuk proses pasteurisasi dan penyimpanan susu dengan sistem yang sederhana, modern, mudah dioperasikan, hemat energi serta

mudah agar kedepannya para peternak sapi serta koperasi-koperasi susu maupun UKM (Usaha Kecil Menengah) dapat memproses susu pasteurisasi yang bisa tahan lama serta meningkatkan nilai tukar secara ekonomis dan daya guna bahan mentah. Fungsi pasteurisasi ini adalah untuk mensterilkan produk dari bakteri penyebab penyakit pada suhu yang tidak terlalu tinggi, sehingga tidak merusak produk.

Saat ini peralatan pasteurisasi yang banyak digunakan ialah pasteurisasi dengan PHE (*Plate Heat Exchanger*) yang cenderung mahal meskipun mudah digunakan atau pasteurisasi konvensional dengan kompor LPG, tetapi beresiko terhadap susu yang dipanaskan, karena tanpa control *temperature* dan waktu.

Peralatan pasteurisasi ini merupakan alat hemat energi karena menggunakan sistem pasteurisasi HTST (*High Temperatur Short Time*) oleh bantuan *electric heater*. Pengontrolan temperatur pada alat ini menggunakan temperature control yang membantu operator dalam mengendalikan temperatur.

1.2 Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dihadapi dalam perancangan ini adalah bagaimana membuat rancangan dengan prinsip kerja yang mudah dalam penggunaannya, akurat, efisien dan sesuai standart dalam skala koperasi-koperasi susu maupun UKM (Usaha Kecil Menengah).

1.3 Tujuan Penelitian.

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh suatu varian terbaik dalam perancangan peralatan pasteurisasi.
2. Merancang sebuah peralatan pasteurisasi susu sapi dengan kapasitas 28 liter.
3. Menghitung tabung, bearing, poros, kecepatan blade mixer yang digunakan untuk merancang peralatan pasteurisasi susu sapi.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pemahaman dan penafsiran dalam penulisan ini, maka perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar permasalahan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang adalah:

1. Hanya membahas perancangan peralatan pasteurisasi susu sapi dengan kapasitas 28 liter.
2. Hanya menjelaskan dan melakukan perhitungan komponen yang dibuat.
3. Tidak menghitung tambahan komponen yang berfungsi untuk penggunaan daya lebih.
4. Metode perancangan yang digunakan metode Pahl And Beitz.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai solusi dalam perancangan alat pasteurisasi susu untuk kapasitas 28 liter.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan suatu proses pemanasan pada suhu dibawah 100°C dalam jangka waktu tertentu sehingga dapat mematikan sebagian mikroba dengan meminimalisasi kerusakan protein. Proses pasteurisasi yang dilanjutkan dengan pendinginan langsung akan menghambat pertumbuhan mikroba yang tshsn terhadap suhu pasteurisasi dan akan merusak sistem enzimatis yang dihasilkannya (misalnya *enzim phosphatase, lipase, dll*) sehingga dapat mengurangi kerusakan protein (denaturasi protein) pada susu hasil pasteurisasi. Mikroba pembawa penyakit (pathogen) yang terdapat dalam susu adalah bakteri *Staphylococcus Aureus, Salmonella sp.* dan *E Coli*.

Pasteurisasi bisa dilakukan dengan dua metode yaitu metode batch dan metode

continue. Metode batch adalah tipe pasteurisasi LTLT (*Low Temperatur Long Time*). Metode kontinyu digunakan untuk pasteurisasi skala menengah sampai besar. Tipe pasteurisasi yang digunakan adalah tipe HTST (*High Temperature Short Time*), HHST (*Higher Heat Short Time*), dan UHT (*Ultra High Temperature*).

Pada pengaplikasiannya di industri, metode pasteurisasi yang umum dipakai adalah metode kontinyu. Metode ini dipilih karena dapat menghasilkan volume susu pasteurisasi yang lebih banyak dengan waktu proses yang lebih singkat.

2.2 Metode Perancangan

Perancangan adalah kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang keberadaannya diperlukan oleh masyarakat untuk meringankan hidupnya. Tahapan perancangan sangat diperlukan untuk memudahkan engineer bekerja, yaitu pekerjaan tepat waktu, biaya sesuai rencana, produk berfungsi dengan baik.

2.3 Perancangan Pahl dan Beitz

Secara keseluruhan langkah kerja pada metoda ini terdiri dari 7 tahap yang dikelompokkan pada 4 fase yaitu :

1. Perencanaan dan Penjelasan Tugas (*Classification of Tasks*). Meliputi pengumpulan informasi mengenai permasalahan dan kendala-kendalayang dihadapi. Kemudian disusun suatu daftar persyaratan mengenai rancangan yang akan kita buat.
2. Perencanaan Konsep Produk (*Conceptual Design*) Meliputi tiga langkah kerja yaitu :
 - a. Menentukan fungsi dan strukturnya
 - b. Mencari prinsip solusi dan strukturnya
 - c. Menguraikan menjadi varian yang dapat direalisasikan
3. Perancangan Wujud (*Embodiment Design*)

Pada tahap ini dimulai dengan menguraikan rancangan kedalam modul-modul yang diikuti oleh desain awal dan desain jadi.

4. Perancangan Rinci (*Detail Design*)

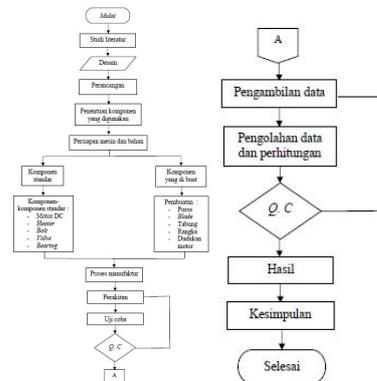
Tahap ini merupakan proses perancangan dalam bentuk gambar dalam arti gambar yang tersusun dan gambar detail termasuk daftar komponen, spesifikasi bahan, toleransi dan lainnya. Pada tahap ini semua pekerjaan didokumentasikan sehingga pembuatan produk dapat dilaksanakan oleh operator atau insinyur lain yang ditunjuk.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Peralatan Pasteurisasi Susu Untuk Mensterilkan Susu Murni

Peralatan pasteurisasi susu adalah peralatan untuk mensterilkan susu mentah dari bakteri-bakteri yang ada pada susu. Peralatan pasteurisasi susu ini di buat untuk mempermudah peternak sapi untuk pengolahan susu mentah, dimana diawali pemilihan susu yang baik, yang kemudian dipanaskan untuk mensterilkan menjadi susu yang dapat langsung dikosumsi oleh masyarakat.

Dalam suatu kegiatan rancangan bangun suatu produk, selalu diawali dengan penetapan tahapan atau langkah-langkah dalam proses rancang bangun produk. Berikut adalah flowchart rancang bangun pasteriusasi susu.

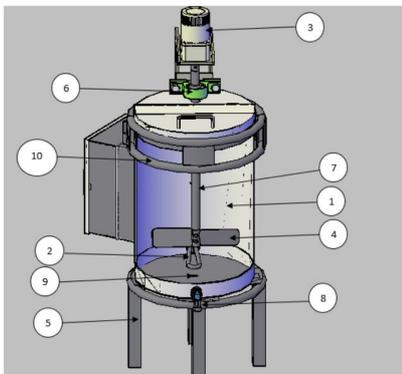


Gambar 1. Flowchart rancang bangun peralatan pasteurisasi susu

3.2 Tahapan Perancangan

Perancangan merupakan suatu kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam pembuatan produk sangat diperlukan suatu tahapan yang digunakan untuk dasar dasar dalam melangkah atau berkerja. Tahapan ini dapat disajikan dalam bentuk fase- fase/diagram alir sebagai. Metode dalam perencanaan dan perancangan yang disesuaikan merujuk dari metode perencanaan menurut Pahl dan Beitz yang telah dimodifikasi.

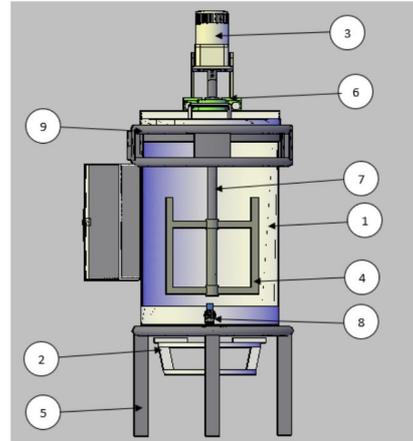
Pembentukan alternatif produk berguna untuk memberikan beberapa solusi utama konsep produk, selajutnya dievaluasi berdasarkan persyaratan teknis dan ekonomis dan lain lain. Tahapan ini dapat diawali dengan mengenal dan menganalisa spesifikasi produk yang telah ada. Hasil analisa spesifikasi produk dilanjutkan dengan memetakan stuktur fungsi komponen sehingga dapat disimpulkan beberapa varian solusi pemecahan masalah konsep produk.



Gambar 2. Perancangan peralatan pasteurisasi susu varian I

Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Tabung | 6. Bearing |
| 2. Heater | 7. Poros |
| 3. Motor listrik | 8. Valve |
| 4. Blade mixer | 9. Bolt |
| 5. Rangka kaki kotak hollow | 10. Rangka alat pasteurisasi hollow |



Gambar 3. Perancangan peralatan pasteurisasi susu varian II

Keterangan :

- | | |
|--|------------|
| 1. Tabung | 6. Bearing |
| 2. Kompor LPG | 7. Poros |
| 3. Motor listrik | 8. Valve |
| 4. Mixer paddle | |
| 5. Rangka kaki pipe hollow | |
| 9. Rangka mesin pasteurisasi pipe hollow | |

Pada gambar 2 dan 3 adalah peralatan pasteurisasi susu varian 1 dan 2 dalam perancangan alat pasteurisasi susu, pada varian 1 menggunakan heater sedangkan pada varian 2 menggunakan gas sebagai bahan bakarnya. Berdasarkan pada varian tersebut dilakukan evaluasi terhadap nilai pada perancangan dan dapat dilihat pada tabel 1.

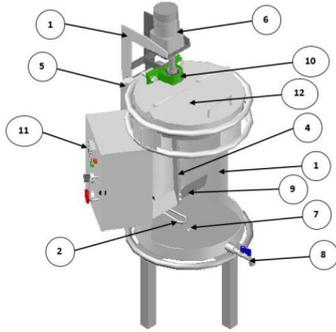
Tabel 1. Kesimpulan hasil dari penilaian prinsip

NO	Penilaian evaluasi	Nilai
1	Varian 1	7.636
2	Varian 2	6.363

Fase perancangan detail

Pada fase ini, ditetapkan susunan komponen bentuk dimensi, kehalusan permukaan dan material dari setiap komponen. Demikian juga kemungkinan cara

pembuatan sudah dianalisa dan perkiraan biaya sudah dihitung. keluaran atau hasil akhir dari tahapan ini adalah gambar rancangan lengkap dengan spesifikasi produk untuk pembuatan yang biasa disebut dokumen pembuatan produk.



Gambar 4. Layout peralatan pasteurisasi susu

Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. Tabung | 7. Valve |
| 2. Heater | 8. Bolt |
| 3. Dudukan motor | 9. Blade mixer |
| 4. Poros blade | 10. Bearing |
| 5. Rangka pasteurisasi susu | 11. Termo control |
| 6. Motor listrik | 12. Tutup tabung |

4. HASIL DAN PEMBAHASAN.

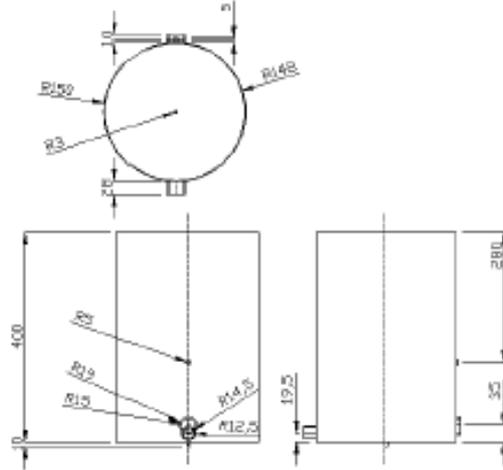
4.1 Pemilihan komponen

Dalam perancangan suatu produk, penggunaan komponen yang standar (tersedia di pasar) akan jauh lebih ekonomis dibanding membuat komponen sendiri. Dalam pemilihan komponen yang tersedia (*standart*) pada komponen yang berpengaruh besar terhadap fungsi mesin, kinerja mesin, tingkat keamanan mesin. Adapun dalam pemilihan komponen-komponen yang tersedia di pasaran dalam perancangan mesin pasteurisasi susu ini, adalah:

1. Motor listrik
2. Heater
3. Bantalan bearing
4. Rumah bearing

4.2 Kapasitas Rencana

1. Untuk mencari volume tabung (V_t) dapat dihitung dengan menggunakan rumus.



Gambar 5. Volume tabung

2. Untuk mencari berat susu dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Berat} = V_t \cdot B_j$$

Dimana :

$$(V_t) \text{ Volume tabung} = 0,028 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} (B_j) \text{ Berat jenis susu} &= 1,0280 \text{ kg/m}^3 \\ &= (0,028 \times 1,0280) \\ &= 0,282 \text{ kgm}^3 \\ &= 282 \text{ g} \end{aligned}$$

3. Untuk menghitung kapasitas mesin pasteurisasi susu dapat menggunakan rumus:

$$Q = w \cdot n$$

Dimana :

w = Berat susu

n = putaran yang digerakan

$$\begin{aligned} Q &= w \cdot n \\ &= 0,0078 \times 100 \\ &= 46,8 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka kapasitas yang dihasilkan oleh mesin pasteurisasi susu ini yaitu 46,8 kg/jam.

4. Pemilihan Motor Penggerak

Tenaga penggerak untuk mesin pencacah kompos dalam unit ini adalah motor listrik DC single phase, dengan rencana sebagai berikut :



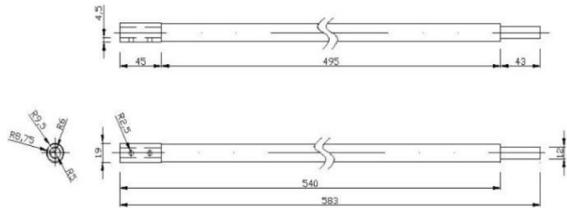
Gambar 5. Motor Penggerak

Berdasarkan perhitungan diatas maka spesifikasi motor listrik yang digunakan adalah :

1. Merk : PeeiMoger
2. Type : PEI-EI
3. Daya : 20 Watt = 0,02 kW
4. Tegangan : 220 Volt

5. Perancangan Poros

Pada perancangan mesin pasteurisasi susu dalam unit ini, perencanaan poros dapat dihitung berdasarkan dari daya yang diteruskan dan kebutuhan putaran poros.



Gambar 6. Poros

6. Pemilihan Bahan Poros

Untuk bahan poros dipilih baja yang difinis dingin dengan kode/standar AISI 304 yang mempunyai kekuatan tarik (σ_B) = 63 kg/mm² , maka tegangan geser yang diizinkan (τ_a) dapat dihitung dengan rumus:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{(Sf1 \times Sf2)}$$

dimana :

(τ_a) Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

(σ_b) kekuatan tarik untuk AISI 304 : 63 kg/mm²

($Sf1$) faktor koreksi untuk bahan AISI 304 :

6 ($Sf2$) faktor koreksi untuk poros dengan pasak:3

$$\begin{aligned} \sigma_a &= \frac{63 \text{ kg/mm}^2}{(6 \times 3)} \\ &= 3,5 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Maka, dari hasil perhitungan diatas tegangan geser yang diizinkan pada poros adalah 3,5 kg/mm².

7. Perhitungan Poros

Adapun perancangan poros berdasarkan spesifikasi motor listrik diatas, sehingga tahapan perhitungannya adalah :

a. Untuk menghitung momen rencana (T) pada poros, maka dapat menggunakan persamaan.

T : Momen rencana poros

Pd : 0.024 kW (daya rencana poros)

n1 : 1000 : 10 = 100 rpm (putaran poros penggerak)

$$\begin{aligned} T &= 9.74 \times 10^5 \frac{Pd}{n1} \\ &= 233.76 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka momen rencana pada poros (T) adalah sebesar 233,76 kg.mm

Untuk menghitung diameter poros (ds), maka dapat menggunakan persamaan :

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau_a} . Kt . Cb . T \right]^{\frac{1}{3}}$$

dimana :

(ds) Diameter poros (mm)

(τ_a) Tegangan geser yang diizinkan pada poros : 3.5 kg/mm²

(Kt) Faktor koreksi jika beban dikenakan secara halus : 2.5

(Cb) Jika terjadi beban lentur : 2.3

(T) Momen rencana pada poros) : 23.376 kg.mm

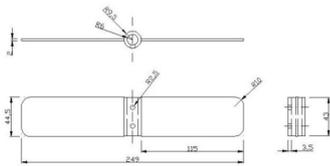
Maka diameter poros yang akan digunakan minimal 12.5 mm. Disesuaikan dengan faktor keamanan dan kebutuhan, maka poros dibuat dengan diameter 20 mm.

8. Perencanaan Bantalan

Bantalan yang direncanakan adalah bantalan gelinding. Pemilihan bantalan didasari oleh pertimbangan sebagai berikut :

1. Bidang yang bergeser kecil, sehingga panas yang ditimbulkan lebih kecil.
2. Perawatan lebih mudah.
3. Dapat dipakai pada putaran tinggi.

9. Perancangan Dan Perhitungan Blade mixer



Gambar 7. Blade Mixer

Menghitung total beban radial (ΣFr)

a. Untuk menentukan besarnya beban radial yang terjadi, maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W = m \cdot g$$

$$= 22 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

Untuk menentukan beban ekivalen dinamis, maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$Pr = XVFr + YFa$$

(P) Beban ekivalen dinamis : kg

(Fr) Total beban radial : 22 kg

(Fa) Total beban aksial : 0 (karena tidak ada beban aksial)

(X) Faktor beban radial : 1 (karena terjadi beban radial)

(Y) Faktor beban aksial : 0 (karena tidak ada beban aksial)

(V) Pembebanan pada cincin : 1 (jika cincin dalam yang berputar)

Maka,

$$Pr = 1 \times 1 \times (22) + 0 = 22 + 0 = 22 \text{ kg}$$

10. Perhitungan Blade Mixer

Pada pengujian pengadukan yang telah dilakukan hingga bisa didapatkan nilai dari torsi atau gaya gerak yang dibutuhkan pada dan juga kecepatan sudutnya serta daya yang dibutuhkan. Sehingga dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan bisa didapatkan karakteristik pengadukan untuk pasteurisasi susu yaitu dengan kecepatan putaran motor 100 rpm. Sehingga bisa didapatkan torsi dan kecepatan sudutnya.

Diketahui :

Jarak (D) = 0,31 m

Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s²

Gaya beban benda (w) = 39,24 N

Kecepatan putaran (n) = 100 rpm

Massa benda (m) = 4 kg

Maka,

Torsi (T)

Tporos = w x D
 = 39,24 N x 0,31 m
 = 12,16 Nm

Tbeban = F x D
 = (m.v²) x D
 = (4 x (100/60)²) x 0,31 m
 = 4 x 2,76 x 0,31
 = 3,42 Nm

Kecepatan sudut (ω) = $2\pi n/60$
 = $2 \times 3,14 \times 100/60$
 = 10,46 rad/s

Daya (P) = $\omega \times T_{tot}$
 = 10,46 rad/s x (12,16 Nm + 3,42 Nm)
 = 10,46 rad/s x 15,58
 = 162,96 Watt

5. KESIMPULAN

Hasil dari perancangan peralatan pasteurisasi susu dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perancangan yang dipilih varian ke 1 dengan dengan nilai 7.636 , karena

- mempunyai nilai lebih baik dari dari varian 2 dengan nilai 6.636
2. Peralatan pasteurisasi susu ini berkapasitas tabung 28 liter menggunakan penggerak berupa motor listrik dengan daya 0,02 kW dan menggunakan pemanas *heater*.
 3. Peralatan pasteurisasi susu ini memiliki beberapa komponen utama diantaranya :
 - a. Motor listrik berdaya 0,02 kW
 - b. *Termo control* sebagai pengatur suhu
 - c. *Heater* sebagai pemanas
 - d. Struktur rangka *hollow pipe* $\phi 20$ mm
 - e. Poros berbahan *stainlees steel* AISI 304
 - f. Tabung berbahan *stainlees steel* AISI 304
 - g. *Material Blade mixer stainlees steel* AISI 304
 4. Susu pasteurisasi baik dengan metode HTST maupun LTLT masih baik dikonsumsi sampai umur penyimpanan 15-21 jam pada suhu penyimpanan 27,5°C (suhu kamar). Kadar air susu pasteurisasi tidak dipengaruhi oleh metode pasteurisasi, tapi dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Kadar lemak susu tidak dipengaruhi oleh lama penyimpanan pada metode pasteurisasi LTLT, tetapi dipengaruhi pada metode pasteurisasi HTST. Masa simpan susu lebih lama pada pasteurisasi dengan metode HTST, namun kadar protein lebih tinggi pada pasteurisasi dengan LTLT.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mott. Robert L., 2009, *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis* (buku 1), Andi Publisher, Yogyakarta.
2. Pahl, G. and W, Beitz, 1996. *Engineering Design, Second Edition*, Springer, London.
3. Harsokoesoemo, H. Darmawan. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*, Edisi ke 2, Penerbit ITB, Bandung.
4. Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
5. Linda R. 2010. *Rancang Bangun Sistem Pasteurisasi Susu Mentah Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Skripsi. Jurusan Fisika Universitas Diponegoro. Semarang.
6. Dieter GE. 1987. *Engineering Design, A Material and Processing Approach*. Frist edition. McGraw-Hill Book Company, New York.
7. Anang L, Erry DK, Nur K. 2011. *Desain dan Uji Prototipe Alat Pasteurisasi Susu Berbasis Teknologi Irradiasi Ultraviolet*. Jurusan Teknik Pertanian Universitas Brawijaya, *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 2, No. 1, Hal. 7 – 16.
8. Nur A, Boni P.L, Nurhasanah. 2010. *Rancang Bangun Alat Pasteurisasi Susu Tenaga Surya Menggunakan Sistem Kolektor Surya dan Pengukur Susu Berbasis Sensor DS18B20 Waterproof*, Jurusan Fisika Universitas Tanjungpura, *Prisma Fisika*, Vol. 6, No. 3, Hal. 137 - 144.
9. Sukrisno Umar, 1984, *Bagian-bagian Mesin dan Merencana*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
10. Kenneth S.H., 2006, *Prinsip-prinsip Perancangan Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
11. Wardana, Agung Setya. 2012. *Teknologi Pengolahan Susu*. Universitas Slamet Riyadi, Surakarta.
12. Sato, G. Takeshi dan N. Sugiarto Hartanto, 2005, *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
13. Abubakar, Triyani R. Sunarim, H. Setiyanto, dan Nurjannah, 2001. *Pengaruh suhu dan waktu pasteurisasi terhadap mutu susu selama penyimpanan*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, Vol. 6, No. 1, Hal. 45 – 50.