

# PERENCANAAN MESIN PENDINGIN UNTUK PEMBUATAN GULA MERAH

Arnes Danang Raharjo<sup>1)</sup>, Teng Sutrisno<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2)</sup>

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658<sup>1,2)</sup>

E-mail : [m24410064@john.petra.ac.id](mailto:m24410064@john.petra.ac.id)<sup>1)</sup>, [tengsutrisno@petra.ac.id](mailto:tengsutrisno@petra.ac.id)<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Gula merah adalah salah satu bahan baku dasar untuk membuat makanan, dimana gula merah ini mempunyai banyak manfaat maka dari itu gula merah digunakan sebagai bahan dasar makanan. Mesin pendingin gula merah ini membantu petani untuk memenuhi pesanan pasar dengan memodifikasi cetakan gula merah tradisional dan menambahkan mesin cooling tower. Untuk membuat mesin cooling tower yang hemat biaya maka dilakukan eksperimen untuk mendapatkan hasil yang optimal, dari eksperimen ternyata Mesin pendingin gula merah ini dapat meningkatkan produksi menjadi 1078 kg dengan waktu kerja yang sama yaitu 14 jam..*

*Kata kunci:*

*Gula Merah, Cooling Tower, Mesin Pendingin.*

## 1. Pendahuluan

Tanaman tebu adalah tanaman yang ditanam sebagai bahan baku dari gula. Tanaman tebu hanya dapat tumbuh di daerah yang mempunyai iklim tropis. Tanaman tebu termasuk dalam jenis rumput-rumputan. Tanaman tebu sangat mudah ditanam dan dapat tumbuh dengan baik tanpa perlu perawatan khusus. Tanaman tebu banyak dijumpai di daerah perdesaan. Tanaman tebu tumbuh di dataran rendah kering yang mempunyai ketinggian kurang dari 1000 m dari permukaan laut. Iklim panas yang lembab dengan suhu antara 25°C - 28°C Tanaman tebu dapat tumbuh lebih maksimal. Tanaman tebu dapat tumbuh maksimal jika menerima curah hujan kurang dari 100 mm/tahun, Jika melebihi 100 mm/tahun, maka tanaman tebu akan mengandung banyak air dan kandungan gula pada tanaman tebu ini akan menjadi sedikit. Tanah untuk pembibitan tanaman tebu ini harus memiliki pH yang tidak terlalu asam yaitu diatas 6,4. Tanaman tebu untuk mencapai masa panen yang baik membutuhkan waktu 1 tahun. Di Indonesia tanaman tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa, Sumatra, Lampung, dan Nusa Tenggara. [5]

Pembuatan gula merah dan gula pasir berasal dari batang tanaman tebu yang sudah dipanen, tanaman tebu tersebut harus memiliki kandungan air yang sedikit dan tanaman tebu tersebut dapat diperas dengan mesin pemeras atau mesin press di pabrik gula. Tanaman tebu yang telah diperas akan menghasilkan air nira. Air nira atau air perasan tebu yang telah diperoleh kemudian disaring dan dimasak sehingga menjadi gula merah dan selanjutnya diputihkan jika ingin membuat gula pasir.[6]

Cara pembuatan gula merah adalah Tanaman tebu yang sudah diperas atau disebut air nira di masak hingga kandungan air berubah menjadi uap, kemudian air nira atau perasan air Tanaman tebu menjadi kental dan berwarna ke coklatan dan sebelum di cetak air nira gula

merah yang sudah kental di turunkan suhunya hingga di rasa cukup kemudian siap dicetak kedalam cetakan gula merah. Berbeda dengan gula pasir yang sedikit lebih susah, setelah perasan air nira atau perasan air tanaman tebu terkumpul, kemudian dilakukan proses pemurnian. Proses pemurnian ini dapat dilakukan secara fisis maupun kimiawi. Proses pemurnian secara fisis dilakukan dengan cara penyaringan sedangkan pada proses pemurnian secara kimia dilakukan dengan cara pemanasan, kemudian dilakukan proses pemberian bahan pengendap.[6]

Pabrik gula di Indonesia saat ini pada umumnya menggunakan proses sulfitasi dalam memurnikan air nira. Pada proses sulfitasi nira mentah terlebih dahulu dipanaskan melalui *heat exchanger* sehingga suhunya naik menjadi 70<sup>0</sup> C. Kemudian nira dialirkan kedalam defekator dicampur dengan susu kapur. Fungsi dari susu kapur ini adalah untuk membentuk inti endapan sehingga dapat menyerap bahan bukan gula yang terdapat dalam nira dan terbentuk endapan yang lebih besar.[8]

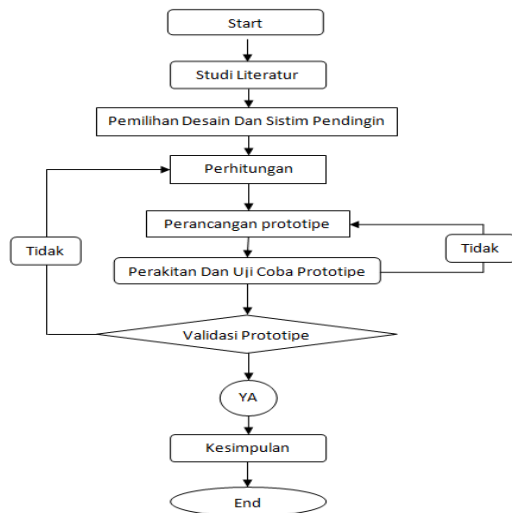
Tahap akhir dari proses pemurnian air nira dilakukan dengan cara air nira dialirkan ke bejana pengendap (*clarifier*), sehingga diperoleh air nira jernih dan bagian yang mengendap adalah air nira kotor. Air nira jernih kemudian dialirkan ke proses selanjutnya (penguapan), sedangkan air nira kotor akan diolah dengan *rotary vacuum filter*, sehingga menghasilkan air nira tapis dan blotong.[8]

Air nira jernih (*clear juice*) adalah hasil dari proses pemurnian. Proses penguapan merupakan langkah selanjutnya dalam proses pengolahan gula pasir. Proses penguapan dapat dilakukan dalam bejana *evaporator*. Penguapan air nira jernih bertujuan untuk menaikkan konsentrasi dari air nira mendekati konsentrasi jenuhnya. Proses penguapan ini menggunakan *multiple effect evaporator* dengan kondisi vakum. Penggunaan *multiple effect evaporator* dengan pertimbangan menghemat

penggunaan uap. Sistem *multiple effect evaporator* terdiri dari tiga buah evaporator atau lebih yang dipasang secara seri.[2]

## 2. Metodologi

Untuk membuat suatu rancangan mesin dibutuhkan beberapa data untuk membuat suatu desain rancangan maka dibuatlah metodologi untuk mempermudah pembuatan mesin.



Gambar 1. Flow chart pembuatan mesin

### Studi Literatur

Melihat proses pembuatan gula merah dari bahan utama yaitu tebu hingga menjadi gula merah yang siap di jual, banyak permasalahan yang terjadi selama proses tersebut. hingga masalah utama dari pembuatan gula merah adalah pembekuan gula merah tersebut. proses pembekuan gula merah masih dengan cara tradisional yaitu di biarkan saja atau diangin – angikan saja sehingga memakan waktu yang cukup lama untuk pembekuannya, Pengumpulan data dilakukan dari awal proses hingga akhir proses yang meliputi waktu, bahan, dan lain lain.

### Pemilihan Desain dan Sistim Pendingin

Dari data yang didapat diketahui bahwa waktu proses terpanjang terdapat disistim pendinginan, jadi untuk pemilihan desain pendingin yang paling cocok untuk petani tradisional adalah sistim pendingin menggunakan cooling tower. Cooling tower bisa di buat sendiri dan biaya untuk membuat cooling tower tidak mahal di bandingkan dengan sistim lain selain biaya juga perawatan cooling tower sangat mudah. Cetakan yang digunakan untuk mencetak gula merah secara tradisional menggunakan batok kelapa atau tempurung kelapa yang dibelah menjadi dua, bila menggunakan cetakan ini maka perpindahan panas dari tempurung kelapa ke air yang didinginkan melalui cooling tower akan tidak sempurna. Maka dari permasalahan ini dibuat cetakan untuk mencetak gula merah, cetakan tersebut

menggunakan bahan aluminium karena bahan tersebut penghantar panas yang baik, maka bila mempunyai penghantar panas yang baik kalor akan dilepas ke air dan gula merah tersebut akan cepat membeku.

### Perancangan Prototipe

Perancangan prototipe ini dilakukan karena kebutuhan atau ketersediaan tempat maka perencanaan dilakukan agar memperoleh ukuran besar mesin pendingin dan daya yang dibutuhkan untuk mesin pendingin gula merah serta memperhitungkan material untuk pembuatan mesin gula merah. Material harus di perhitungkan karena tempat pembuatan gula merah ini berada di desa yaitu Tulung Agung maka diharuskan material yang dipakai untuk membuat mesin pendingin gula merah harus mudah ditemui di lingkungan sekitar.[1]

### 3. Hasil Pembuatan Prototipe



Gambar 2. Mesin Pendingin Gula Merah

Seperti pada Gambar 2. Mesin pendingin gula merah hampir siap, pada Gambar 2. Belum terpasang kisi – kisi guna kisi – kisi ini untuk memecah aliran air dari Bak 2 sehingga air yang semula bersuhu tinggi akan menjadi rendah dan karena adanya kisi – kisi tersebut, Bak 2 berguna untuk merendam cetakan gula merah yang terbuat dari aluminium, perendaman cetakan aluminium yang berisi gula merah cair ini dilakukan hingga gula merah beku, tinggi dan lebar serta panjang dari mesin pendingin gula merah ini terbatas tempat yang tersedia dipabrik pembuatan gula merah tersebut.

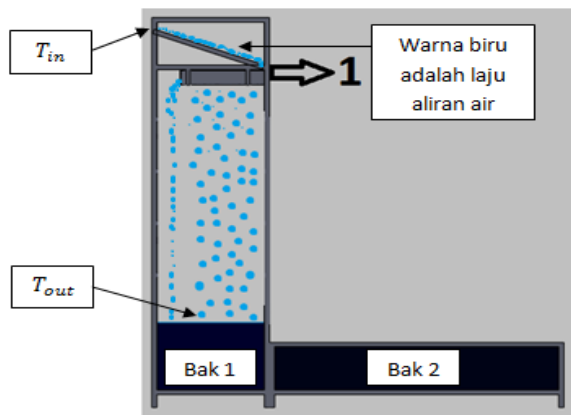
### Ukuran Mesin Pendingin Gula Merah

Ukuran dan dimensi suatu *cooling tower* harus sesuai dengan kapasitas produksi karena tempat dan ukuran ditempat pembuatan gula merah maka hanya dapat membuat dengan skala.[3]

- Tinggi *cooling tower* = 3000 cm
- Lebar *cooling tower* = 80 cm
- Panjang *cooling tower* = 80 cm

### Pemilihan Desain Kisi – kisi

Pemilihan desain dilakukan karena dalam setiap desain ada keunggulan dan kekurangan. Untuk mencari nilai yang paling bagus maka dilakukan percobaan desain kisi – kisi. Rancangan desain kisi – kisi yang sesuai dengan mesin tersebut terdapat 8 desain. Dan dari setiap desain tersebut dilakukan 5 percobaan agar memperoleh hasil yang optimal.



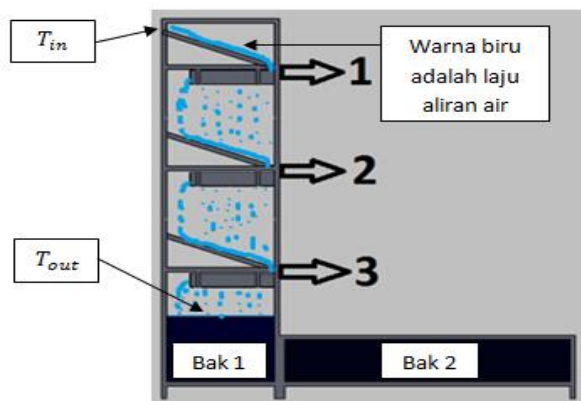
Gambar 3. Desain kisi – kisi no.1

Desain pada Gambar 3 adalah desain kisi – kisi no.1 untuk mengetahui hasil penurunan suhu maka uji coba dilakukan sebanyak 5 kali seperti pada Gambar 4.

Percobaan	$T_{in}$	Debit	$T_{out}$	$\Delta T$
1	60°C	15 liter	40°C	20°C
2	60°C	15 liter	41°C	19°C
3	60°C	15 liter	39°C	21°C
4	60°C	15 liter	40°C	20°C
5	60°C	15 liter	42°C	18°C

Gambar 4. Uji coba desain kisi – kisi no.1

Setelah melakukan uji coba sesuai Gambar 4 penurunan suhu yang terbaik pada percobaan ke 3 yaitu 21°C, Tetapi dari percobaan tersebut dibuat rata – rata.



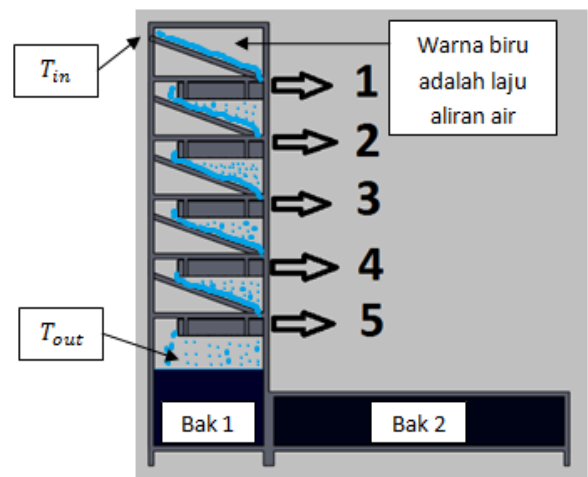
Gambar 5. Desain kisi – kisi no.2

Desain pada Gambar 2 adanya perbedaan jumlah dalam kisi – kisi. Dari perbedaan jumlah kisi – kisi ini juga mempengaruhi penurunan suhu.

Percobaan	$T_{in}$	Debit	$T_{out}$	$\Delta T$
1	60°C	15 liter	38°C	22°C
2	60°C	15 liter	37°C	23°C
3	60°C	15 liter	39°C	21°C
4	60°C	15 liter	38°C	22°C
5	60°C	15 liter	38°C	22°C

Gambar 6. Uji coba desain kisi – kisi no.2

Pada tabel uji coba desain kisi – kisi no.2 penurunan suhu terbesar terjadi pada percobaan ke 2 hingga 23°C. Hal ini menunjukkan kinerja pada desain no.2 ini lebih bagus dari pada no.1. Untuk memastikan apakah jumlah lebih banyak lebih baik maka di buatnya desain no.3



Gambar 7. Desain Kisi – kisi no.3

Untuk membuktikan apakah semakin banyak kisi – kisi kinerja dari mesin pendingin tersebut semakin bagus maka dibuatlah desain no.3 ini.

Percobaan	$T_{in}$	Debit	$T_{out}$	$\Delta T$
1	60°C	15 liter	35°C	25°C
2	60°C	15 liter	35°C	25°C
3	60°C	15 liter	36°C	24°C
4	60°C	15 liter	34°C	26°C
5	60°C	15 liter	35°C	25°C

Gambar 8. Uji coba desain kisi – kisi no.3

Ternyata penurunan suhu dari desain no.3 ini lebih bagus dari desain no.2 dengan nilai temperatur 26°C. tapi karena perbedaan yang sangat tipis maka lebih baik menggunakan desain no.2

#### 4. Kesimpulan

Dalam sehari kerja yaitu 14 jam petani mampu membuat 1000 kg gula merah dengan cetakan dan cara tradisional. Setelah menggunakan alat mesin pendingin gula merah ini dapat menghemat 1 jam untuk produksi 1000 kg. apabila dengan waktu kerja yang sama yaitu 14 jam. Maka penggunaan mesin pendingin gula merah ini dapat membuat 1078 kg gula.

Dari hasil uji coba yang dilakukan untuk pemilihan kisi – kisi Cooling tower maka hasil yang optimal terdapat pada desain no.2 karena bila dibandingkan dengan desain no.3 selisih angka penurunan suhu air hanya berkurang sedikit

#### 5. Daftar Pustaka

1. Cheremisinoff, Nicholas P. *Cooling Tower Selection, Design and Practice*. Ann Arbor Science. 1983.
2. Djodjodhardjo, Harijono. *Dasar-Dasar Termodinamika Teknik*. Penerbit Gramedia.
3. Stoecker, Wilbert F., Jerold W. Jones. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta: Penerbit Erlangga 1996.
4. W.F. Stoecker, J.W. Jones. *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*, Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga 1987.
5. <http://ambhen.wordpress.com/2011/09/20/sejarah-tana-mantebu>
6. <http://www.ryan-isra.net/industri-gula-merah-alternatif-petani-tebu-kediri>
7. [http://eprints.undip.ac.id/44134/3/BAB\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/44134/3/BAB_II.pdf)
8. <http://www.candibaru.com>