



BAB IX

URAIAN TUGAS KHUSUS

IX.1 Uraian Tugas Khusus

IX.1.1 Latar Belakang

Pada pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan di PT. Sinergi Gula Nusantara PG Meritjan Kediri, adanya tugas khusus untuk mempelajari dan menganalisis kebutuhan luas pemanas *Juice Heater I* pada stasiun pemurnian. Proses pemanasan nira dalam industri gula merupakan tahap penting yang berpengaruh pada kualitas dan efisiensi produksi. Suhu nira keluar *Juice Heater I* memiliki standar 75°C . Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan pemanasan adalah luas permukaan pemanas yang digunakan. Pada *Juice Heater I*, suhu nira keluar yang masih di bawah 75°C menunjukkan bahwa sistem pemanas saat ini tidak berfungsi secara optimal. Mencapai suhu 75°C sangat penting, karena pada suhu ini nira mengalami perubahan fisik dan kimia untuk proses pemurnian. Jika suhu tersebut tidak tercapai, proses pemurnian dapat terhambat, yang berpotensi menurunkan kualitas nira dan mengurangi efisiensi penguapan. Di samping itu, pemanasan yang kurang optimal dapat memperpanjang durasi proses, meningkatkan penggunaan energi, dan menurunkan produktivitas. Untuk mengatasi masalah ini, penting untuk menghitung kebutuhan luas pemanas yang terdapat pada PG Meritjan agar dapat mengetahui nilai luas pemanas *Juice Heater I* serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses pemanasan pada *Juice Heater I*.

IX.1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas khusus ini, yakni untuk mempelajari dan menganalisis kebutuhan luas pemanas *Juice Heater I* yang ada pada stasiun pemurnian PG. Meritjan.

IX.1.3 Manfaat

Berdasarkan data perhitungan perhitungan luas pemanas juice heater maka dapat diketahui kebutuhan luas pemanas PG meritjan guna meninjau apakah luas



kebutuhan luas pemanas tersebut dapat memenuhi kebutuhan suhu optimum dari nira serta dapat mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses pemanasan pada *Juice Heater I*.

IX.1.4 Tinjauan Pustaka

A. Juice Heater

Juice heater merupakan alat yang digunakan dalam pabrik gula untuk menaikkan suhu sari-sari atau ekstrak tebu dengan menggunakan steam. Dengan menaikkan suhu tersebut bertujuan untuk menurunkan kelarutan garam-garam dan menurunkan viskositas nira mentah. Adapun nira yang masuk melewati proses pada alat juice heater adalah nira kotor, dimana hal ini menyebabkan percepatan pembentukan lapisan/fouling yang akan menyebabkan pengurangan koefisien perpindahan panas keseluruhan (U) yang pada akhirnya akan menyebabkan peningkatan kebutuhan laju alir massa dari steam untuk mencapai suhu keluaran nira mentah yang diinginkan (Imani, 2021).

B. Klasifikasi Juice Heater

Juice heater dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yakni :

1. *Horizontal Juice Heater*



Gambar IX. 1 Horizontal Juice Heater

Horizontal Juice Heater adalah jenis pemanas jus yang memiliki pipa pemanas disusun secara horizontal di dalam shell. Nira mengalir melalui pipa-pipa ini, sementara uap panas mengalir di sekeliling pipa untuk memanaskan



nira tersebut. Salah satu keunggulan dari jenis ini adalah kemudahan dalam perawatan dan pembersihan, berkat akses yang mudah ke setiap pipa. Juice heater ini sangat cocok untuk nira dengan viskositas rendah, tetapi kurang efektif untuk nira yang memiliki viskositas tinggi, karena dapat menyebabkan pengendapan di dalam pipa. Umumnya, horizontal juice heater digunakan di pabrik gula dengan kapasitas kecil hingga menengah.

2. *Vertical Juice Heater*



Gambar IX. 2 Vertical Juice Heater

Vertical Juice Heater memiliki susunan pipa pemanas yang vertikal di dalam shell. Dalam desain ini, nira mengalir dari bagian atas ke bawah melalui pipa-pipa vertikal, sementara uap panas mengalir di luar pipa untuk memanaskan nira. Keuntungan utama dari jenis ini adalah efisiensi pemanasannya yang tinggi karena aliran uap dan nira dibantu oleh gaya gravitasi, yang juga membantu mengurangi risiko fouling. Vertical juice heater lebih efektif untuk menangani nira dengan viskositas yang lebih tinggi dan dapat meningkatkan efisiensi pemanasan. Namun, pemasangan dan perawatannya bisa lebih sulit karena desain vertikal membutuhkan struktur pendukung yang kuat dan akses yang lebih terbatas ke pipa.

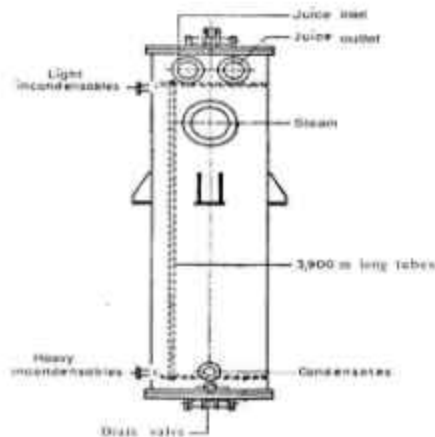
3. *Direct contact Juice Heater*



Gambar IX. 3 Direct contact Juice Heater

Direct Contact Juice Heater menggunakan metode pemanasan di mana uap panas disemprotkan langsung ke dalam nira, menghasilkan pemanasan cepat melalui perpindahan panas langsung. Jenis ini sangat efisien dalam hal pemanasan karena tidak ada penghalang antara uap dan nira. Namun, ada risiko kontaminasi jika uap yang digunakan tidak murni atau mengandung zat-zat pengotor, yang membuat kualitas produk akhir sulit terkontrol. Selain itu, kontrol suhu pemanasan juga lebih sulit dicapai secara presisi dengan desain ini. Oleh karena itu, direct contact juice heater jarang digunakan dalam pabrik gula modern yang lebih menekankan kontrol kualitas.

C. Komponen Juice Heater



Gambar IX. 4 Komponen Juice Heater

1. Juice inlet dan Juice outlet

Bagian di mana jus atau nira memasuki sistem pemanasan disebut inlet. Desain inlet yang efektif sangat penting untuk



memastikan aliran jus yang lancar dan mengurangi turbulensi, yang dapat mempengaruhi seberapa efisien proses pemanasan berlangsung. Di sisi lain, outlet adalah tempat di mana jus yang sudah dipanaskan keluar dari sistem. Desain outlet juga harus dirancang agar aliran tetap efisien, mencegah terjadinya penumpukan, dan memastikan bahwa jus yang keluar memiliki kualitas baik. Dengan memperhatikan aspek desain dan konfigurasi dari inlet dan outlet, kita dapat meningkatkan efisiensi pemanasan jus secara keseluruhan (Dissanayake, 2020).

2. Steam

Steam pada juice heater menggunakan uap yang berfungsi sebagai sumber panas utama. Uap ini mengalir melalui heat exchanger yang terdiri dari pipa-pipa berisi jus. Desain ini memungkinkan aliran jus dan uap bergerak dalam arah yang berbeda, sehingga meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Uap yang digunakan umumnya dihasilkan dari proses industri lain, seperti evaporator atau boiler. Selain itu, dalam beberapa kasus, uap sisa (exhaust steam) juga dimanfaatkan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya. (Sudarman, 2015).

3. Condensates

Condensates menghasilkan air hasil kondensasi dari proses pemanasan bisa digunakan lagi dalam sistem. Dalam desain ini, uap yang sudah tidak berfungsi digunakan untuk memanaskan jus, sehingga membuat penggunaan energi menjadi lebih efisien.

4. Drain Valve

Cairan atau gas berlebihan yang terkumpul dalam sistem dapat dihilangkan oleh drain valve, sehingga mencegah kerusakan pada komponen-komponen yang ada. Drain valve biasanya dipasang di bagian bawah tangki.

D. Prinsip Kerja Juice Heater

Dalam pengolahan nira harus dipanaskan setidaknya satu kali. Uap bertekanan tinggi sangat penting, sehingga uap buangan digunakan untuk pemanasan, jika memungkinkan lebih baik uap yang dikeluarkan dari evaporator.



Oleh karena itu, diperlukan penukar panas antara uap dan nira ini disediakan oleh Juice Heater. Juice heater terdiri dari *shell* dan *tubes*. *Header* yang sesuai memaksa nira untuk melewati tubes dari bawah ke atas dan dari atas ke bawah pemanas dengan membatasi nira setiap kali ke beberapa tubes. Uap panas mengalir diluar *tubes* (Hugot, 1986).

E. Kebutuhan Luas Pemanas Juice Heater

Untuk mengetahui kelayakan menggunakan juice heater, perlu untuk mengukur kinerja relatif (dalam hal perpindahan panas). Hal ini dapat diperhitungkan dengan perhitungan heating surface. Heating surface atau luas pemanas dalam konteks juice heater mengacu pada area di mana panas dipindahkan dari media pemanas. Media pemanas yang digunakan seperti uap panas yang dialiri ke nira yang dipanaskan. Permukaan ini sangat penting untuk perpindahan panas yang efisien dan biasanya dihitung untuk memastikan kinerja pemanas jus yang optimal (Chantasiriwan, 2017). Berdasarkan Hugot (1986), perhitungan analisis kebutuhan luas pemanas juice heater dapat menggunakan persamaan :

$$LP = \frac{Q \times cp \times \varphi}{k} \ln \frac{t_o - t_1}{t_o - t_2}$$

Dimana :

LP = Luas Pemanas (m²)

Q = Jumlah nira mentah (kg/jam)

Cp = Panas jenis nira (kkal/kg°C)

φ = Faktor pengaman (berkisar 1,1 – 1,2)

k = Koefisien pemindahan panas (kkal/m²/jam/°C)

t_o = Suhu media pemanas (°C)

t₁ = Suhu awal nira (°C)

t₂ = Suhu akhir nira (°C)



IX.1.5 Analisis Kebutuhan Luas Pemanas Juice Heater

Pada PT. Sinergi Gula Nusantara PG. Meritjan, *Juice Heater 1* yang digunakan yaitu *Vertical Juice Heater* pada stasiun pemurnian untuk memanaskan nira mentah. *Juice Heater 1* berfungsi meningkatkan suhu hingga 75°C dan konsentrasi gula nira, serta memperbaiki kualitasnya sebelum melanjutkan ke tahap pemurnian. Untuk mengetahui kelayakan menggunakan *Juice Heater 1*, perlu untuk mengukur kinerja relatif (dalam hal perpindahan panas). Hal ini dapat diperhitungkan dengan perhitungan *Heating Surface* atau luas pemanas. Perhitungan analisis dilakukan dengan observasi langsung di industri dan menggunakan *Microsoft Excel* untuk menentukan luas permukaan pemanas yang optimal pada juice heater.

Tabel XI. 1 Data Spesifikasi Juice Heater dan Pompa

Data	Nilai	Satuan
Luas Pemanas	180	m^2
Diameter	1505	mm
Tebal Tube Plat	12	mm
Ukuran Pipa Pemanas	33/36 x 3200	mm
Jumlah Pipa	550	buah
Jumlah Laluan Nira	22	pass
Kapasitas	7,5	ton
Unit	3	unit
Brix nira	11.9	
Debit pompa	160	m^3/h
Luas Penampang	0,01823	m^2

(Sumber : PG Meritjan, 2024)



Tabel XI. 2 Data Suhu Nira

Data	Suhu (°C)
Temperatur Uap Masuk	97
Temperatur Uap Keluar	35
Temperatur Juice Heater I Keluar	75
Temperatur Juice Heater I Masuk	28

(Sumber : PG Meritjan, 2024)

Berdasarkan tabel XI.1 Data Spesifikasi Juice Heater dan Pompa serta tabel XI.2 Data Suhu Nira, telah diambil data dari hasil pengamatan plant dan data harian PG. Meritjan. Pada PG. Meritjan memiliki 3 unit *Juice Heater I* terdiri atas 2 unit yang dioperasikan dan 1 unit yang dinon aktifkan. *Juice Heater I* memiliki luas pemanas sebesar 180 m^2 pada tiap unitnya. Memiliki ukuran pipa pemanas $33/36 \times 3200 \text{ mm}$ serta 22 pass. Dari data diatas, dapat dihitung nilai kecepatan nira dengan menghitung antara debit dan luas penampang pompa nira masuk. Didapatkan kecepatan sebesar $2,4377 \text{ m/s}$. Data kecepatan nira diperuntukan untuk menghitung nilai koefisien pemanas. Didapatkan nilai perhitungan koefisien pemanas sebesar $727,8765 \text{ kkal/m}^2/\text{jam}/^\circ\text{C}$. Pada perhitungan luas pemanas *Juice Heater I* diperlukan nilai kapasitas panas dengan menggunakan nilai brix nira. Pada PG. Meritjan diperoleh nilai brix sebesar 11,9 sehingga didapatkan nilai kapasitas panas nira sebesar $0,99286 \text{ kkal/kg}/^\circ\text{C}$.

Pada *Juice Heater I* dengan pemanasan 75°C yang tujuannya untuk meningkatkan suhu hingga 75°C dan konsentrasi gula nira. Menurut Aurora (2024) dalam jurnalnya, apabila suhu kurang dari 75°C maka pada proses pemurnian akan membentuk $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ dan apabila lebih dari suhu tersebut akan menyebabkan pemecahan sukrosa dan mengakibatkan gula reduksi dan membentuk monosakarida serta gula tidak dapat mengkristal. Kapasitas luas pemanas *Juice Heater I* yang dimiliki PG. Meritjan sebesar 180 m^2 tiap unitnya. Berdasarkan perhitungan *Microsoft Excel*, didapatkan kebutuhan luas pemanas *Juice Heater I* sebesar $142,2299 \text{ m}^2$. Maka dari itu, disimpulkan bahwa luas pemanas *Juice Heater I* kurang optimal sehingga nira keluar dapat memungkinkan kurang dari 75°C . Luas permukaan pemanas yang optimal mempengaruhi proses



pemanasan yang lebih cepat. Meskipun juice heater memiliki luas pemanas 180 m², sekitar 37,57 m² tidak bisa digunakan karena alat tersebut tidak bekerja dengan efisien. Penurunan kinerja ini bisa disebabkan oleh penumpukan kerak atau kotoran yang menghalangi perpindahan panas, serta berkurangnya kemampuan alat untuk mentransfer panas ke nira. Selain itu, jika perbedaan suhu antara uap dan nira tidak cukup besar, pemanasan juga akan terpengaruh. Penurunan kecepatan aliran uap masuk juga mengurangi panas yang dipindahkan, yang membuat pemanasan menjadi tidak merata, waktu pemanasan lebih lama, dan kualitas produk menurun. Oleh karena itu, pentingnya untuk rutin melakukan pembersihan permukaan pemanas seperti pipa dan maintenance, mengontrol suhu uap masuk, serta memastikan aliran uap dan nira berjalan lancar agar *Juice Heater* / bisa bekerja dengan baik.