

ANALISIS KERJA MESIN CANE UNIGRATOR DENGAN PENGGERAK STEAM TURBINE DI PT. PABRIK GULA RAJAWALI II JATITUJUH

Detta Wardhana¹⁾, Eidelweis Dewi Jannati²⁾, Haris Budiman³⁾

¹Fakultas Teknik, Universitas Majalengka

email: detta.wardhana@gmail.com

²Fakultas Teknik, Universitas Majalengka

email: eidelweis_unma@yahoo.com

³Fakultas Teknik, Universitas Majalengka

email: harisbudimans@yahoo.com

ABSTRACT

The grinding station is the initial stage of the sugar production activity, the main machine used at this station consists of a cane cutter, a unigrator, and a grinding unit. Before the sugar cane material is entered into the pruning process, the unigrator process is used, which functions as a sugar cane chopper material. The unigrator machine is driven by a steam turbine which is a mover that converts the potential energy of the steam into kinetic energy and is then converted into mechanical energy in the form of a turbine shaft rotation. The purpose of this study was to determine the magnitude of the power needs of the unigrator and to determine the power of the steam turbine driving the unigrator to be able to obtain maximum sugarcane enumeration in PT. Rajawali II Sugar Factory Jatitujuh. The results of the study that analyzed the unigrator machine requires power 69.39 kw / Th, to get the maximum sugarcane count the obtained prepration index value of 93.3%, the higher the prepration index value, the better the performance of the extraction so that the milking process is getting maximum. In the steam turbine produces 160,559 J / sec turbine internal power, the effective power of the turbine generates 1,129 J / sec for the effective power for normal rotation to move the unigrator not too low and its rpm is high.

Keywords : Unigrator, Power, Steam Turbine, Internal Power, Effective Power.

1. PENDAHULUAN

Dari waktu ke waktu permintaan masyarakat akan gula terus meningkat. Hal ini disebabkan perkembangan penduduk dan semakin maraknya industri yang menggunakan bahan baku gula. Meningkatnya konsumsi masyarakat akan gula hendaknya disertai dengan meningkatnya produksi gula. Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan produksi gula. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan mesin-mesin dalam proses pembuatan gula. Dengan adanya mesin-mesin pembuatan gula tidak lagi dilakukan secara tradisional. Seiring dengan semakin berkembangnya mesin-mesin pembuat gula, maka produksi gula pun semakin meningkat.

Produksi gula ini jauh lebih baik dilihat dari segi kualitas maupun kuantitas bila dibandingkan dengan produksi gula pada waktu sebelum adanya mekanisasi.

Menurut Lintang (2012), proses pembuatan gula yang dilakukan secara tradisional tidak efektif dan efisien. Pabrik-pabrik gula tradisional hanya mampu memproduksi gula dalam skala kecil. Selain itu gula yang dihasilkan berkualitas rendah. Meskipun menggunakan mesin tradisional sulit untuk digunakan namun dengan kemajuan teknologi, berbagai mesin modern dapat ditemukan. Pentingnya alat berat tentu diketahui setiap orang. Pemilik pabrik terus mengamati berbagai peralatan industri yang bisa

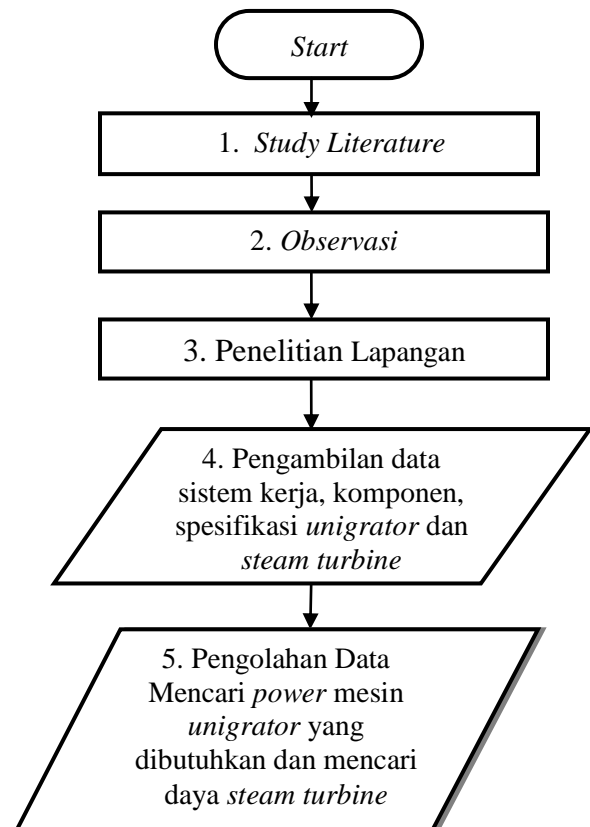
digunakan untuk memproduksi gula. Salah satu peralatan yang sangat berguna adalah mesin pencacah tebu *unigrator*. Menurut Ridho (2013) Mesin *unigrator* yang dirancang khusus untuk kebutuhan operasi pabrik tebu sangat penting. Mesin *unigrator* yang merupakan alat yang mempunyai fungsi untuk menghaluskan potongan-potongan tebu yang kasar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil atau menjadi serabut yang lebih halus sehingga sel-sel tebu terpecah keluar. Mesin *unigrator* yang dirancang khusus untuk kebutuhan operasi pabrik tebu. Hal ini membuat peralatan ini menjadikannya bagian penting dari proses penggilingan tebu.

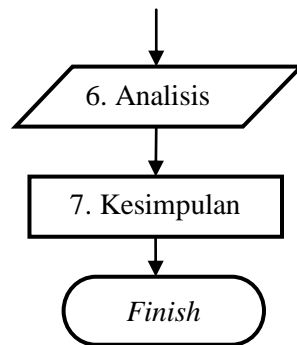
Menurut Malik (2008) Pabrik Gula memerlukan tenaga dalam jumlah relatif besar untuk penggerak utama. Tenaga tersebut diperlukan terutama dalam bentuk listrik untuk motor penggerak peralatan dan uap tekanan menengah hingga tinggi untuk turbin uap dan mesin uap. Untuk proses produksi gula dibutuhkan energi uap dalam jumlah besar. Dalam sistem cogeneration penggunaan energi uap yang pertama adalah untuk penggerak mekanik melalui mesin atau turbin uap, bersamaan dihasilkan uap bekas untuk proses pemanasan, penguapan dan kristalisasi. Dalam pabrik banyak peralatan seperti pompa, *blower*, *kompresor*, *centrifugal (low and high grate)*, *conveyor*, *feeder*, *vibrator* dan *mixer* yang digerakkan oleh elektro motor. Untuk pabrik yang efisien, melalui turbin generator dalam sistem cogeneration seluruh kebutuhan tenaga uap dan listrik dapat dipenuhi melalui pembakaran ampas pada *boiler*. Menurut Rahmat (2006) Putaran *unigrator* digerakkan oleh turbin uap yang merupakan mesin konversi energi yang dapat mengubah energi potensial uap menjadi energi mekanik yang selanjutnya dapat memutar poros turbin. Energi merupakan kemampuan suatu zat untuk melakukan kerja. Dan Penggunaan uap sebagai fluida kerja didasarkan atas existensinya sebagai sumber tenaga yang besar dan belum dapat digeser oleh sumber energi yang lain. Turbin uap menggunakan fluida kerja berupa uap yang diproduksi oleh ketel uap.

Menurut Suninto (2016) mesin-mesin produksi belum menjalankan fungsinya secara optimal karena masih sering terjadi kerusakan mesin secara tiba-tiba sehingga menghentikan proses produksi. pada dasarnya pemeliharaan mesin dilakukan untuk mempertahankan tingkat produktivitas yang berlangsung. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran produksi adalah mesin. Seringnya terjadi kemacetan pada mesin produksi membuat kesiapan dan kehandalan pada mesin tersebut tidak maksimal sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan produksi dan penurunan kualitas.

2. METODE PENELITIAN

Sebagian besar metode penelitian adalah dengan menggunakan diagram alir (*Flow Chart*) yang bertujuan untuk dasar dalam bertindak dan mempermudah dalam pelaksanaan proses penelitian. Diagram alir proses penelitian yang berisi tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian.





Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

1. *Study Literature*

Mencari jurnal tentang *mesin unigrator* dan *steam turbine*, mengumpulkan data dengan cara membaca dari sumber referensi buku-buku representatif maupun internet.

2. *Observasi*

Merupakan pengamatan secara langsung mengenai kondisi di lapangan PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai kondisi di lapangan dan situasi lokasi penelitian.

3. *Penelitian Lapangan*

Praktek Lapangan di PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh. terletak di Desa Sumber kulon kec, Jatitujuh kab, Majalengka Jawa Barat.

PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh merupakan salah satu anak perusahaan RNI yang berada di Jawa Barat. PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh resmi berdiri di Jawa Barat dengan status anak perusahaan, merupakan agroindustri yang dimiliki oleh PT. RNI sebagai *investment holding company*.

4. *Pengambilan Data*

Pengambilan data dari lapangan berupa system kerja *unigrator*, komponen *unigrator*, spesifikasi *unigrator* dan *steam turbine*.

5. *Pengolahan Data*

Mengolah semua data yang didapat dari lapangan. Dengan perhitungan maka dapat diketahui berapa besar *power unigrator*, dan dapat diketahui daya *steam turbine* sehingga dapat dibuat rekomendasi dalam rangka memberi masukan pada unit produksi

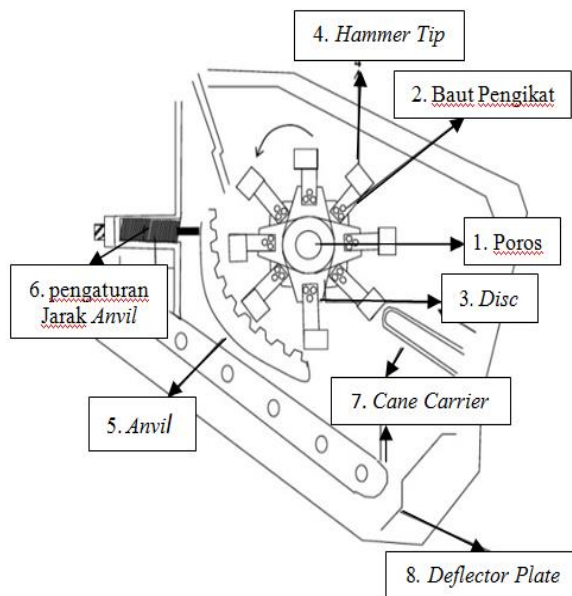
mengenai layak atau tidak mesin *unigrator* tersebut digunakan.

A.

esin Unigrator

Unigrator merupakan alat pengerjaan pendahuluan yang ada di PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh. *Unigrator* berfungsi memotong dan memecah tebu sehingga membantu rol gilingan untuk mendapatkan pemerahan nira sebesar mungkin. Prinsip kerja alat ini memecah-mecah sel-sel tebu, agar rol gilingan dapat mudah memerah nira yang terdapat pada sel-sel tebu yang telah terbuka. *Unigrator* adalah alat pengerja pendahulu yang ber-rotor tunggal yang menggabungkan pisau-pisau tebu dan penghalus tebu agar *supply* tebu dapat dipotong-potong dan disabutkan sebelum masuk ke gilingan. *Unigrator* memiliki satu rotor dengan pisau baja. *Unigrator* ini digerakan dengan menggunakan turbin uap berdaya 2100 Kw. Tebu yang masuk ke dalam *unigrator* dipotong ke atas oleh pisau-pisau *hammer*, kemudian dilemparkan pada jeram belakang atas yang kemudian dipukul dengan landasan *Anvil*. (Anis, 2016)

Unigrator sebagai perusak struktur tebu, membuka sel-sel batang tebu sehingga nira yang terdapat dalam batang tebu dapat diambil dengan sempurna. Bekerja dengan cara memotong, memukul dan menghaluskan batang tebu. untuk mencacah tebu menjadi bagian-bagian yang lebih kecil atau menjadi serabut yang lebih halus sehingga dapat mempermudah proses ekstraksi yang optimal dengan cara ditumbuk atau dipukul oleh *hammer* hingga hancur dan mudah diperas dalam proses penggilingan. (Irvan, 2015)



Gambar 2. Skema Mesin *Unigrator*

Keterangan:

1. Poros adalah as yang berhubungan dengan electromotor sebagai pusat putaran
2. Baut Pengikat Baut untuk mengikat/menempelkan pisau
3. Disc Tempat diikatnya/ditempelkannya pisau
4. Hammer Tip Bagian yang berfungsi memukul-mukul tebu sehingga sel-selnya terbuka
5. Anvil Jarak Antara Hammer dengan dasar
6. Pengatur jarak anvil
7. *Cane Carrier* untuk membawa/menggerakkan tebu
8. *Deflector plate* Untuk mengatur agar serpihan tebu mengikuti arah putaran dari *hammer*

B. Cara Kerja

Pemukul/*hammer* pada *unigrator* terbagi menjadi empat deret selang- seling dan saling tegak lurus, sehingga bersamaan *unigrator* bekerja dengan putaran tinggi *hammer* memecah tebu. Rumah *unigrator* dibuat sedemikian rupa sehingga tebu dapat dipukul oleh *hammer* secara optimal. *Anvil* untuk pengaturan jarak terdapat pada bagian bawah rumah *unigrator*. Tebu yang keluar dari

unigrator dalam keadaan hancur sehingga luas permukaan sel-sel yang terbuka menjadi besar. Untuk mendapatkan nira menjadi maksimal. Untuk menghitung *power* yang dibutuhkan *unigrator* menggunakan persamaan berikut :

Dimana : W = Kebutuhan *power*

P = *Preparation Index*

$$W = \frac{\text{Kebutuhan tenaga}}{\text{Kapasitas}} \dots (1)$$

Untuk menghitung *Preparation Index* menggunakan persamaan berikut :

$$P = 63 \dots (2)$$

C. Turbin Uap

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Contoh turbin awal adalah kincir angin dan roda air. Sebuah turbin yang bekerja terbalik disebut kompresor atau pompa turbo. Turbin gas, uap dan air biasanya memiliki *casing* sekitar baling-baling yang memfokus dan mengontrol fluida. *Casing* dan baling-baling mungkin memiliki geometri variabel yang dapat membuat operasi efisien untuk beberapa kondisi aliran fluida. Energi diperoleh dalam bentuk tenaga *shaft* berputar. (wikipedia)

D.

penggunaan Turbin

Penggunaan paling umum dari turbin adalah untuk pemroduksian tenaga listrik dan hampir seluruh tenaga listrik diproduksi menggunakan turbin dari jenis tertentu. Turbin merupakan bagian dari mesin yang lebih besar. Sebuah turbin gas sebagai contoh dapat menunjuk ke mesin pembakaran dalam yang berisi sebuah turbin, kompresor, *kombustor*, dan *alternator*.

Turbin dapat memiliki kepadatan tenaga yang luar biasa (berbanding dengan volume dan beratnya). Ini karena kemampuan mereka beroperasi pada kecepatan sangat tinggi. turbin uap termasuk mesin- mesin konversi energi yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetis pada nozel dan selanjutnya

diubah menjadi energi mekanis pada sudu-sudu turbin yang dipasang pada poros turbin. Energi mekanis yang dihasilkan dalam bentuk putaran poros turbin dapat secara langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi dihubungkan dengan mekanisme yang digerakkan. Untuk menghasilkan energi listrik, mekanisme yang digerakkan adalah poros generator. jika dibandingkan dengan penggerak dengan tenaga listrik lain seperti diesel, turbin memiliki kelebihan antara lain :

- penggunaan panas yang lebih baik.
- pengontrolan putaran yang lebih mudah.
- tidak menghasilkan loncatan bunga api listrik.
- tidak terpengaruh lingkungan sekeliling yang panas.
- uap bekasnya dapat digunakan kembali atau untuk proses.

E. Rumus Perhitungan Daya Turbin

Daya dari sebuah turbin uap dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

- Daya Internal Turbin (N_i)

$$N_i = \frac{427 \cdot G}{10} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

G_o = Laju aliran massa uap

H_i = Penurunan panas (*heat drop*) yang berguna pada turbin uap

- Daya Efektif Turbin (N_e)

Daya efektif adalah daya yang dihasilkan turbin untuk menggerakkan poros. Untuk mengukur daya efektif poros pada suatu mesin ditentukan dengan persamaan berikut :

$$N_e = N_i \dots \dots \dots (4)$$

Dimana : N_i = Daya internal

N_e = Daya efektif

P_o = Tekanan awal

T_o = Temperatur awal

P_2 = Tekanan akhir

$Losses$ = Kerugian panas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data

- Tabel tentang spesifikasi mesin *unigrator* sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Mesin *Unigrator*

<i>Unigrator</i>	
Dimensi alat	P = 246 cm; T = 135 cm
Jumlah hammer	60 Buah
Bentuk	Persegi panjang
Jumlah alat	1 Unit
Skala	1:30
Jam operasi	24 Jam
Kapasitas giling	6562 ku/jam
Penggerak turbin uap	2100
w	

- Tabel ini menjelaskan tentang spesifikasi *steam turbine* sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi *Steam Turbine*

<i>Steam Turbine</i>	
Kapasitas	2100 Kw
Tekanan masuk	22 - 23 BARG
Tekanan keluar	0,9 - 1 BARG
Suhu masuk	299 °C
Suhu keluar	165 °C
Putaran turbin	4100 RPM
Batas kecepatan maksimal	5500 kw
Kerugian panas	1289,79 kJ/kg
Penurunan panas	697,34 kJ/kg
Laju aliran uap	55 m/det

B. Analisis Perhitungan

Dari tabel spesifikasi mesin *unigrator* untuk menghitung kebutuhan *power unigrator* bisa dihitung :

- enggerak = 2100 kw
- apasitas giling = 6562 tcd : 24 jam = 273,41 tch
- adar sabut = 11 %
- am Operasi = 24 jam

5.

abut % tebu = Kapasitas/jam × Kadar

sabut = 273,41 × 11 % = 30.07 t/h

W = Kebutuhan *power*

PI = *Preparation index*

$$W = \frac{\text{Tenagapenggerak}}{\text{Kapasitasgiling}}$$

$$W = \frac{2100 \text{ kw}}{30.07 \text{ t/h}} = 69,83 \text{ kw/th}$$

Untuk menentukan PI yang harus didapat :

$$\begin{aligned} PI &= 63,7 \times W^{0,09} \\ &= 63,7 \times 69,83^{0,09} \\ &= 63,7 \times 1,465 \\ &= 93,3\% \end{aligned}$$

Jadi untuk mendapatkan cacahan tebu yang maksimal nilai *preparation index* yang didapat 93,3 % semakin tinggi nilai *preparation index* maka semakin bagus kinerja dari ekstraksi sehingga proses pemerahan nira semakin maksimal.

Perhitungan Mencari daya internal dan efektif turbin uap.

1. Mencari daya internal turbin (Ni) :

Diketahui : Laju aliran masa uap = 55 m/det
Penurunan panas yang berguna pada turbin uap = 697,34 kJ/kg

Ditanyakan : Daya internal turbin (Ni) ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Ni &= \frac{427 \cdot Go \cdot Hi}{102} \text{ (kW)} \\ Ni &= \frac{427 \cdot 55 \cdot 697,34}{102} \text{ (kW)} \\ Ni &= 160,559 \text{ J/det} \end{aligned}$$

2.

encari daya efektif turbin (Ne) :

Diketahui : Ni = 160,559 J/det
Losses = 1289,79 kJ/kg

Ditanyakan : Daya efektif (Ne) ?

Penyelesaian : $Ne = Ni - Losses$

$$\begin{aligned} Ne &= 160,559 - 1289,79 \\ Ne &= 1,129 \text{ J/det} \end{aligned}$$

Jadi daya efektif yang didapat 1,129 J/det, daya efektif untuk putaran normal menggerakkan unigrator tidak terlalu rendah dan tinggi rpm nya.

S

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang Analisis Kerja Mesin *Cane Unigrator* dengan Penggerak *Steam Turbine* di PT. Pabrik Gula Rajawali II Jatitujuh, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1.

ower *unigrator* memerlukan *power* yang stabil untuk menghaluskan batang tebu. Berdasarkan hasil perhitungan mencari *power unigrator* didapatkan hasil 69,83 Kw/Th dan nilai PI 93,3 %. Jadi semakin tinggi derajat pencacahan tebu maka semakin bagus kinerja dari ekstraksi sehingga proses pemerahan nira semakin maksimal.

2. Daya turbin uap menghasilkan daya internal 160,559 J/det dan daya efektif menghasilkan 1,129 J/det. Jadi daya untuk putaran normal menggerakkan *unigrator* tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi rpm nya.

5.

AFTAR PUSTAKA

- Ridho J, 2013, *Mempelajari Teknologi Proses Pengolahan Gula Tebu*, Fakultas Ilmu dan Teknologi Universitas Djuanda Bogor.
- Anis H, 2016, *Proses Pembuatan Gula* di PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Irvan K, 2015, *Pengenalan Alat Pabrik Gula* di PT Perkebunan Nusantara X PG. Djombang Baru. Universitas Politeknik LPP Yogyakarta.
- Najamudin, 2014, *Evaluasi Prestasi Mesin Pada Turbin Uap* Universitas Bandar Lampung.
- Rahmat P, 2006, *Analisa Konversi Energi Pada Turbin Uap Curtismultistage dengan daya 4500 Kw*. Mechanical Engineering.
- Suninto P, 2016, *Analisis Efektivitas Mesin Unigrator Menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effetivenes (OEE)*. Fakultas Teknik, UPN Yogyakarta.

Tarsidi, 2019, *Hasil Observasi Pengambilan Data*, Karyawan Pabrik di PT. PG. Rajawali II Unit PG. Jatitujuh.

Lintang P, 2012 *Pengertian Pabrik Gula*
<https://www.scribd.com/document/173789517/Pabrik-Gula>

Malik, 2008, *Artikel Boiler dan Pemakaian Uap*.

<https://malikhizbullah.wordpress.com/2008/08/22/boiler-dan-pemakaian-uap-di-pabrik-gula/>

Ekha, 2012, *Pengertian dan Cara Kerja Turbin*
www.independent.academia.edu/EkhaRachmat