

## **BAB III**

### **TEORI PENUNJANG**

#### **3.1 PROSES PEMBUATAN GULA DARI NIRA TEBU**

Proses pembuatan gula menggunakan proses sulfitasi alkalis continue. Produknya adalah gula jenis SHS (*Superior Hooft Suiker*) 1-A dengan hasil samping berupa tetes dan ampas. Adapun tahapan produksi dan tujuan dari tiap tahap meliputi :

**a. Pemerahan Nira (Stasiun gilingan)**

Tujuannya untuk memerah nira sebanyak-banyaknya dan menekan kehilangan gula dalam ampas seminimal mungkin. Terjadi pemisahan antara ampas dengan nira pada batang tebu. Tebu di terima di crane yard untuk didaftarkan dan ditimbang dan selanjutnya di proses.

**b. Pemurnian (Stasiun pemurnian)**

Untuk menghilangkan atau membuang bahan baku bukan gula yang terdapat pada nira mentah semaksimal mungkin tanpa menimbulkan banyak kerugian berupa kerusakan maupun kehilangan sukrosa, dalam proses penapis hampa dilakukan pemisahan antara blotong dan fitrat (nira tapis).

### 3.2 Perawatan

Perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dan menentukan dalam kegiatan produksi dari suatu perusahaan yang menyangkut kelancaran atau kemacetan produksi, kelambatan dan volume produksi serta efisiensi berproduksi (Baroto, 2000).

Peranan kegiatan perawatan tidak hanya untuk menjaga agar perusahaan dapat tetap bekerja dan dapat berproduksi, serta dapat memenuhi permintaan langganan tepat pada waktunya, akan tetapi menjaga agar perusahaan dapat bekerja secara efisien dengan mengurangi kemacetan- kemacetan menjadi sekecil mungkin (Assauri, 1980).

Pabrik Gula XYZ adalah perusahaan yang menghasilkan produk utama berupa Gula. Proses produksi yang berlangsung di perusahaan adalah proses yang kontinyu dan beroperasi selama 24 jam selama kurang lebih 125 hari nonstop. Proses produksi berlangsung dengan melewati 5 (lima) stasiun kerja yaitu 1) Stasiun Gilingan, 2) Stasiun Pemurnian, 3) Stasiun Penguapan, 4) Stasiun kristalisasi dan 5) Stasiun Puteran. Sistem perawatan yang ada saat ini adalah kebijaksanaan perawatan dengan dua alternatif kebijaksanaan, yaitu Perawatan Korektif pada masa giling, dan *Overhaul* pada masa non giling. Dari data statistik kerusakan pada masa lalu yang tertinggi adalah Stasiun Puteran yaitu sebesar 54%. Dampak terjadinya kerusakan mesin antara lain: 1) terjadi downtime, 2) alur produksi menjadi terhambat dan 3) waktu produksi menjadi bertambah panjang. Mesin yang ada di Stasiun Puteran adalah Mesin HGF (High Grade Fugal) yang berfungsi untuk menghasilkan gula SHS (Super High Sugar) dan Mesin LGF (Low Grade Fugal) yang berfungsi untuk menghasilkan gula D1 dan D2. Adapun prosentase kerusakan pada mesin HGF dan LGF selama masa giling 200x adalah 64,5% mesin HGF dan 35,5% pada mesin LGF.

Untuk mengantisipasi kerusakan mesin, perusahaan dapat menerapkan perawatan preventif. Perawatan preventif adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga, dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan, pada waktu digunakan dalam proses produksi (Baroto, 2000). Dengan perawatan preventif dapat dimungkinkan untuk mengurangi frekuensi *breakdown* dan mengurangi kemacetan produksi akibat mesin yang rusak. Untuk itu, penelitian ditujukan untuk merancang metode penyusunan jadwal perawatan preventif di Stasiun Puteran Pabrik Gula dengan mengambil kasus Mesin HGF.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian di awali dengan menentukan variable penelitian agar variable apa saja yang perlu dihitung, sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

#### a) Penentuan komponen kritis

Komponen yang mempunyai pengaruh besar terhadap satu kesatuan system.

Pada langkah ini penentuan komponen kritis pada HGF WS dan HGF Zagitter ditentukan dengan berfokus pada dua komponen yaitu dua komponen yang mempunyai frekuensi kerusakan terbanyak.

**b) Pengambilan data berdasar komponen kritis**

Pada langkah ini dilakukan pengambilan data ulang berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya. Data ini berupa data waktu kerusakan komponen kritis , dan data interval kerusakan.

**c) Menguji kecocokan distribusi.**

Langkah ini dilakukan pengujian hipotesis apakah pola distribusi kerusakan sesuai dengan dugaan, bila tidak sesuai maka kembali pada langkah sebelumnya, yaitu pendugaan hipotesis distribusi waktu kerusakan. Bila uji hipotesis sesuai dengan dugaan, maka di lanjutkan dengan langkah selanjutnya.

**d) Analisis keandalan**

Pada langkah ini dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan keandalan sesuai dengan pola distribusi data. Hal tersebut dimaksudkan untuk memperoleh waktu yang tepat untuk melakukan perawatan.

**e) Menyusun jadwal perawatan**

Peyusunan jadwal perawatan preverentif termasuk penggantian dilakukan dengan berpatokan pada nilai MTTF dan batas minimal dari nilai keandalan sesuai dengan SII (Standar Industri Indonesia) yaitu 70%.

### 3.4 Pola Distribusi Probabilitas

#### 1. Kepadatan Probabilitas

merupakan segolongan fungsi yang sering digunakan dalam teori statistika untuk menjelaskan perilaku suatu distribusi probabilitas teoretis. Suatu fungsi memenuhi kriteria sebagai fkp apabila (1) nilainya selalu positif untuk setiap titik absis dan (2) fungsi primitifnya merupakan distribusi probabilitas. Ini berarti bahwa suatu fkp berharga non-negatif untuk semua nilai absis dan hasil integral (tertentu)nya yang merentang dari  $-\infty$  menuju  $+\infty$  sama dengan satu. Selain disebut sebagai fungsi kepekatan probabilitas, pustaka-pustaka juga menyebutnya sebagai fungsi kepekatan peluang atau fungsi kerapatan probabilitas

#### 2. Distribusi komulatif

Menurut Walpole dan Myers (1995: 60) Fungsi distribusi kumulatif atau probabilitas kumulatif sering disebut fungsi distribusi saja. Fungsi distribusi variabel acak kontinu  $X$  yang dinotasikan  $F(x) = P(X \leq x)$  untuk semua bilangan riil  $x$

#### 3. Keandalan

Andal dalam KBBI memiliki 2 arti. Pertama, andal berarti dapat dipercaya. Kedua, andal juga dapat berarti memberikan hasil yang sama

pada percobaan yang berulang. Keandalan suatu produk dapat dijabarkan sebagai nilai probabilitas komponen-komponen yang menyusun produk tersebut dapat berjalan sebagaimana mestinya dalam jangka waktu tertentu. Keandalan suatu produk selayak sebuah probabilitas yang bernilai 0-1. terdapat 2 faktor yang menentukan keandalan suatu mesin, yaitu : fungsi mesin, keadaan tertentu (batasan mesin), dan masa pakai mesin tersebut. Fungsi mesin adalah factor utama yang menentukan keandalan suatu mesin. Suatu mesin dapat dikatakan andal apabila mesin tersebut bias melakukan kerja sesuai fungsi mesin itu sendiri. Sebaliknya, apabila mesin tersebut tidak bias menjalankan fungsi sebagaimana mestinya, mesin tersebut bias dikatakan tidak andal (tidak bias diandalkan) Keadaan tertentu atau yang sering disebut sebagai batasan mesin adalah keadaan dimana mesin dapat bekerja secara optimal

$$R(t) = P(x(t) = 1)$$

$R(t)$  = keandalan mesin saat  $t$

Nilai  $R$  seperti probabilitas memiliki nilai dalam range

$$0 \leq R \leq 1.$$

$R = 1$  menyatakan bahwa mesin bekerja dengan baik

$R = 0$  menyatakan bahwa mesin bekerja dengan buruk

Fungsi keandalan adalah fungsi yang berhubungan dengan waktu (waktu pengoperasian mesin).

#### 4. Laju kerusakan

Fungsi ini disebut juga fungsi hazard , di notasikan dengan  $f(t)$ . kemungkinan gagal suatu item dalam selang waktu tertentu  $(t_1, t_2)$  disebut laju kerusakan selama selang waktu tersebut. Laju kerusakan tersebut dapat diturunkan dari persamaan berikut :

$$\frac{r(t)}{t_2 - t_1} = \frac{R(t_1) - R(t_2)}{(t_2 - t_1) \cdot R(t)}$$

Dengan mengganti  $t_1 = t$  dan  $t_2 = t + \Delta t$  , maka laju kerusakan menjadi :

$$r(t) = \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{\Delta t \cdot R(t)}$$

Laju kerusakan sesaat (hazard rate),  $h(t)$  didefinisikan sebagai limit dari Laju kerusakan dengan panjang interval waktu yang mendekati nol.

#### 3.5 Rata-rata Waktu Antar Kerusakan (MTTF) dan Rata-rata Waktu Perbaikan (MTTR)

##### Mean Time To Failure

MTTF Adalah waktu rata rata kegagalan yang terjadi selama beroperasinya suatu sistem. Dari data yang telah didapat maka dilakukan perhitungan MTTF tiap gardu induk untuk tiap tahunnya, maupun untuk keseluruhan selama 7 tahun. Satuan MTTF adalah hari.

### Mean Time To Repair

MTTR adalah nilai tengah dari fungsi probabilitas untuk waktu perbaikan dari distribusi data waktu perbaikan yang telah diketahui terlebih dahulu (Ebeling, 1997). MTTF dan MTTR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MTTF} = -t R(t) \Big|_0 + \int_0^\infty R(t) dt = \int_0^\infty R(t) dt$$
$$\text{MTTR} = \int_0^\infty t h(t) dt = \int_0^\infty (1 - R(t)) dt$$



Gambar 3.1 hasil fotomesin HGF asli dari pabrik gula tjoekir

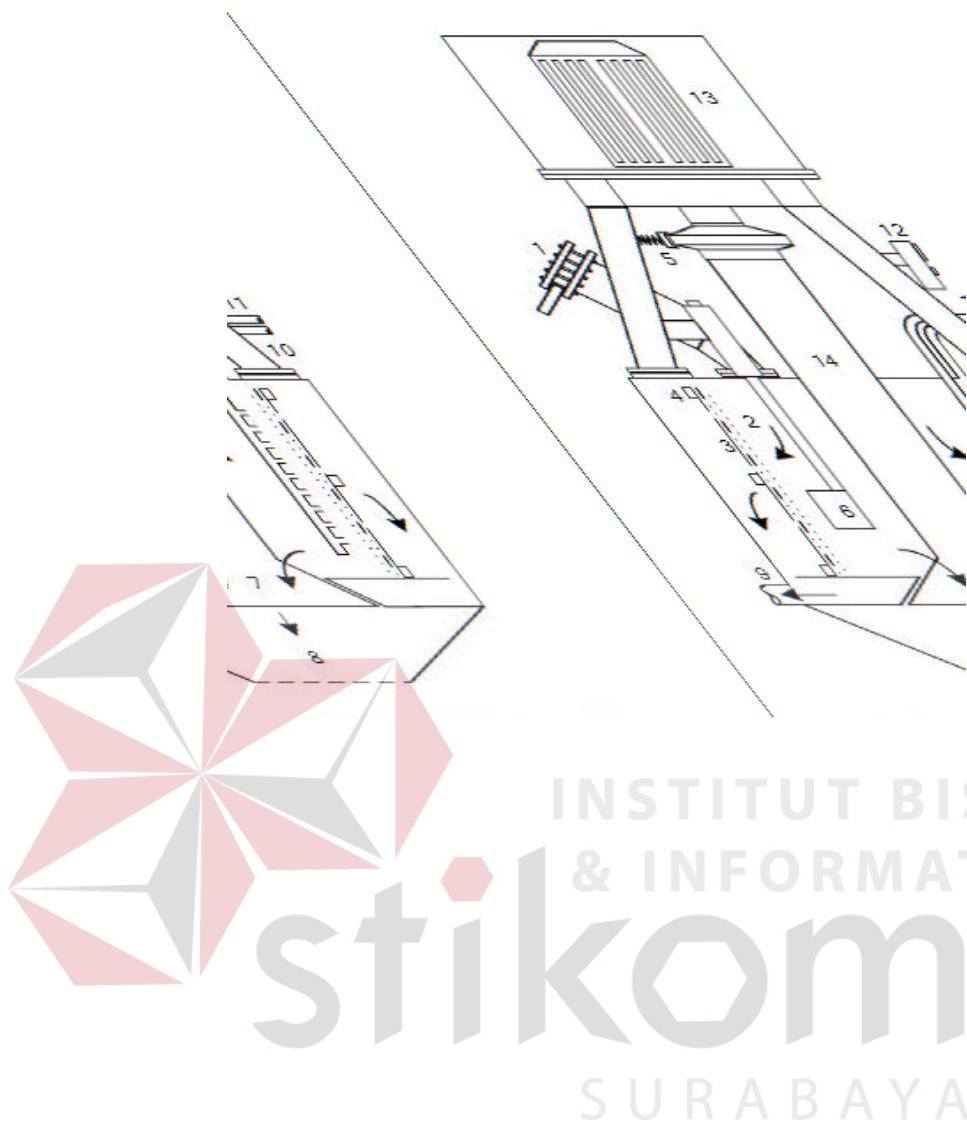
### **3.6 PLC SENTRIFUGAL**

Mesin sentrifugal adalah mesin pemutar yang umum digunakan pada pabrik gula. Mesin ini di gunakan untuk memisahkan Kristal gula dari larutan induknya. Mesin sentrifugal ini menggunakan PLC sebagai pengendali system kerja dari putaran mesin ini.

### **3.7 SISTEM KONTROL MESIN SENTRIFUGAL**

Setiap mesin yang menggunakan PLC membutuhkan system control yang sesuai dengan karakteristik mesin tersebut. Sama halnya dengan PLC pada mesin sentrifugal memiliki kebutuhan control yang sesuai dengan fungsi mesin sentrifugal.

Gambar 3.6 berikut adalah sketsa dari mesin HGF dan keterangannya .



Gambar 3.2 sketsa dari mesin HGF dan keterangannya

1. Katup pengisian
2. Saringan kerja (working screen)

3. Penahan saringan kerja (backing screen)
4. Basket
5. Rem
6. Scrapper
7. Katup pengeluaran
8. Chute pengeluaran gula
9. Pipa saluran pengeluaran stroop
10. Pipa air siraman
11. Pipa uap
12. Alat control (*touch screen*)
13. *Electro* motor
14. Poros penggerak



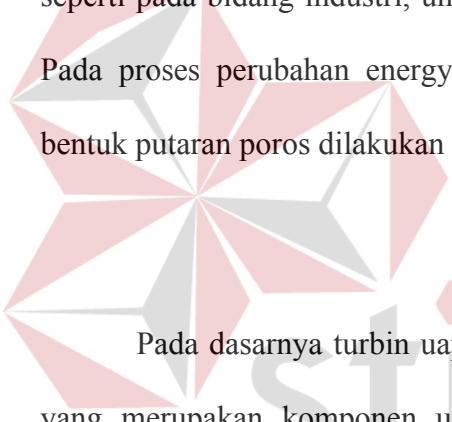
Gambar 3.3 foto asli turbin yang di ambil di pabrik tjoekir

*Turbine* adalah suatu perangkat pemutar yang dilengkapi dengan sudu-sudu (*blade*). *Turbine* dalam pembahasan ini adalah turbine uap dimana uap kering (superheated steam) yang telah tercipta dengan tekanan, temperatur dan aliran (*flow rate*) tertentu dari boiler yang disesuaikan dengan kondisi operasi *turbine* sehingga turbine dapat berputar sesuai dengan kecepatan putar yang direncanakan. Perputaran turbin tersebut akan digunakan untuk memutar generator listrik yang dikopel/digandengkan dengan turbine sehingga diperoleh listrik. Pengaturan tegangan dan arus listrik akan dilakukan dengan menggunakan transformator (trafo) *step up/down*. Uap air yang lepas setelah memutar turbin akan mengalir ke *condenser* untuk dirubah menjadi air kembali.

Turbin generator adalah sumber yang populer pembangkit listrik yang bersih di kapal, karena kebanyakan tidak menggunakan jenis bahan bakar minyak yang memeng berat maupun menggunakan mesin diesel. Uap digunakan untuk memproduksi listrik yang terjadi di generator turbin. Uap adalah bentuk, yang mudah dan murah dan juga ramah lingkungan sebagai bahan bakar pada kapal. generator turbin, uap berasal dari pembangkit boiler kapal uap. Dalam generator turbin, uap digunakan dengan bertekanan tinggi untuk memutar turbin dimana energi panas uap akan dikonversi menjadi gerakan berputar. Turbin dihubungkan dengan alternator's rotor, maka konsep putar dari turbin digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik. Pembangkit Propeller kapal dapat digerakkan oleh turbin uap melalui motor

berkecepatan rendah. Generator turbin secara langsung memasokan listrik terhadap motor berkecepatan lambat yang terhubung ke poros baling-baling kapal.

Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energy kinetik dan selanjutnya di ubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin, langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang akan di gerakkan. Tergantung pada jenis mekanisme yang digunakan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan untuk transportasi. Pada proses perubahan energy potensial menjadi energi mekanisnya yaitu dalam bentuk putaran poros dilakukan berbagai cara.



Pada dasarnya turbin uap terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor yang merupakan komponen utama pada turbin kemudian di tambah komponen lainnya yang meliputi pendukungnya seperti bantalan, kopling dan sistem bantu lainnya agar kerja turbin dapat lebih baik. Sebuah turbin uap memanfaatkan energi kinetik dari fluida kerjanya yang bertambah akibat energi termal.

Turbin uap adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya di ubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin langsung atau dengan bantuan elemen lain, dihubungkan dengan mekanisme yang digerakan. Tergantung

dari jenis mekanisme yang digerakan turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang industri, seperti untuk pembangkit listrik.

