



BAB IX

TUGAS KHUSUS

IX.1 Uraian Tugas Khusus

Selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Redjosarie, Magetan, penulis menargetkan untuk dapat membuat design single tray clarifier. Rancangan ini melibatkan penentuan dimensi clarifier, seperti diameter, tinggi, dan ketebalan shell clarifier. Desain ini ditetapkan berdasarkan data aktual yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan.

IX.2 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan salah satu sarana penunjang pembangunan untuk mendorong pertumbuhan yang pesat disegala sektor termasuk sektor industri. Semakin canggih teknologi yang digunakan maka semakin ketat pula persaingan dalam dunia kerja oleh kemampuan individu yang beragam dibutuhkan sebagai bekal persaingan. Oleh karena itu, mahasiswa UPN “Veteran” Jawa Timur dituntut untuk mengantisipasi dan mempersiapkan diri dalam menghadapi isu tersebut baik dalam segi teori maupun dalam segi praktik dengan melalui kegiatan Magang Industri. Dalam kegiatan tersebut mahasiswa dapat belajar sekaligus memecahkan permasalahan yang terjadi pada perusahaan, sehingga terbentuk mental yang kuat dalam menghadapi masalah yang serupa.

Proses produksi di pabrik gula sangatlah kompleks mulai dari bahan masuk hingga menjadi gula produk. Salah satu faktor penentu kualitas gula produk adalah pada tahap pemurniannya. Pemurnian nira dilakukan untuk menghilangkan pengotor sebanyak mungkin dengan mencegah kehilangan gula. Sedimentasi merupakan salah satu tahap pemurnian yang berlangsung di dalam *clarifier* dengan tujuan untuk memisahkan padatan yang terkandung dalam suatu campuran. Pada pelaksanaan magang industri ini, diberikan tugas khusus untuk menentukan dimensi *clarifier* pada stasiun pemurnian di Pabrik Gula Redjosarie.



IX.3 Tinjauan Pustaka

Tujuan dari pemurnian nira yaitu menghilangkan sebanyak mungkin komponen bukan gula yang terdapat dalam nira serta mencegah kerusakan sukrosa. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membuat endapan yang akan menyerap kotoran/koloid melalui reaksi kimia serta pemisahan fisis seperti pengendapan. Menurut Sandi (2021), proses penghilangan kandungan bukan gula dilakukan dengan 3 cara, yaitu:

1. Cara fisis

Cara fisis dilakukan dengan cara memisahkan kotoran dan bukan gula yang tidak larutn seperti ampas halus, kerikil, pasir, dan lainnya dengan cara pengendapan, penyaringan, dan pengapungan.

2. Cara kimia

Cara kimia bertujuan untuk menghilangkan bukan gula yang larut seperti garam – garam anorganik dan senyawa – senyawa asam. Penghilangan kotoran secara kimia dilakukan dengan cara menambahkan suatu bahan kimia yang dapat bereaksi dengan nira dan memberikan efek pemurnian pada nira mentah. Nira yang bersifat asam harus dinetralkan dengan suatu basa yang dapat menimbulkan efek pemurnian dengan baik. Produk yang terbentuk dari reaksi penetralan tersebut diharapkan berupa suatu bahan yang tidak larut di dalam nira (mengendap), sehingga komponen bukan gula yang ada dalam nira dapat mengendap.

3. Cara kimia fisika

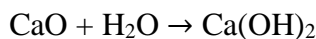
Proses penghilangan kotoran dengan cara kimia fisika yaitu proses dimana peristiwa bersumber dari cara kimia. Komponen bukan gula yang melayang-layang seperti koloid, protein, lilin, dan lainnya dengan cara melewati titik isoelektris (titik netral) masing-masing komponen bukan gula menggunakan kombinasi pengaturan suhu dan pH, sehingga akan terjadi proses absorpsi dan pengendapan (sedimentasi). Proses absorpsi adalah kemampuan suatu bahan untuk dapat menarik benda-benda lain yang ada di sekitarnya ke permukaan benda tersebut dan membentuk endapan kotoran baru. Endapan yang terbentuk tersebut akan menarik dan menyerap komponen partikel-partikel kecil disekitarnya sehingga ikut turun mengendap



bersama endapan yang telah terbentuk. Dengan demikian terjadi penghilangan kotoran lembut dari nira sehingga nira menjadi jernih.

Pemurnian nira dilakukan dengan proses defikasi. Proses defikasi merupakan proses pemurnian nira yang paling sederhana, hanya terdiri dari proses penghilangan sifat asam yang terdapat pada nira. Hal ini dilakukan karena sifat dari sukrosa sendiri dapat rusak karena asam. Sifat asam yang terdapat pada nira berasal dari asam organik, anorganik, maupun koloid yang bermuatan negatif (bersifat asam). Penghilangan sifat asam dilakukan dengan penambahan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang memiliki sifat basa. Beberapa reaksi kimia yang terjadi pada proses pemurnian adalah:

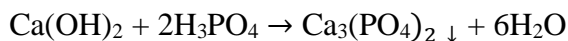
Reaksi pada pembuatan susu kapur :



Reaksi pada fosfat :

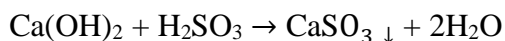


Reaksi pada defekator :



Kalsium fosfat memiliki sifat adsorbs kotoran yang melayang dengan sangat kuat sehingga mampu membentuk endapan. Sifat adsorpsi ini dapat berpengaruh pada kadar fosfat yang ada di dalam larutan dan mempengaruhi jumlah fosfat yang mengendap sebagai endapan.

Reaksi pada peti sulfitasi :



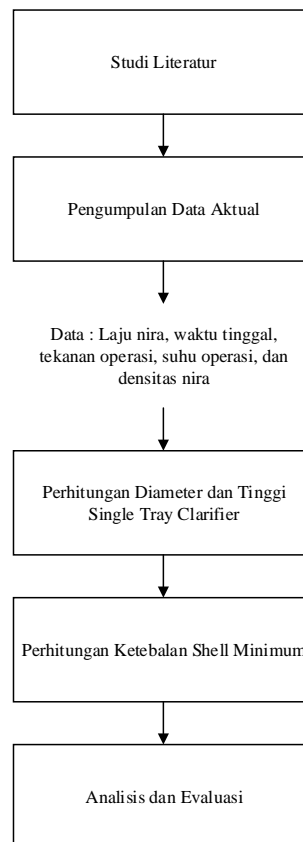
Kalsium sulfat (CaSO_3) memiliki sifat kurang larut dalam air, yang berarti bahwa senyawa ini cenderung mengendap dalam bentuk padatan. CaSO_3 berfungsi untuk menyelubungi endapan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Hal ini akan merubah sifat endapan yang awalnya inkompresibel menjadi kompresibel.

Clarifier merupakan salah satu unit pemurnian tempat pemisahan antara padatan dan cairan. Pada tahapan ini merupakan proses penting yang bisa menjadi penentu kualitas produk. Surindra (2022), menyatakan bahwa efisiensi sedimentasi tergantung pada dimensi clarifier. Diameter clarifier dapat memengaruhi luas permukaan efektif untuk sedimentasi. Semakin besar diameter clarifier, semakin

besar luas permukaan yang tersedia untuk endapan dalam proses sedimentasi. Diameter yang optimal dapat memastikan bahwa clarifier mampu menangani jumlah cairan yang cukup dan memberikan waktu yang cukup untuk sedimentasi. Tinggi clarifier juga dapat memainkan peran dalam sedimentasi. Tinggi clarifier yang tepat dapat memberikan waktu yang cukup bagi partikel untuk mengendap sebelum cairan jernih diangkut keluar dari clarifier. Desain yang baik dari clarifier harus mempertimbangkan faktor-faktor ini untuk memastikan efisiensi sedimentasi yang optimal sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Pemilihan dimensi yang tepat dapat meningkatkan kemampuan clarifier untuk mengatasi volume cairan dan menghasilkan endapan yang diinginkan.

IX.4 Metodologi Pemecahan Masalah

Berikut ini merupakan metode dalam pengerjaan tugas khusus untuk membuat design single tray clarifier pada stasiun pemurnian.



Gambar IX. 1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Khusus



IX.5 Hasil dan Pembahasan

IX.5.1 Menentukan Dimensi Clarifier

Data yang diketahui:

Nira yang diolah : $2,164 \text{ m}^3/\text{menit}$

Waktu tinggal : 30 menit

Suhu operasi : $100 \text{ }^\circ\text{C}$

Tekanan operasi : 1 atm

Rasio diameter/tinggi : 0,5

1. Menentukan volume liquid

Volume liquid = Debit x waktu

Volume liquid = $2,164 \text{ m}^3/\text{menit} \times 30 \text{ menit}$

Volume liquid = $64,92 \text{ m}^3$

Mencari diameter dan tinggi dari volume liquid

Diameter = $2t \rightarrow t = \frac{1}{2}D$

Volume liquid = Luas alas x tinggi

$V_{\text{liq}} = \frac{1}{4} \pi D^2 \times t$

$V_{\text{liq}} = \frac{1}{8} \pi D^3$

$64,92 \text{ m}^3 = \frac{1}{8} (3,14) D^3$

$D^3 = 165,4013 \text{ m}^3$

$D = 5,4892 \text{ m}$

$t = 2,7446 \text{ m}$

2. Menentukan diameter dan tinggi clarifier

Diameter = $2t \rightarrow t = \frac{1}{2}D$

Rekomendasi dimensi:

$D = 6 \text{ m}$

$t = 3 \text{ m}$

$V_{\text{tank}} = \frac{1}{4} \pi D^2 \times t$



$$V_{\text{tank}} = \frac{1}{4} (3,14) (6^2)(3)$$

$$V_{\text{tank}} = 84,78 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{liq}} = 76,6\% V_{\text{tank}}$$

IX.5.2 Menentukan Tebal Shell Silinder Pada Clarifier

Data yang diketahui ;

Diameter : 6 m

Tinggi : 3 m

Tekanan : 1 atm

Suhu : 100 °C

Densitas nira : 1,0539 g/ml

Faktor las : 0,8 (double welded butt joint)

Faktor korosi : $\frac{1}{16}$ in

1. Menentukan tekanan design (P_{design})

Menghitung P_{gauge}

$$P_{\text{gauge}} = P - 14,7$$

$$P_{\text{gauge}} = 14,7 - 14,7$$

$$P_{\text{gauge}} = 0 \text{ psig}$$

Menghitung $P_{\text{hidrostatik}}$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho g h_{\text{liq}}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 1053,873 \text{ kg}/\text{m}^3 (9,8 \text{ m}/\text{s}^2) 2,744 \text{ m}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 28.339,9096 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 4,1104 \text{ psig}$$

$$P_{\text{design}} = P_{\text{gauge}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$P_{\text{design}} = 0 \text{ psig} + 4,1104 \text{ psig}$$

$$P_{\text{design}} = 4,1104 \text{ psig}$$



2. Menentukan tebal shell minimum\

Bahan shell : low alloy steels

Type : SA-202 grade A

f_{all} : 18.750 psig

Perhitungan menggunakan persamaan bejana pendek bertekanan dalam dengan code API

$$ts = \frac{P Di}{2f_e - P} + c$$

$$ts = \frac{(4,1104 \text{ psig}) (19,685 \text{ ft})}{2 (18.750 \text{ psig})(0,8) - 4,1104 \text{ psig}} + 0,0052 \text{ ft}$$

$$ts = 0,0079 \text{ ft} = 0,0948 \text{ in}$$

$$ts = 0,0948 \text{ in} \times \frac{16}{16}$$

$$ts = \frac{1,5168}{16} \text{ in} \rightarrow \frac{3}{16} \text{ in}$$

3. Pengecekan f hitung

$$ts = \frac{P Di}{2f_e - P} + c$$

$$\frac{3}{16} \text{ in} = \frac{(4,1104 \text{ psig}) (19,685 \text{ ft})}{2 (f)(0,8) - 4,1104 \text{ psig}} + 0,0052 \text{ ft}$$

$$0,1875 \text{ in} = \frac{24,6624}{1,6f - 4,1104} + 0,0052$$

$$f = 84,7943 \text{ psig}$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai f_{hitung} kurang dari f_{all} , sehingga tebal shell

$\frac{3}{16}$ in dapat digunakan sesuai dengan kondisi operasi yaitu tekanan 1 atm dan suhu 100 °C.



BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

X.1 Kesimpulan

- a. Produk yang dihasilkan oleh PG. Redjosarie yakni berupa gula SHS (Superior High Sugar) dengan kapasitas giling sekitar ± 6.000 TCD. Sedangkan produk atau hasil samping dari pabrik gula ini adalah ampas tebu, tetes, dan blotong
- b. Pada stasiun persiapan, merupakan pintu awal dimana terjadi penerimaan tebu yang telah ditebang dari kebun, dan dilakukan penimbangan untuk menimbang tebu sebelum selanjutnya akan dikirim ke stasiun penggilingan.
- c. Stasiun Gilingan pada PG Redjosarie menggunakan 4 buah gilingan, dimana semua gilingan mempunyai prinsip kerja yang sama yakni memisahkan cairan tebu (nira) dengan ampas yang dilakukan dengan pemerahan.
- d. Stasiun Pemurnian bertujuan untuk memisahkan komponen-komponen bukan gula baik yang terapung maupun yang larut dalam nira mentah dengan memindahkan kehilangan gula dengan harapan nira yang dihasilkan semurni mungkin.
- e. Stasiun Penguapan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam nira sehingga nira menjadi pekat dengan menguapkan air sekitar 75%, penguapan air terjadi karena adanya perpindahan panas dari bahan pemanas kepada nira.
- f. Stasiun Masakan bertujuan untuk mengubah sukrosa dalam larutan menjadi kristal dengan kemurnian tinggi dan kadar gula dalam tetes serendah-rendahnya, yang nantinya dapat dengan mudah dipisahkan dari larutan induktornya dan komponen-komponen bukan gula di stasiun putaran



- g. Stasiun penyelesaian bertujuan untuk mengeringkan gula SHS (produk) dan mengemas gula sebagai produk akhir.
- h. Macam analisa yang dilakukan oleh laboratorium di PG Redjosarie yakni mencakup analisa Pendahuluan, analisa Rendemen, analisa Nira, analisa Ampas, analisa Blotong, analisa Tetes, analisa Masakan dan Stroop, analisa Gula Produksi, analisa Air Kondensat, analisa Air Boiler
- i. Untuk utilitas pada unit pengendalian air pada PG Redjosarie, sumber air yang digunakan untuk proses produksi berasal dari telaga sarangan. Secara umum, air telaga digunakan untuk air pengisi ketel uap..
- j. Utilitas pada unit pengendalian steam, uap dari hasil ketel digunakan sebagai penggerak mesin uap dan turbin uap, pemanas pendahuluan, evaporator, pan masakan, serta pengering udara yang diperlukan untuk kristalisasi
- k. Utilitas pada unit pengendalian listrik, diperoleh dari Pembangkit tenaga listrik yang dimiliki pabrik sendiri (Pembangkit Listrik TA dan Mesin Generator Set) serta PLN
- l. Sumber limbah pada PG Redjosarie ini melingkupi yakni limbah padat yang terdiri dari ampas tebu, abu ketel, dan blotong. Sedangkan untuk limbah cair yakni berasal dari air cucian skrap, air pendingin mesin pompa, air jatuhan kondensor pendingin gilingan dan palung. Selain cair, limbah cair dapat berupa ceceran nira yang bocor selama proses dan oli bekas. Dan untuk limbah gas, berupa sisa reaktan gas SO₂ dan hasil reaksi berupa gas CO₂ yang dibuang ke udara melalui cerobong.



X.2 Saran

- a. Perlu adanya sarana dan prasarana yang lebih baik dan modern sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi gula yang dihasilkan.
- b. Penting nya di sosialisasikan lagi tentang K3 dalam ruang lingkup pabrik
- c. Sebaiknya disediakan tempat tersendiri untuk mengambil sampel untuk Analisa yang layak agar para pekerja dapat terhindar dari resiko kecelakaan kerja
- d. Sebaiknya memiliki kesadaran dan keterbukaan akan perkembangan teknologi, sehingga dapat memanfaatkannya untuk proses produksi sehingga sistem produksi semakin efektif dan efisien, dan meningkatkan kualitas produk