

**PERANCANGAN INSTALASI ACCESSORIES PADA TANGKI NIRA  
ECONOMIZER KAPASITAS 100 LITER DALAM PRODUKSI GULA AREN**

**Nuradi**

<sup>1</sup> Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152  
Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

**Dimas Nugroho**

<sup>2</sup> Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No.  
152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

**ABSTRAK**

Berbagai masalah yang dapat dijadikan implementasi adalah dari ilmu dan teknologi, diantaranya dalam hal tenaga penggerak pada suatu alat produksi. Penggunaan tenaga penggerak yang asal mulanya menggunakan tenaga manusia atau binatang dirasakan sudah tidak memadai lagi, maka digantilah tenaga penggerak tersebut dengan yang lebih praktis yaitu tenaga mesin. Dari pergantian ini maka hasil yang diperoleh lebih baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya. Apabila kedua aspek ini terpenuhi maka produksi serta pendapatan akan meningkat.

Proses produksi telah menjadi tinjauan yang penting dalam suatu industri. Pemakaian mesin dalam suatu kegiatan industri menjadi hal yang penting dan merupakan kebutuhan yang sangat berpengaruh pada kemajuan dan kelangsungan suatu kegiatan industri. Beberapa hal yang sangat mencolok dari hasil produksi antara suatu alat yang memakai tenaga mesin antara lain: kuantitas lebih banyak, kualitas lebih baik, kecepatan lebih tinggi serta kebersihan relatif lebih baik.

Kata kunci : Perancangan, Economizer, Produksi Gula Aren

**ABSTRACT**

*Various problems that can be used as implementation are from science and technology, including in terms of driving force in a production tool. The use of propulsion which originally used human or animal power was felt to be no longer sufficient, so the propulsion was replaced with a more practical one, namely engine power. From this replacement, the results obtained are better in terms of quality and quantity. If these two aspects are met then production and income will increase.*

*The production process has become an important review in an industry. The use of machines in an industrial activity is important and is a requirement that greatly influences the progress and continuity of an industrial activity. Some of the things that are very striking from the results of the production of a tool that uses engine power include: more quantity, better quality, higher speed and relatively better cleanliness.*

*Keywords: Design, Economizer, Palm Sugar Production*

**PENDAHULUAN**

**Latar belakang**

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta meningkatnya tuntutan manusia akan kemudahan mendapatkan kebutuhan, maka manusia dituntut untuk lebih produktif dalam memproduksi, baik dalam kualitas dan kuantitas. Berbagai masalah yang dapat dijadikan implementasi adalah dari ilmu dan teknologi,

diantaranya dalam hal tenaga penggerak pada suatu alat produksi. Penggunaan tenaga penggerak yang asal mulanya menggunakan tenaga manusia atau binatang dirasakan sudah tidak memadai lagi, maka digantilah tenaga penggerak tersebut dengan yang lebih praktis yaitu tenaga mesin. Dari pergantian ini maka hasil yang diperoleh lebih baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya. Apabila kedua aspek ini terpenuhi maka produksi

serta pendapatan akan meningkat.

Proses produksi telah menjadi tinjauan yang penting dalam suatu industri. Pemakaian mesin dalam suatu kegiatan industri menjadi hal yang penting dan merupakan kebutuhan yang sangat berpengaruh pada kemajuan dan kelangsungan suatu kegiatan industri. Beberapa hal yang sangat mencolok dari hasil produksi antara suatu alat yang memakai tenaga mesin antara lain: kuantitas lebih banyak, kualitas lebih baik, kecepatan lebih tinggi serta kebersihan relatif lebih baik.

Menurut Peter Jaszi (dalam Rohaini, 2015:432) pengetahuan tradisional adalah pengetahuan yang dihasilkan dari aktivitas intelektual yang dikembangkan melalui pengalaman dan pengamatan, yang memiliki sifat dinamis dan akan selalu berubah berdasarkan kondisi dan kebutuhan masyarakat.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Heat Exchanger*

#### **Pengertian *Heat Exchanger***

Heat exchanger atau dalam bahasa Indonesia disebut alat penukar panas didefinisikan sebagai suatu alat yang dipergunakan untuk memindahkan atau mentransfer energi panas antara satu fluida dengan fluida lain. Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida ;terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung begitu saja. Fluida adalah segala jenis zat yang dapat mengalir entah itu dalam wujud air atau gas.

Menurut Sitompul (1993), peralatan penukar panas adalah suatu peralatan di mana terjadi perpindahan panas dari suatu fluida yang temperaturnya lebih tinggi kepada fluida lain yang temperaturnya lebih rendah.

Penukar panas sangat luas dipakai dalam industri seperti kilang minyak, pabrik kimia maupun petrokimia, industry gas alam, refrigerasi, pembangkit listrik. Salah satu contoh sederhana dari alat penukar panas adalah pada tangki nira dalam produksi gula aren.

#### **Klasifikasi *Heat Exchanger***

a. Berdasarkan Proses Perpindahan Panas  
Berdasarkan proses perpindahan panasnya, *heat exchanger* terbagi ke dalam dua jenis, yaitu tipe kontak tak langsung dan tipe kontak langsung.

##### 1. *Heat Exchanger* tipe Kontak Tak Langsung

*Heat exchanger* tipe ini melibatkan adanya suatu dinding pemisah antara fluida kerja dengan fluida pemanas atau pendinginnya. Oleh karena itu, pada tipe ini, tidak akan terjadi kontak secara

langsung antara fluida-fluida yang terlibat.

##### 2. *Heat Exchanger* tipe Kontak Langsung

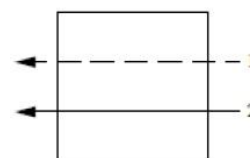
Perpindahan panas antara fluida satu dan lainnya pada alat tipe kontak langsung ini juga melibatkan pencampuran sejumlah massa fluida-fluida tersebut. Perpindahan panas yang terjadi biasanya juga melibatkan perubahan fasa dari salah satu fluida yang mengindikasikan terjadinya perpindahan panas dalam jumlah besar dan cepat.

##### a. Berdasarkan Pengaturan Aliran

Aliran dalam sebuah *heat exchanger* dapat berupa aliran searah (*parallel flow*), aliran berlawanan arah (*counter flow*), dan aliran bersilangan (*cross flow*). Pemilihan jenis aliran pada *heat exchanger* sangat mempengaruhi efektivitas, arah aliran fluida, level temperatur, dan kriteria desain lainnya. Berikut ini adalah jenis-jenis dari pengaturan aliran pada *heat exchanger*.

##### 1) *Parallel Flow Exchanger* (Aliran Searah)

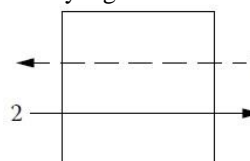
Pada *heat exchanger* tipe aliran ini, aliran fluida memasuki sisi yang sama pada sebuah *heat exchanger* dan beraliran searah satu sama lainnya, hingga kemudian keluar dari sisi yang lain. Pengaturan aliran jenis ini memiliki tingkat efektivitas paling rendah di antara *heat exchanger* dengan satu laluan pada laju alir, rasio kapasitas, dan luas permukaan yang sama, gambar arah aliran searah ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 1. Skematis tipe *Parallel Flow*

##### 2) *Counterflow Exchanger* (Aliran Berlawanan Arah)

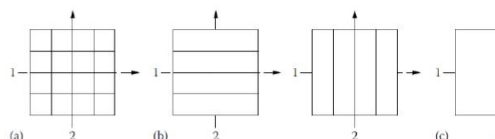
Pada tipe ini, kedua fluida mengalir secara paralel tetapi dengan arah yang berbeda. Idealnya, tipe ini merupakan tipe paling efisien dari semua tipe untuk pengaturan single-pass dengan parameter yang sama.



Gambar 2 Skematis tipe *Counterflow*

### 3) *Crossflow Exchanger* (Aliran Berlawanan Arah)

Pada tipe ini, kedua fluida mengalir secara normal satu sama lain. Berikut ini beberapa pengaturan kombinasi untuk single-pass cross flow yang ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 3 Skematis tipe *Crossflow*  
(a) *Unmixed-unmixed*, (b) *unmixed-mixed*, (c) *mixed-mixed*

- b. Berdasarkan Banyaknya Luluhan  
Terdapat jenis single pass atau multi pass. Sebuah fluida dapat dibuat menjadi *one pass* jika fluida tersebut mengalir melewati *heat exchanger* tersebut hanya satu kali. Pada pengaturan multi pass, fluida dikembalikan lagi dan melewati *heat exchanger* sebanyak dua kali atau lebih.
- c. Berdasarkan *Phase of Fluid*  
Berdasarkan fasa dari fluida, *heat exchanger* diklasifikasikan kembali menjadi *Gas-Liquid*, *Liquid-Liquid* dan *Gas-Gas*.
- d. Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Panas  
Dasar dari mekanisme perpindahan panas dipakai untuk perpindahan panas dari satu fluida ke yang lainnya meliputi konveksi satu fasa, konveksi dua fasa, dan kombinasi konveksi dan radiasi.
- e. Klasifikasi lain
  - 1) Condenser  
Condenser merupakan alat penukar panas yang digunakan untuk mendinginkan fluida sampai terjadi perubahan fase dari fase uap menjadi fase cair. Media pendingin yang dipakai biasanya air sungai atau air laut dengan suhu udara luar (Sitompul, 1993).
  - 2) Chiller  
Chiller merupakan alat penukar panas yang digunakan untuk mendinginkan (menurunkan suhu) cairan atau gas pada temperatur yang sangat rendah. Temperatur pendingin di dalam chiller jauh lebih rendah dibandingkan dengan pendinginan yang dilakukan oleh pendingin air. Media pendingin yang digunakan antara lain freon (Sitompul, 1993).
  - 3) Reboiler

Reboiler merupakan alat penukar panas yang bertujuan untuk mendidihkan kembali serta menguapkan sebagian cairan yang diproses. Media pemanas yang digunakan antara lain uap (*steam*) dan minyak (*oil*). Alat penukar panas ini digunakan pada peralatan distilasi (Sitompul, 1993).

#### 4) Cooler

Cooler adalah alat penukar panas yang digunakan untuk mendinginkan (menurunkan suhu) cairan atau gas dengan menggunakan air sebagai media pendingin. Dengan perkembangan teknologi saat ini, media pendingin *cooler* menggunakan udara dengan bantuan kipas (*fan*) (Sitompul, 1993).

#### 5) Heat Exchanger

*Heat Exchanger* (HE) adalah alat penukar panas yang bertujuan memanfaatkan panas suatu aliran fluida untuk pemanasan aliran fluida yang lain. Dalam hal ini terjadi 2 fungsi sekaligus yaitu :

- a) Memanaskan fluida yang dingin
- b) Mendinginkan fluida yang panas (Sitompul, 1993).

#### 6) Heater

Heater merupakan alat penukar kalor yang bertujuan memanaskan (menaikkan suhu) suatu fluida proses dengan menggunakan media pemanas. Media pemanas yang biasa digunakan antara lain uap atau fluida panas lain (Sitompul, 1993).

#### 7) *Thermosiphon* dan *Forced Circulation Reboiler*

*Thermosiphon reboiler* merupakan *reboiler* dimana terjadi sirkulasi fluida yang akan dididihkan dan diuapkan dengan proses sirkulasi alamiah (*natural circulation*). Sedangkan *Forced Circulation Reboiler* adalah *reboiler* yang sirkulasi fluida terjadi akibat adanya pompa sirkulasi sehingga menghasilkan sirkulasi paksaan (*forced circulation*) (Sitompul, 1993).

#### 8) Steam Generator

Alat ini sering disebut sebagai ketel uap dimana terjadi pembentukan uap dalam unit pembangkit. Panas hasil pembakaran bahan bakar dalam ketel dipindahkan dengan cara konveksi, konduksi dan radiasi. Berdasarkan sumber panasnya, steam generator dibagi 2 macam, yaitu :

- a) Steam generator tipe pipa air  
Tipe ini, fluida yang berada di dalam pipa adalah air ketel, sedangkan pemanas (berupa nyala api dan gas asap) berada di

luar pipa. Hasilnya berupa uap dengan tekanan tinggi.

b) Steam generator tipe pipa api

Tipe ini, fluida yang berada di dalam pipa adalah nyala api, sedangkan air yang akan diuapkan berada di luar pipa dalam bejana khusus pemanas (berupa nyala api dan gas asap) berada di luar pipa (Sitompul, 1993).

9) WHB (Waste Heat Boiler)

WHB adalah alat penukar panas sejenis dengan ketel uap tetapi memiliki perbedaan pada sumber panas yang digunakan. Sumber panas pada ketel uap yaitu hasil pembakaran bahan bakar sedangkan sumber panas pada WHB yaitu memanfaatkan panas dari gas asap pembakaran atau cairan panas yang diperoleh dari reaksi kimia (Sitompul, 1993).

10) Superheater

Alat penukar panas jenis ini digunakan untuk mengubah uap basah (saturated steam) pada steam generator (ketel uap) menjadi uap kering (superheated steam) (Sitompul, 1993).

11) Evaporator

Evaporator adalah alat penukar panas yang digunakan untuk menguapkan cairan yang ada pada larutan sehingga diperoleh larutan yang lebih pekat (mother liquor) (Sitompul, 1993).

12) Vaporizer

Alat penukar panas ini digunakan untuk menguapkan suatu cairan sehingga fasenya berubah dari cair menjadi gas (Sitompul, 1993).

## 2. Alat Penukar Panas Tipe Shell and Tube

Menurut Sitompul (1993), alat penukar panas tipe shell and tube merupakan salah satu jenis alat penukar panas berdasarkan konstruksinya. Tipe shell and tube sering digunakan dalam industri karena memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan tipe lainnya, antara lain :

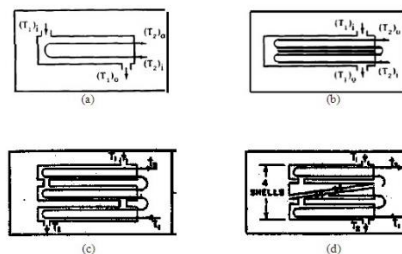
- Konfigurasi yang dibuat dapat memberikan luas permukaan yang besar (> 200 ft<sup>2</sup>) dengan volume yang kecil.
- Mempunyai lay-out mekanik yang baik dan bentuknya cukup baik untuk operasi bertekanan.
- Menggunakan teknik fabrikasi yang sudah mapan.

- Dapat dibuat dari berbagai material.
- Mudah dibersihkan dan konstruksinya sederhana

## 3. Jumlah Lintasan pada Alat Penukar Panas Shell and Tube

Menurut Walas (1990) dan Sitompul (1993), pada alat penukar panas tipe shell and tube terdapat 2 jenis lintasan yaitu :

- Shell pass (lintasan shell)  
Merupakan lintasan yang dilakukan oleh fluida sejak masuk mulai saluran masuk (inlet nozzle) melewati bagian dalam shell dan mengelilingi tube, keluar dari saluran buang (outlet nozzle) sehingga lintasan ini disebut 1 lintasan shell atau 1 pass shell.
- Tube pass (lintasan tube) Merupakan lintasan yang dilakukan oleh fluida masuk ke dalam penukar kalor melalui salah satu ujung (front head) lalu mengalir ke dalam tube dan langsung ke luar dari ujung yang lain sehingga disebut 1 pass tube. Apabila fluida tersebut membelok lagi masuk ke dalam tube sehingga terjadi 2 kali lintasan dalam tube maka disebut 2 pass tube. Di bawah ini contoh lintasan dalam alat penukar panas tipe shell and tube yaitu:



Gambar 4 Lintasan pada alat penukar panas tipe Shell and Tube

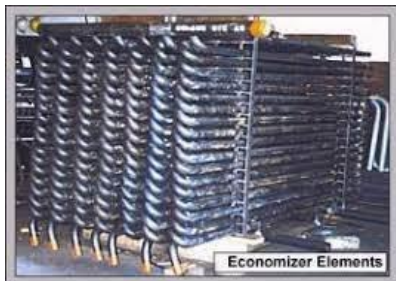
(a) 1-2 pass, (b) 2-4 pass, (c) 3-6 pass, (d) 4-8 pass

### A. Economizer

*Economizer* adalah komponen alat yang digunakan untuk memanfaatkan gas buangan dalam cerobong yang masih panas untuk pemanasan nira. *Economizer* adalah berupa alat pindah panas tipe tubular yang ditempatkan dalam cerobong asap. *Economizer* (disebut juga pemanas air pengisi ketel uap) digunakan untuk menaikkan suhu air sebelum air masuk ke dalam ketel uap. Tujuannya untuk meringankan beban ketel (Sitompul, 1993).

Selama operasi evaporasi dalam evaporator berlangsung, bahan baku nira

dalam tangki disirkulasikan berulang-ulang dalam *economizer* dan nira dalam tangki menjadi panas. Dengan demikian, nira tidak akan menjadi asam walaupun pemasakan tertunda.



Gambar 5 Economizer

#### 1. Fungsi Dan Kegunaan *Economizer*

Fungsi *Economizer* pada perancangan *economizer* sebagai pemanas awal air nira untuk dijadikan gula aren cair adalah untuk memanaskan air pengisi Evaporator dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam Evaporator. Dengan meningkatnya temperatur air pengisi Evaporator maka Efisiensi Evaporator juga akan meningkat.

Gas buang yang masih panas dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam drum ketel, sehingga air telah dalam keadaan panas ketika masuk ke dalam boiler. Air yang telah dalam keadaan panas saat masuk ke dalam boiler membawa keuntungan karena di tempat air masuk ke boiler, dinding boiler tidak mengerut sehingga drum ketel dapat lebih tahan lama. Dengan demikian, biaya perawatan menjadi lebih murah. Lain halnya bila air masih dalam keadaan dingin, dinding ketel uap akan mengerut dan mudah pecah atau bocor, sehingga biaya perawatannya mahal.

Tujuan kedua ialah dengan memanfaatkan gas buang yang masih mempunyai temperatur yang tinggi tersebut untuk memanaskan air sebelum masuk ke dalam ketel uap, berarti akan memperbesar efisiensi dari boiler, karena dapat memperkecil kerugian panas yang dimiliki oleh boiler. Tujuan ketiga ialah bila air telah dalam keadaan panas memasuki ketel uap, maka untuk menguapkannya hanya dibutuhkan panas yang sedikit di dalam dinding pipa evaporator, sehingga luas bidang yang dipanaskan atau heating surface dari evaporator menjadi lebih sedikit, akibatnya ukuran-ukuran tungku menjadi lebih kecil yang mengakibatkan harga tungku menjadi

lebih murah sehingga secara keseluruhan harga investasinya menjadi lebih murah.

#### 2. Jenis dan macam macam *economizer*

Macam-macam *economizer* terdiri dari 2 bagian yaitu :

##### a. *Economizer* Tipe Ular

*Economizer* tipe ular (pipa polos). *Economizer* itu terdiri dari pipa-pipa yang di tempatkan pada lintasan gas asap sebelum meninggalkan ketel. Pipa – pipa *economizer* di buat dari bahan baja atau besi tuang yang sanggup menahan panas dan tekanan tinggi.



Gambar 6 Economizer tipe ular

##### b. *Economizer* Tipe Sirip

*Economizer* dua sirip persegi panjang, mirip dengan persegi, panjang tepi untuk tabung fluoresen 2 kali lipat, perluasan permukaan pemanas. Proses pengelasan tahan flash H-*economizer* digunakan, jahitan pengelasan setelah tingkat fusi tinggi, kekuatan tarik las, dan memiliki konduktivitas termal yang baik. H-*economizer* juga dapat memproduksi tabung sirip ganda tipe "H ganda", strukturnya yang kaku, dan dapat diterapkan pada cara baris tabung yang lebih panjang.



Gambar 7. Economizer tipe sirip

#### 3. Perancangan *Economizer*

##### a. Ukuran *Economizer*

Ukuran *economizer* yang kita gunakan untuk perancangan *economizer* sebagai pemanas awal air nira cair menjadi gula aren cair adalah kapasitas tangki 100 liter dan tungku evaporator 50 liter.

##### b. Material Yang digunakan

Konstruksi *economizer* terdiri dari susunan pipa-pipa, dimana air mengalir didalamnya dan menerima

panas dari gas asap secara konveksi dan konduksi. Untuk memperbesar jumlah panas yang diserap air per satuan waktu, pipa-pipa *economizer* seringkali diberi sirip-sirip (fin). Bahan pipa *economizer* dapat dibuat dari besi tuang atau baja. Bahan besi tuang 17 atm tahan terhadap bahaya korosi (karat) tetapi tidak kuat untuk menahan tekanan tinggi, sedangkan bahan baja tahan terhadap tekanan tinggi tetapi tidak tahan terhadap bahaya korosi, tekanan kerja yang tinggi harus menggunakan *economizer* dari bahan baja.

- c. Tempat Tekanan Kerja *Economizer*  
Tempat tekanan kerja *economizer* terbuat dari baja biasa dan *economizer* yang digunakan menggunakan *economizer* tipe ular (melingkar)
- d. Temperatur Dan Tekanan Kerja *Economizer*

Tekanan inlet *economizer* 7,93 Mpa dan tekanan outlet *economizer* 7,71 Mpa dan temperatur air inlet *economizer* 198,7 °C, temperatur air outlet *economizer* 295,1 °C, temperatur gas inlet 582,7 °C, Temperatur gas outlet *economizer* 233,7 °C. Proses perpindahan panas menggunakan sistem counter flow. Di lihat dari uraian di atas maka dapat di ambil kesimpulan dan dapat dapat dirumuskan untuk mencari temperature dan tekanan gas yang di hasilkan dengan menggunakan hukum gas Boyle. Hukum gas boyle adalah gabungan dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut:

$$(PV:T) = K ( \text{tetapan} )$$

Karena perkalian tekanan –volume dibagi temperature adalah tetap dalam kondisi apapun menghasilkan persamaan.

$$( P_1 V_1 T_2 ) = ( P_2 V_2 T_1 )$$

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan salah satu gas variable gas pada keadaan berbeda. Perubahan tekanan yang diakibatkan perubahan volume pada suhu tetap dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ atau } P_2 = ( P_1 V_1 ) / V_2$$

P disini berarti = Tekanan V disini berarti = volume.

### *Economizer*

merupakan alat yang digunakan untuk memanaskan air umpan. Oleh karena itu, untuk merancang *economizer* perlu diketahui terlebih dahulu kalor yang bisa dimanfaatkan dari gas buang yang melewati *economizer* tersebut. Untuk mengetahui kalor gas buang yang bisa dimanfaatkan dapat digunakan persamaan (1).

$$Q = UA_oLMTD$$

Dimana:

$Q$  = Rating total perpindahan panas pipa (W)

$A_o$  = Luas total permukaan luar pipa (m<sup>2</sup>)

$LMTD$  = *Logarithmic Mean Temperature Difference* (°C)

Kalor yang dimanfaatkan dari gas buang adalah gabungan unsur-unsur yang menjadi komposisi gas buang tersebut pada temperatur tertentu.

## METODE PENELITIAN

### A. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian senantiasa diperlukan suatu metode penelitian yang sesuai dengan pokok permasalahan yang akan diteliti, sedangkan metode penelitian itu sendiri menurut Riduan (2005:49) adalah metode yang digunakan dalam penelitian yang dapat berbentuk metode penelitian survei, ex post facto, eksperimen, naturalistik, *policy research* (penelitian policy), *action research* (penelitian tindakan), evaluasi dan sejarah.

Sedangkan menurut Marzuki (2005:10) menjelaskan bahwa penelitian merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menemukan, mengembangkan dan menguji suatu pengetahuan dengan cara mengumpulkan, mencatat dan menganalisis informasi data yang dilakukan dengan sabar, hati-hati, terencana dan sistematis, serta berdasarkan ilmu pengetahuan.

Dari beberapa definisi diatas maka dapat disimpulkan bahwa metode penelitian adalah metode yang digunakan untuk mengetahui hasil dari penelitian dengan cara mengumpulkan, mencatat dan menganalisis informasi data yang ada.

Metode penelitian yang digunakan penulis adalah metode pendekatan kuantitatif, suatu pendekatan penelitian yang secara primer menggunakan paradigma *postpositivist* (pemikiran tentang sebab akibat, reduksi kepada variabel, hipotesis dan pertanyaan spesifik,

menggunakan pengukuran dan observasi, serta pengujian teori) dalam mengembangkan ilmu pengetahuan, menggunakan strategi seperti eksperimen dan survei yang memerlukan data.

Dalam pendekatan ini ada beberapa bentuk penelitian yakni, penelitian korelasional/survei adalah suatu pendekatan umum untuk penelitian yang berfokus pada penaksiran pada kovariansi di antara variabel yang muncul secara alami. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi hubungan prediktif dengan menggunakan teknik korelasi atau teknik statistika yang lebih canggih (Zechmester dalam Emzir,2007:37).

### 1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama 2 (Dua) bulan mulai dari proses pengumpulan data hingga analisis data dan penyusunan laporan yang dibuat. Penelitian dilaksanakan sejak bulan September sampai bulan November 2021. Penelitian ini bertempat di sebuah bengkel produksi di daerah Bogor, Jawa Barat. Berikut ini tabel kegiatan penelitian yang dilakukan sesuai proses-proses dalam sistem analisa. Jadwal dari proses analisa dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

NO	KEGIATAN	SEPTEMBER		OKTOBER				NOVEMBER	
		III	IV	I	II	III	IV	I	II
1	Rancangan Penelitian								
2	Pengumpulan Data								
3	Pemeriksaan -pemeriksaan								
4	Analisis data & Pembahasan								
5	Penyusunan Laporan								

### B. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data serta informasi guna mendukung penyempurnaan hasil dari penelitian ini, penulis menggunakan 2 (dua) metode yaitu:

#### 1. Metode Lapangan (*field research*)

Metode lapangan (*field research*) adalah metode yang dilakukan secara langsung untuk melakukan penelitian terhadap *economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter di bengkel produksi Bogor, Jawa Barat. Metode lapangan ini dilakukan selama 1 (Satu) bulan, yang dimulai dari bulan September sampai dengan bulan Oktober 2021. Penelitian ini bertempat di bengkel produksi yang berlokasi di Bogor, Jawa Barat. Data-data tersebut penulis kumpulkan dengan cara:

- Observasi (pengamatan langsung)  
Untuk melengkapi data yang diperlukan, penulis melakukan *observasi* dilapangan pada bulan September sampai dengan

bulan Oktober 2021, sehingga penulis dapat menganalisa komponen-komponen yang ada pada *economizer* tangki nira kapasitas 100 liter.

#### b. Interview (Wawancara)

Dimana diadakan wawancara kepada tukang untuk mengetahui hal-hal terkait fungsi dari *economizer* pada Tangki nira kapasitas 100 liter. Selain itu, wawancara juga dilakukan kepada pemilik bengkel di Bogor.

#### c. Dokumentasi

Penulis melakukan pengumpulan data dengan cara melihat dan mencatat data yang ada pada dokumen atau dari hasil pengamatan komponen *economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter.

### 2. Studi Kepustakaan

Pengumpulan data dan informasi yang penulis lakukan untuk analisa fungsi *economizer* pada tangki nira dalam produksi gula aren adalah dengan cara:

- Mempelajari buku-buku mengenai instalasi *economizer*, komponen *economizer*, dan hal-hal lainnya tentang produksi gula aren,
- Mempelajari instalasi tangki lain yang serupa dalam produksi gula aren.

### C. Langkah-langkah Penelitian

#### 1. Membuat rumusan masalah

Setiap penelitian harus bersumber dari adanya masalah. Setelah selesai untuk mengidentitikasi dan membatasi masalah.

#### 2. Menentukan landasan teori

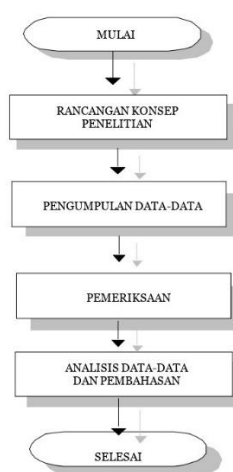
Masalah yang sudah dirumuskan menjadi rumusan masalah. Selanjutnya dicarikan jawabannya. Jawaban tersebut diperoleh dari pencarian terhadap teori-teori yang relevan.

#### 3. Merumuskan Hipotesis

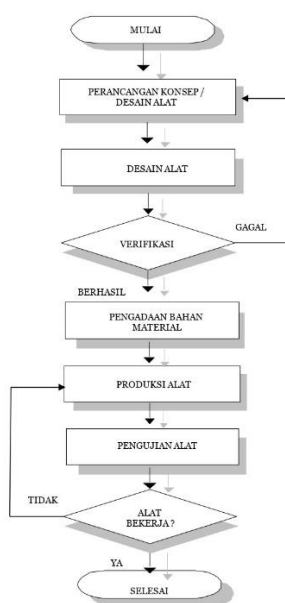
Dari rumusan masalah tersebut, peneliti mencoba menjawab (memberikan solusi) yang diperoleh dari pencarian teori-teori yang relevan. Jawaban yang diperoleh selanjutnya disebut dengan jawaban sementara atau hipotesis. Jawaban sementara adalah hipotesis. Melakukan pengumpulan data bila instrumen sudah selesai dibuat selanjutnya peneliti mengumpulkan data. Data dalam penelitian diperoleh dari bengkel produksi tangki nira kapasitas 100 liter di Bogor, Jawa Barat.

4. Melakukan Analisis Data  
Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data dilakukan untuk menjawab hipotesis yang sudah dibuat tadi. Data hasil analisis tersebut selanjutnya disajikan dan diberikan pembahasan Penyajian data.
5. Menyimpulkan  
Setelah melakukan analisis data, maka tahap terakhir adalah menyimpulkan. Kesimpulan adalah hasil dari pengujian hipotesis apakah diterima atau hipotesis di tolak. Kesimpulan di tulis dengan singkat, padat dan jelas.

Alur langkah kerja yang digunakan adalah:



Gambar 8 Diagram Alur Penelitian



Gambar 9 Diagram Alur Perancangan Tangki Nira

## ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL

1. Proses Produksi Gula Aren Dengan Tangki Nira *Economizer* Kapasitas 100 Liter  
Salah satu cara dalam pembuatan gula aren adalah secara modern. Cara ini dilakukan melalui proses evaporasi menggunakan evaporator jenis open pan evaporator. Adapun tahap-tahap dan proses yang dilakukan pada awalnya sama dengan cara tradisional, yaitu sebagai berikut:

1. melakukan persiapan proses penyadapan,
2. penyaringan nira, sehingga bisa mendapat nira yang bersih

Yang membuat berbeda dalam pengolahan ini adalah digunakan evaporator sebagai tempat untuk melakukan proses pemasakan gula aren yang sebenarnya memiliki fungsi hampir seperti wajan pada pengolahan gula aren secara tradisional, namun dengan temperatur yang lebih terkendali. Selanjutnya nira yang telah melewati proses penyadapan akan dimasukkan kedalam tangki dengan cara menuangkan secara langsung kedalam tangki, atau menggunakan pompa untuk melakukan sirkulasi nira menggunakan *economizer*, kemudian isi evaporator dengan nira. Pemanasan dalam proses pemasakan nira menjadi gula dilakukan dengan tungku yang dirancang menggunakan bahan bakar biomasa, seperti batu bara, tempurung kelapa, kayu, dan lain-lain. Saat proses pemasakan nira berlangsung, pengaduk yang ada dalam evaporator akan berputar. Hal ini dengan tujuan agar proses pemanasan merata. Alat pengaduk yang digunakan terhubung dengan motor reduksi/diturunkan yang berfungsi untuk mengatur kecepatan pengadukan secara tetap dan berulang (terus-menerus). Setelah cairan nira mencapai kekentalan tertentu, cairan tersebut akan dikeluarkan, didinginkan dan dicetak lalu dikemas. Berikut adalah tahapan proses produksi gula aren dengan tangki nira kapasitas 100 liter:

- a. Pada kondisi awal, semua *valve* dalam keadaan tertutup
- b. Hidupkan listrik dengan menaikkan saklar/togel MCB, atau dengan menekan tombol power di box control
- c. Pertama-tama masukkan nira ke dalam tangki dengan menggunakan selang dan sambungkan dengan ujung pipa *input*. Lalu buka *valve input* dan *valve* sirkulasi lalu hidupkan pompa dengan cara menekan tombol pompa transfer atau sirkulasi
- d. Lakukan sirkulasi nira dengan menutup *valve input* dan membuka *valve* bawah tangka
- e. Isi evaporator dengan nira dengan cara



- membuka *valve* pengumpan sampai volume yang diharapkan. Tangki nira harus dipertahankan masih terdapat nira, jika tidak ada nira lagi, tangki dapat diisi dengan air dan selama proses pemasakan pompa sirkulasi terus dijalankan
- f. Nyalakan pengaduk dengan cara menekan tombol pada box control
  - g. Nyalakan tungku dengan cara membuka tutup atas pengumpan bahan bakar, lalu bakar biomasa secara manual terlebih dahulu, hingga menyala dan menjadi bara api
  - h. Tutup bagian atas pengumpan bahan bakar dan tempatkan bahan bakar biomasa di atasnya
  - i. Buka pintu depan tungku, lalu dorong bahan bakar dan bara api ke bagian dalam tungku. Tutup pintu depan tungku dan hidupkan blower
  - j. Untuk menambah bahan bakar, pertama matikan blower, lalu buka kembali pintu bagian atas hingga bahan bakar yang berada di atas dan sudah panas turun dan masuk ke dalam tungku
  - k. Ulangi point 9 dan 10 sampai proses evaporasi atau pemasakan nira selesai
  - l. Setelah evaporasi selesai sesuai dengan tanda-tandanya, tuangkan bahan gula aren ke dalam cetakan dan biarkan sampai mengeras lalu keluarkan dari cetakan
  - m. Gula aren yang sudah dicetak dimasukkan ke dalam plastik dan rekatkan ujung plastik dengan pengeras plastik foot press
  - n. Gula aren siap digunakan.



Gambar 10 Tangki Nira Kapasitas 100 Liter dan *Economizer*

#### Cara Kerja *Economizer* Pada Tangki Nira Kapasitas 100 Liter

Cara kerja *economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter ini, yaitu dengan memanfaatkan uap panas yang keluar dari proses memasak air nira dari cerobong asap evaporator, yang kemudian dimanfaatkan oleh *economizer* ini sebagai sirkulasi uap panas untuk memanaskan air nira cair yang dipompakan dari pompa ke *economizer*

sebelum air nira tersebut kembali ke tangki nira.

#### Cara pengoperasian *economizer*

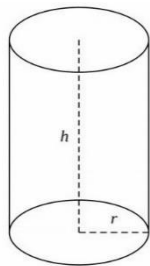
- a. Valve masuk dari evaporator dibuka untuk mengalirkan uap panas,
- b. Uap yang dialirkan dari evaporator masuk ke *economizer* untuk dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan air nira yang di pompakan dari pompa sebelum air nira kembali ke tangki,
- c. Selanjutnya air nira yang sudah di sirkulasikan masuk ke tangki,
- d. Nyalakan pompa dan buka valve *economizer* untuk menyalurkan air nira dari tangki ke tabung *economizer*,
- e. Tutup valve yang akan masuk ke dalam evaporator,
- f. Untuk menambah bahan bakar, pertama matikan blower lalu buka kembali pintu bagian atas hingga bahan bakar yang berada di atas dan sudah panas turun dan masuk ke dalam tungku.
- g. Lakukan poin d dan e selama proses pemasakan di evaporator untuk proses sirkulasi.

Pada tangki nira kapasitas 100 liter *economizer* digunakan untuk memanfaatkan gas buangan dalam cerobong yang masih panas untuk proses pemanasan nira. *Economizer* ini berupa alat pindah panas tipe tubular yang ditempatkan dalam cerobong asap. Selama proses evaporasi dalam evaporator berlangsung bahan baku nira dalam tangki kapasitas 100 liter disirkulasikan berulang-ulang dalam *economizer* dan nira dalam tangki menjadi panas. Dengan demikian, nira tidak akan menjadi asam walaupun pemasakan tertunda. Selain itu pada tangki nira kapasitas 100 liter *economizer* memiliki fungsi sebagai pemanas air nira untuk dijadikan gula aren cair adalah untuk memanaskan air pengisi evaporator dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam evaporator. Dengan meningkatnya air pengisi evaporator maka efisiensi atau cara kerja evaporator juga meningkat.

#### Perhitungan Dimensi *Economizer*

Pada bab IV ini akan membahas mengenai perhitungan terkait analisa termodinamika dan panas untuk mengetahui laju perpindahan panas dan efektivitas *economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter. Data spesifikasi diambil dari desain *economizer* yang mampu menghasilkan performa secara maksimal.

Dalam penelitian analisa fungsi *economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter dalam produksi gula aren, bentuk *economizer* berbentuk tabung.



Gambar 11 Bentuk *economizer* tangki nira kapasitas 100 liter

Keterangan gambar:

r = jari-jari tutup / alas tabung

h = tinggi tabung

Dimensi dari sebuah silinder atau tabung dinyatakan dengan besaran radius atau diameter penampang tabung serta tinggi tabung. Diameter pada sebuah tabung bisa terlihat lebih pendek, sama ataupun lebih panjang dari tinggi tabung tersebut sendiri.

Dengan demikian dapat dikatakan apabila dimensi tinggi silinder lebih besar dari diameternya, maka dimensi tinggi pada tabung ini terkadang disebut sebagai panjang silinder, seperti contohnya pada batang besi. Sedangkan apabila dimensi tinggi silinder lebih kecil dari diameternya maka dimensi tinggi pada tabung ini terkadang disebut sebagai tebal silinder, contohnya seperti pada keping poin. Radius silinder biasanya sering disebut sebagai jari-jari silinder. Adapun cara menghitung dimensi silinder dari *economizer* adalah sebagai berikut:

$$Volume = \pi \times radius \times tinggi$$



Gambar 12 Cara menghitung volume tabung atau silinder

Keterangan:  $\pi = 22/7$

Rumus tersebut sering ditulis dengan lebih singkat menjadi:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Volume dari sebuah silinder pada dasarnya adalah luas lingkaran penampang tabung dikali tinggi tabung. Pada rumus tersebut maka  $\pi \times r^2$  adalah luas penampang silinder. Disini yang perlu diperhatikan bahwa dalam menghitung volume sebuah silinder yang menggunakan rumus diatas, maka dimensi radius atau diameter dan tingginya harus menggunakan satuan yang sama. Satuan volume merupakan satuan panjang kubik misalnya milimeter kubik ( $mm^3$ ), centimeter

kubik ( $cm^3$ ), meter kubik ( $m^3$ ) dan lain sebagainya.

Studi kasus:

Diketahui *Economizer* memiliki diameter 18 cm dan tinggi 60 cm.

Hitunglah volume tabung *economizer* tersebut diatas.

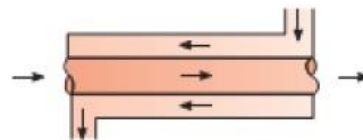
Jawab:

Radius silinder didapat dari diameter dikali  $\frac{1}{2}$ . Maka  $r = 18 \times \frac{1}{2} = 9$  cm

$$\begin{aligned} \text{Volume tabung} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= (22/7) \times 9 \times 9 \times 60 \text{ cm} \\ &= 15.274 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

**A. Perhitungan Temperatur dan Tekanan *Economizer***

Tekanan inlet *economizer* adalah 7,93 Mpa sedangkan tekanan outlet *economizer* adalah 7,71 Mpa. Temperatur air inlet *economizer* adalah 198,7°C sedangkan temperatur air outlet *economizer* adalah 295,1°C. Temperatur gas inlet *economizer* sebesar 582,7 °C, temperatur gas outlet *economizer* adalah 233,7°C. Dengan proses perpindahan panas menggunakan sistem *counter flow* atau tipe aliran berlawanan arah.



Gambar 13 Sistem *Counter Flow*

Dilihat dari uraian diatas maka dapat diambil kesimpulan dan dapat dirumuskan untuk mencari temperatur dan tekanan gas yang dihasilkan dengan menggunakan hukum gas Boyle. Hukum gas Boyle membahas mengenai hubungan antara tekanan, volume, dan suhu yang ada di dalam suatu ruang tertutup, dengan bunyi "Apabila suhu dari suatu gas yang ada di sebuah ruangan tertutup dijaga konstan (isotermal), maka tekanan gas tersebut akan berbanding terbalik dengan volumenya." Dengan persamaan sebagai berikut:

$$(P \times V : T) = K \text{ (tetapan)}$$

Karena perkalian tekanan – volume dibagi temperatur adalah tetap dalam kondisi apapun menghasilkan persamaan:

$$(P1 \ V1 \ T2) = (P2 \ V2 \ T1)$$

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan salah satu gas variable gas pada keadaan berbeda.

Perubahan tekanan yang diakibatkan

perubahan volume pada suhu tetap dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P1 V1 = P2 V2 \text{ atau } P2 = (P1 V1) / V2$$

P disini berarti = Tekanan

V disini berarti = Volume

**B. Analisa Hasil Perhitungan Dengan Gambar-gambar**

Hasil untuk perubahan air pengisian atau *feed water* menjadi uap atau *steam* dalam proses evaporasi adalah besarnya kandungan entalpi uap kurang kandungan entalpi air pengisian ( $h_g - h_f = h_{fg}$ ), dimana :

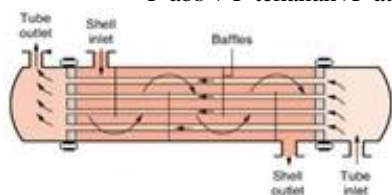
$\dot{m}_u$  = laju aliran masa uap (Kg/jam)

$h_u$  = entalpi uap (KJ/Kg)

$h_a$  = entalpi air (KJ/Kg)

Dimana  $m_s$  adalah laju aliran massa uap dari boiler pada kondisi keadaan konstan/ steady (steady – state) adalah juga sama dengan laju massa air masuk ke *economizer*. Tekanan uap yang dikirimkan lewat cerobong evaporator ditambah dengan pengukuran tekanan atmosfer.

$$P_{abs} + P_{tekanan} + P_{atm}$$



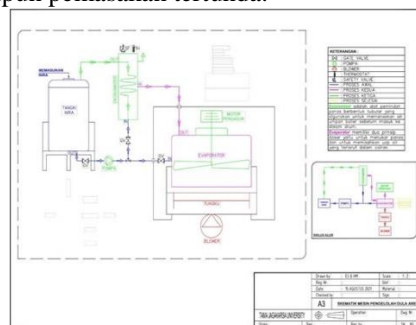
Gambar 14 Penukar kalor selongsong dan tabung dengan satu lintas

Profil suhu kira-kira untuk uap yang mengalir di dalam penukar kalor seperti pada Gambar 4.12, dimana seandainya uap itu dipanaskan pada waktu mengalir melalui penukar kalor. Kenyataan bahwa fluida campur atau tak campur mempengaruhi perpindahan kalor di dalam penukar kalor karena perpindahan kalor bergantung pada beda suhu antara fluida panas dan fluida dingin.

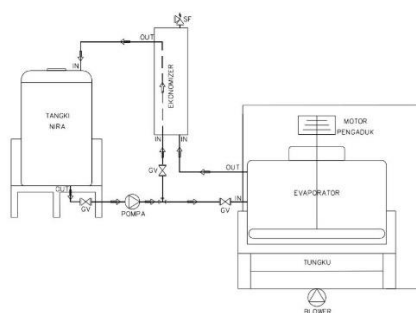


Gambar 15 Hasil rancangannya kira-kira (tentatif)

Pembuatan tangki nira economizer kapasitas 100 liter dalam produksi gula aren ini masih jauh dari kata sempurna, dibandingkan dengan tangki nira yang ada di pasaran, baik dari segi estetika maupun material yang digunakan. Akan tetapi secara sistem memiliki fungsi yang sama. Oleh sebab itu, diperlukan perancangan yang lebih detail lagi dari segi desain maupun biaya perancangannya. Namun secara manfaat kita dapat melakukan penghematan dari sisi nira yang tidak akan menjadi asam walaupun pemasakan tertunda.



Gambar 16 Perancangan Instalasi Unit



Gambar 17 Instalasi Unit Perancangan Tangki Nira Kapasitas 100 Liter

**D. Cara Kerja Instalasi dan Perancangan Economizer**

Cara kerja instalasi unit perancangan *economizer* ini, yaitu dengan memanfaatkan uap panas yang keluar dari proses memasak air nira dari cerobong asap evaporator, yang kemudian dimanfaatkan oleh *economizer* ini sebagai sirkulasi uap panas untuk memanaskan air nira cair yang dipompakan dari pompa ke *economizer* sebelum air nira tersebut kembali ke tangki nira.

1. Cara pengoperasian *economizer*
  - h. Valve masuk dari evaporator dibuka untuk mengalirkan uap panas,
  - i. Uap yang dialirkan dari evaporator masuk ke

- economizer* untuk dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan air nira yang di pompakan dari pompa sebelum air nira kembali ke tangki,
- j. Selanjutnya air nira yang sudah di sirkulasikan masuk ke tangki,
  - k. Nyalakan pompa dan buka valve *economizer* untuk menyalurkan air nira dari tangki ke tabung *economizer*,
  - l. Tutup valve yang akan masuk ke dalam evaporator,
  - m. Untuk menambah bahan bakar, pertama matikan blower lalu buka kembali pintu bagian atas hingga bahan bakar yang berada diatas dan sudah panas turun dan masuk kedalam tungku.
  - n. Lakukan poin d dan e selama proses pemasakan di evaporator untuk proses sirkulasi.
2. Bagian-bagian *Economizer*  
Bagian-bagian yang terdapat dalam *economizer* yaitu :
- a. Tabung *economizer*
  - b. Pipa sirkulasi masuk yg dipompakan
  - c. Valve masuk uap dari evaporator (*in*)
  - d. Valve pembuangan uap (*out*)
  - e. Valve pembuangan air pengembunan
  - f. Pipa sirkulasi keluar untuk dialirkan ke tangki nira

## E. Daftar dan Spesifikasi Teknis

### Material *Economizer*

1. Data *Economizer*
  - a. Kapasitas :  
50 liter pemasakan nira, di evaporator
  - b. Bentuk *Economizer* :  
Tabung
  - c. Bahan *Economizer* :  
Stainless 3.1
2. Spesifikasi *Economizer*
  - a. Tinggi tabung ekonomiser : 60 cm
  - b. Diameter Tabung : 18 cm
  - c. Kapasitas Suhu Ekonomiser : 100-110 Derajat ( tentatif )
  - d. Tebal tabung ekonomiser : 3 mm

3. Aksesoris *Economizer*
  - a. Valve *in* dan *out* uap
  - b. Valve pembuangan pengembunan
  - c. Valve *in out* sirkulasi air nira
  - d. Pipa sirkulasi
4. Material *Economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter

Tabel 3.2 Spesifikasi material *economizer*

MATERIAL	SPEKIFIKASI	QTY	SAT
Pipa Besi	Dia. 8 inch x 600	1	Pcs
Pipa Besi	1 Inch x 200	1	Pcs
Pipa Besi	3 Inch x 6000	1	pcs
Plat Besi	T3mm x Dia.220	2	Pcs
As Besi	Dia. 32 x 50	2	Pcs
Shock drat Dalam Besi	1 inch	1	Pcs
Shock drat Dalam Besi	3 Inch	2	Pcs
Shock drta dalam Besi	1/2 Inch	1	Pcs
Elbow Besi	3 Inch	1	Pcs

## Kesimpulan dan Saran

### A. Simpulan

Berdasarkan analisa fungsi *Economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter dalam produksi gula aren dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pembuatan gula aren menjadi lebih ekonomis dengan adanya perancangan *economizer*, lebih hemat dari segi biaya dan tenaga.
2. Dengan perancangan *economizer* ini pembuatan gula aren dapat memanfaatkan uap hasil pemasakan dari evaporator.
3. Dari hasil perhitungan *economizer* ini maka dapat ditampilkan beberapa poin sebagai berikut:
  - a. Dimensi *economizer* hasil dari analisis ini dapat terhitung sebagai berikut:  

$$\text{Volume tabung} = (22/7) \times 9 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 15.274 \text{ cm}^3$$
  - b. Perubahan tekanan yang diakibatkan perubahan volume pada suhu dimensi *economizer* adalah :  

$$P1 \times V1 (1 \times 15.274) \text{ 1 phase} = 50\text{hz}$$

$$15.274 = 50 \times 15.274 = 763,7 \text{ p}$$
  - c. Tekanan uap yang dikirimkan melalui cerobong asap evaporator 7,93 Mpa. 7,71 Mpa 7,93 x 7,71 = 61,14 atm

### B. Saran

Hendaknya dalam perancangan alat harus lebih fokus dalam pengumpulan data yang aktual, jelas dan akurat sehingga bisa memberi manfaat yang berguna bagi para pembuat gula aren. Karena keterbatasan data yang diperoleh dalam analisa fungsi *economizer* pada tangki nira kapasitas 100 liter dalam produksi gula aren maka data-data yang dianalisis merupakan data spesifikasi saja, sehingga belum bisa menghitung data aktual pada *economizer* tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Heryani, Hesty. *Keutamaan Gula Aren & Strategi Pengembangan Produk*. Jakarta : 2016
2. Praptiningsih, Y. 1999. *Buku Ajar Teknologi Pengolahan*. Jakarta
3. Anonim. 2018. Diambil dari : <http://myteknikkimiablogaddress.blogspot.com/2018/11/pengertianevaporasi-dan-alat.html>.
4. Anonim. 2011. Diambil dari : <https://nurulimantmunib.wordpress.com/2011/08/30/tabel-propertithermodinamika-untuk-uap-steam-table/>